

### 3. 利水補給



### 3.1 評価の進め方

#### 3.1.1 評価方針

九頭竜ダムの利水目的としての発電のための利水補給が計画通りに行われているかについて、水運用実績を整理することにより評価を行った。また、発電のための利水補給を実施したことによる下流河川流況の変化についての整理・評価もあわせて実施した。

#### 3.1.2 評価手順

以下の手順で評価を行う。

##### (1) 利水補給計画の整理

九頭竜ダムの利水補給計画について整理を行った。

##### (2) 利水補給実績の整理

水使用状況年表等より、近 10 ヶ年の利水補給実績の整理を行うこととし、九頭竜ダムによる利水補給実績、ダム直下に位置する長野発電所の発電実績等について整理した。あわせて、下流河川基準地点（中角地点）において、ダムからの発電の利水補給ありなしによる流況比較の整理を実施した。

##### (3) 利水補給効果の評価

利水補給による効果として、発電実績（発生電力量）及び発電による地域への貢献度についての評価を行った。

#### 3.1.3 資料の収集・整理

利水計画の評価に関する資料を収集整理し、「3.6 文献リスト」にてとりまとめた。

### 3.2 利水計画

#### 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 m<sup>3</sup> を利用し、最大使用水量 266m<sup>3</sup>/s、最大出力 220,000kW の発電を行っている。

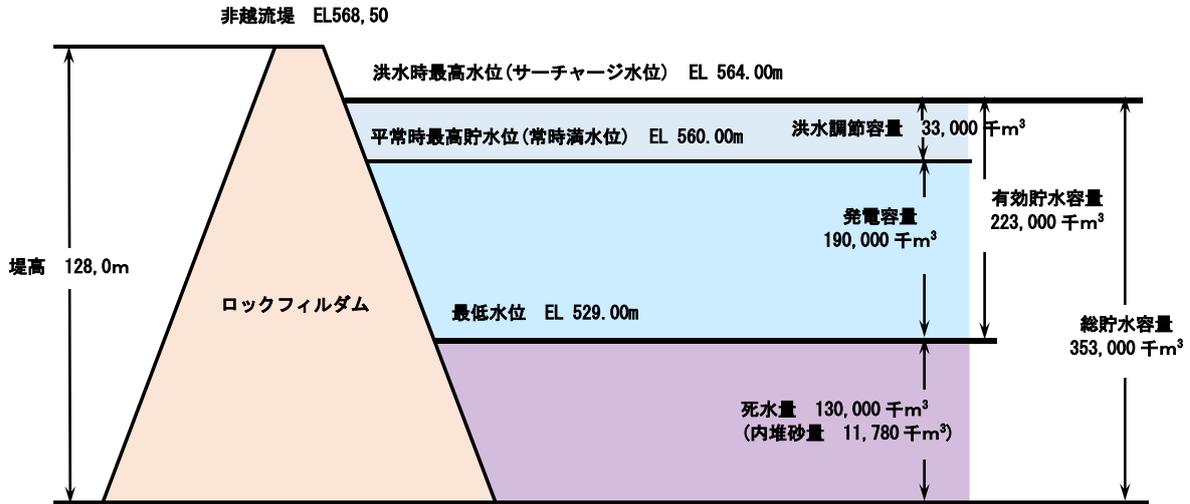


図 3.2- 九頭竜ダム貯水池容量配分図

【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所管内図 平成 19 年 3 月】

### 3.2.1 利水計画の概要

九頭竜ダムの利水目的は、発電のみである。

#### (1) 水力発電

九頭竜川中上流域には、多くの水量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-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- 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、深夜火力・原子力発電所の余剰電力を利用し水車を逆回転させ、下池の水を上流（九頭竜貯水池）に揚水し、昼の最も電力を必要とする時間に自流の水と合わせて発電する方式である。長野発電所の諸元を表 3.2-に示す。



図 3.2- 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- 長野発電所



写真 3.2- 九頭竜ダム発電取水部



写真 3.2- 鷲ダム

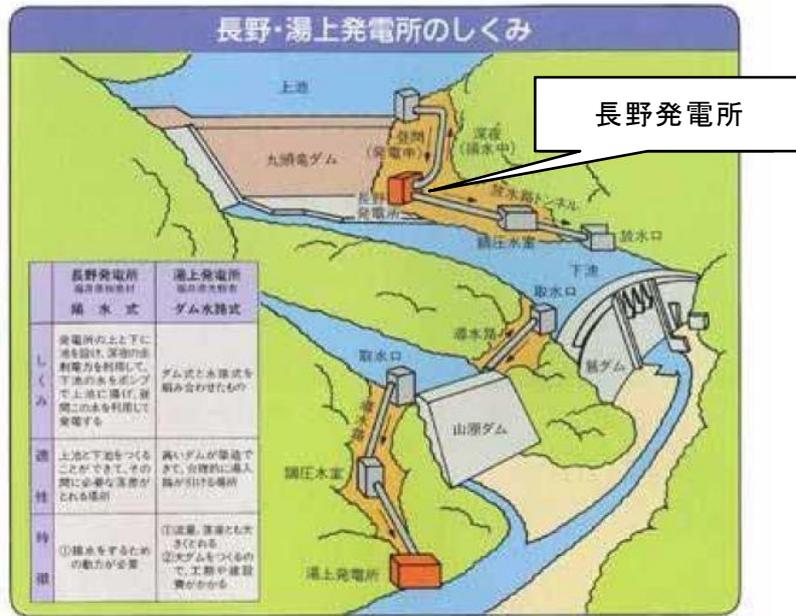


図 3.2- 長野・湯上発電所のしくみ

【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所資料】

表 3.2- 長野発電所・湯上発電所諸元

項目	長野発電所	湯上発電所
発電形式	ダム式(揚水式)	ダム水路式
最大出力	220,000kW	54,000kW
常時出力	8,000kW	18,000kW
最大使用水量	266.0m <sup>3</sup> /s	53m <sup>3</sup> /s
有効落差	97.5m	120.1m
運転開始	S43.5	S43.5
ダム	九頭竜ダム	鷲ダム
所有者	電源開発	電源開発

【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 利水実績

#### 3.3.1 利水実績概要

図 3.3-に近年 5 ヶ年の貯水池運用図を示す。

九頭竜ダムの貯水位は、2月下旬に EL+540m 付近まで低下し、融雪水が流入する 3月～4月に貯水位が上昇する。5月～7月は概ね EL+550～560m で推移し、流入量が減少する 8月以降は貯水位は低くなる傾向があり、9月～12月は概ね EL+550～555m で推移し、1月、2月に低下が顕著となる。

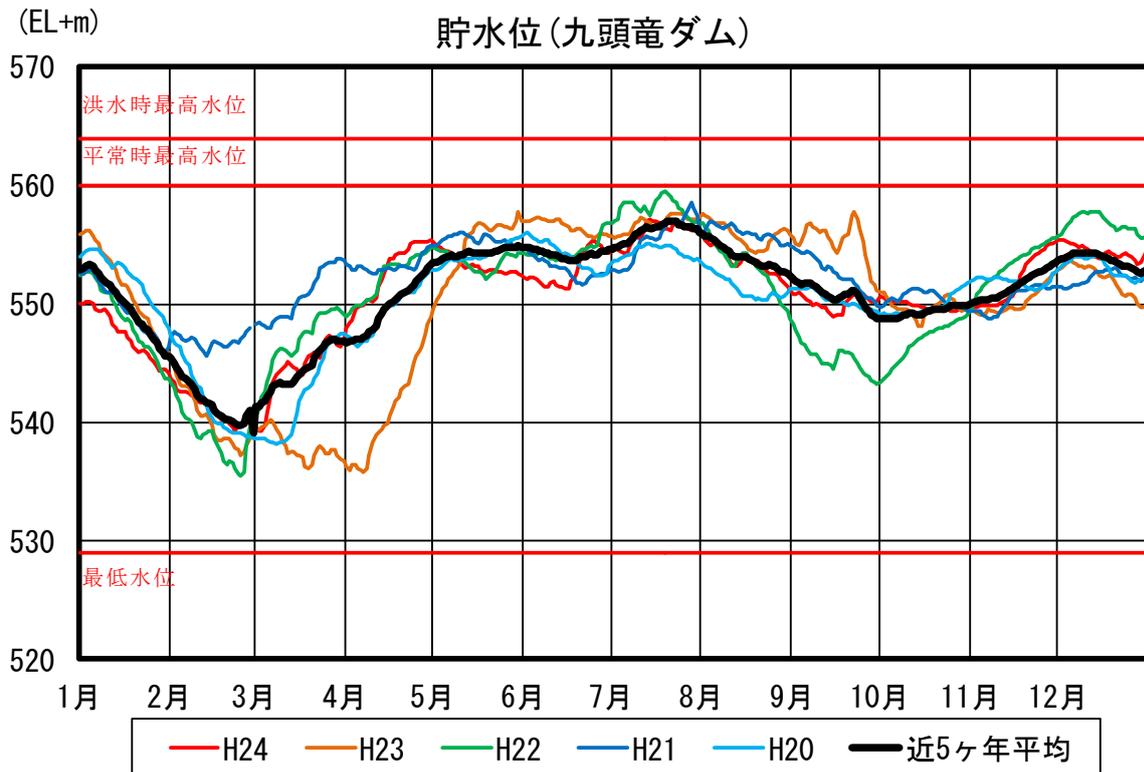


図 3.3- 九頭竜川ダム貯水池運用実績 (近5カ年 (平成20年～平成24年))

