

3. 利水補給

3.1 評価の進め方

3.1.1 評価方針

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った。

3.1.2 評価手順

以下の手順で評価を行う。評価のフロー図を図 3.1-1 に示す。

(1) 利水補給計画の整理

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。なお、九頭竜ダムでは弾力的管理試験や水環境改善事業等は実施していない。

(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、農業・工業出荷額（生産高）、給水人口等を指標として新規水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。

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。

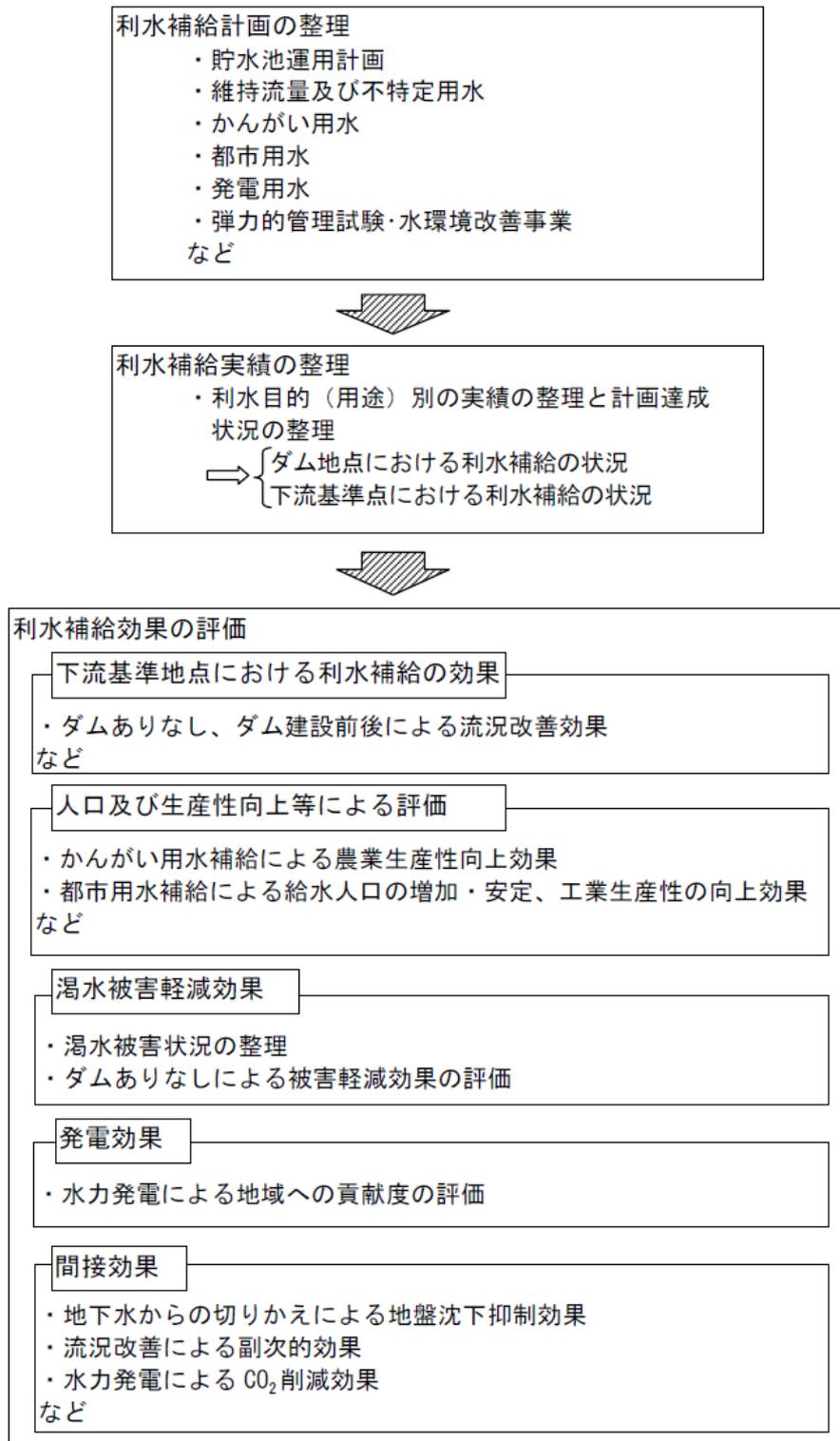


図 3.1-1 評価フロー

3.1.3 必要資料（参考資料）の収集・整理

ダム基本計画や工事誌ほか、補給実績等、評価に必要となる資料について収集し、リストを作成する。収集した資料は、「3.6 文献リストの作成」において整理する。

3.2 利水補給計画

3.2.1 貯水池運用計画

九頭竜ダムの利水に関する貯水池運用は、平常時最高貯水位 EL. 560.00m から最低水位 EL. 529.00m までの発電容量 190,000 千 m³ を利用し、最大使用水量 266m³/s、最大出力 220,000kW の発電を行っている。

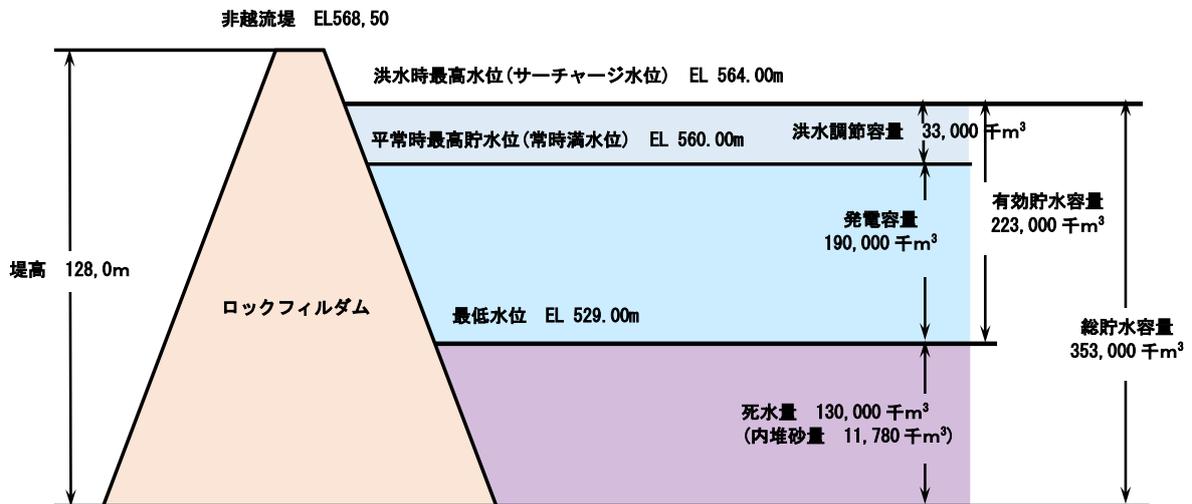


図 3.2-1 九頭竜ダム貯水池容量配分図

【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所管内図 平成 19 年 3 月】

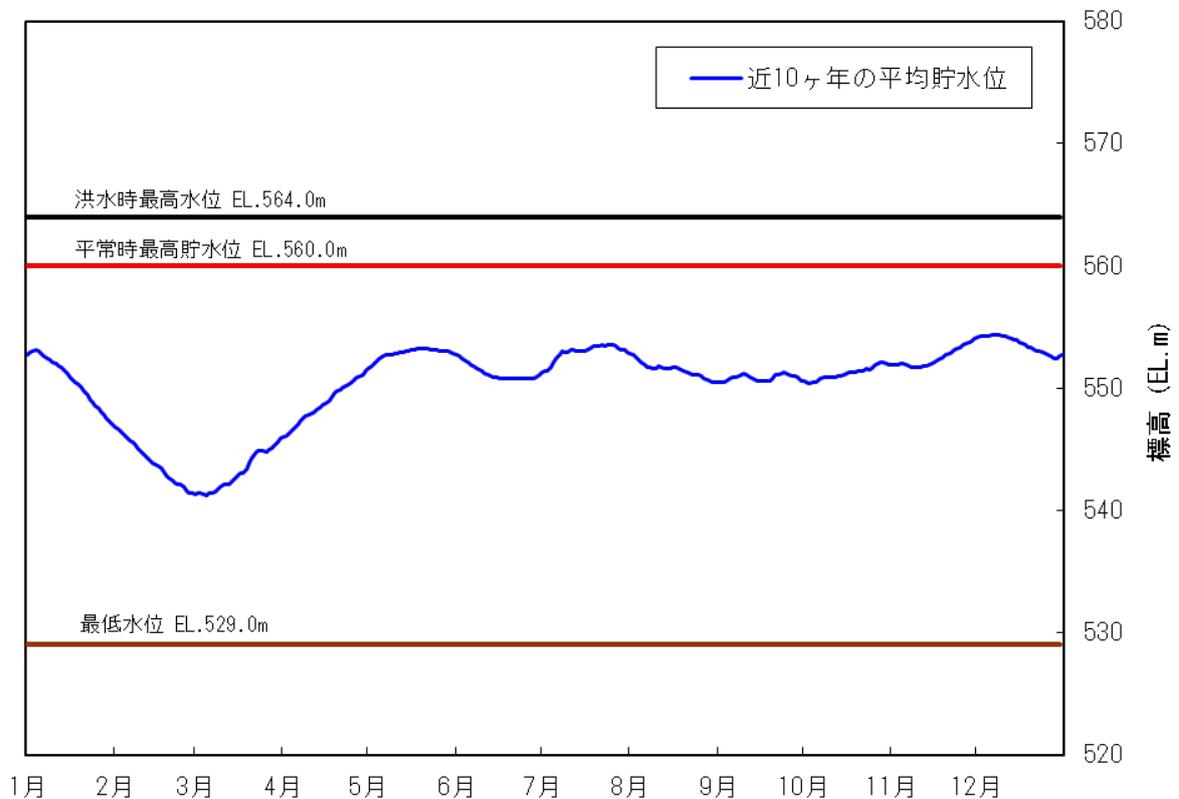


図 3.2-2 九頭竜ダム貯水池運用計画図

【出典：平成 25～令和 4 年 九頭竜ダム管理年報】

3.2.2 利水補給計画の概要

九頭竜ダムは、発電用水の供給を行っている。長野発電所は、最大 $266\text{m}^3/\text{s}$ を取水し、最大出力 $220,000\text{kW}$ を発電している。

3.2.3 発電用水

九頭竜川中上流流域には、多くの水力発電所が設置されている。全水力発電の取水系統図を図 3.2-3 に示す。九頭竜ダムでは直下に位置する長野発電所へ導水し発電を実施している。



図 3.2-3 九頭竜川中上流流域の利用概況図

【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所資料】

長野発電所の発電方式は、発電に利用した水を下池（鷲調整池）に溜め、水車を逆回転させることで下池の水を上流（九頭竜貯水池）に揚水することで繰り返し水を利用して発電する方式である。

揚水はこれまで深夜に火力・原子力発電所の余剰電力を利用して行われていたが、近年はカーボンニュートラルを目指した太陽光発電の普及により、昼間発電量の増加で生じた余剰電力等を利用して行われている。

九頭竜ダムでは、ダム貯水位を高く保つことで水力発電の発電効率を上げた運用を行っており、さらに揚水発電を活用することで安定した電力供給に貢献している。

長野発電所の諸元を表 3.2-1 に示す。

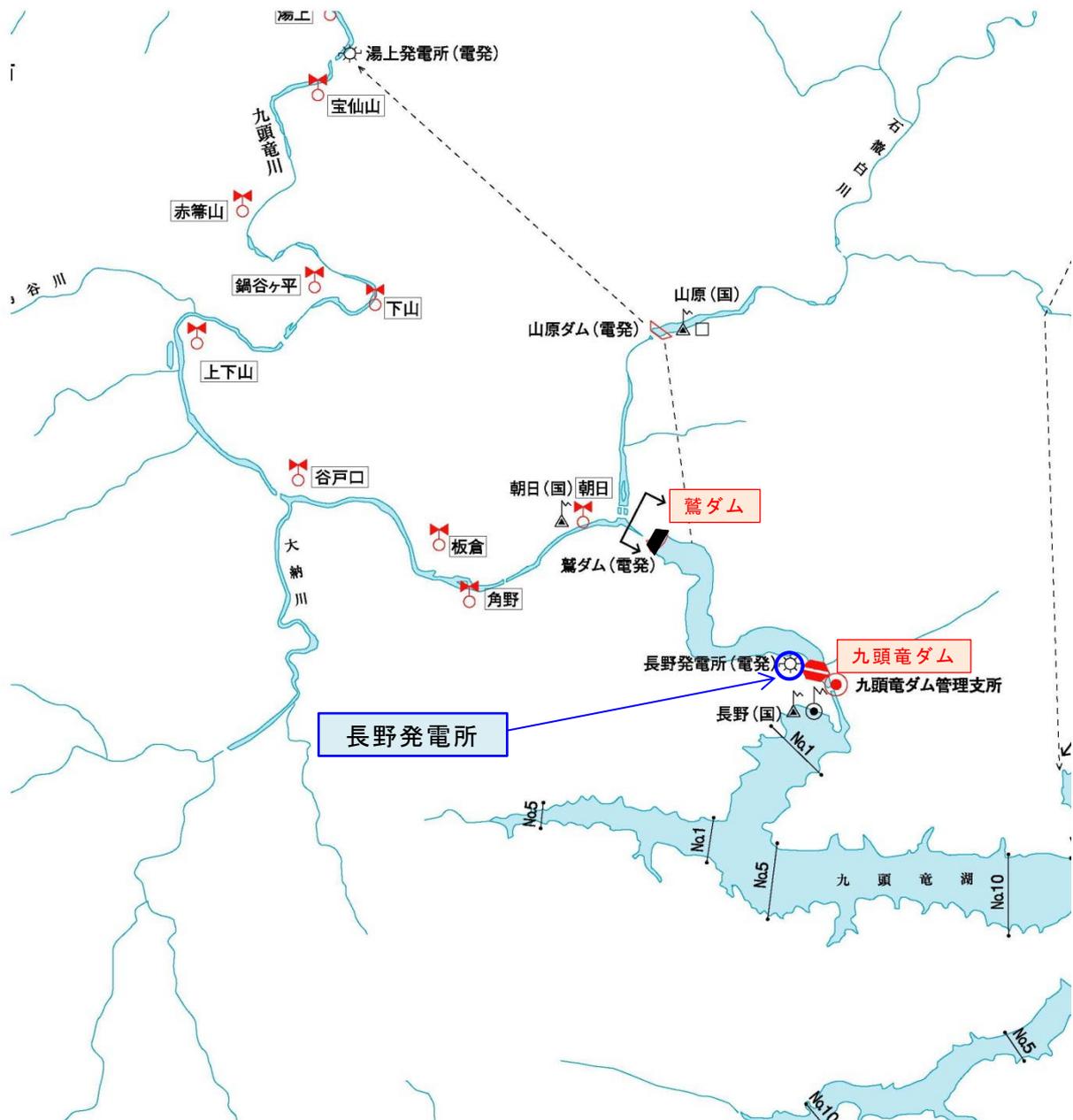


図 3.2-4 長野発電所位置図

【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所管内図 平成 19 年 3 月】



写真 3.2-1 長野発電所



写真 3.2-2 九頭竜ダム発電取水部



写真 3.2-3 鷲ダム

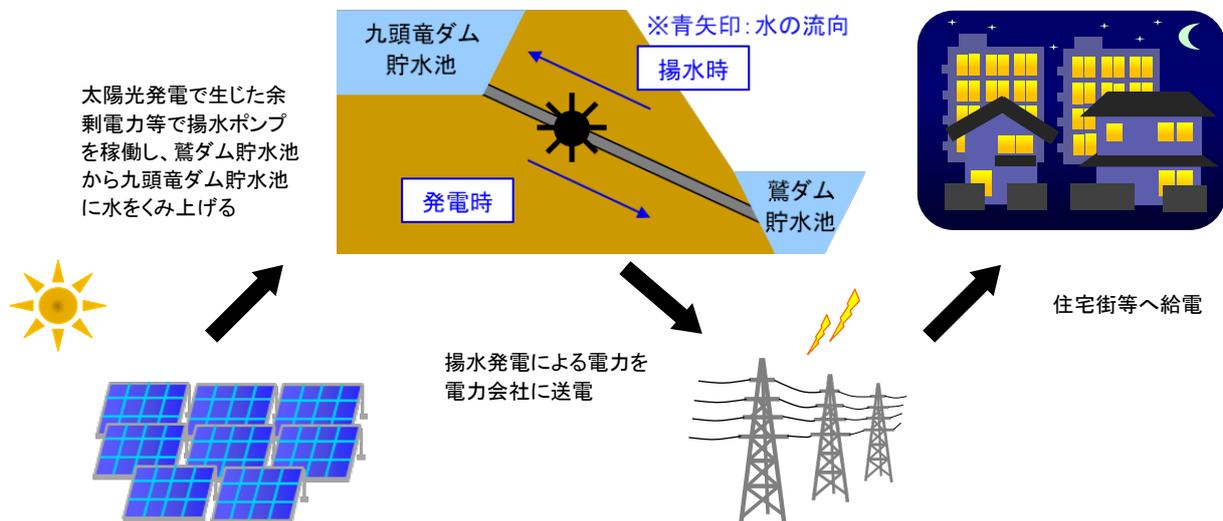
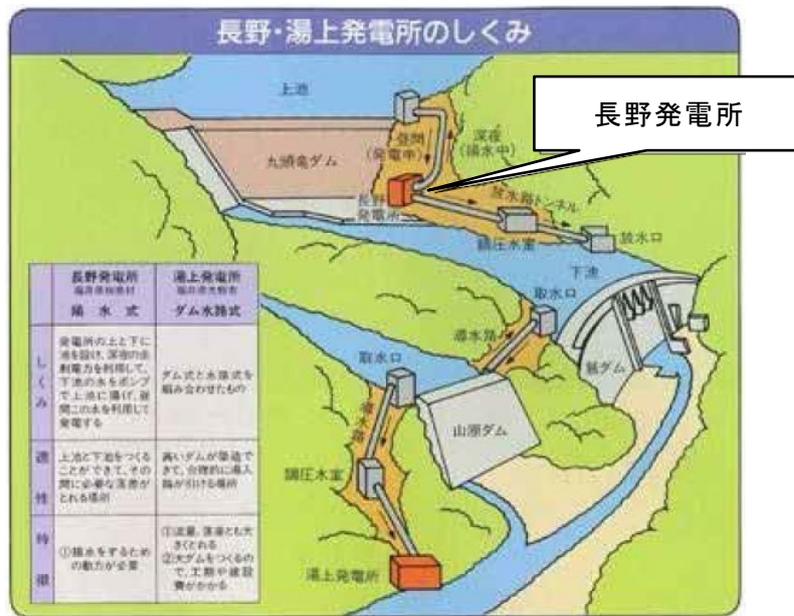


