

## 2.4 事業実施による環境の変化

### 2.4.1 事業実施による生物の生息・生育状況の変化

#### (1) 調査の実施状況

鳴鹿大堰周辺における生物調査は、河川水辺の国勢調査〔河川版〕の他、平成元年度から、鳴鹿大堰建設事業および暫定運用に伴う環境への影響を把握するとともに、鳴鹿大堰運用の適正管理に資することを主な目的として平成16年度までモニタリング調査を実施してきた。平成17年度以降は引き続き河川水辺の国勢調査〔河川版〕の他、フォローアップ調査として、底生動物調査、付着藻類調査、魚類(魚道)調査等を実施している。

表2.4.1 鳴鹿大堰周辺における生物調査実施状況

項目	平成																			
	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
鳴鹿大堰建設	築堤・護岸・導水路工等				堰本体工事等				本体概成				暫定運用開始				本格運用開始			
魚道工事(右岸)																				
魚道工事(左岸)																				
水生生物	魚類	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲
	底生動物	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■	■	■
	プランクトン			▲	▲															
	付着藻類	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■	■	■
陸域生物	植物		▲	▲	▲	▲	●				▲	●	▲			▲	●			
	鳥類		▲	▲		●					●					●	▲			
	両生類・爬虫類・哺乳類		▲	●				●					●			▲				
	陸上昆虫類等		▲	▲	●				●					●		▲				
魚道調査		▲	▲								▲	▲	▲	▲	▲	▲	■	■	■	

凡例) ●: 河川水辺の国勢調査、▲: モニタリング調査、■: フォローアップ調査

#### (2) 生物の生息・生育状況の検証

上記の調査結果を踏まえ、堰の存在・供用に伴い影響を受けると考えられる場所別(本川上流、湛水域、本川下流)及び連続性の視点から、事業実施による生物の生息・生育状況の変化状況の変化を把握し、堰による影響の検証を行った。

生物の生息・生育状況の変化の検証の視点、対象範囲を表2.4.2及び図2.4.1に示す。

表2.4.2 鳴鹿大堰における検証の視点、対象範囲

視点		検証の対象範囲
場所別	本川上流	湛水域上流端より上流の九頭竜川(浄法寺橋付近まで)
	湛水域	堰による湛水域内及びその周辺(鳴鹿大堰堰堤から堰湛水域上流端(約 31.1km 地点付近)まで)
	本川下流	堰より下流の九頭竜川(日野川合流点付近まで)
連続性		本川上流～湛水域～本川下流