【出典：昭和 53～24 年度 九頭竜ダム管理年報】

発電取水量実績を図 3.3-に示す。取水量は全て発電に利用されている。

九頭竜ダムからの放流水は長野発電所のみではなく、鷲ダムに貯留された水は、鷲ダムからさらに約 11 k m 下流の湯上発電所に導水され、発電に利用されている。近 5 ヶ年(H20～H24)の平均取水量は、長野ダムが年間約 694,000 千 m<sup>3</sup>であり、湯上発電所が約 851,000 千 m<sup>3</sup>である。

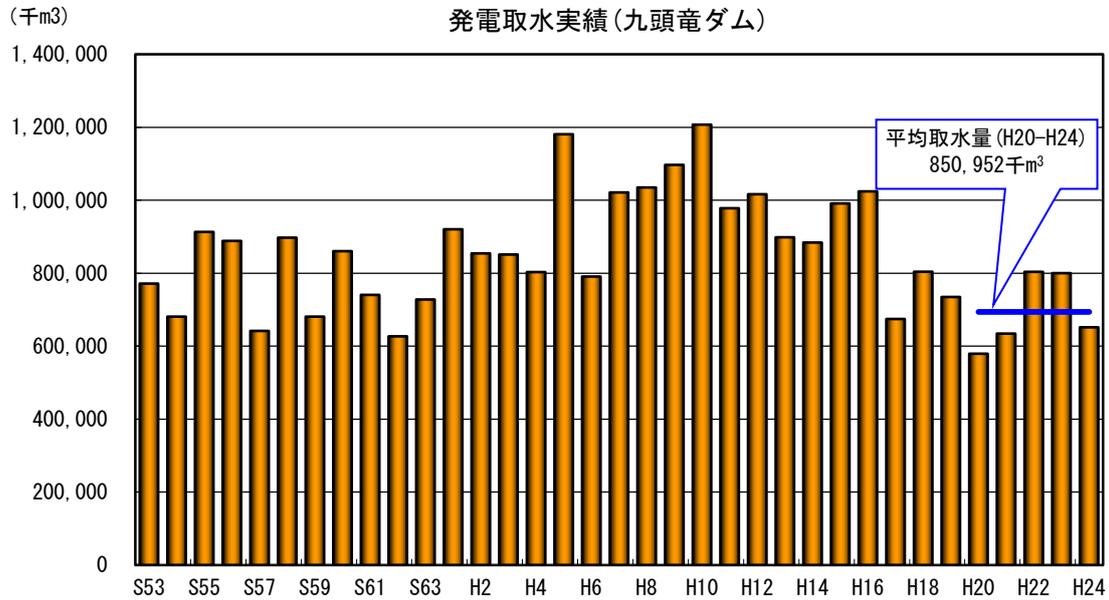


図 3.3- 発電取水量実績

【出典：昭和 53～24 年度 九頭竜ダム管理年報】

### 3.3.2 発電実績

九頭竜ダムは、平成 20 年から平成 24 年までに平均 161,638MWh/年の発電を行っている。これは、約 36,500 世帯※の消費電力に相当している。

なお、長野発電所は九頭竜ダム直下流にある鷺ダム湖に放流し、鷺ダムからはさらに約 11k m 下流の湯上発電所まで導水されており、湯上発電所(発電所位置図 3.3-)の発電についてもその多くに九頭竜ダムの貯留水が利用されている。近年 5 ヶ年では、長野発電所が年間約 694,000 千 m<sup>3</sup>であり、湯上発電所が約 851,000 千 m<sup>3</sup>である。

※161,638MWh/年÷4,432kWh/年/世帯≒36,500 世帯

家庭の消費電力：平均約 4,432kWh/年・世帯

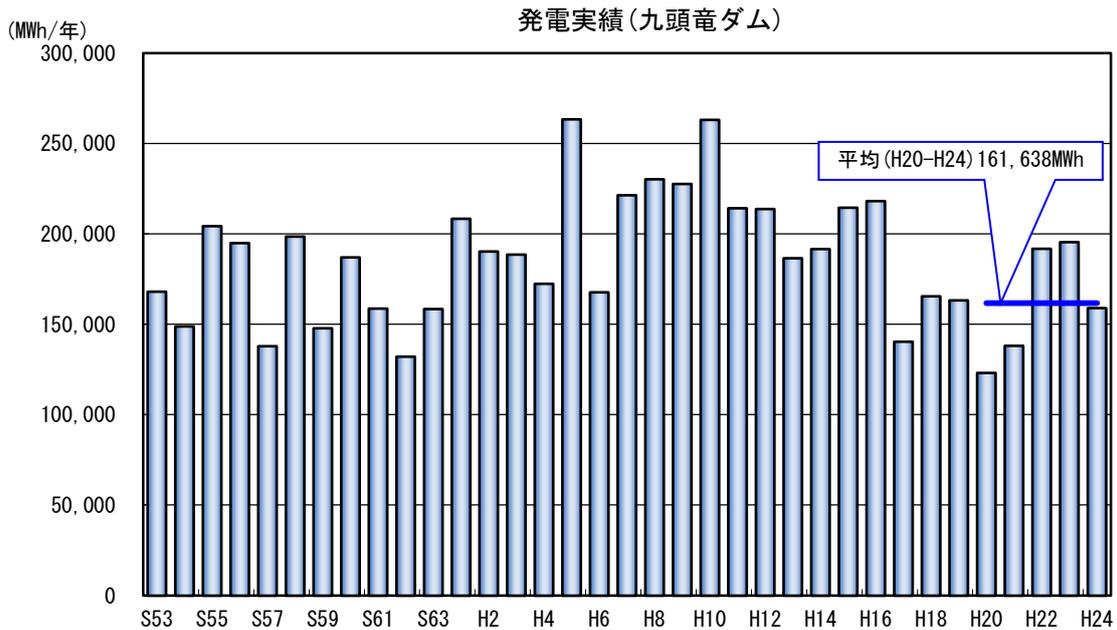


図 3.3- 発電実績

【出典：昭和 53～24 年度 九頭竜ダム管理年報】

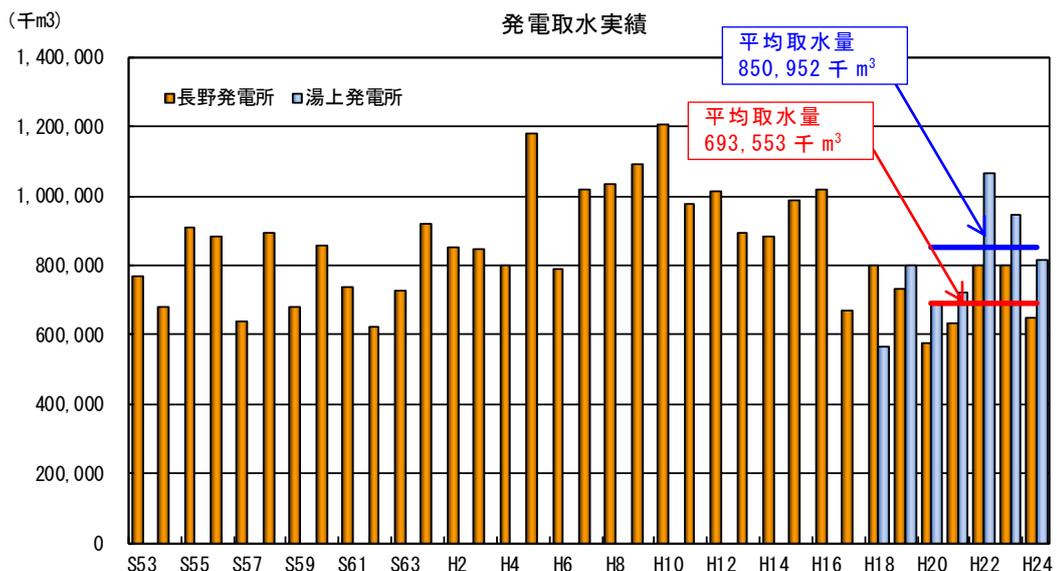


図 3.3- 取水実績(長野発電所・湯上発電所)