図 3.2-5 長野発電所及び長野発電所の揚水発電のしくみ

【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所資料】

表 3.2-1 長野発電所諸元

項目	長野発電所	
流域面積 (km ²)	301.5	
ダム	名称	九頭竜湖
	満水位 (m)	EL 560
	総貯水量 (10 ⁶ m ³)	353
	利用水深 (m)	31
	ダムの種類	土質しゃ水壁型 ロックフィルダム
	ダム高 (m)	128
水路	導水路 (m)	-
	放水路 (m)	573
発電計画	最大使用水量 (m ³ /s)	266
	有効落差 (m)	97.5
	最大出力 (MW)	220

【出典：水力発電所データベース 一般社団法人電力土木技術協会】

3.3 利水補給実績

3.3.1 利水補給実績概要

令和4年と近10ヶ年平均（平成25年～令和4年）の貯水池運用図を図3.3-1に示す。

九頭竜ダムの貯水位は、雪解けによる出水に備えて2月に水位を低下させているため、2月下旬から3月中旬に EL+540m 付近まで低下し、融雪水が流入する3月中旬ごろから貯水位が上昇する。5月～7月は概ね EL+550～560m で推移し、流入量が減少する8月以降に貯水位は低くなる傾向があるが、9月～12月も概ね EL+550～560m で推移し、1月、2月に低下傾向となる。

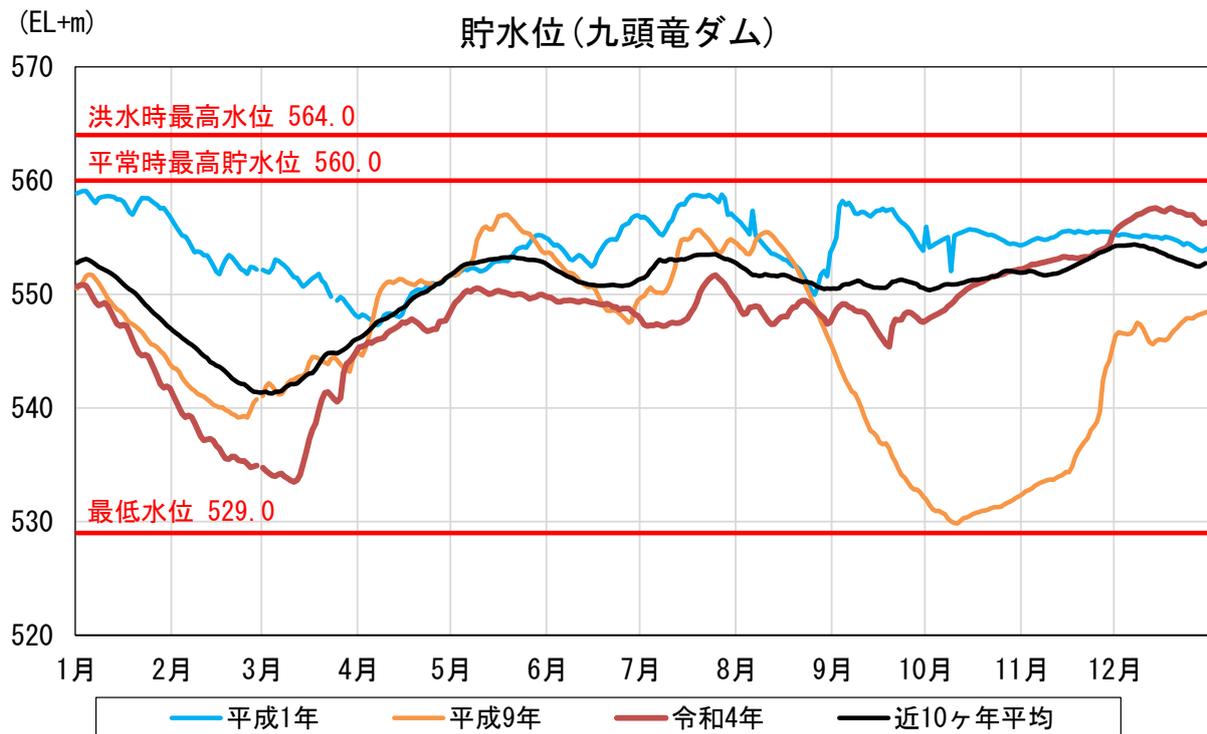


図 3.3-1 九頭竜川ダム貯水池運用実績（近10ヶ年平均（平成25年～令和4年））

【出典：平成25年～令和4年 九頭竜ダム管理年報】

※平成1年：年間平均貯水位過去最高

※平成9年：年間平均貯水位過去最低

発電補給量実績を図 3.3-2 に示す。補給量は全て発電に利用されている。

至近 10 ヶ年 (H25～R4) の長野発電所への平均補給量は、年間約 727,900 千 m³ である。年別では平成 28 年が比較的少ないが、それ以外の年では約 700,000 千 m³ 以上の水が発電所に補給されており、ダムは発電に貢献している。

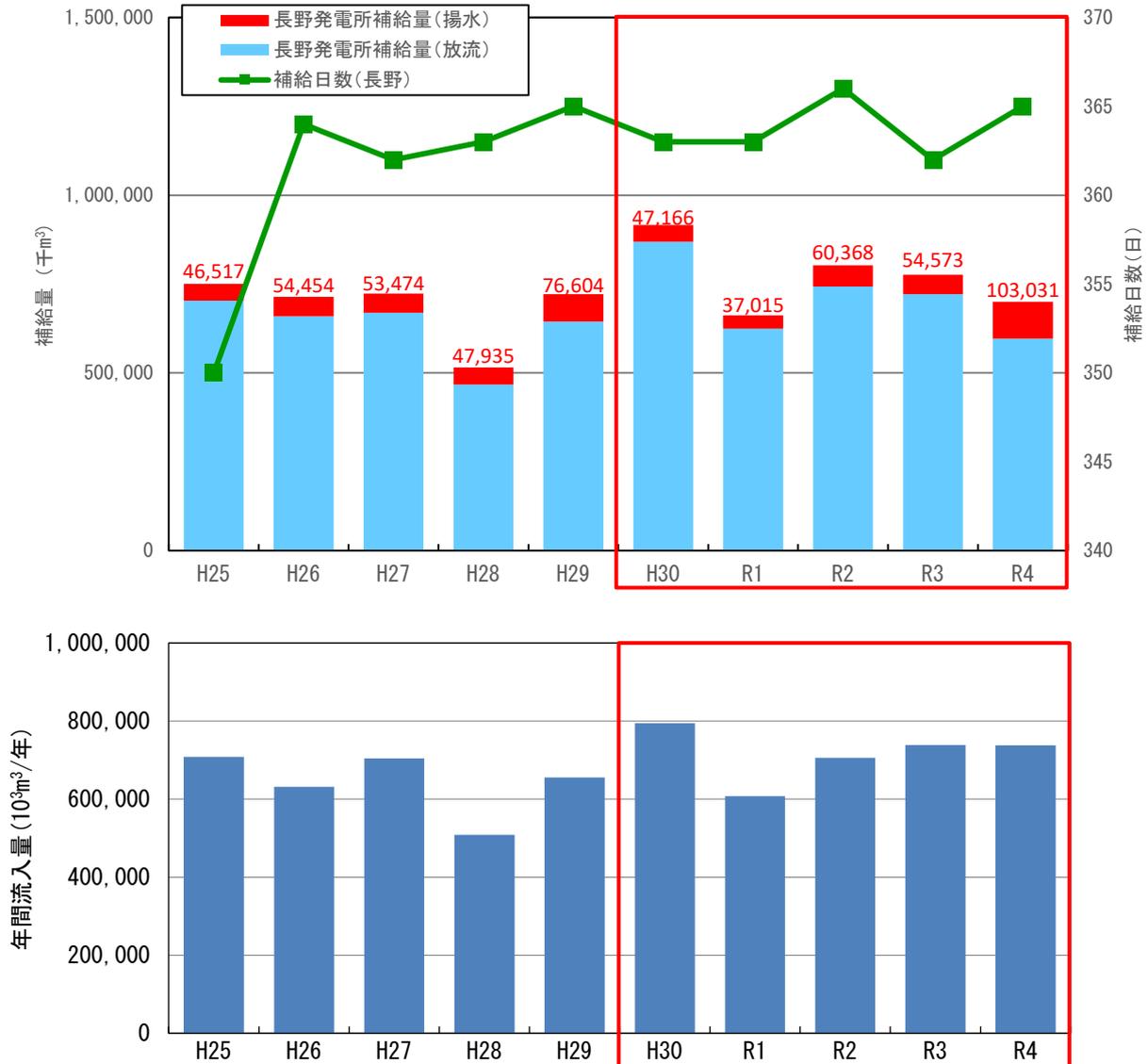


図 3.3-2 発電補給量実績(長野発電所)と年間総流入量

【出典：平成 25～令和 4 年 九頭竜ダム管理年報】

※補給量は揚水由来の補給量(揚水)と流域流出由来の補給量(放流)に分けた
放流量 = 発電取水量 - 揚水量

3.3.2 発電実績

九頭竜ダムの年間発電実績を図 3.3-3 に示す。

九頭竜ダムは、平成 25 年から令和 4 年までに平均 161,519MWh/年の発電を行っている。これは、約 37,930 世帯*の消費電力量に相当する。

約 37,930 世帯は、福井県全体の一般世帯数 291,662 世帯(令和 2 年国勢調査)に対して約 13%となり、福井県全体の約 13%の世帯をまかなえる発電量に相当する。また、同じく大野市の一般世帯数約 10,689 世帯(令和 2 年国勢調査)に対しては約 360%となり、大野市の約 3.6 倍の世帯をまかなえる発電量に相当する。

※161,519MWh/年÷4,258kWh/年/世帯≒37,930 世帯

家庭の消費電力量(全国平均)：平均約 4,258kWh/年・世帯

【出典：環境省 HP 「家庭のエネルギー事情を知る」】

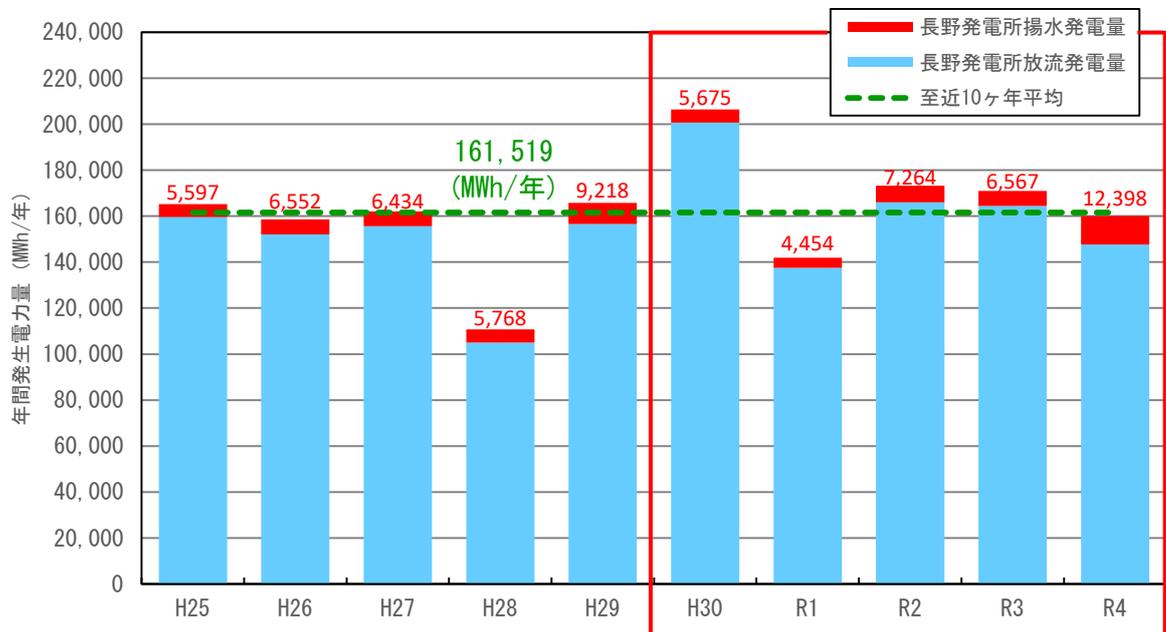


図 3.3-3 発電電力量実績

【出典：平成 25～令和 4 年 真名川ダム管理年報
「令和 2 年 国勢調査結果」(総務省統計局)】

※発電量は揚水由来の発電量(揚水)と流域流出由来の発電量(放流)に分けた
放流発電量=年間総発電量-揚水発電量

揚水発電量 (KWs) = 揚水量×常時出力時発電電力 (10600KW) ÷ 常時出力時使用水量 (24.47m³/s)

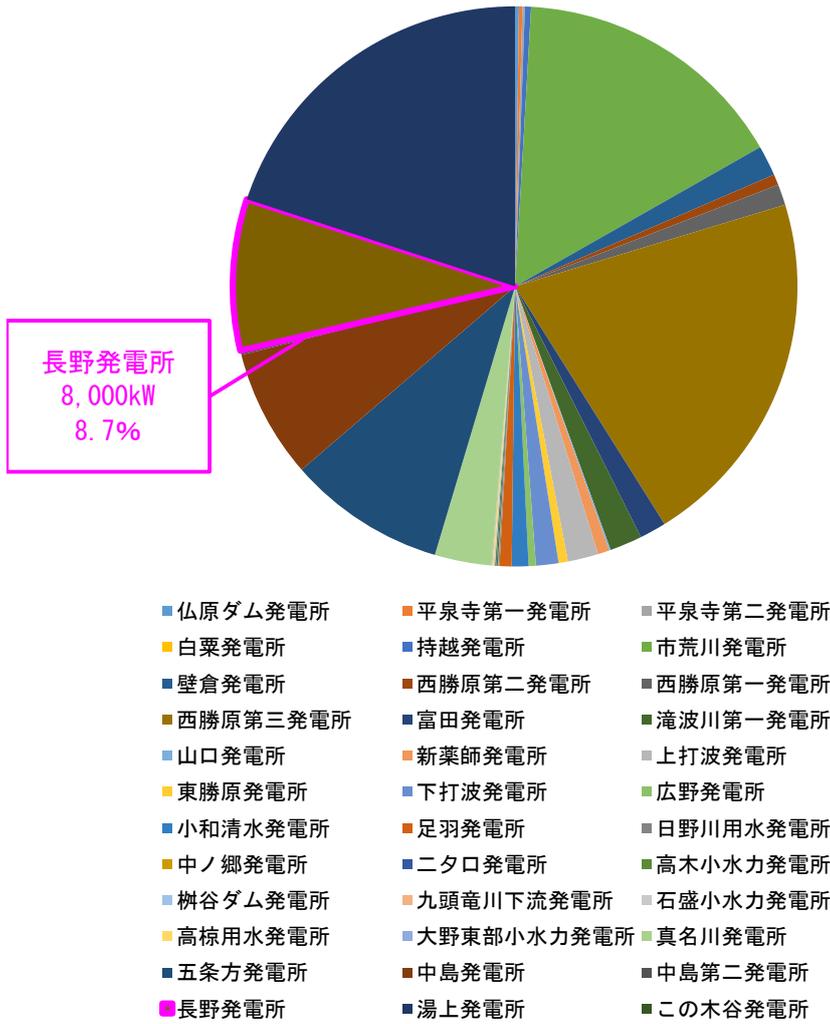
3.4 利水補給効果の評価

3.4.1 発電効果

九頭竜川水系では、九頭竜ダムの長野発電所等の多くの水力発電が実施されている。九頭竜川水系の水力発電所およびそれらの各諸元を表 3.4-1 に示す。また、常時出力の内訳グラフを図 3.4-1、最大出力の内訳グラフを図 3.4-2 に示す。