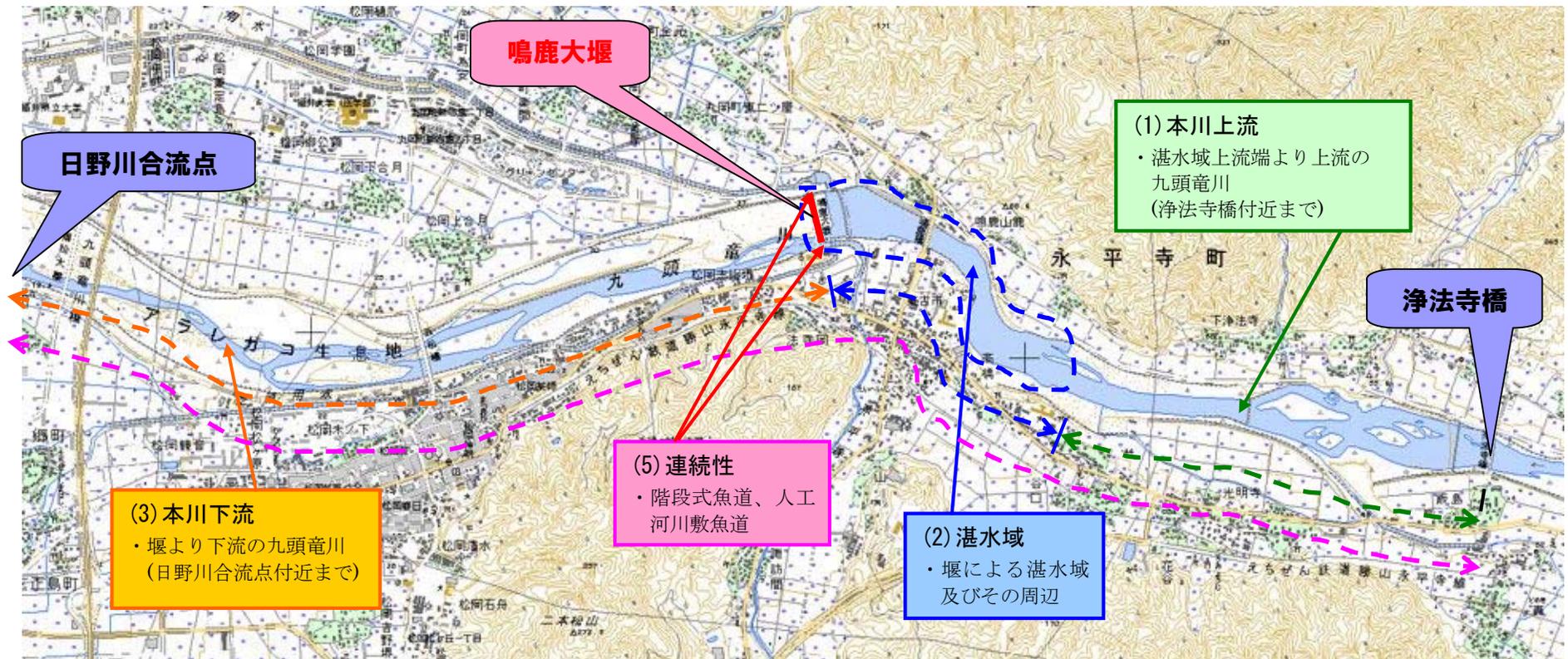


図2.4.1 鳴鹿大堰における生物の生息・生育状況の変化の検証の対象範囲

## 1) 本川上流における変化の検証

### ①結果の概要

本川上流における調査により確認した魚類の確認種数を図 2.4.2 に示す。

堰暫定運用後、サケ、サクラマスなどの通し回遊魚など魚類の確認種数が増加した。

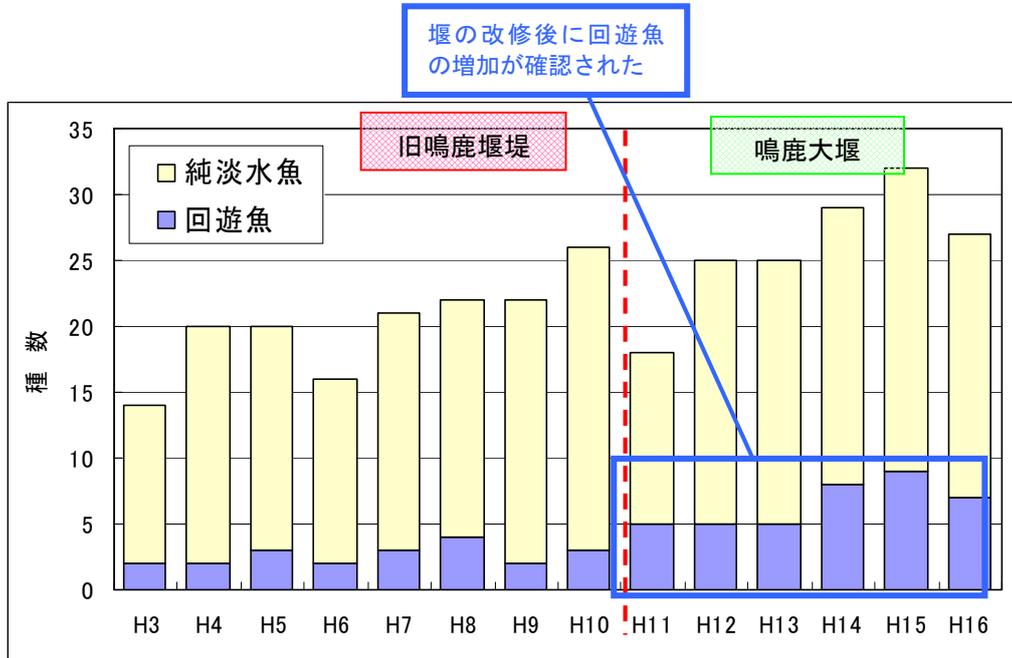


図 2.4.2 本川上流において確認した魚類の確認状況

また、本川上流の調査では、外来種として、タイリクバラタナゴ、ブルーギル、オオクチバス、の 3 種を確認している。本川上流における特定外来生物の確認状況を表 2.4.3 に示す。