【出典：昭和 53～24 年度 九頭竜ダム管理年報】

【出典：昭和 20～24 年度 湯上発電所 発電取水量報告書】

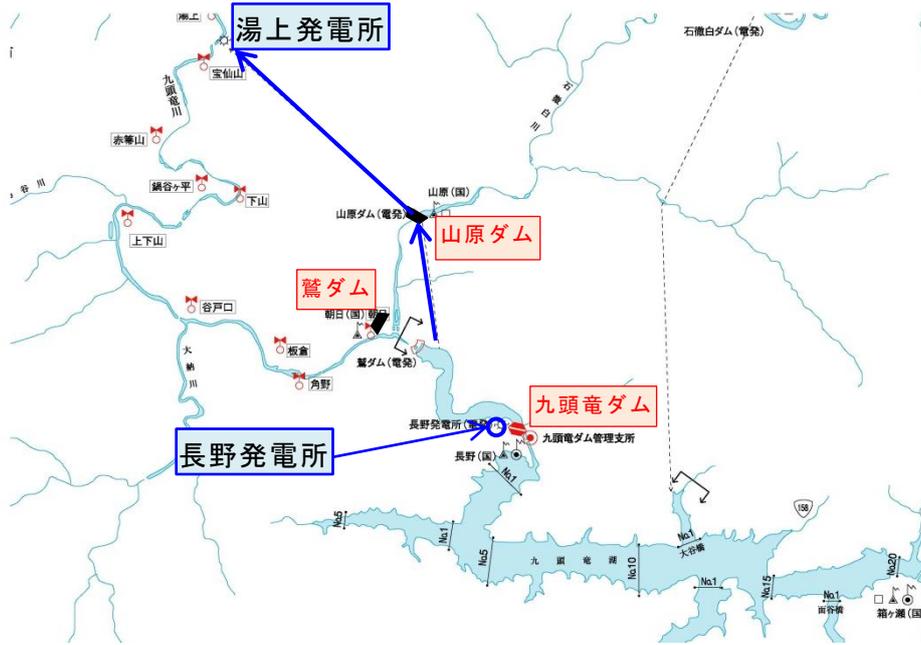


図 3.3- 湯上発電所位置図

【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所管内図 平成 19 年 3 月】

図 3.3-に九頭竜ダム発電量(再掲)及び九頭竜ダムの年間流入量の経年変化を示す。また、  
図 3.3-に九頭竜ダムの年間流入量の5ヶ年平均値を示す。

九頭竜ダムの発電取水実績の経年変化は、近年減少傾向を示している。

これは、九頭竜ダム流入量も同様に減少傾向を示していることから、九頭竜ダム流入量の減少が原因と考えられる。

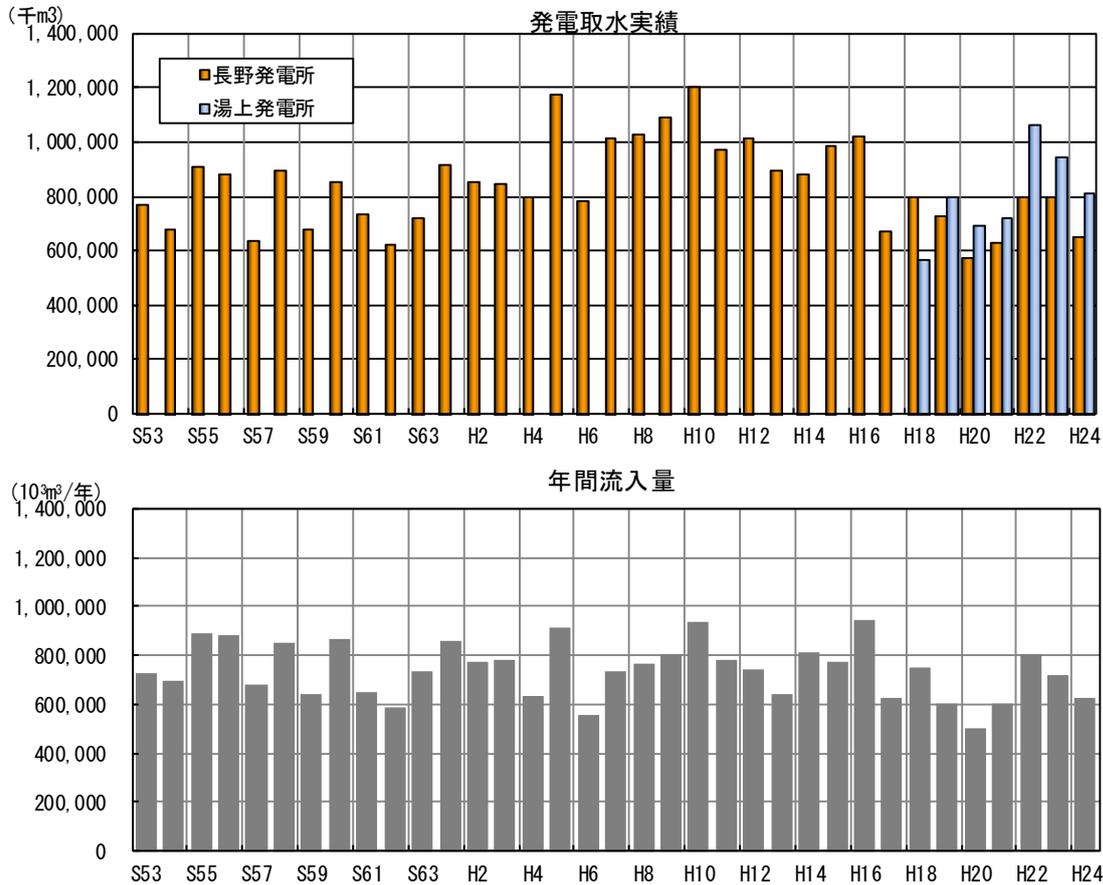


図 3.3- 発電取水実績と九頭竜ダム年間流入量

【出典：昭和 53～24 年度 九頭竜ダム管理年報】

【出典：昭和 20～24 年度 湯上発電所 発電取水実績報告書】

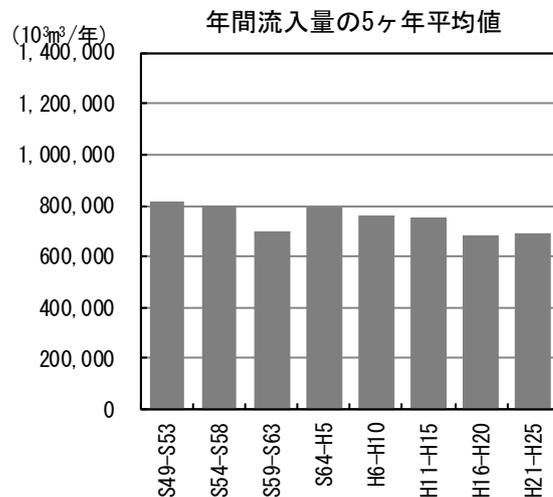


図 3.3- 九頭竜ダム年間流入量の5ヶ年平均

【出典：昭和 53～24 年度 九頭竜ダム管理年報】

### 3.4 利水効果の評価

#### 3.4.1 発電量

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及びそれらの各諸元を表 3.4-に示す。また、常時出力の内訳円グラフを図 3.4-、最大出力の内訳円グラフを図 3.4-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 50,249kW 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及び湯上発電所の発電量は、それぞれ 8,000kW、18,000kW であり、これらで全体の約 30%を占めている。

また、同様に最大出力発電量は九頭竜川水系全体で 240,980kW であり、長野発電所及び湯上発電所の発電量は、それぞれ 220,000kW、54,000kW であり、これらで全体の約 52%を占めている。