九頭竜川水系の全水力発電所の常時出力の発電量は約 91,680kW であり、この内で九頭竜ダムの貯留水が直接利用される長野発電所の発電量は、8,000kW であり、これらで全体の 8.7%を占めている。

また、最大出力発電量は九頭竜川水系全体で約 536,300kW、この中で長野発電所の発電量は 220,000kW であり、全体の 41%を占めている。



常時出力
(kW)

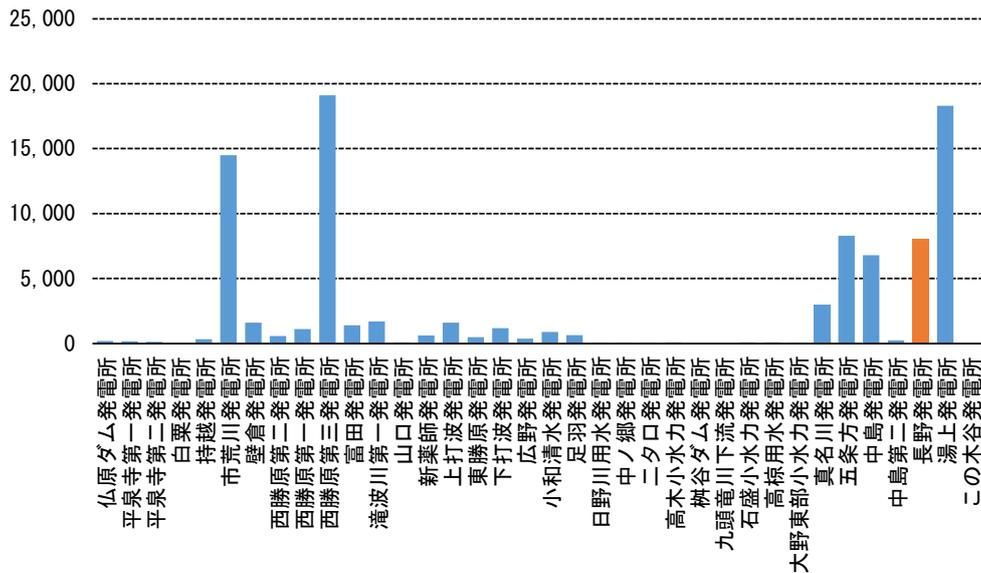
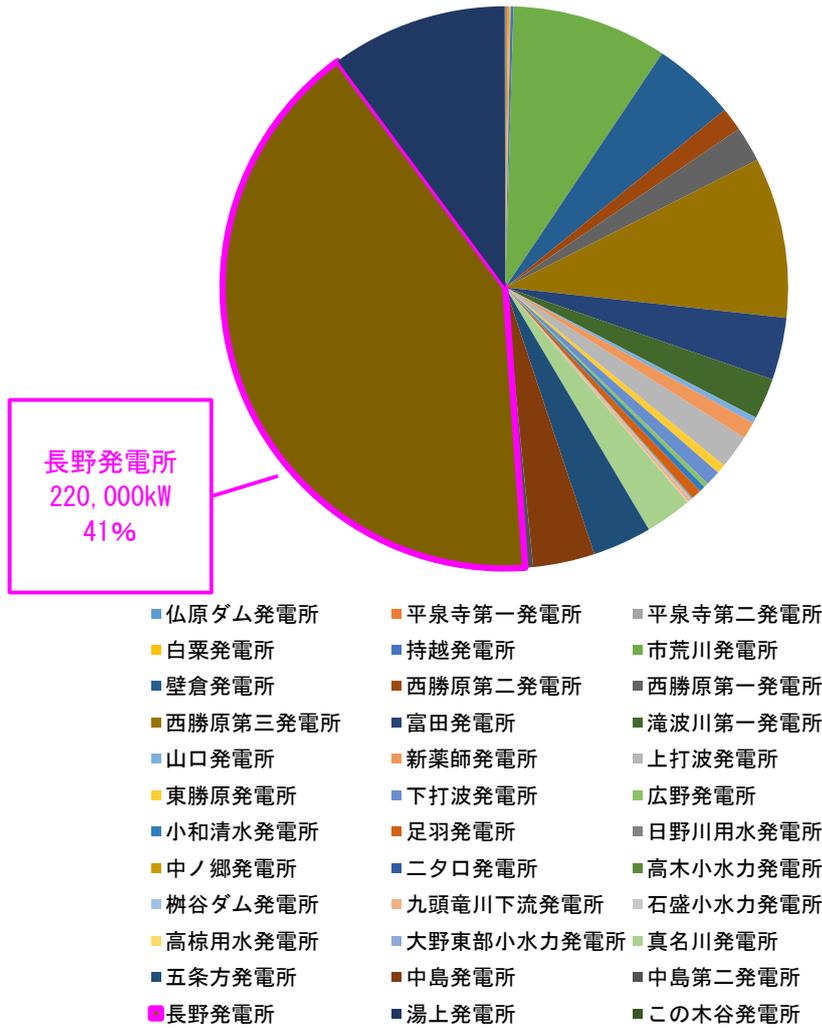


図 3.4-1 九頭竜川水系水量発電所 常時出力

【出典：水力発電所データベース 一般社団法人電力土木技術協会、
九頭竜川ダム統合管理事務所資料】



認可最大
出力 (kW)

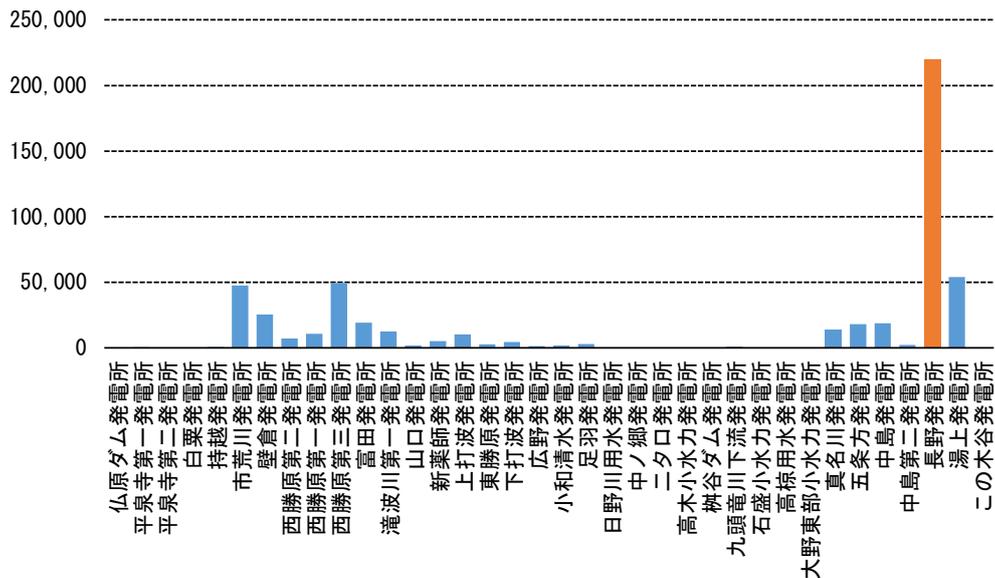


図 3.4-2 九頭竜川水系水量発電所 最大出力

【出典：水力発電所データベース 一般社団法人電力土木技術協会
九頭竜川ダム統合管理事務所資料】

表 3.4-1 九頭竜川水系水力発電所

河川名	水利使用者名	水利使用の名称	最大取水量 (m ³ /s)	常時出力 (kW)	認可最大 出力(kW)	摘要
九頭竜川	北陸電力株式会社	西勝原第二発電所	26.410	570	7,200	
九頭竜川等	"	西勝原第一発電所	11.130	1,100	10,900	
九頭竜川	"	壁倉発電所	80.000	1,600	25,600	
九頭竜川等	"	富田発電所	80.000	1,400	19,200	
九頭竜川	関西電力株式会社	市荒川発電所	80.000	14,500	47,700	
九頭竜川等	北陸電力株式会社	西勝原第三発電所	56.000	19,100	49,500	仏原ダム
"	"	仏原ダム発電所	1.265	200	220	
女神川	"	平泉寺第一発電所	0.834	180	560	
"	"	平泉寺第二発電所	1.001	130	420	
滝波川等	"	滝波川第一発電所	5.000	1,700	12,600	小原ダム
竹田川	"	山口発電所	4.500	79	1,900	龍ヶ鼻ダム (従属発電)
滝波川及び 杉山川	日本海発電株式会社	新薬師発電所	6.300	610	5,200	
打波川等	北陸電力株式会社	上打波発電所	8.300	1,600	10,400	
"	"	東勝原発電所	8.600	490	2,800	
"	"	下打波発電所	6.710	1,180	4,600	
日野川	"	広野発電所	3.200	380	1,400	広野ダム
足羽川	"	小和清水発電所	5.570	877	1,834	
足羽川	"	白栗発電所	4.290	0	420	
足羽川	"	持越発電所	5.290	320	860	
足羽川等	"	足羽発電所	10.500	630	3,000	
日野川	日野川用水土地改良区	日野川用水発電所	0.642	63	141	(従属発電)
九頭竜川	芝原用水土地改良区	中ノ郷発電所	1.266	34	63	(従属発電)
"	"	二夕口発電所	1.356	59.1	103.6	(従属発電)
"	"	高木小水力発電所	0.719	80	102	(従属発電)
榎谷川等	福井県	榎谷ダム発電所	0.600	0	410	榎谷ダム (従属発電)
九頭竜川等	農林水産大臣	九頭竜川下流発電所	6.830	0	987	
九頭竜川	河合春近土地改良区	石盛小水力発電所	0.740	76	78	(従属発電)
"	高棕用水土地改良区	高棕用水発電所	1.485	76.2	153.9	(従属発電)
"	大野東部土地改良区	大野東部小水力発電所	0.967	32.1	143.9	(従属発電)
九頭竜川	電源開発株式会社	長野発電所	266.000	8,000	220,000	九頭竜ダム
九頭竜川 石徹白川	"	湯上発電所	53.000	18,300	54,000	鷺ダム、山原ダム
真名川	北陸電力株式会社	真名川発電所	15.000	2,980	14,200	真名川ダム
真名川及び 雲川	北陸電力株式会社	五条方発電所	16.000	8,300	18,100	
真名川 雲川等	北陸電力株式会社	中島発電所	16.000	6,800	18,900	笹生川ダム
大雲谷川 雲川	北陸電力株式会社	中島第二発電所	1.400	230	2,400	
此ノ木谷川	電源開発株式会社	この木谷発電所	3.220	0	199	
合計		36箇所	790.125	91,676	536,295	

【出典：水力発電所データベース 一般社団法人電力土木技術協会
九頭竜川ダム統合管理事務所資料】

3.4.2 副次効果（水力発電によるCO₂排出量削減効果）

水力発電は、再生可能な水資源を利用する純国産エネルギーであり、二酸化炭素排出量は石油火力発電の1.5%程度、石炭火力発電の1.2%程度にとどまる。長野発電所で水力発電を行うことにより、石油火力発電で同様の発電を行うのに比べて、至近10ヶ年平均でみると年間約117,440t・CO₂/年のCO₂を削減することになる。

1kW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。

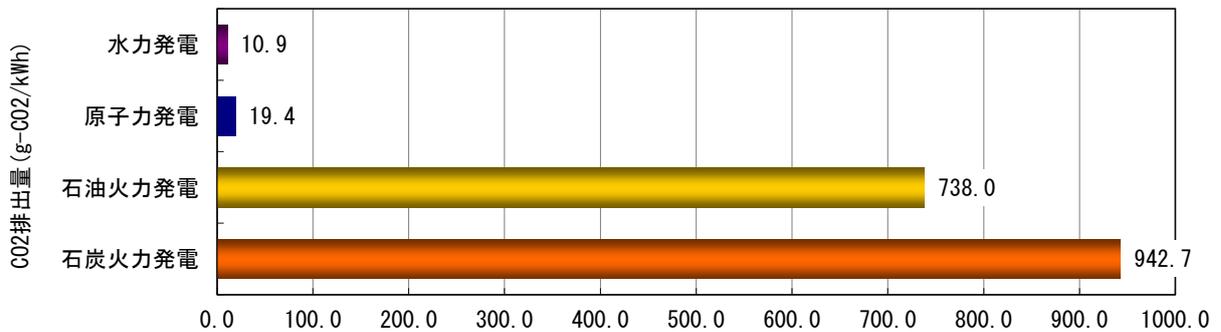


図 3.4-3 1kWを1時間発電する時のCO₂排出量の比較

【出典：日本における発電技術のライフサイクルCO₂排出量総合評価
平成28年7月 電力中央研究所】

【CO₂排出量削減効果の試算】

長野発電所で発生する年間の総電力量を、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の二酸化炭素排出量は以下のとおりである。なお、平成25年～令和4年の九頭竜ダム（長野発電所）での年間発生電力量の平均は161,519MWh/年である。

- ・水力発電所でのCO₂排出量 = 161,519MWh/年 × 10.9g・CO₂/kWh ≒ 1,761t・CO₂/年
- ・原子力発電でのCO₂排出量 = 161,519MWh/年 × 19.4g・CO₂/kWh ≒ 3,133t・CO₂/年
- ・石油火力発電でのCO₂排出量 = 161,519MWh/年 × 738.0g・CO₂/kWh ≒ 119,201t・CO₂/年
- ・石炭火力発電でのCO₂排出量 = 161,519MWh/年 × 942.7g・CO₂/kWh ≒ 152,264t・CO₂/年

3.4.3 副次効果（下流河川の流況の改善効果）

中角地点を対象に九頭竜ダム放流による流況改善効果を整理する。中角地点実績流量をダムありとして、これより九頭竜川ダムの調整流量を差し引いてダムなしの流量を算定した。

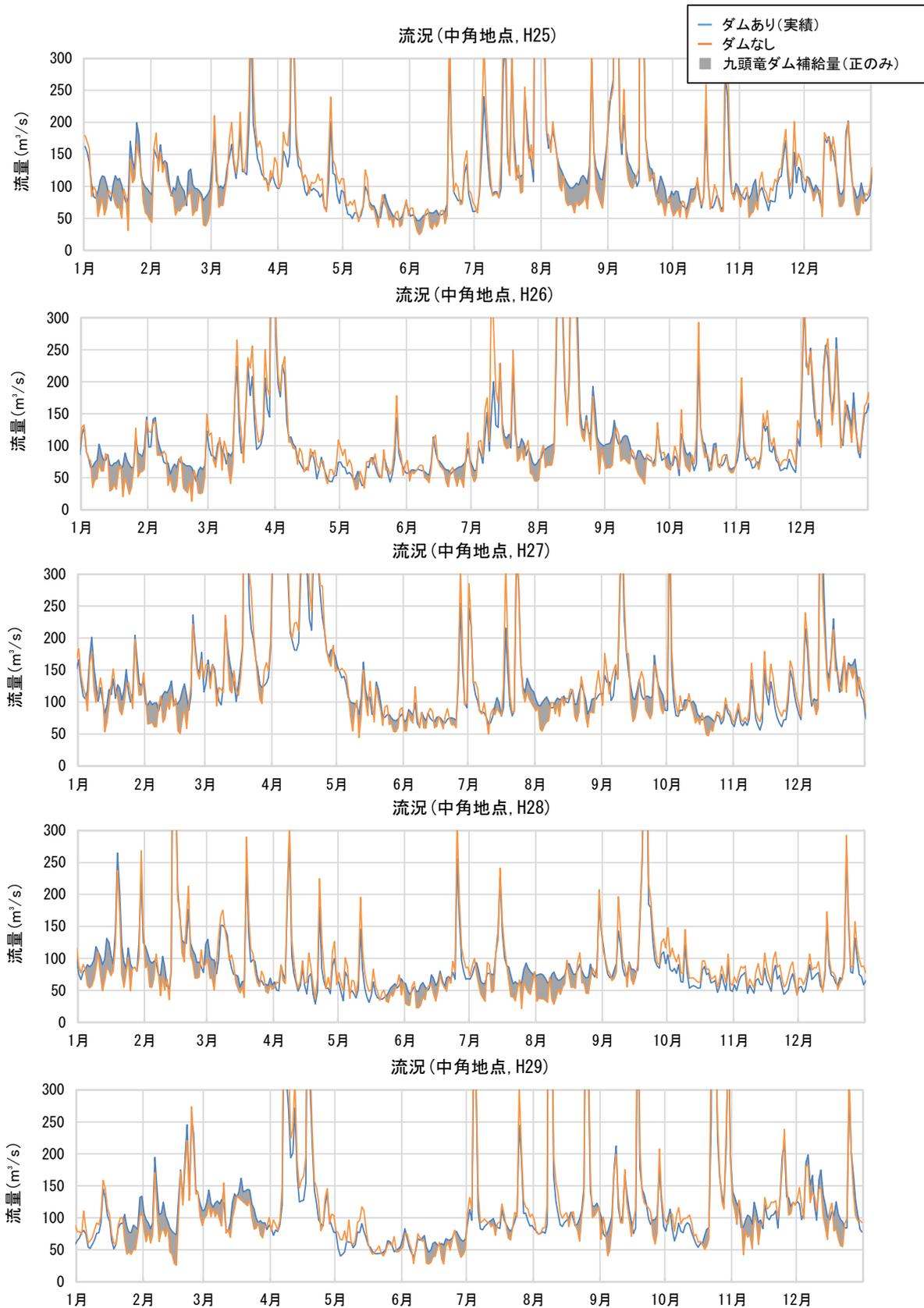
図 3.4-4 は中角地点のダムあり(実績)およびダムなしの流量および補給量の日平均値の時系列を示す。なお、中角地点における九頭竜ダムの「ダムあり」、「ダムなし」の流量は、以下のとおり算定した。