オオクチバス、ブルーギルについては、堰暫定運用後に初めて確認した。

表2.4.3 本川上流において確認した魚類の外来種の確認状況

種名	調査名	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18
オオクチバス	魚類調査(捕獲)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×
ブルーギル	魚類調査(捕獲)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		

※1 空欄は、調査を実施していない年度を表す。

### ②検証結果

堰暫定運用後にサケ、サクラマスなどの回遊魚が継続して確認されており、魚道改築の効果による可能性がある。また、オオクチバス、ブルーギルについては、堰の改修で水深が増大し、緩流域を好む外来種が生息するようになった可能性も考えられるが、本川下流においては堰の改修以前から確認しており、人による持ち込みの可能性も否定できないため、どちらの影響かは不明である。今後、増加傾向がみられるかどうか注意して確認していく必要がある。

## 2) 湛水域における変化の検証

### ①結果の概要

#### a)魚類の生息状況

湛水域における調査により確認した魚類の確認種数を図 2.4.3 に示す。

堰暫定運用後、サケ、カマキリ(アラレガコ)などの通し回遊魚など魚類の確認種数が増加した。

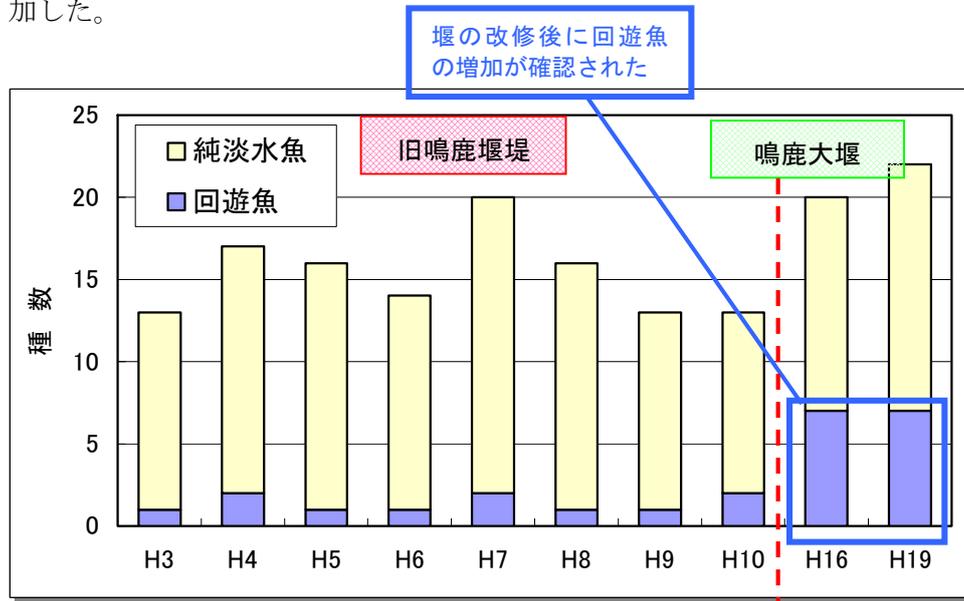


図 2.4.3 本川上流において確認した魚類の確認状況

また、本川上流の調査では、外来種として、ブルーギル、オオクチバスを確認している。

オオクチバス、ブルーギルについては、堰暫定運用後に初めて確認した。

表2.4.4 本川上流において確認した魚類の外来種の確認状況

種名	調査名	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19
オオクチバス	魚類調査(捕獲)	×	×	×	×	×	×	×	×									○
	魚類調査(目視)											×	×	○	×			
ブルーギル	魚類調査(捕獲)	×	×	×	×	×	×	×	×						×			○
	魚類調査(目視)											×	×	×	×			

※1 空欄は、調査を実施していない年度を表す。

※2 目視調査は、湛水域内の潜水により確認にした結果は、調査を実施していない年度を表す。

#### b)底生動物、付着藻類の生息・生育状況

堰暫定運用前と堰暫定運用後を比較すると、平成 16 年(2004 年)度の春季調査において、ミミズ綱の種を多く確認した他、その後の調査においてもミミズ綱の確認種数の割合が多くなっており、全体的にみると、堰暫定運用後は個体数の変動が大きく、また、個体数の組成が暫定運用前とは異なっている。こちらも、堰の改修により湛水域の水深が増大したことで、流水域を好む種が減少し、緩流域を好む種が増加したためと考えられる。