九頭竜川水系水力発電内訳(常時出力)

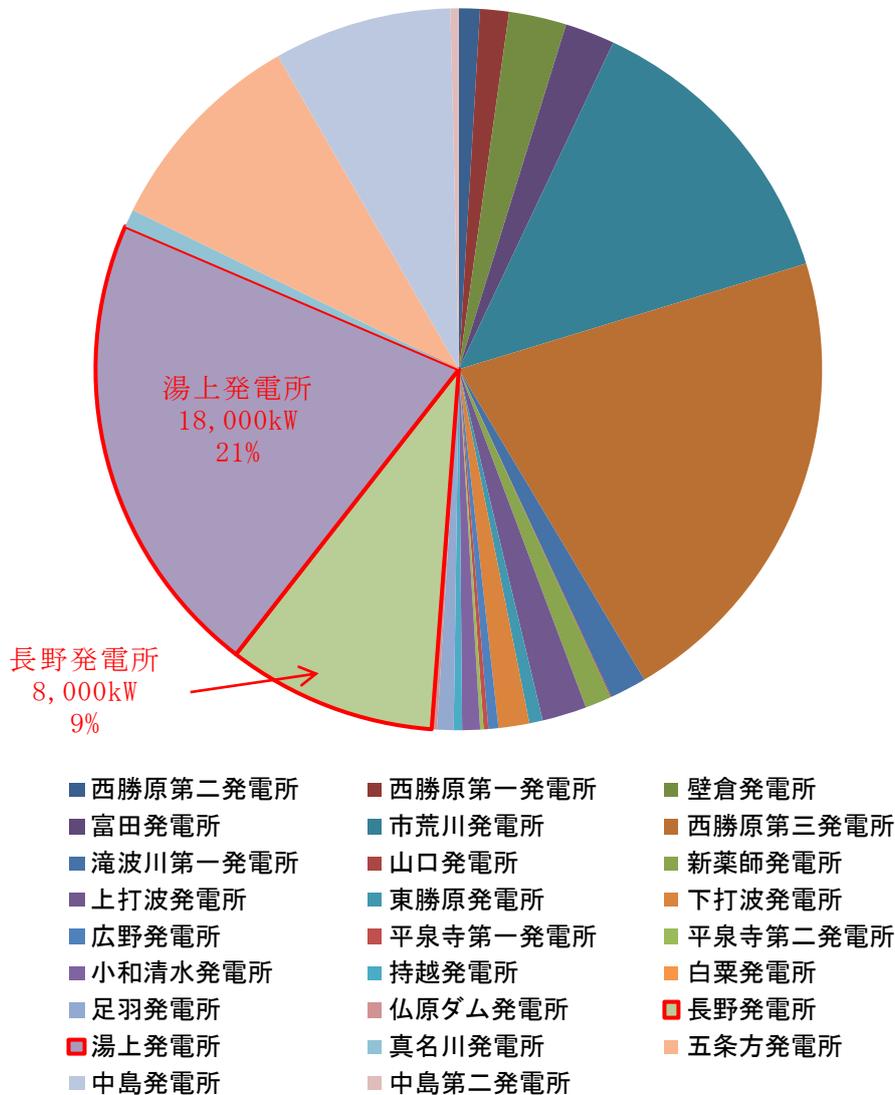


図 3.4- 九頭竜川水系水量発電所 常時出力

【出典：水力発電所データベース】

[http://www.jepoc.or.jp/hydro/index.php?\\_w=usData&\\_x=areashow3](http://www.jepoc.or.jp/hydro/index.php?_w=usData&_x=areashow3)

九頭竜川水系水力発電内訳(最大出力)

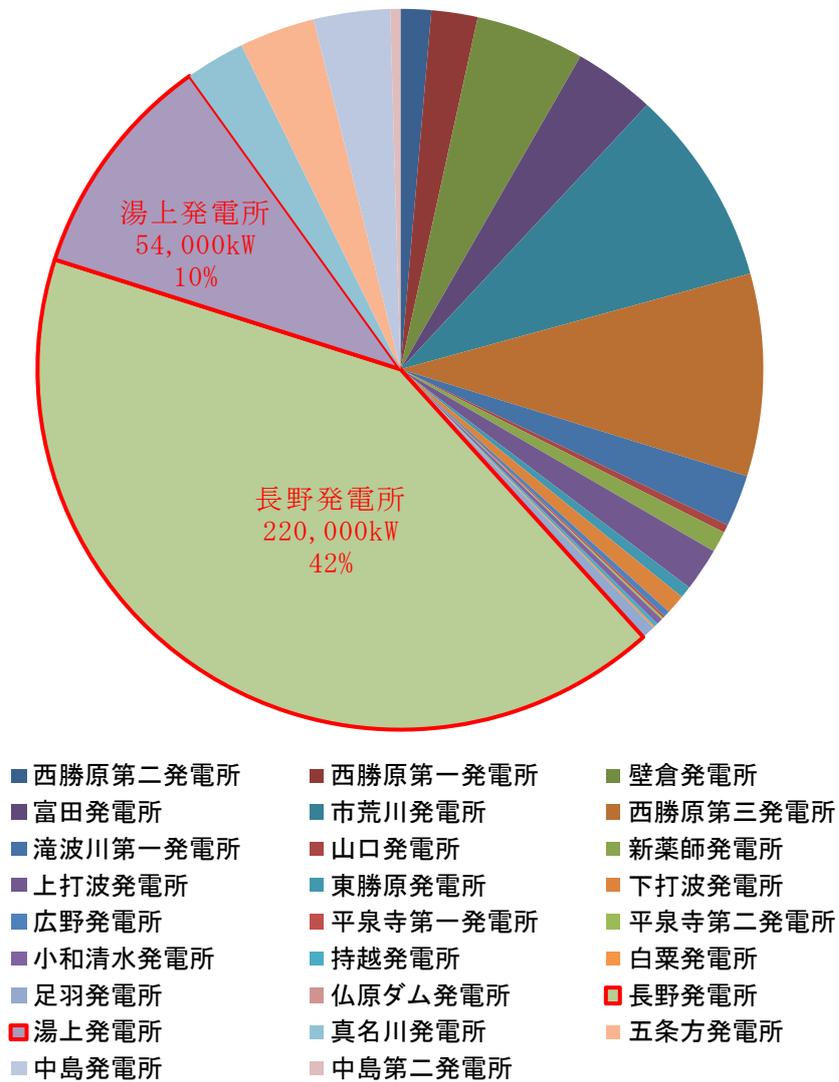


図 3.4- 九頭竜川水系水量発電所 最大出力

【出典：水力発電所データベース】

[http://www.jepoc.or.jp/hydro/index.php?\\_w=usData&\\_x=areashow3](http://www.jepoc.or.jp/hydro/index.php?_w=usData&_x=areashow3)