ダムあり流量＝中角地点実績流量

ダムなし流量＝中角地点実績流量－九頭竜ダム調整流量
＝中角地点実績流量－（九頭竜ダム放流量－（流入量＋揚水量））

九頭竜ダムに貯留した容量を水力発電を通じて、下流河川に放流することで下流河川の流況が安定しており、結果としてダムが無い場合に比べて、流況が改善される副次的な効果が得られている。

なお、鷲ダムから湯上発電所までの区間の河川維持流量については鷲ダム直下流で合流している支川石徹白川にある山原ダムから、平成7年4月より、漁業・景観・動植物の保護より設定された河川維持流量（5月1日から10月31日までの間は1.332m³/s、11月1日から4月30日までの間は0.669m³/s）が放流されている。

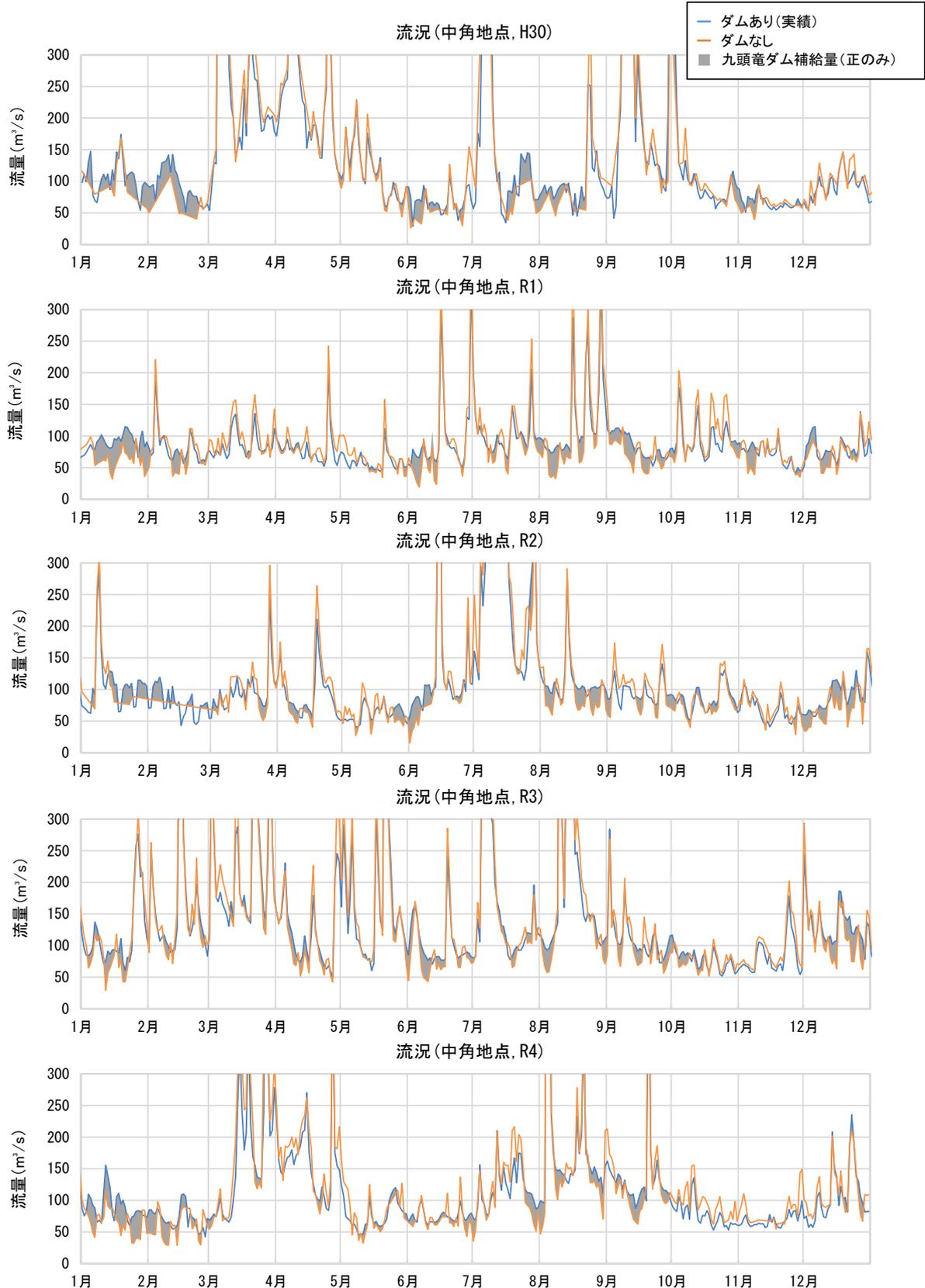


※ダムなし流量：実績流量－九頭竜ダム調整流量（放流量－（流入量＋揚水量））

※欠測データについては、欠測データ前後の値の平均値としている。

図 3.4-4(1) 中角地点における九頭竜ダムからの発電放流の有無による流況の比較
(平成25年～平成29年)

【出典：平成25年～平成29年 九頭竜ダム管理年報
日平均流量（中角地点）】



※ダムなし流量：実績流量－九頭竜ダム調整流量（放流量－（流入量＋揚水量））

※欠測データについては、欠測データ前後の値の平均値としている。

図 3.4-4(2) 中角地点における九頭竜ダムからの発電放流の有無による流況の比較
（平成30年～令和4年）

【出典：平成30年～令和4年 九頭竜ダム管理年報
日平均流量（中角地点）】

3.4.4 温暖化による流出形態への影響

冬季の降水は、積雪として一時保持されて春季の気温上昇とともに融雪し、ダムへと流入する。しかし、地球温暖化により冬季の気温が上昇した場合、融雪によるダムへの流入量が減少、また流入開始時期が早まることなどが考えられる。

そこで、気温やダムへの流入量、積雪の関係を確認し、暖冬が発電に与える影響について検討した。

(1) データ概要

検討に使用したデータは表 3.4-2 に示した 5 種類で、観測地点は図 3.4-5 に示す。このデータを対象に整理し、検討に使用した。

表 3.4-2 使用データ一覧

データ名	場所	間隔	期間
積雪	九頭竜ダム	日	2001/1/1 ~ 2023/5/31
降水量	大野観測所(気象庁)	日	2001/1/1 ~ 2023/5/31
降雨量	九頭竜ダム	日	2001/1/1 ~ 2023/5/31
ダム流入量	九頭竜ダム	日	2001/1/1 ~ 2023/5/31
気温	大野観測所(気象庁)	日	2001/1/1 ~ 2023/5/31



図 3.4-5 データ観測地点

(2) 積雪データの整理

1) 経年変化

平成 13 年以降について、積雪が始まる 11 月から融雪が終わる翌年 5 月までの期間平均の経年変化を図 3.4-6 に示す。

なお、「年」は集計期間のはじめの月(11 月)の年を示す。具体的には平成 30 年 11 月～令和元(平成 31)年 5 月の集計の場合は平成 30 年とする。

- 至近 5 ヶ年では平成 30 年、令和元年の積雪深が小さい。これは、降雨量が少なく、期間平均気温が比較的高いことが原因と考えられる。
- 至近 5 ヶ年の中で最も積雪深の大きい令和 3 年は、平均気温が最も低いことが確認できる。
- 積雪深が大きい年は、流入量も大きい傾向にあることが確認できる。

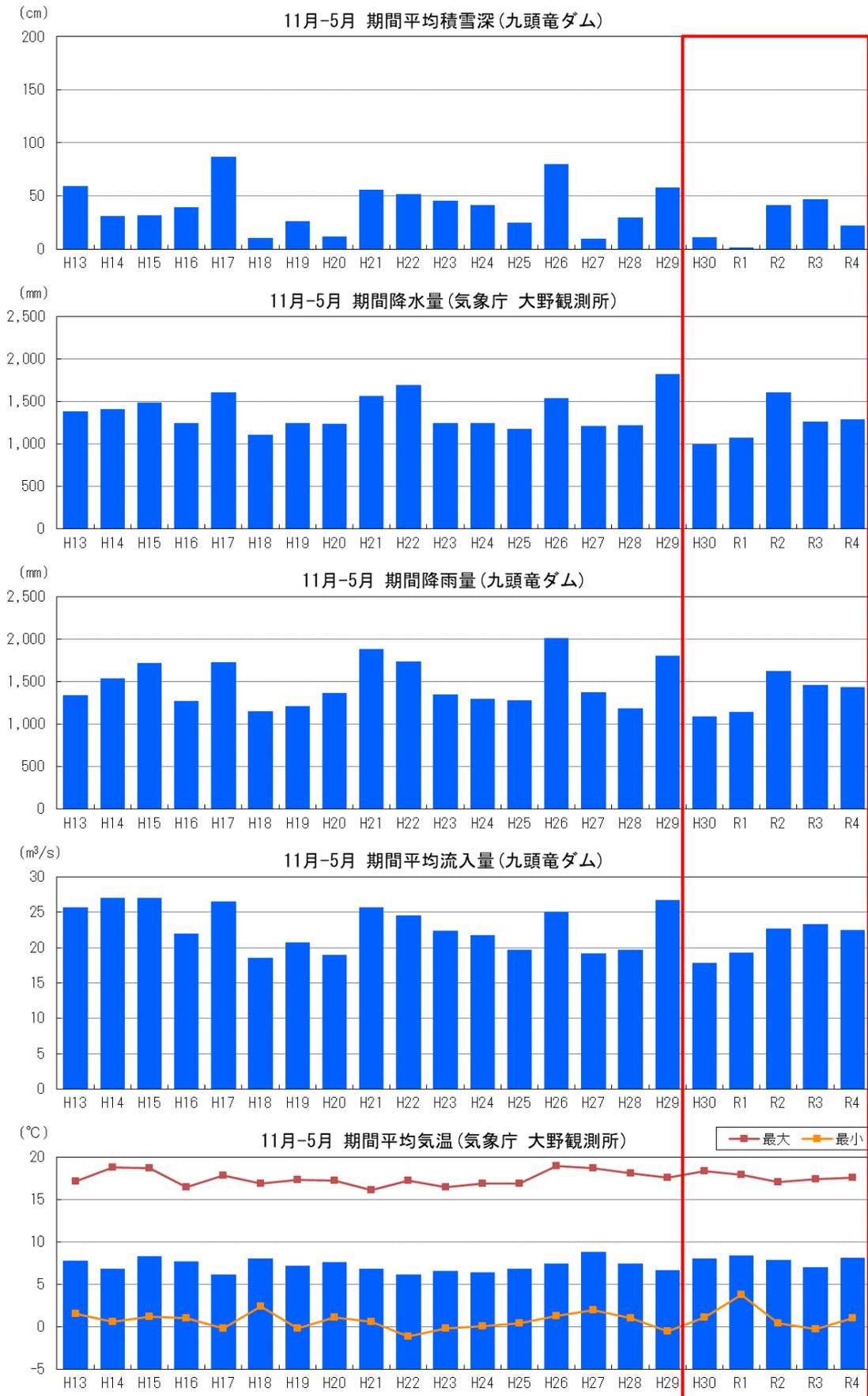


図 3.4-6 11月-5月の経年変化 (九頭竜ダム)

【出典：平成 13～令和 4 年 九頭竜ダム諸量気象月報、九頭竜ダム管理年報、大野観測所データ (気象庁)】

2) 経月変化

至近5ヶ年を対象に、積雪深、降水量、降雨量、流入量、気温の11月から翌年5月までの月平均値を図3.4-7に整理した。また、参考のため、至近5ヶ年の貯水池運用図を図3.4-8に、各種データの経月変化を図3.4-9に示す。

なお、「年」は集計期間のはじめの月(11月)の年を示す。具体的には平成30年11月～令和元(平成31)年5月の集計の場合は平成30年とする。

- 最も期間平均積雪深の大きい令和3年は、1～3月の月平均積雪深が他の年より大きい。令和3年は降雪期間の月平均気温が他の年よりも低く、1月～3月の気温は最も低いことが、積雪深が増加した原因と考えられる。
一方で、令和元年では、月平均積雪深が最も小さく、これは月平均気温が他の年に比べて高いことが、原因と考えられる。
- 期間平均積雪深が最も大きい令和3年と最も小さい令和元年では、月平均積雪深において、最大130cm程度の差がある。また月平均気温についても、約5℃の差がある。
- 1～3月に積雪深が大きくなった年は、融雪が始まる3,4月に流入量が大きくなる傾向があり、それと同時に貯水位も上昇する。

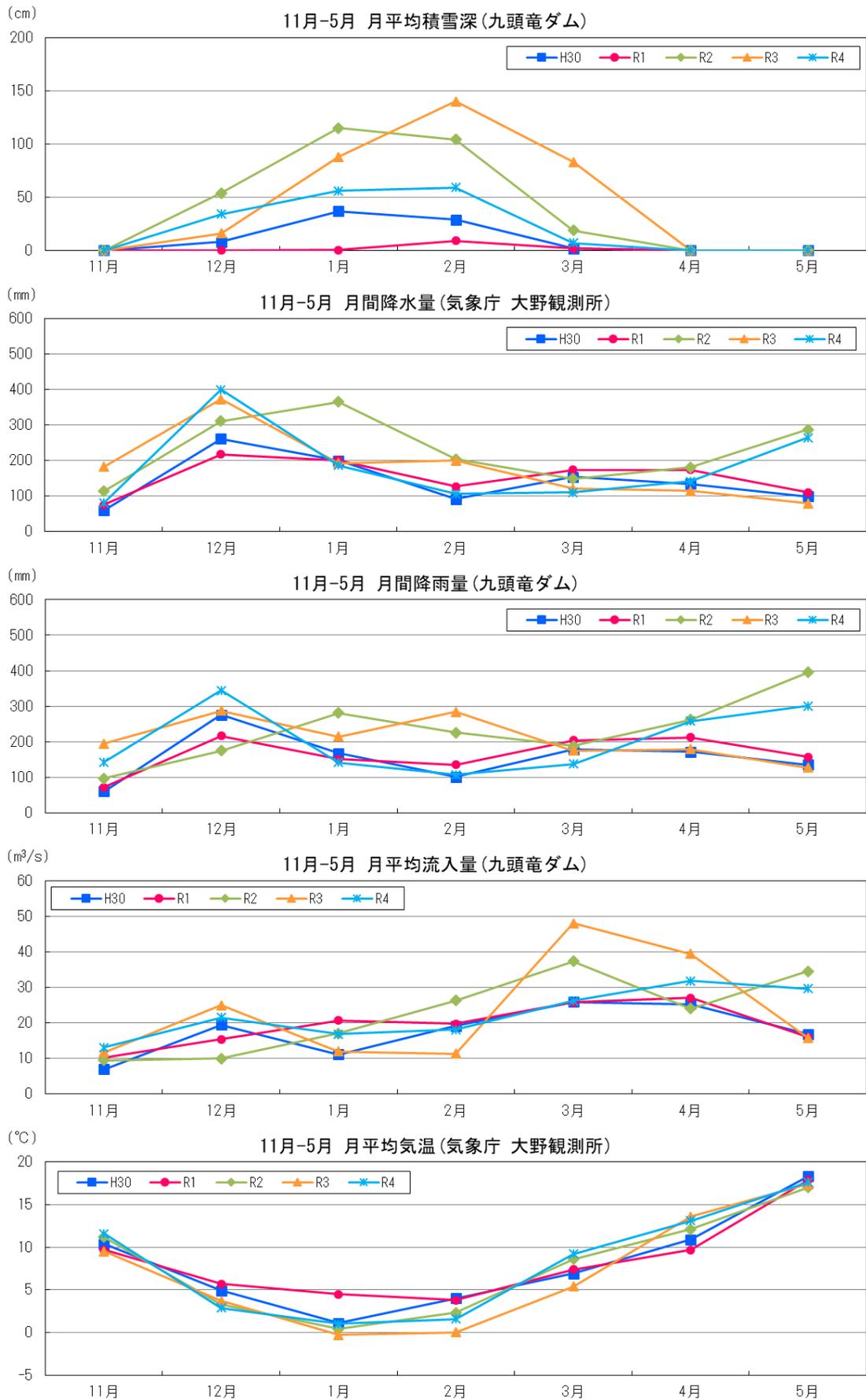


図 3.4-7 経月変化(九頭竜ダム)

【出典：平成 30～令和 4 年 九頭竜ダム諸量気象月報、九頭竜ダム管理年報、大野観測所データ(気象庁)】

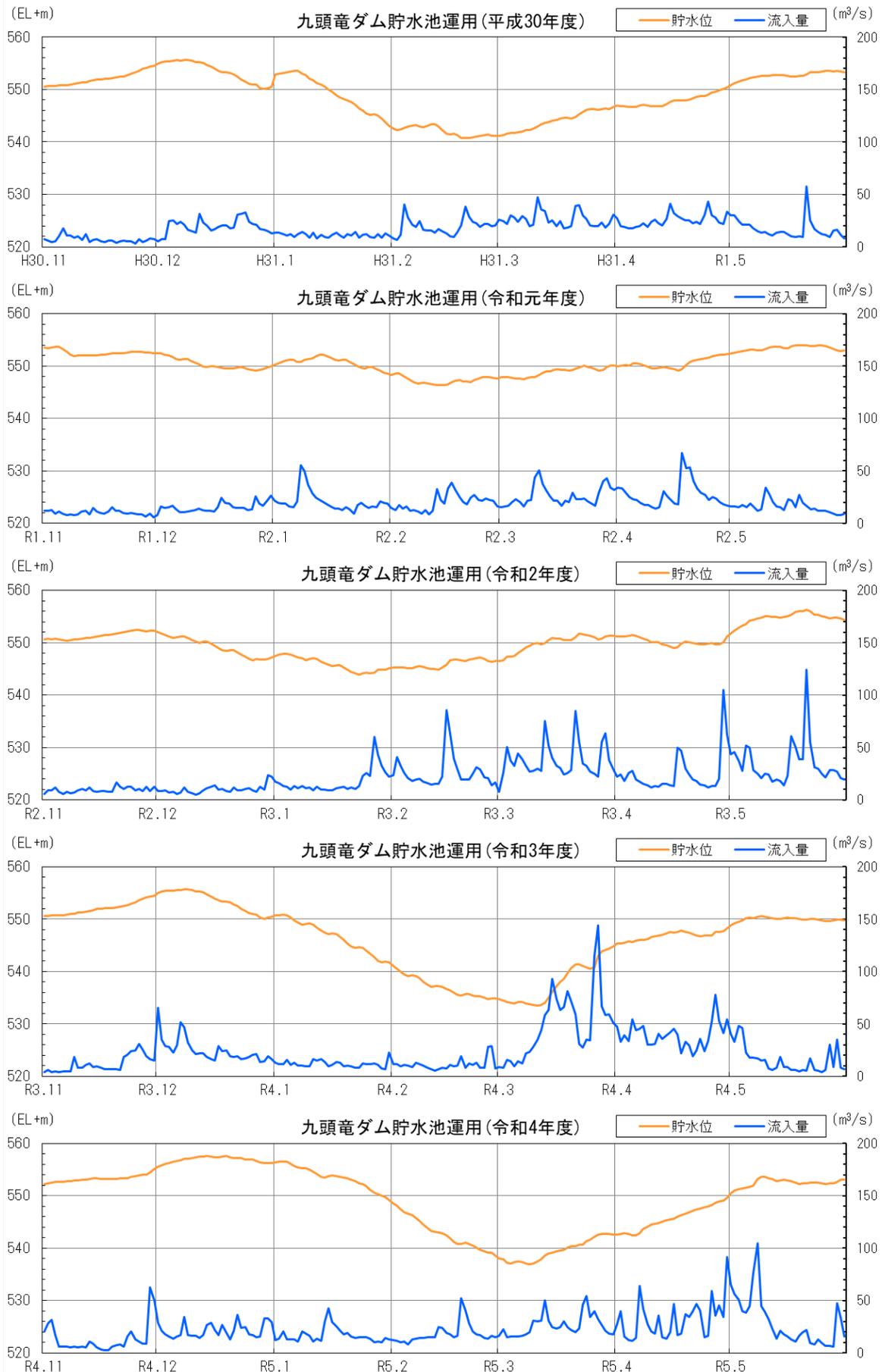
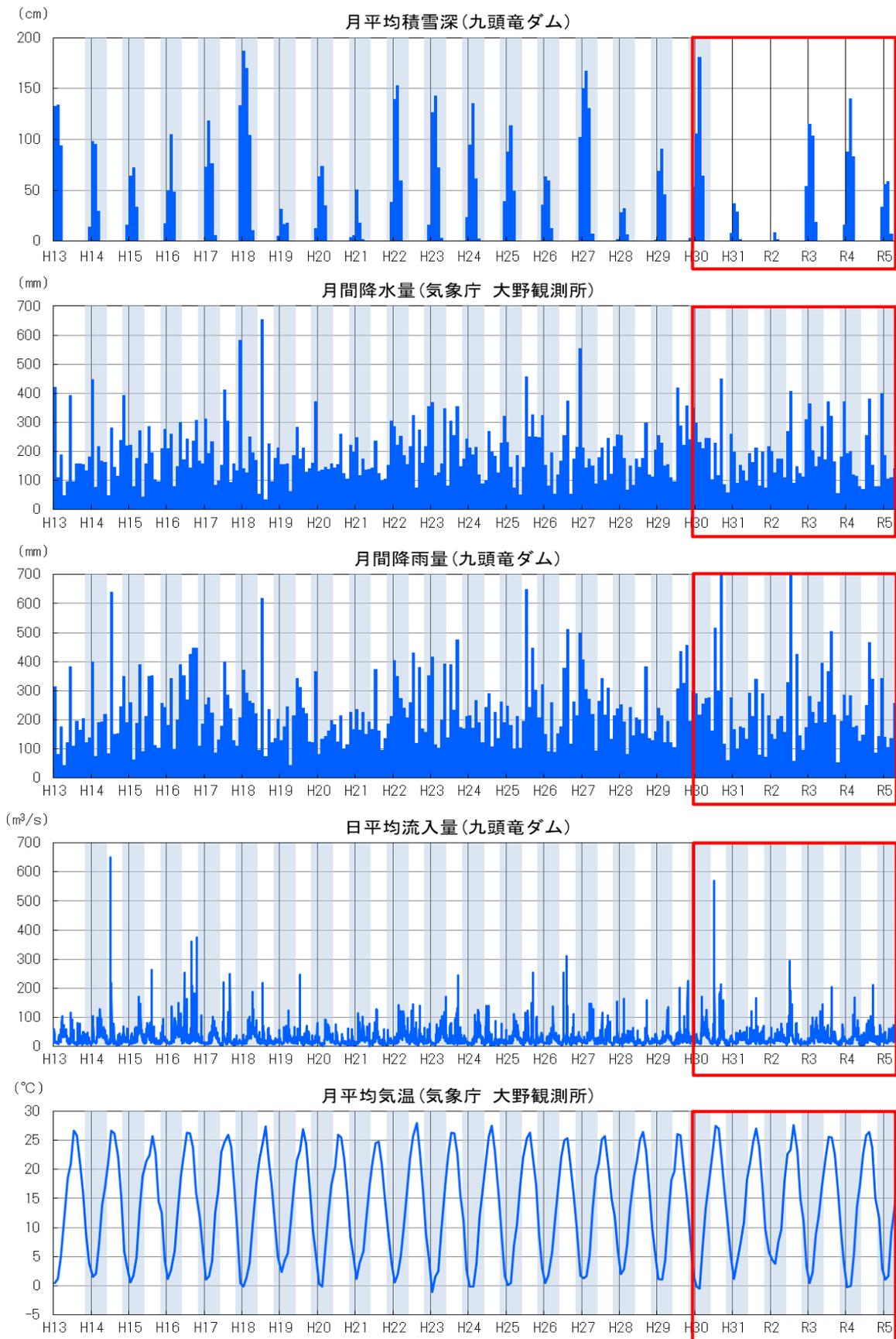


図 3.4-8 貯水池運用(九頭竜ダム)

【出典：平成30～令和4年 九頭竜ダム管理年報】



※青ハッチ：積雪・集雪期(11月～5月)

図 3.4-9 時系列変化(九頭竜ダム)

【出典：平成13～令和4年 九頭竜ダム諸量気象月報、九頭竜ダム管理年報、大野観測所データ(気象庁)】

(3) 積雪を考慮した貯水池運用

経年変化と経月変化により、至近 5 ヶ年の冬の気温は、令和元年が高く（暖冬）、令和 3 年が低い（寒冬）。また、積雪は令和元年が少なく、令和 3 年は多くなっていることが確認できた。

発電事業者は、積雪が少なかった令和元年は、春の融雪が見込めないため 1～3 月の発電補給量を抑えて貯水位の低下を防ぎ、春季の発電量が極力低下しないように工夫している。

一方で、積雪が多かった令和 3 年は、春の融雪を見込んで、流入量が少なかった 2 月でも貯水池水位を下げて発電補給量を確保し、融雪により流入量が増えた 3 月～4 月には発電量をさらに増やしつつも、貯水池の水位を回復させている。

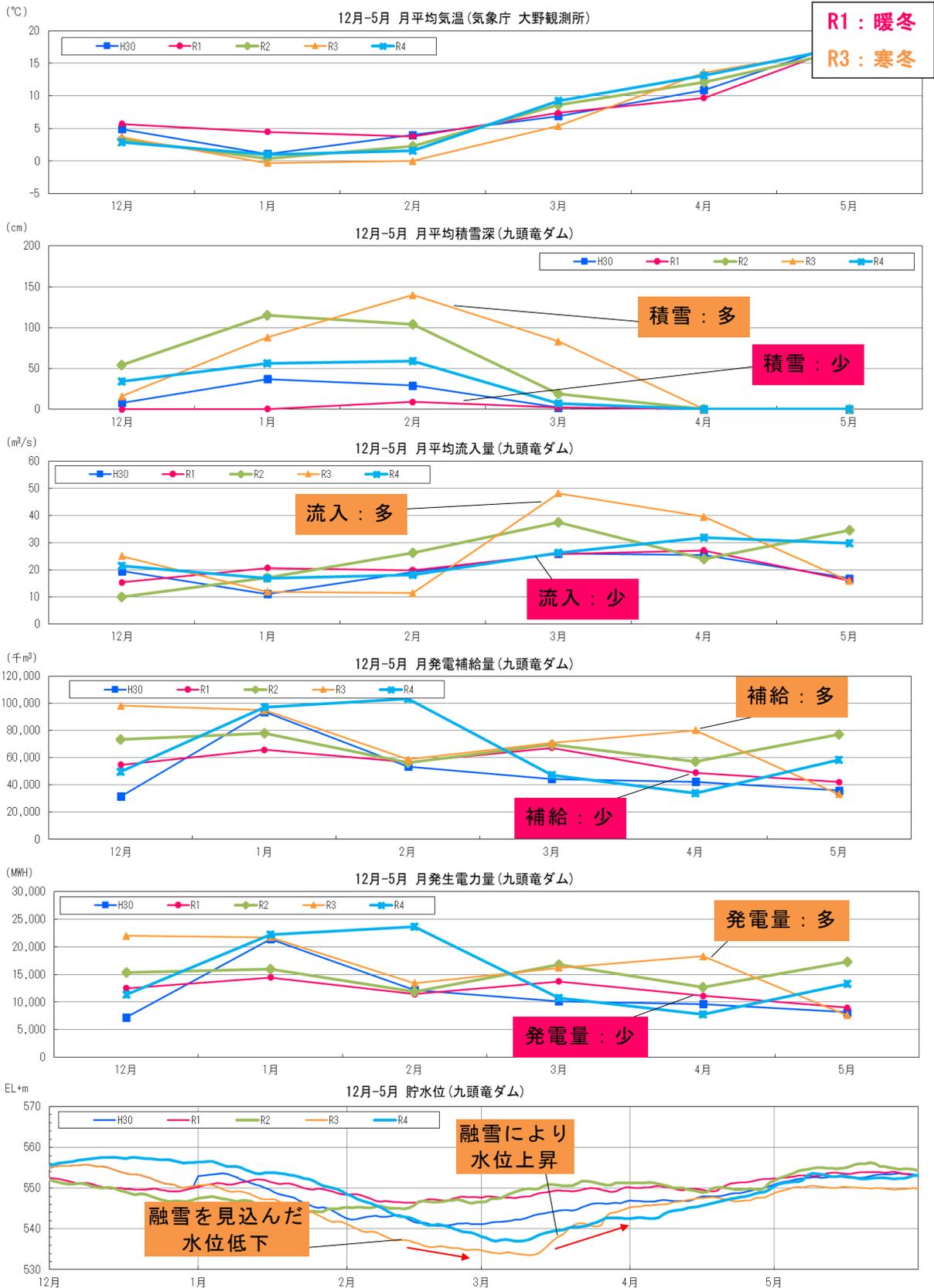


図 3.4-10 暖冬・寒冬と発電電力量の関係 (九頭竜ダム)

【出典：平成 30～令和 4 年 九頭竜ダム諸量気象月報、九頭竜ダム管理年報、大野観測所データ (気象庁)】

3.5 まとめ

まとめ【評価】

- 下流基準地点における発電効果、副次効果を確認し、いずれも良好な結果となっている。
- 至近 10 ヶ年（平成 25 年～令和 4 年）で、発電容量を有効に活用し、発電用水で年間約 716,000 千 m³ を使用している。
- 長野発電所では、約 161,519MWh/年（平成 25 年～令和 4 年の平均）の発電を行っており、約 37,900 世帯の消費電力に相当する電力の供給に貢献している。

今後の方針

- 利水補給機能等が発揮できるよう、適切にダム操作を実施する。

3.6 文献リスト

「3. 利水補給」の章で使用した文献等を以下に示す。

表 3.6-1 使用した文献・資料リスト

No.	報告書またはデータ名	発行者	発行年月	箇所
3-1	九頭竜ダム管理年報	国土交通省 近畿地方整備局 九頭竜川ダム統合管理事務所	平成 13 年 ～令和 5 年	貯水位、補給量、 流入量、放流量、 揚水量、降雨量
3-2	九頭竜川ダム統合管理 事務所管内図	国土交通省 近畿地方整備局 九頭竜川ダム統合管理事務所	平成 19 年 3 月	貯水池運用計画
3-3	水力発電所データベース	一般財団法人 電力土木後術協会	—	長野発電所諸 元、九頭竜川水 系水力発電所出 力
3-4	令和 2 年度 国勢調査結果	総務省統計局	令和 3 年 10 月	福井県、大野市 の世帯数
3-5	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 28 年 7 月	CO ₂ 排出量
3-6	水文水質データベース	国土交通省	—	中角実績流量
3-7	九頭竜ダム諸量気象月報	国土交通省 近畿地方整備局 九頭竜川ダム統合管理事務所	平成 13 年 ～令和 5 年	積雪深
3-8	大野観測所データ	気象庁	平成 13 年 ～令和 5 年	降水量、気温

4. 堆 砂

4.1 評価の進め方

4.1.1 評価方針

九頭竜ダムの堆砂状況及び経年的な整理により堆砂傾向を把握し、計画値との比較等を行うことにより評価を行った。また、堆砂対策の必要性及び対策案について提案するとともに、すでに貯砂ダム設置や掘削・浚渫等が行われているダムについては、これら事業の効果について評価した。

4.1.2 評価手順

以下の手順で評価を行う。評価のフロー図を図 4.1-1 に示す。

(1) 堆砂測量方法の整理

堆砂測量（深淺測量）の方法について、手法・測線（測量断面位置）・測量時期等について整理する。

(2) 土砂流入等の状況整理

集水域の開発状況、崩壊地の状況、砂利採取の状況等、土砂流入に影響する事柄について、位置、規模、内容等の状況を整理する。

(3) 堆砂実績の整理

測量結果（堆砂状況調査報告書、深淺測量結果等）をもとに、堆砂状況について経年的に図表整理する。

(4) 堆砂傾向及び堆砂対策の評価

堆砂計画や近隣ダムの堆砂状況との比較、堆積形状を示した縦断図等から、堆砂の進行状況や堆積箇所等の傾向について評価を行うとともに、堆砂対策が実施されているダムについては、その概要を示し効果について評価する。