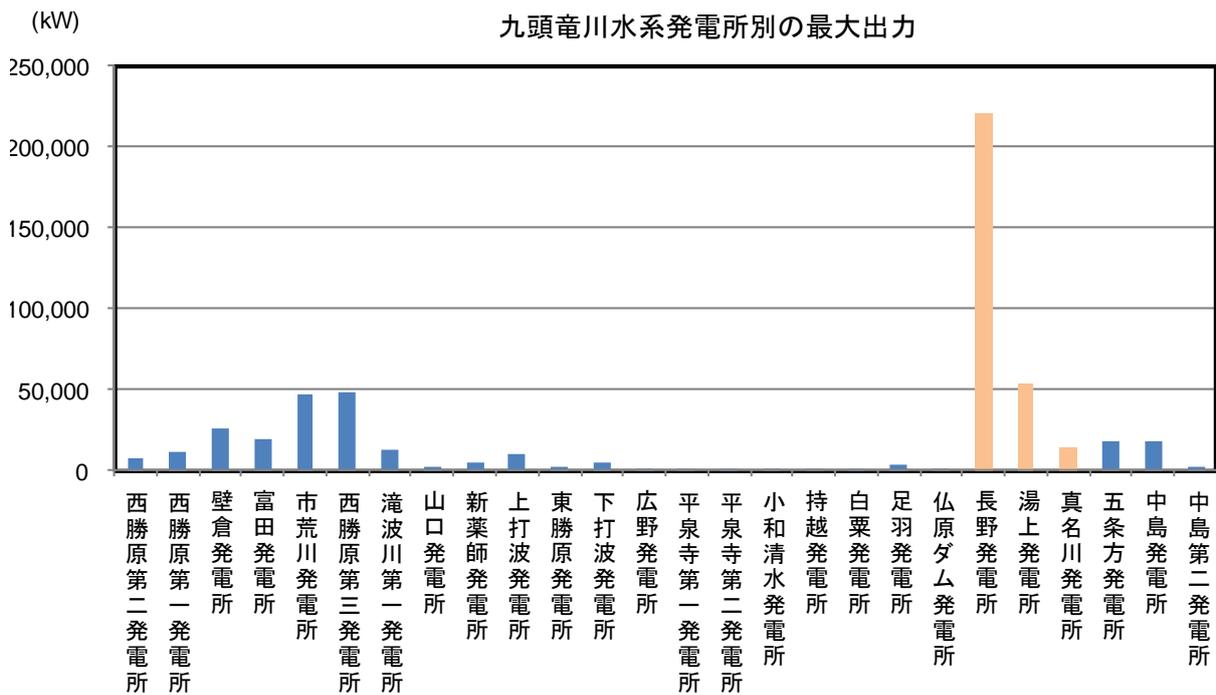
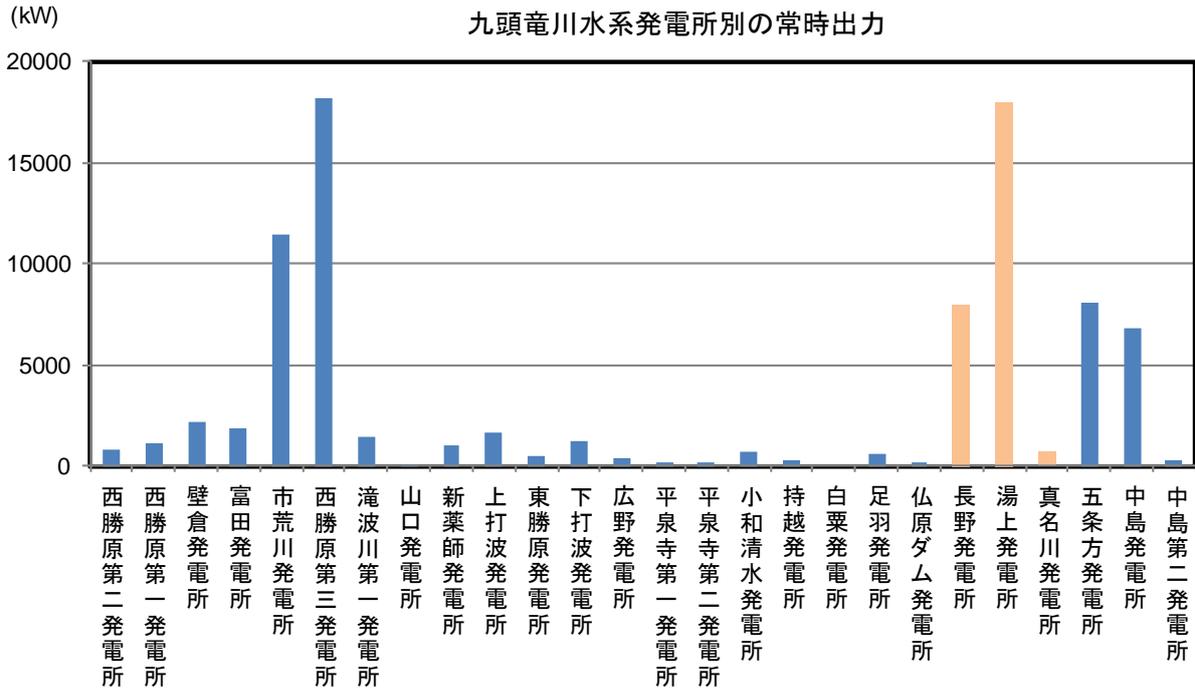


図 3.4- 発電所別の出力

【出典：水力発電所データベース】

[http://www.jepoc.or.jp/hydro/index.php?\\_w=usData&\\_x=areashow3](http://www.jepoc.or.jp/hydro/index.php?_w=usData&_x=areashow3)

表 3.4- 九頭竜川水系水量発電所

管轄	河川名	水利使用者名	水利使用の名称	常時出力(kW)	認可最大出力(kW)	摘要
福井河川国道事務所	九頭竜川	北陸電力株式会社	西勝原第二発電所	800	7,200	
	九頭竜川等	〃	西勝原第一発電所	1,100	10,900	
	九頭竜川	〃	壁倉発電所	2,200	25,600	
	九頭竜川等	〃	富田発電所	1,900	19,200	
	九頭竜川	関西電力株式会社	市荒川発電所	11,400	46,700	
	〃	北陸電力株式会社	西勝原第三発電所	18,200	48,000	仏原ダム
	滝波川	北陸電力株式会社	滝波川第一発電所	1400	12,300	小原ダム
	竹田川	〃	山口発電所	39	1,900	龍ヶ鼻ダム
	滝波川及び杉山川	日本海発電株式会社	新薬師発電所	1,000	5,000	
	打波川等	北陸電力株式会社	上打波発電所	1,700	10,200	
	〃	〃	東勝原発電所	510	2,800	
	〃	〃	下打波発電所	1,180	4,600	
	日野川	北陸電力株式会社	広野発電所	380	1,400	広野ダム
	女神川	北陸電力株式会社	平泉寺第一発電所	180	560	※H25.4.1～政令改正による権限移譲(福井県へ)
	女神川不動川	〃	平泉寺第二発電所	130	420	※H25.4.1～政令改正による権限移譲(福井県へ)
	足羽川	〃	小和清水発電所	680	1,500	
	〃	〃	持越発電所	320	860	※H25.4.1～政令改正による権限移譲(福井県へ)
	〃	〃	白栗発電所	0	420	※H25.4.1～政令改正による権限移譲(福井県へ)
	足羽川等	〃	足羽発電所	630	3,000	
九頭竜川	〃	仏原ダム発電所	200	220	仏原ダム河川維持流量	
九頭竜川ダム統合管理事務所	九頭竜川	電源開発株式会社	長野発電所	8,000	220,000	九頭竜ダム
	九頭竜川石徹白川	〃	湯上発電所	18,000	54,000	鷲ダム、山原ダム
	真名川	北陸電力株式会社	真名川発電所	680	14,000	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	8,100	17,800	
	真名川雲川等	北陸電力株式会社	中島発電所	6800	18,000	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	320	2,400	
合計				85,849	528,980	

【出典：水力発電所データベース】

[http://www.jepoc.or.jp/hydro/index.php?\\_w=usData&\\_x=areashow3](http://www.jepoc.or.jp/hydro/index.php?_w=usData&_x=areashow3)

### 3.4.2 副次効果 (CO<sub>2</sub> 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及び石炭火力発電に比べそれぞれ 1.5%,1.2%に過ぎず、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年間 135,500t・CO<sub>2</sub>/年の CO<sub>2</sub> の削減となっている。

1kW を 1 時間発電する時に発生する CO<sub>2</sub> の総排出量は、以下とされている。

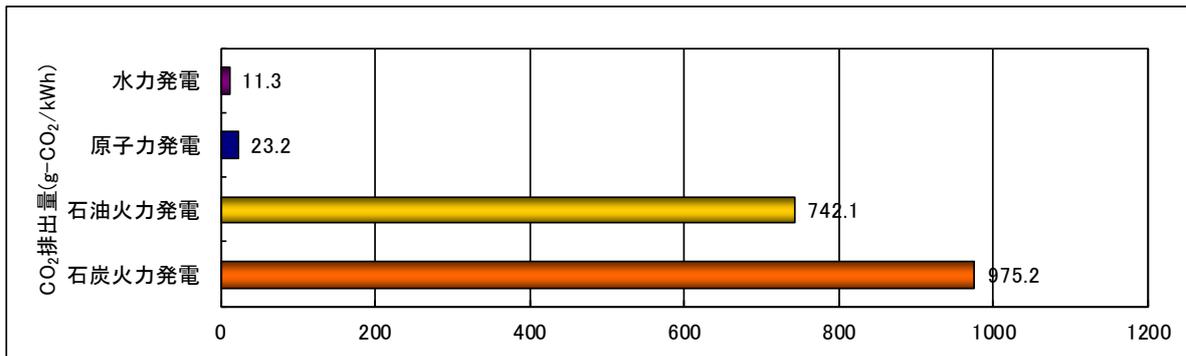


図 3.4- 1kWを1時間発電する時のCO<sub>2</sub>排出量の比較

【出典：平成 17 年度待機時消費電力調査報告書】

【出典：電中研ニュース No. 338 平成 13 年】

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、石炭火力発電のそれぞれによって発電した場合に排出される CO<sub>2</sub> は以下のとおりである。