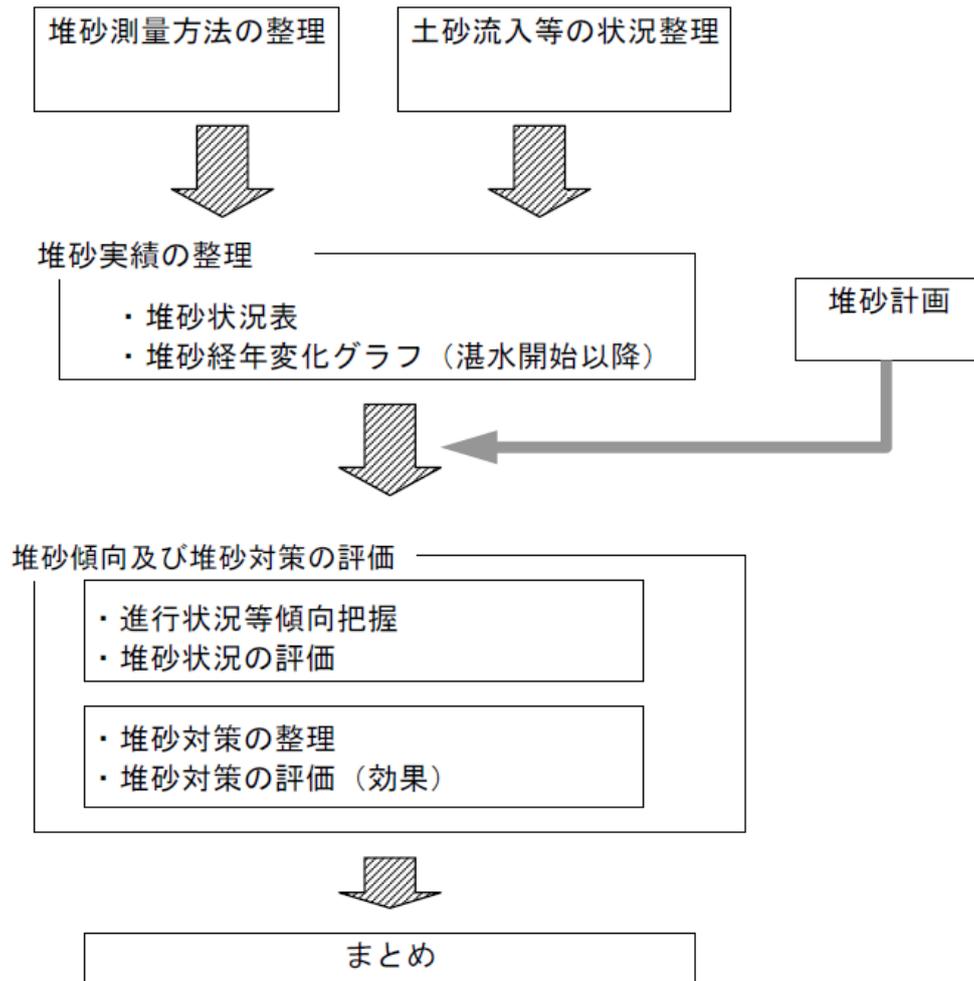


図 4.1-1 評価フロー

4.1.3 必要資料（参考資料）の収集・整理

測量成果や堆砂対策に関わる資料等、まとめに必要となる資料について収集し、リストを作成する。収集した資料は、「4.7 文献リストの作成」において整理する。

4.2 堆砂測量方法の整理

九頭竜ダムの堆砂測量は、図 4.2-1 に示す測線位置図のとおり、縦断方向に 200m ピッチ、横断方向に 5m ピッチで行っている。

堆砂測量の方法は陸上部を直接水準測量および間接水準測量、水中部を深淺測量としている。

なお、堆砂測量の頻度については、平成 16 年度までは毎年行っていたが、平成 17 年度からは過去の測定結果に基づき、ダムの堆砂状況に大きな変化が認められないと判断し、2 年に 1 回の測定としている。

なお、令和 4 年度の堆砂測量は試行的に、音響測深機による手法からマルチビームを用いた手法に代えて行ため、測量の精度が高まっている。



図 4.2-1 堆砂測量測線位置図

【出典：令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書
国土地理院 地理院地図】

4.3 土砂流入等の状況

至近5ヶ年（平成30年～令和4年）では、平成30年7月7日に生じた台風7号による洪水でダム湖法面の崩壊が発生したが、流域における洪水被害はなかった。またその他の年においても、土砂流入等を伴う被害は発生しなかった。

4.4 堆砂実績の整理

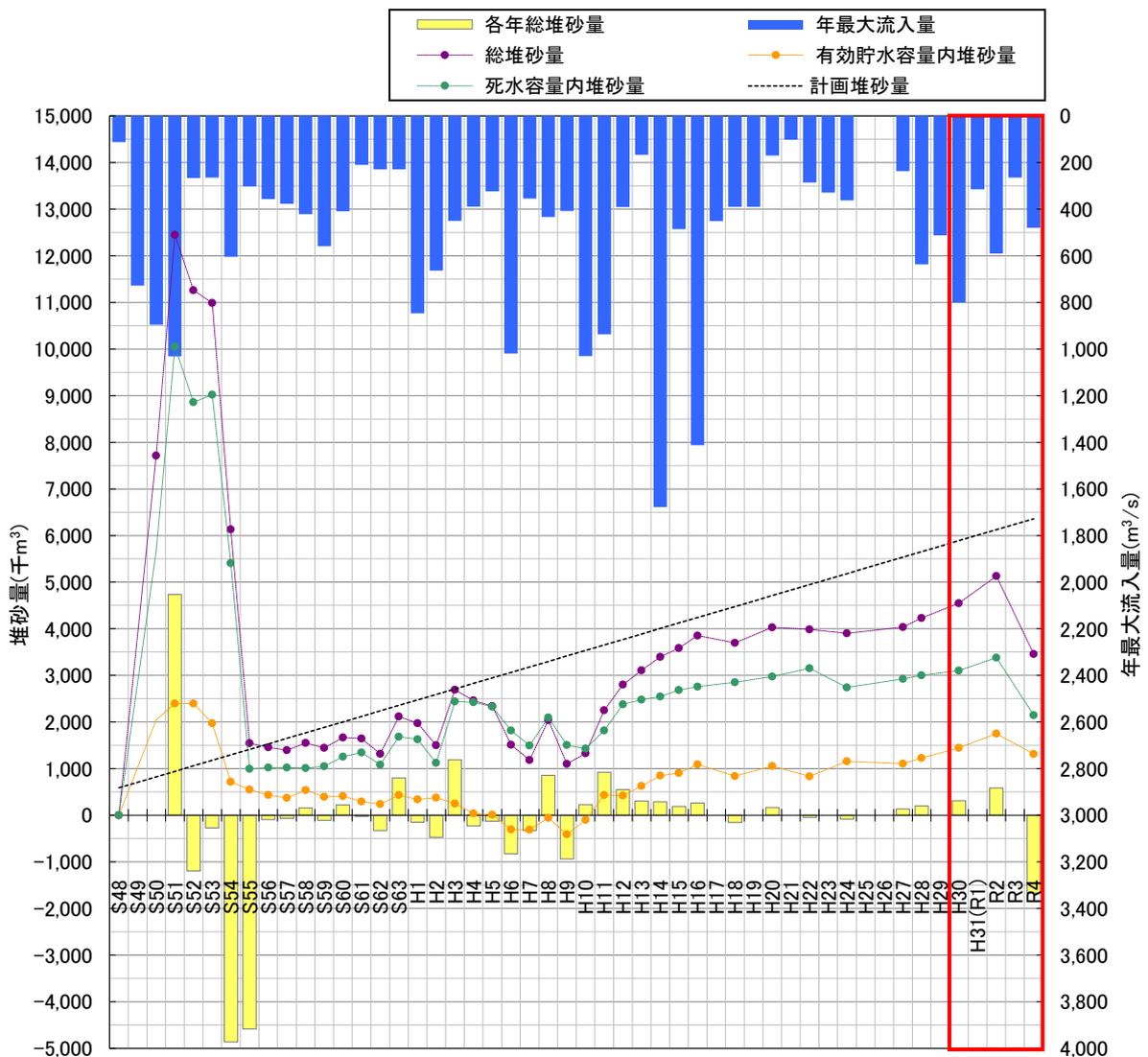
九頭竜ダムの堆砂量の経年変化を図 4.4-1、表 4.4-1 に示す。

現在、ダム完成から 54 年（令和 4 年時点）が経過し、総堆砂量は 3,458 千 m³（令和 4 年時点）あり、計画堆砂量（11,780 千 m³）に対する堆砂率は約 29.4%となっている。

計画堆砂容量 11,780 千 m³ に対して、死水容量内の堆砂量は、2,144 千 m³ であり堆砂率は約 18.2%である。また、有効貯水容量 223,000 千 m³ 内での堆砂量は 1,314 千 m³ であり、これは有効貯水容量 223,000 千 m³ の約 0.6%にとどまっている。

至近 10 ヶ年では、堆砂量は増加傾向を示しているが、計画堆砂量を下回る状況である。

また、令和 4 年は堆砂量が大きく減少しているが、測量方法の試行的な変更により、測量精度が向上したためであり、実際の堆砂量が大きく変化したものではないと考えられる。



(H17, 19, 21, 23, 25, 26, 29, 令和元年, 令和 3 年は堆砂測量を実施していない)

図 4.4-1 堆砂量の経年変化

【出典：令和 3 年度 九頭竜ダム年次報告書
令和 4 年 九頭竜ダム管理年報
令和 4 年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】

表 4.4-1 九頭竜ダム堆砂状況経年変化

流域面積			302	(km ²)	計画堆砂年					100	(年)
総貯水量当初			353,000	(千m ³)	計画堆砂量					11,780	(千m ³)
有効貯水容量			223,000	(千m ³)	計画比堆砂量					638	(m ³ /年/km ²)
年	調査月	経過年数	現在総貯水量 (千m ³)	現在総堆砂量 (千m ³)	有効容量内堆砂量 (千m ³)	有効容量内堆砂量/ 総堆砂量 (%)	死水容量内堆砂量 (千m ³)	死水容量内堆砂量/ 総堆砂量 (%)	全堆砂率 (%)	堆砂率 (%)	掘削量 (千m ³)
昭和48年	12月	5	353,000	0	0		0		0.00%	0.00%	
昭和49年		6									
昭和50年	12月	7	345,287	7,713	2,044		5,669		2.18%	65.48%	
昭和51年	12月	8	340,549	12,451	2,395		10,056		3.53%	105.70%	
昭和52年	12月	9	341,741	11,259	2,399		8,860		3.19%	95.58%	
昭和53年	12月	10	342,010	10,990	1,972		9,018		3.11%	93.29%	
昭和54年	12月	11	346,869	6,131	720		5,411		1.74%	52.05%	
昭和55年	12月	12	351,451	1,549	551	35.57%	998	64.43%	0.44%	13.15%	
昭和56年	12月	13	351,543	1,457	434	29.79%	1,023	70.21%	0.41%	12.37%	
昭和57年	12月	14	351,606	1,394	372	26.69%	1,022	73.31%	0.39%	11.83%	
昭和58年	12月	15	351,448	1,552	539	34.73%	1,013	65.27%	0.44%	13.17%	
昭和59年	12月	16	351,556	1,444	395	27.36%	1,049	72.65%	0.41%	12.26%	
昭和60年	12月	17	351,330	1,670	414	24.79%	1,256	75.21%	0.47%	14.18%	
昭和61年	12月	18	351,356	1,644	297	18.07%	1,347	81.93%	0.47%	13.96%	
昭和62年	12月	19	351,681	1,319	238	18.04%	1,083	82.11%	0.37%	11.20%	
昭和63年	12月	20	350,879	2,121	434	20.46%	1,687	79.54%	0.60%	18.01%	
平成1年	12月	21	351,028	1,972	341	17.29%	1,631	82.71%	0.56%	16.74%	
平成2年	12月	22	351,498	1,502	380	25.30%	1,122	74.70%	0.43%	12.75%	
平成3年	12月	23	350,310	2,690	249	9.26%	2,441	90.74%	0.76%	22.84%	
平成4年	12月	24	350,535	2,465	38	1.54%	2,427	98.46%	0.70%	20.93%	
平成5年	12月	25	350,660	2,340	12	0.51%	2,328	99.49%	0.66%	19.86%	
平成6年	12月	26	351,488	1,512	-307	-20.30%	1,819	120.30%	0.43%	12.84%	
平成7年	12月	27	351,816	1,184	-312	-26.35%	1,496	126.35%	0.34%	10.05%	
平成8年	12月	28	350,961	2,039	-55	-2.70%	2,094	102.70%	0.58%	17.31%	
平成9年	12月	29	351,898	1,102	-408	-37.02%	1,510	137.02%	0.31%	9.35%	
平成10年	12月	30	351,671	1,329	-99	-7.45%	1,428	107.45%	0.38%	11.28%	
平成11年	12月	31	350,748	2,252	436	19.36%	1,816	80.64%	0.64%	19.12%	
平成12年	12月	32	350,198	2,802	421	15.03%	2,381	84.98%	0.79%	23.79%	
平成13年	12月	33	349,891	3,109	628	20.20%	2,481	79.80%	0.88%	26.39%	
平成14年	12月	34	349,601	3,399	850	25.01%	2,549	74.99%	0.96%	28.85%	
平成15年	12月	35	349,412	3,588	905	25.22%	2,683	74.78%	1.02%	30.46%	
平成16年	12月	36	349,150	3,850	1,092	28.36%	2,758	71.64%	1.09%	32.68%	
平成17年		37									
平成18年	12月	38	349,306	3,694	842	22.79%	2,852	77.21%	1.04%	31.36%	
平成19年		39									
平成20年	12月	40	348,971	4,029	1,056	26.21%	2,973	73.79%	1.14%	34.20%	
平成21年		41									
平成22年	12月	42	349,016	3,984	833	20.91%	3,151	79.09%	1.13%	33.82%	
平成23年		43									
平成24年	12月	44	349,100	3,900	1,159	29.72%	2,741	70.28%	1.10%	33.11%	
平成25年		45									
平成26年		46									
平成27年	12月	47	348,966	4,034	1,110	27.52%	2,925	72.51%	1.14%	34.24%	
平成28年	12月	48	348,767	4,233	1,229	29.03%	3,004	70.97%	1.19%	35.93%	
平成29年		49									
平成30年	12月	50	348,453	4,547	1,445	31.78%	3,102	68.22%	1.28%	38.59%	
平成31年		51									
令和2年	12月	52	347,868	5,132	1,751	34.12%	3,381	65.88%	1.45%	43.57%	
令和3年		53									
令和4年	12月	54	349,542	3,458	1,314	38.00%	2,144	62.00%	0.98%	29.35%	

*平成17年,19年,21年,23年,25年,26年,29年,令和元年,令和3年は堆砂測量を実施していない

1. 総堆砂量 = (当初総貯水容量) - (現在総貯水量)
2. 全堆砂率 = (総堆砂量) / (当初総貯水容量) × 100%
3. 堆砂率 = (総堆砂量) / (計画堆砂量) × 100%

【出典：令和3年度 九頭竜ダム年次報告書
令和4年 九頭竜ダム管理年報
令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】

4.5 堆砂傾向及び堆砂対策の評価

4.5.1 本支川の堆砂傾向の評価（縦断面図での評価）

本川（九頭竜ダム）における堆砂状況を把握するため、本川の堆砂形状縦断面図を図4.5-1に示すとおり整理した。また、図4.5-2～図4.5-5に支川（越戸谷川、此の木谷川、伊勢川、久沢川、面谷川、荷暮川（にぐれがわ）、林谷川）の堆砂縦断面図を示す。