水力発電による CO<sub>2</sub> 排出量は、●原子力発電の 1/2

●石油火力発電の 1/66

●石炭火力発電の 1/87

- ・水力発電所での CO<sub>2</sub> 排出量 = 161,638MWh/年 × 11.3g・CO<sub>2</sub>/kWh ≒ 1,830t・CO<sub>2</sub>/年
- ・原子力発電での CO<sub>2</sub> 排出量 = 161,638MWh/年 × 23.2g・CO<sub>2</sub>/kWh ≒ 3,750t・CO<sub>2</sub>/年
- ・石油火力発電での CO<sub>2</sub> 排出量 = 161,638MWh/年 × 742.1g・CO<sub>2</sub>/kWh ≒ 119,950t・CO<sub>2</sub>/年
- ・石炭火力発電での CO<sub>2</sub> 排出量 = 161,638MWh/年 × 975.2g・CO<sub>2</sub>/kWh ≒ 157,630t・CO<sub>2</sub>/年

### 3.4.3 発電補給に伴う下流河川流況の変化

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-は中角地点のダムあり(実績)及びダムなしの流量及び補給量の日平均値の時系列を示す。なお、九頭竜ダムの調整流量は、以下のとおり算定した。

$$\text{調整流量} = \text{放流量} - \text{流入量} - \text{揚水流量}$$

九頭竜ダムから水力発電を通じて、下流河川に放流されている流量により、下流河川の流況が変化しており、結果として低水時以下の流況の改善となっている。

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1.332m<sup>3</sup>/s、11月1日から4月30日までの間は0.669m<sup>3</sup>/s)が放流されている。

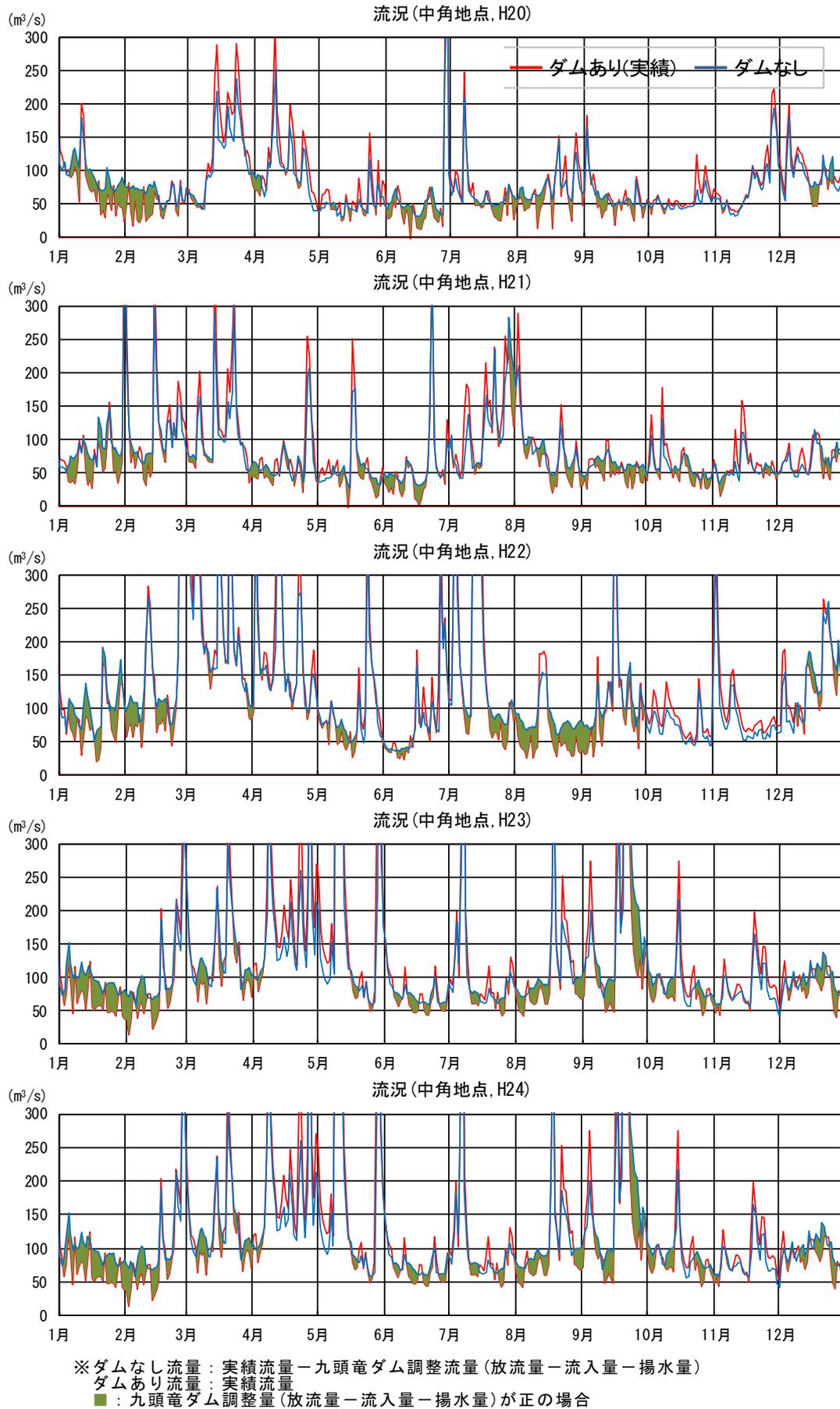


図 3.4- 中角地点における九頭竜ダムからの発電放流の有無による流況の比較  
(近5カ年(平成20年～平成24年))

### 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水量が減少、また流入開始時期が早まることが考えられる。

そこで、気温やダムへの流入量と積雪の関係から、融雪出水の時期になどについて検討した。

#### (1) データ概要

検討に使用したデータは表 3.4-に示した5種類で、観測地点は図 3.4-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- 使用データ一覧

データ名	場所	間隔	期間
積雪	温見, 久沢, 秋生, 荷暮	時	2001/12/14 ~ 2014/1/6
降雨量	九頭竜ダム, 真名川ダム	日	1969/1/1 ~ 2012/12/31
ダム流入量	九頭竜ダム, 真名川ダム	日	1969/1/1 ~ 2012/12/31
気温	福井県大野市	日	2001/1/1 ~ 2013/12/31
降水量	福井県大野市	日	2001/1/1 ~ 2013/12/31



図 3.4- データ観測地点

## (2) 積雪データの整理

積雪深や降水量の各データにおいて、積雪・融雪のメインとなる 11 月から翌年 4 月までの期間平均をとり整理した。年ごとに比較したものを図 3.4-に示す。

- H18 や H20 の積雪深は、他の年と比較して積雪深が低かった。平均気温や最低気温が高かったため積雪が少なかったものと考えられる。一方で、H17 の積雪深が過去 13 年間で最も大きかった。これは、降水量の多さや、最低気温が低かったことに起因していると考えられる。
- 平均気温の変動は見られるものの、経年での増加・減少の傾向は見られなかった。

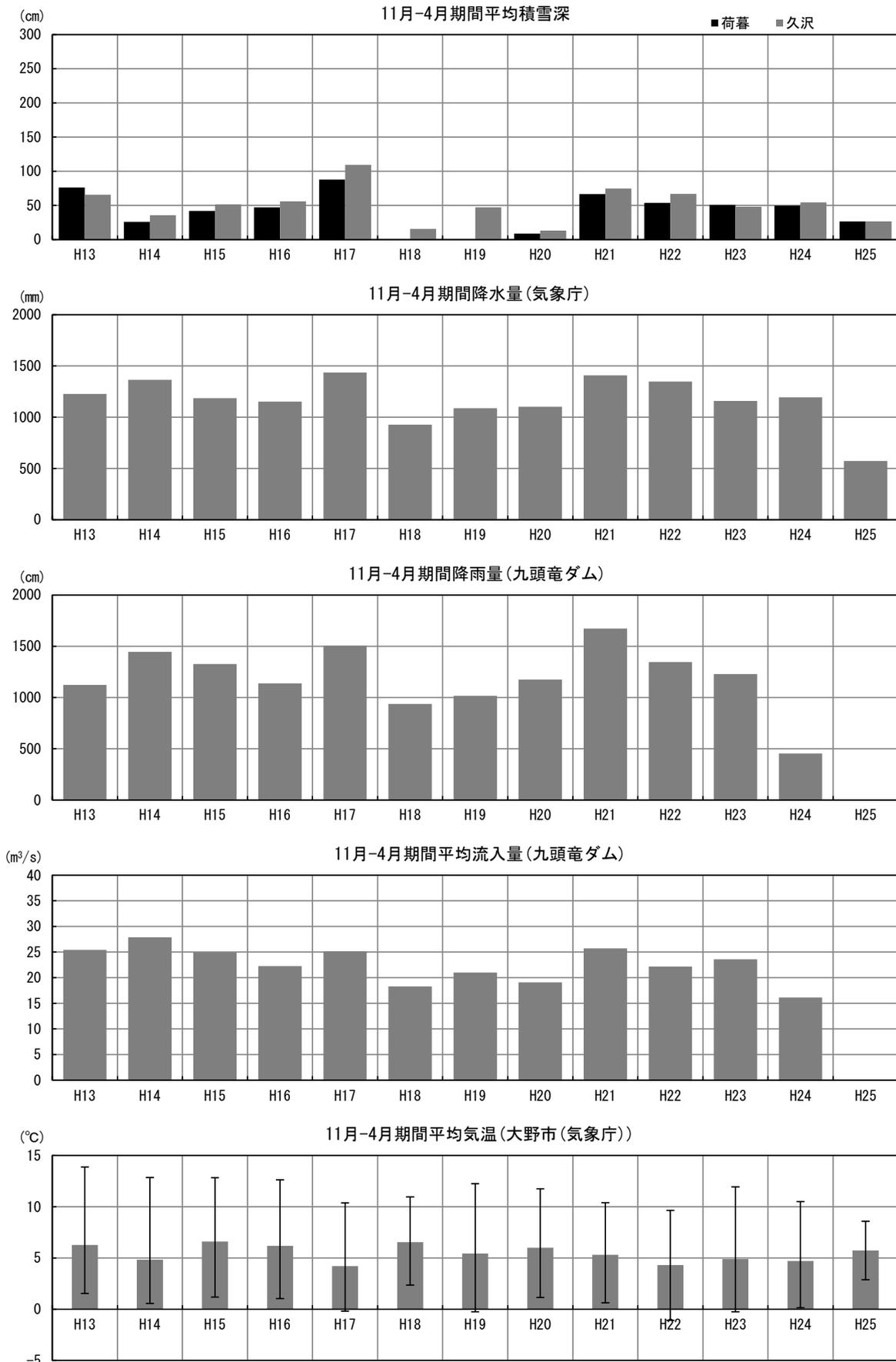


図 3.4- 11月-4月の経年変化 (九頭竜ダム)

気温の変化による融雪出水の時期などを確認するため、平均気温や積雪深の異なる4年(H17, H18, H20, H21)を選択した。さらに積雪・融雪の発生する期間の経月変化を検討するため、11月から翌年6月までを抜き出して整理した。図3.4-に整理した結果を示す。

- H17では12月から気温が1月並に低く、この月から積雪深が大きかった。H20では積雪深が観測されなかった。これは、例年最も積雪深の大きくなる1月の平均気温が高かったためと考えられ、H17と比較すると2.6℃程度も高かった。
- H17のダム流入量は4月にピークを記録した。そこからH21, H18, H20と平均気温が上昇するに連れて流入量もピークを記録する時期が早くなり、H18では3月にピークを記録した。
- 今後、温暖化により気温上昇し続けた場合、融雪出水の次期が早くなることが想定される。

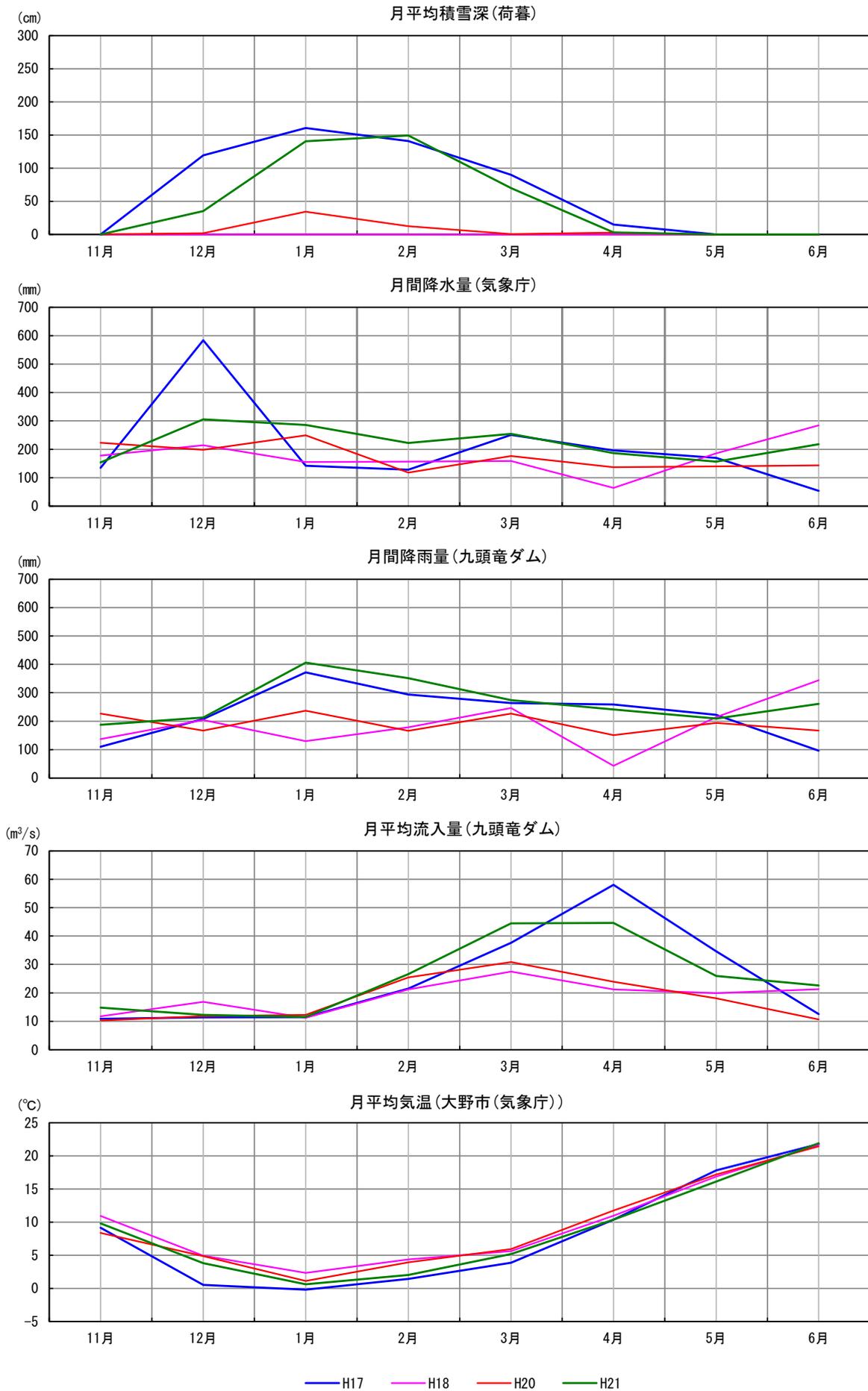


図 3.4- 経月変化(九頭竜ダム)