本川は全体として堆砂傾向にあり、特に平成10年から平成20年において、下流端と副ダム上下流で堆砂が進んだ。平成20年から令和4年にかけては大きな変化見られない。

支川では、堆砂の進む程度に差はあるが、全ての支川で堆砂傾向にある。特に伊勢川、荷暮川には堆砂肩も確認できる。

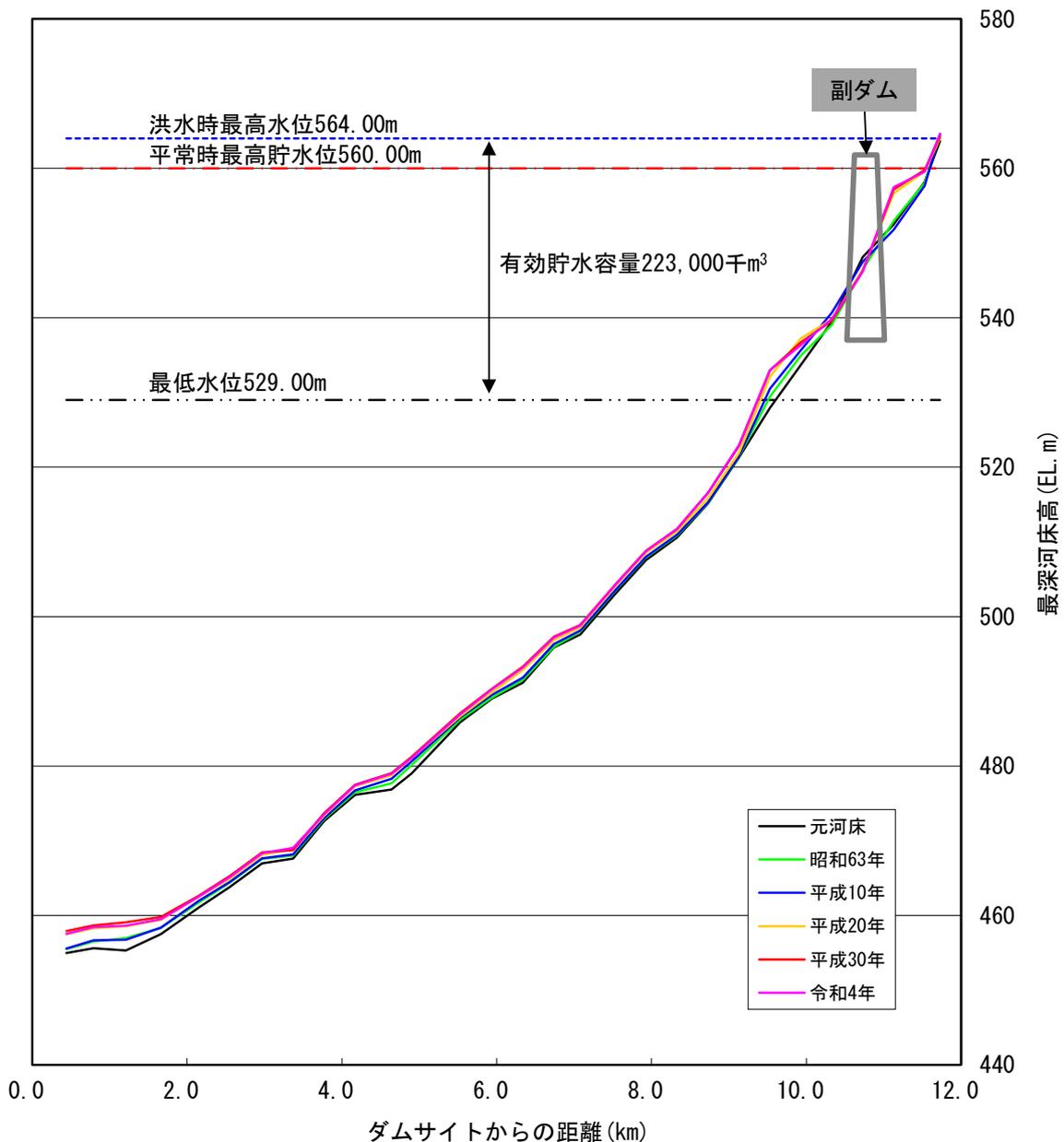


図 4.5-1 堆砂形状縦断面図（本川_九頭竜ダム）

【出典：平成30年度 九頭竜ダム定期報告書】

令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】

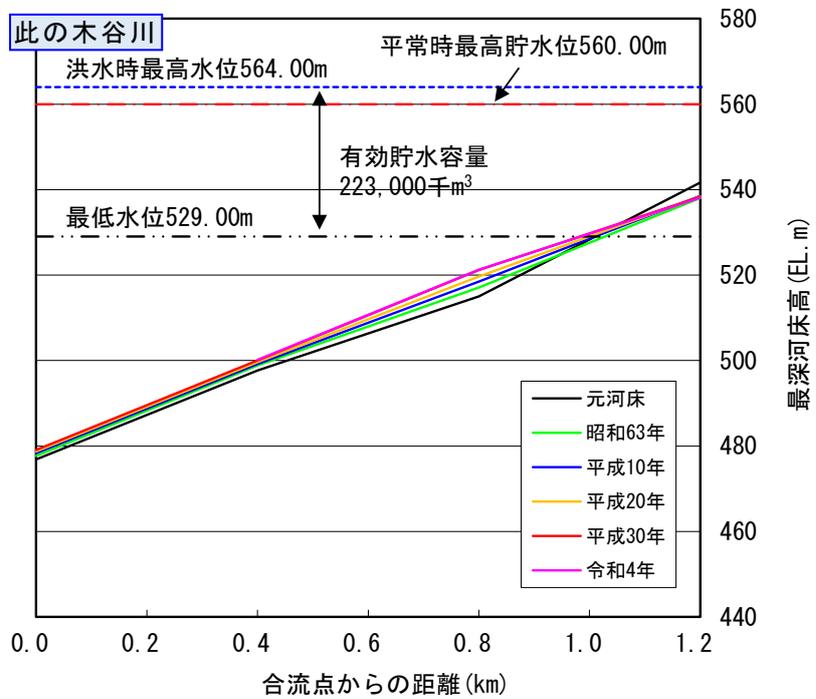
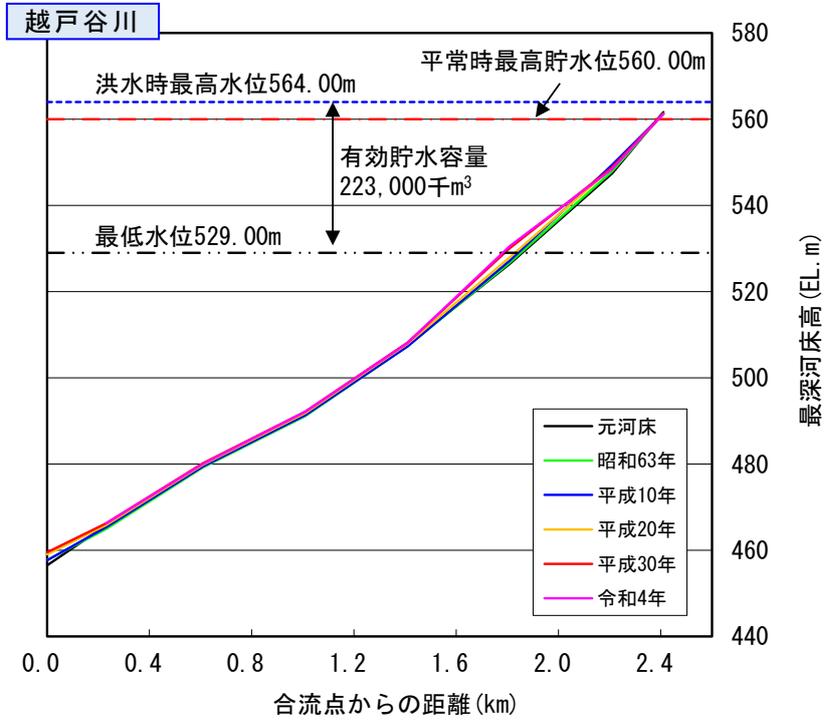
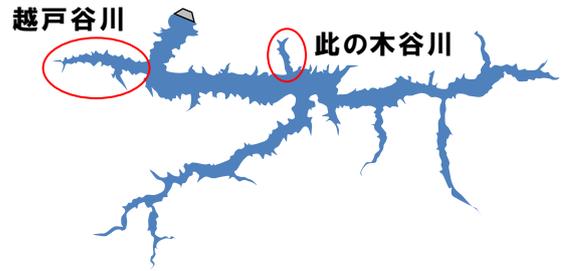


図 4.5-2 堆砂形状縦断図 (越戸谷川・此の木谷川)

【出典：平成30年度 九頭竜ダム定期報告書】

令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】

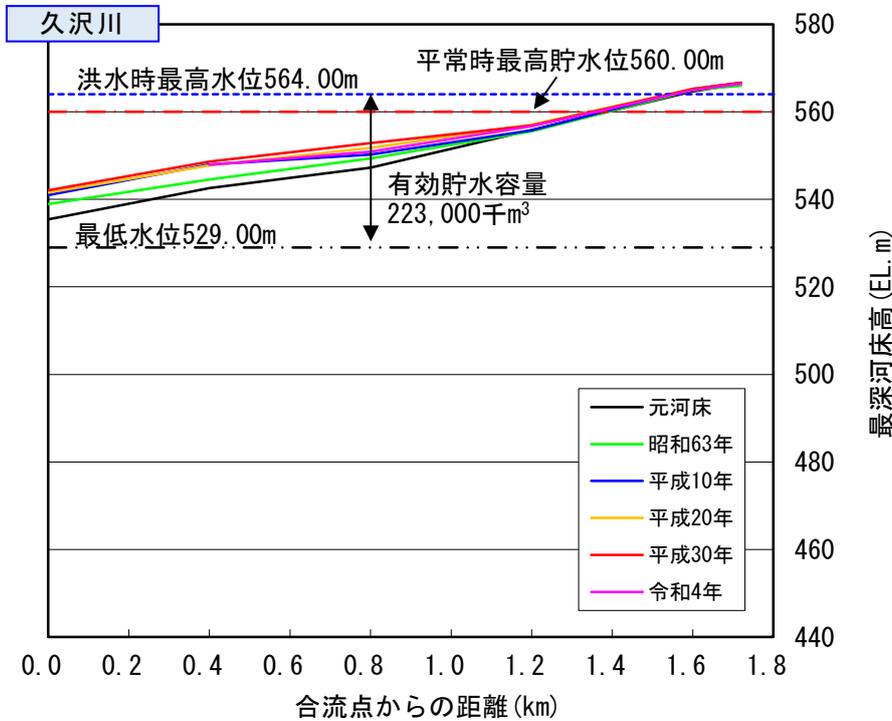
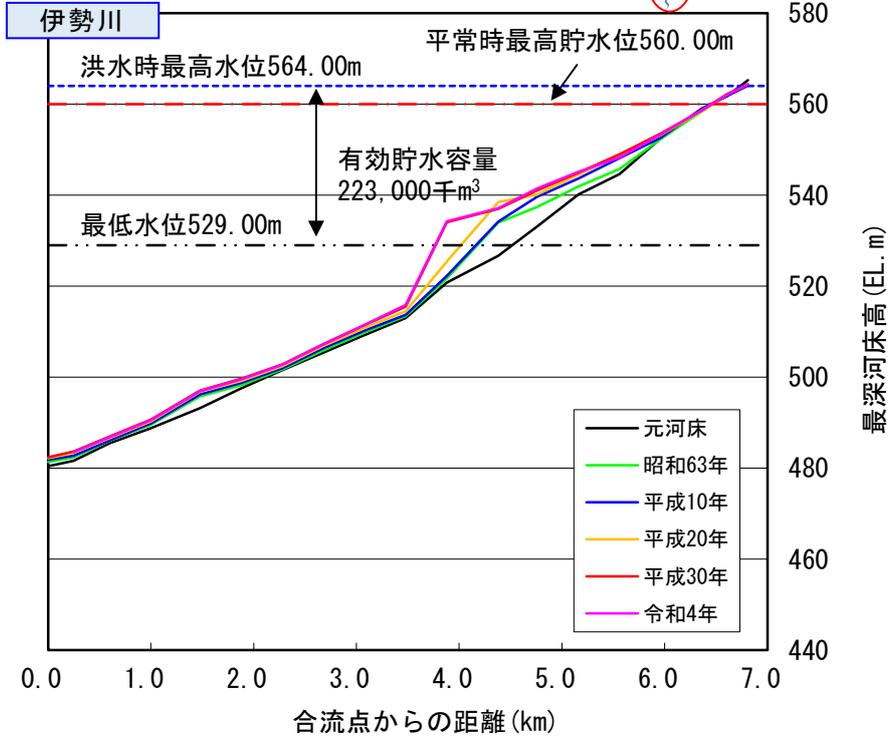
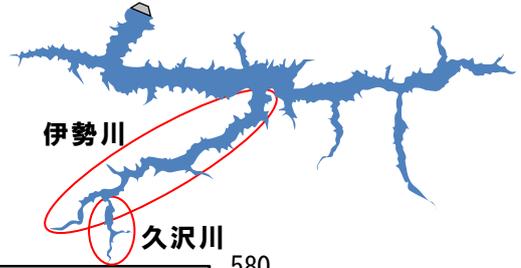


図 4.5-3 堆砂形状縦断面図 (伊勢川・久沢川)

【出典：平成30年度 九頭竜ダム定期報告書】

令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】

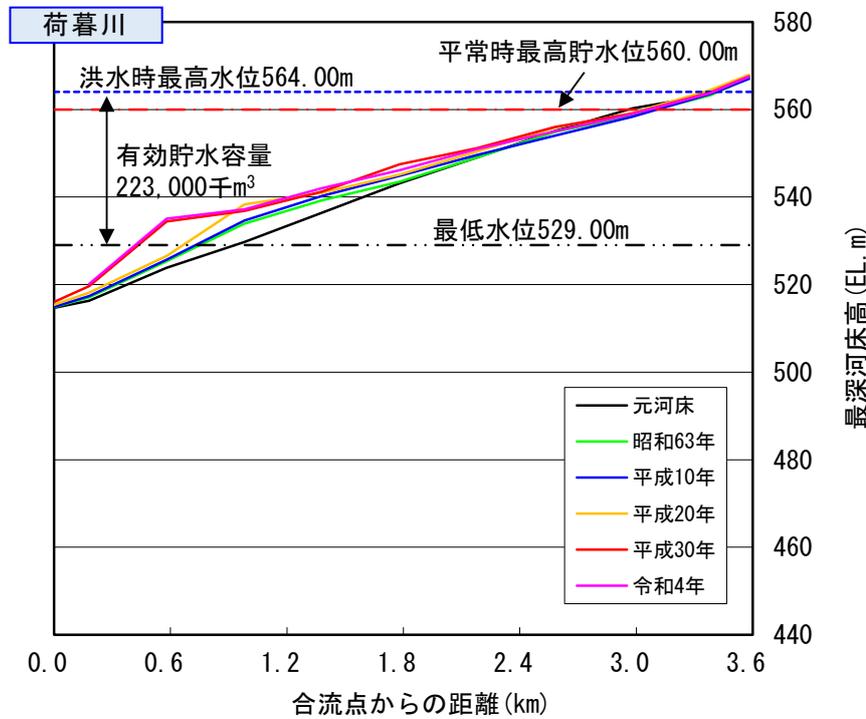
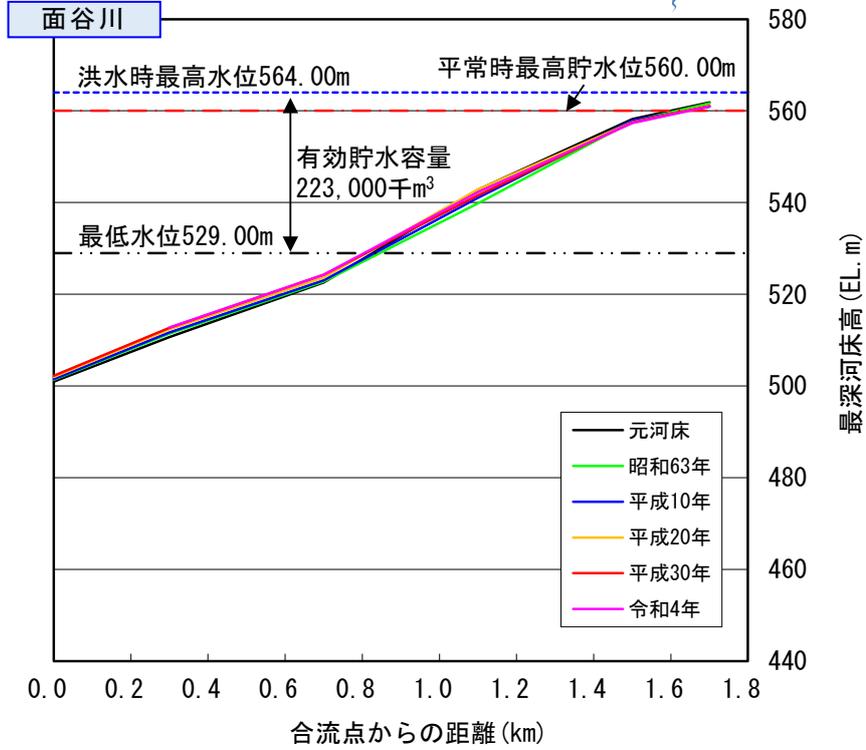
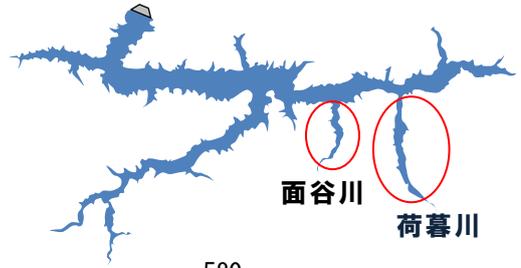


図 4.5-4 堆砂形状縦断面図 (面谷川・荷暮川)

【出典：平成30年度 九頭竜ダム定期報告書】
令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】

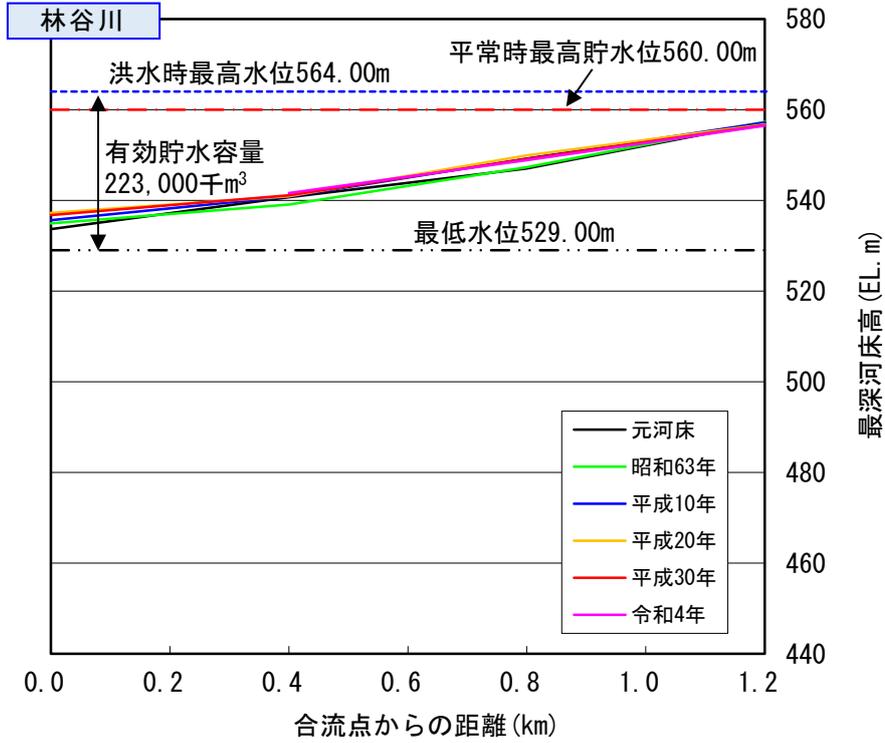
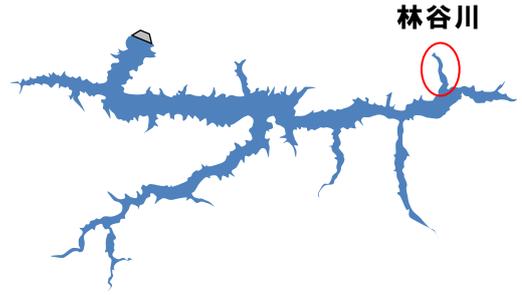


図 4.5-5 堆砂形状縦断図 (林谷川)

【出典：平成30年度 九頭竜ダム定期報告書】

令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】

4.5.2 施設付近の堆砂傾向の評価（横断面図での評価）

ゲート付近と副ダムへの堆砂の影響を確認するため、対象施設付近の横断面図を図4.5-7に示すとおり整理した。

ゲート上流の令和4年度の最深河床高は、EL457.56mで、元河床と比較して、約3m上昇している。ただし、取水口高はEL529mであるため、取水には影響はないと考えられる。

副ダム上流の令和4年度の最深河床高は、EL557.50mで、元河床と比較して、約5.5m上昇している。満砂にはなっていないが、今後も監視が必要である。

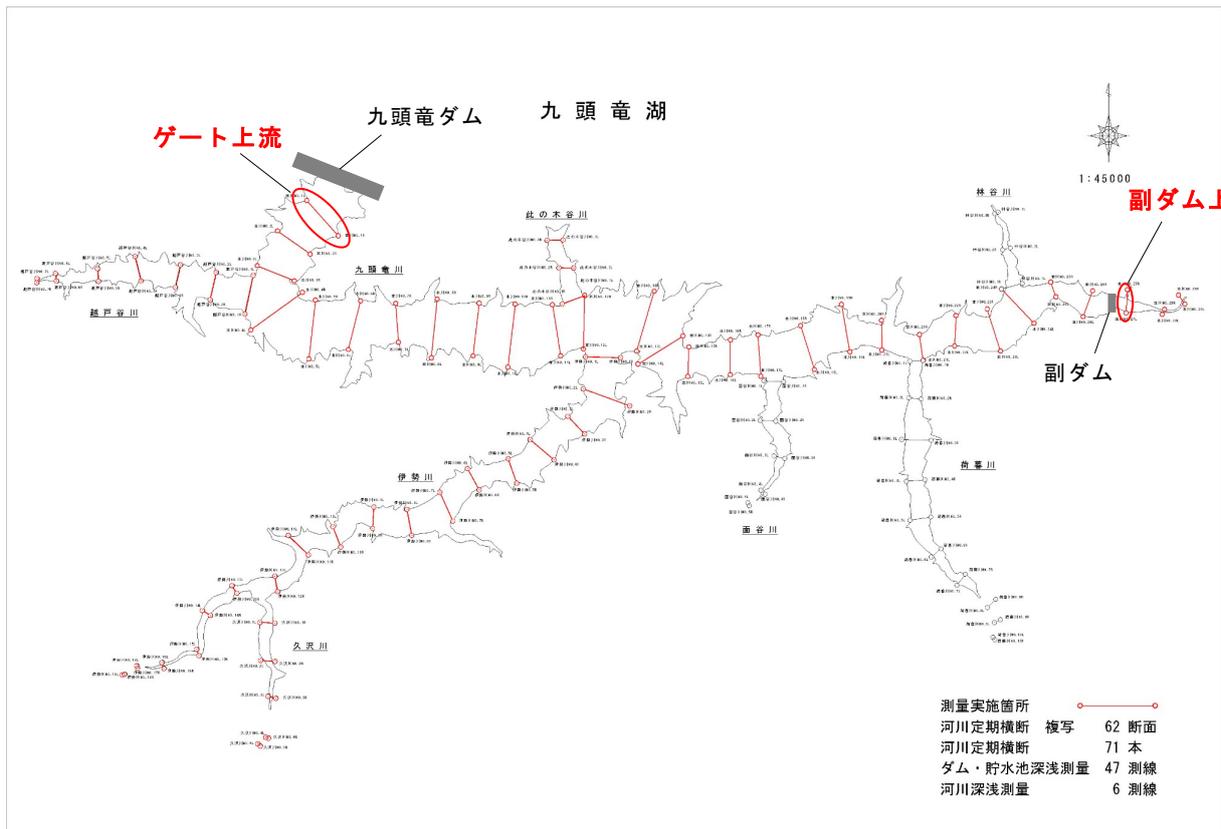
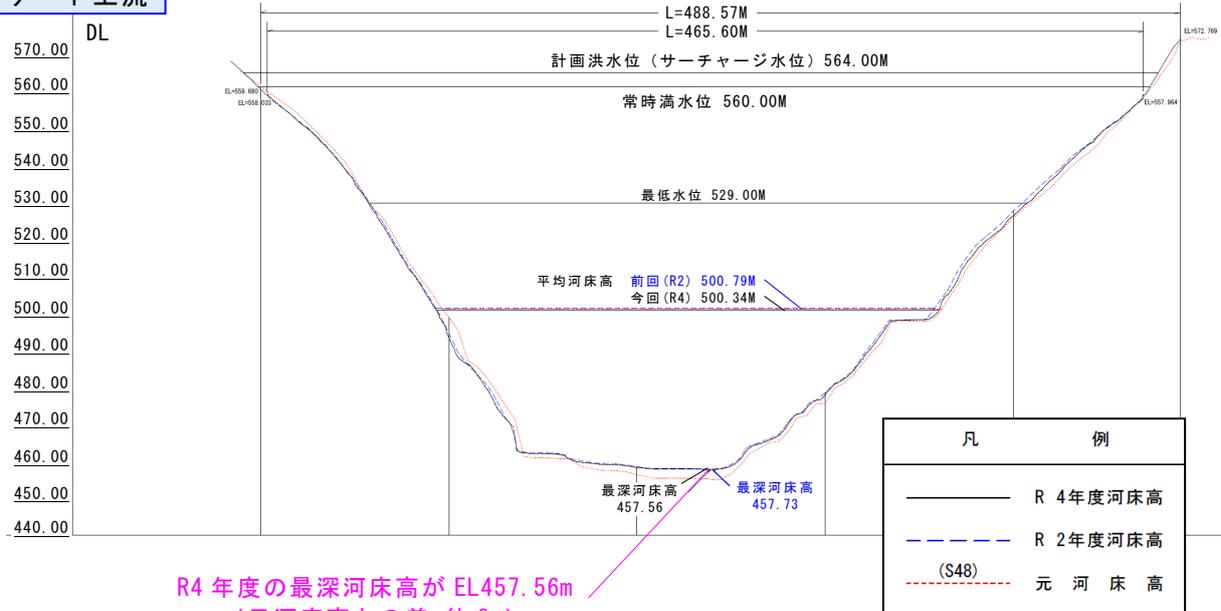


図 4.5-6 横断面図確認箇所

【出典：平成28年度 九頭竜ダム年次報告書】

ゲート上流



副ダム上流



図 4.5-7 横断図

【出典：令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】

4.5.3 近隣ダムとの堆砂状況の比較による評価

令和4年時点の九頭竜ダムと近隣ダムの堆砂状況を表4.5-1、図4.5-8、図4.5-9に示すとおり整理した。

(1) 各ダム流域における単位面積当たりの年間堆砂量（発生土砂量）の比較

各ダムの、堆砂量、流域面積、供用年数から、集水流域の単位面積当たりの年間の堆砂量（発生土砂量）を算出し、各ダム流域の年間の土砂発生量の違いを比較した。

この結果、九頭竜川水系では、九頭竜ダムに上流で発生した土砂が堆砂するため、鷲ダムの流域面積当たりの年間堆砂量は比較的少ない。また、九頭竜ダム水系の2ダムを合計すると366.4(m³/km²/年)で、九頭竜川水系のダムは、真名川水系のダムに比べて約0.3倍となり、流域の特性として、真名川水系より発生土砂量が少ないことが分かる。

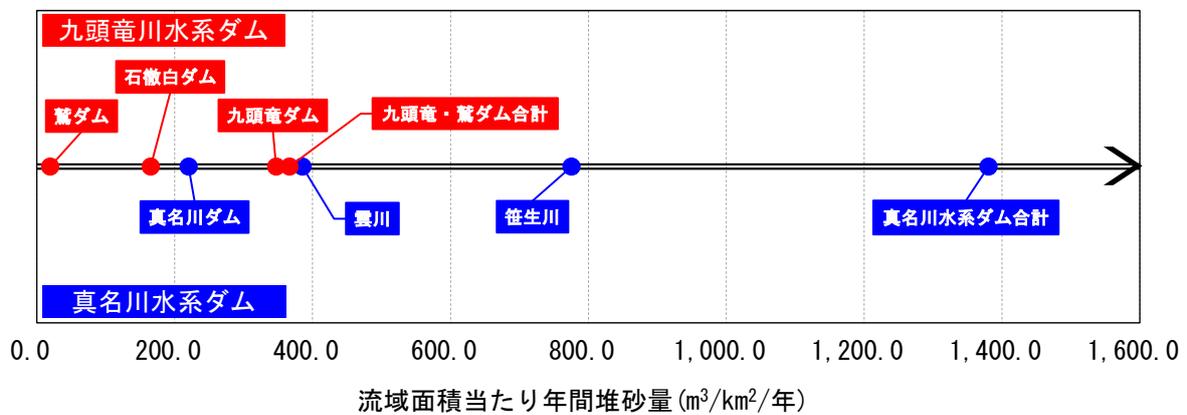
(2) 堆砂率の比較

九頭竜川水系の石徹白ダム、鷲ダムは供用後54年であり、堆砂率は石徹白ダムで181%、鷲ダムは96%となっており、当初計画に比べて、堆砂の進行が速い。一方、九頭竜ダムの堆砂率は供用後54年で29%であり、当初計画よりも堆砂の進行が遅く、十分な堆砂容量が残されており、ダム管理上の支障はない。

表 4.5-1 九頭竜ダムと近隣ダムの堆砂状況の比較

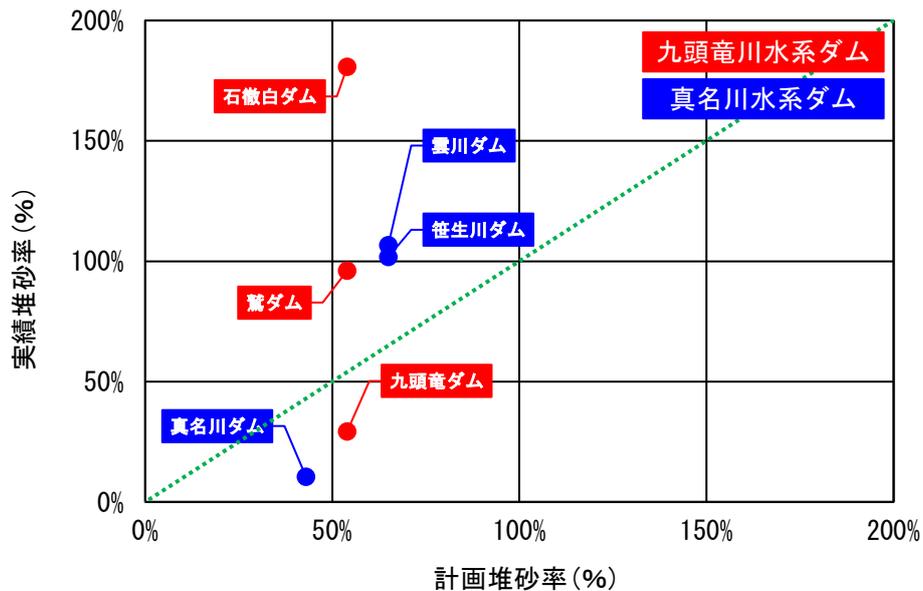
	ダム	供用年数 (年)	堆砂量 (千m ³)	流域面積 (km ²)	流域面積当たり 年間堆砂量 (m ³ /km ² /年)	堆砂容量 (千m ³)	堆砂率 (%)
九頭竜川	石徹白	54	862	96.8	164.9	477	181%
	九頭竜	54	3,458	184.5	347.1	11,780	29%
	鷲	54	200	191.6	19.3	208	96%
	合計(九頭竜・鷲ダム)	-	3,658	376.1	366.4	-	-
真名川	笹生川	65	3,561	70.7	775.3	3,500	102%
	雲川	65	1,397	55.8	385.2	1,310	107%
	真名川	43	2,116	223.7	220.0	20,000	11%
	合計	-	7,074	350.2	1,380.5	-	-

※令和4年時点のデータを示している。



※令和4年時点のデータを示している。

図 4.5-8 九頭竜ダム及び近隣ダムにおける年間堆砂量の比較



※令和4年時点のデータを示している。

図 4.5-9 九頭竜ダム及び近隣ダムにおける堆砂率の比較

4.5.4 堆砂対策の評価

九頭竜ダムでは、流域からの土砂の流入を軽減することを目的に、貯水池上流端（本川流入部 No.26 上流）に副ダムを設置されている。副ダム工事は、平成5年度に着工し、平成10年度に完成している。

副ダム周辺の最深河床高を図4.5-10に示す。また、令和5年7月の副ダム湛水池の状況を写真4.5-1に示す。

完成10年後(H20)にダム上流部で元河床から最大4m程度河床が上昇しているが、平成20年から令和4年にかけては大きな変化は見られない。また、近年では堆砂対策として、令和3年度に副ダムで約1,000m³の土砂掘削を実施しており、副ダム周辺は満砂にはなっておらず、今後も堆砂対策として効果が期待できる。

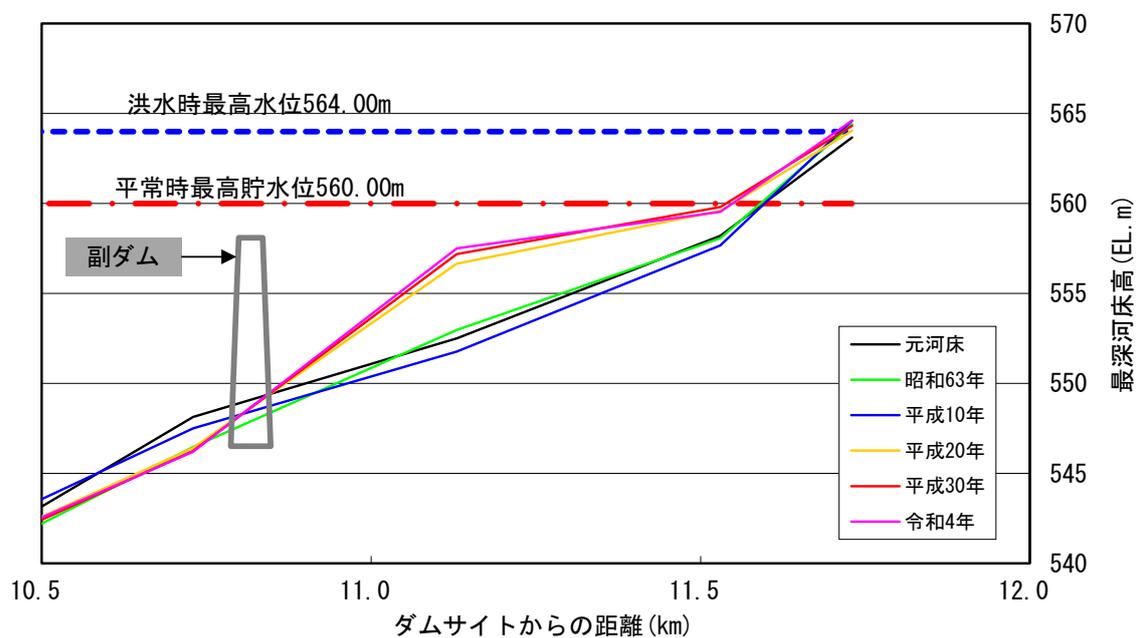


図 4.5-10 副ダム周辺の堆砂状況 (最深河床高)

【出典：平成30年度 九頭竜ダム定期報告書】

【出典：令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書】



写真 4.5-1 副ダム湛水池の状況 (令和5年10月撮影)

4.6 まとめ

まとめ【評価】

- 堆砂傾向の評価、堆砂対策の評価（効果）を確認し、いずれも良好な結果となっている。
- 令和4年までの九頭竜ダム総堆砂量は、3,458千m³であり、計画堆砂量に対する堆砂率は約29.4%である。
- 堆砂量は計画堆砂量を大きく下回っており、取水等に特段の支障は発生していない。

今後の方針

- ダムの機能が維持できるよう、適切に堆砂対策を実施する。

4.7 文献リスト

「4. 堆砂」の章で使用した文献等を以下に示す。

表 4.7-1 使用した文献・資料リスト

No.	報告書またはデータ名	発行者	発行年月	箇所
4-1	平成30年度 九頭竜ダム管理定期報告書	九頭竜川ダム統合管理事務所	平成31年3月	
4-2	令和4年度 九頭竜ダム堆砂測量業務報告書	九頭竜川ダム統合管理事務所	令和5年2月	