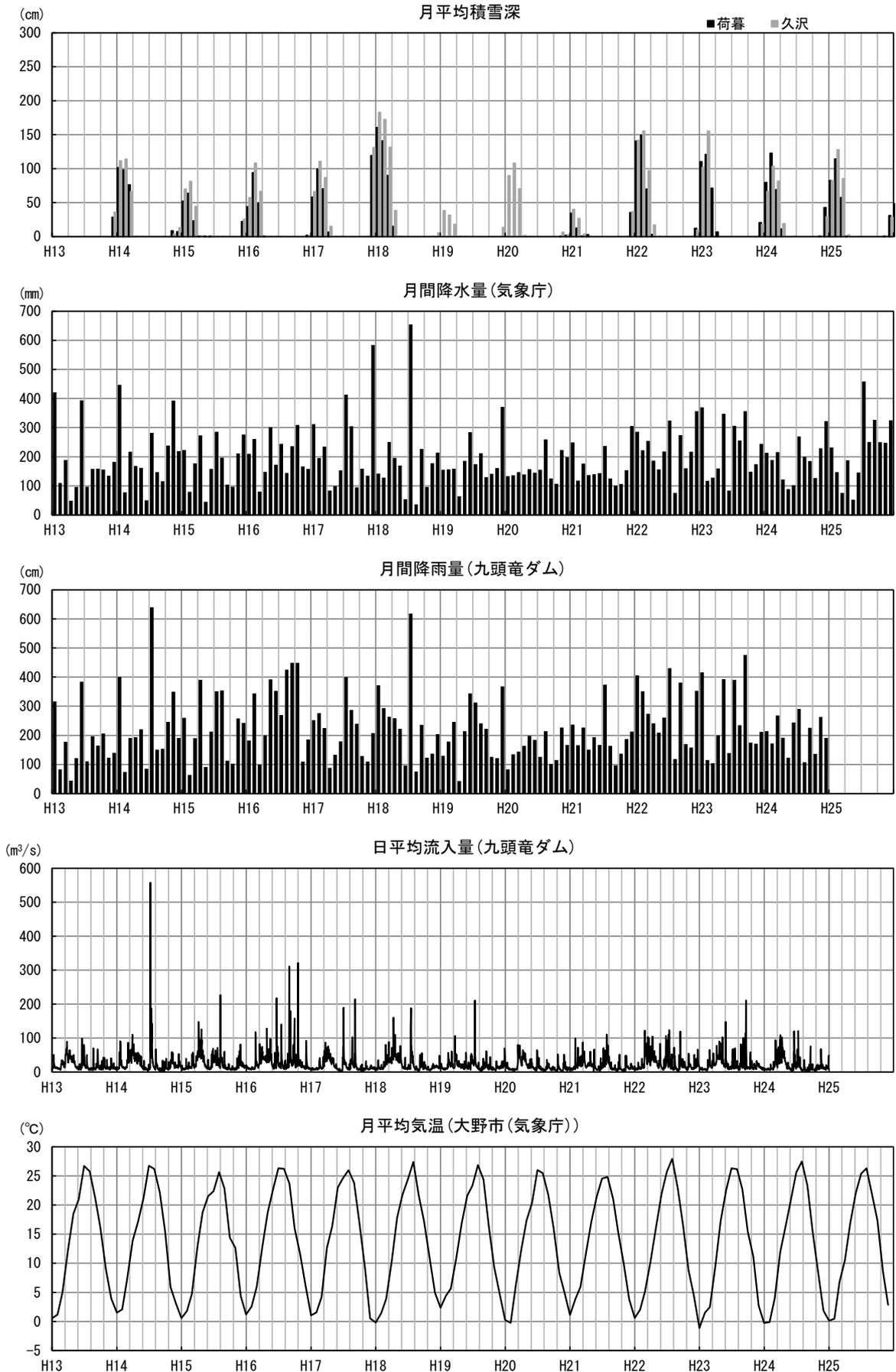


図 3.4- 時系列変化 (九頭竜ダム)

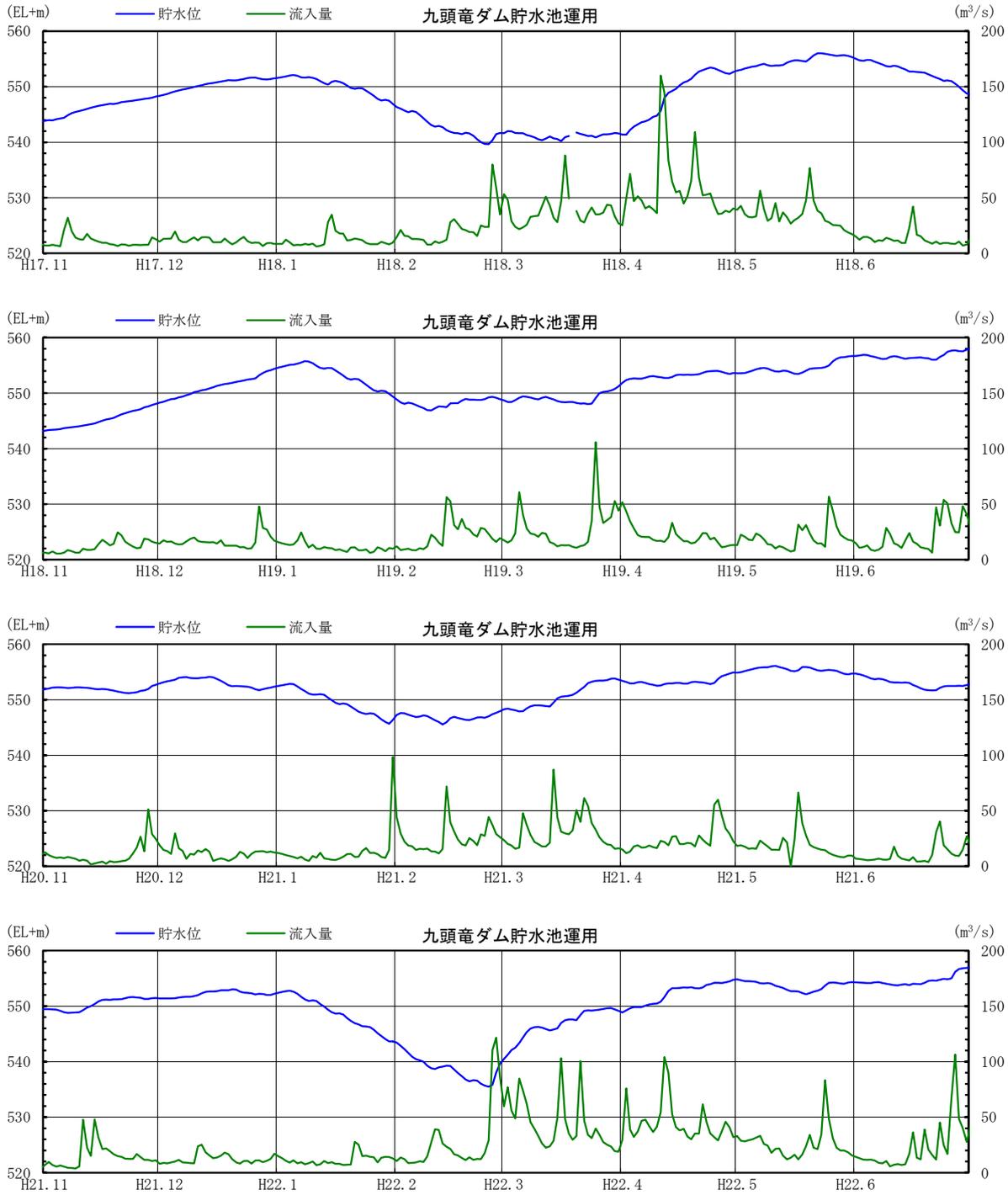


図 3.4- 貯水池運用 (九頭竜ダム)

### 3.5 まとめ

長野発電所は、最大使用水量が 226m<sup>3</sup>/s、最大出力が 220,000kW であり、約 162,000MW/年(H20～H24 の平均)の発電を行っており、約 36,500 世帯の消費電力に相当する電力の供給に貢献している。また、発電などの放流が、下流河川の流況改善に貢献している。

<今後の方針>

今後も引き続き水力発電への補給を実施し、地球環境に優しいクリーンな電力供給を行っていく。

### 3.6 文献リスト

表 3.6- 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	発行年月日	箇所
3-1	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
3-2	九頭竜川ダム統合管理事務所資料	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	—	九頭竜川水系利水の概要
3-3	県営かんがい排水事業真名川地区の概要	福井県	—	かんがい区域
3-4	水利権調書	国土交通省近畿地方整備局	平成 25 年 3 月	不特定用水
3-5	パンフレット 九頭竜川の流水管理	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 21 年 4 月	不特定用水
3-6	真名川ダム管理年報	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	昭和 54 年 ～平成 24 年	貯水位、発電取水量及び補給実績
3-7	平成 24 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業 報告書概要	資源エネルギー庁 省エネルギー対策課	平成 24 年	家庭における年間消費電力
3-8	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	—	計画発電量
3-9	電中研ニュース No. 338	電力中央研究所	平成 13 年	発電効果