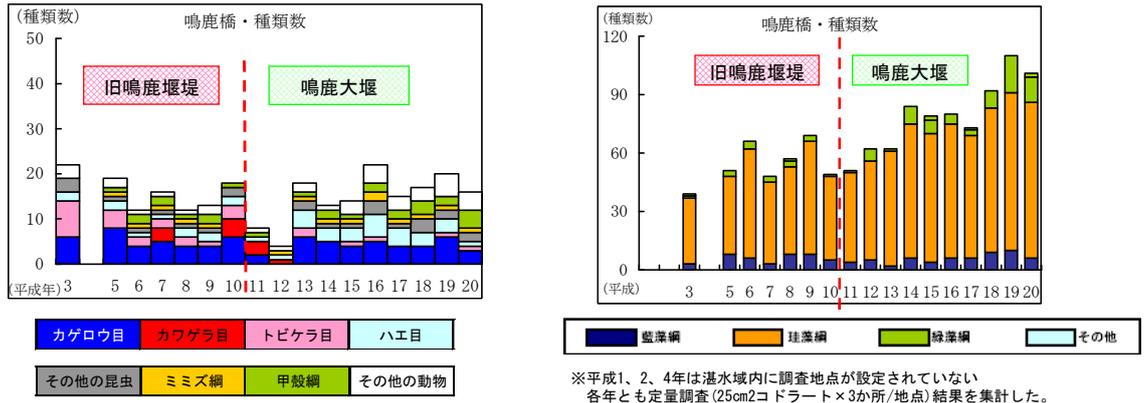
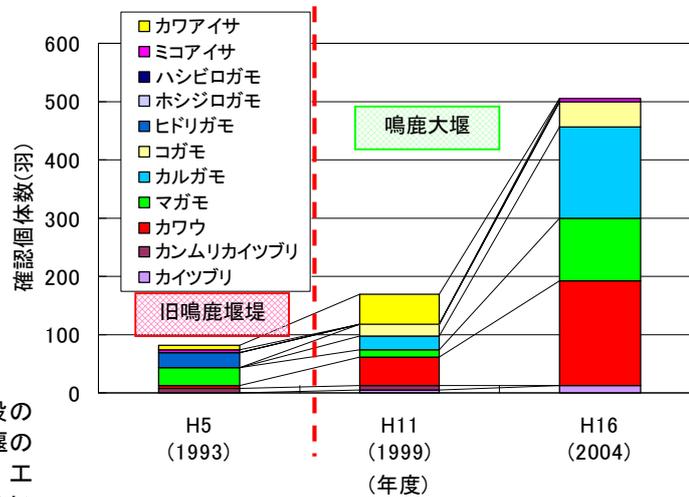


図2.4.4 湛水域における底生動物と付着藻類の確認種数(秋季調査)

### C)鳥類の生息状況

堰によって形成されている湛水域をどのような鳥類が利用しているかを把握するため、湛水域の水面を利用すると考えられるカイツブリ、カワウ、カモ類についての確認状況を整理した。

堰の上下流を対象に調査を実施した平成5年(1993年)度～平成16年(2004年)度の調査(九九福4)において越冬期に水面で確認されたカイツブリ類、カワウ、カモ類の個体数をとりまとめた。その結果、これらの水鳥は増加する傾向にあり、平成16年(2004年)度には、カワウや水面で採餌するマガモ、カルガモなどのカモ類を多数確認した。



※平成5年は取水施設の改築、平成11年は旧堰の撤去が行われており、工事の影響で確認が少ない可能性も考えられる。

図2.4.5 湛水域で確認した水鳥



## ②検証結果

### a)魚類の生息状況

魚種組成からみると、魚道の改修により、新たに回遊魚を確認した。

### b)底生動物・付着藻類の生息・生育状況

堰の改修により湛水域の水深が増大したことで、流水域を好む種が減少し、緩流域を好む種が増加したためと考えられる。

### c)鳥類の生息状況

平成 5 年、11 年の調査時には堰の改築工事の影響により確認数が少なかったものが、管理開始の H16 に戻ってきた可能性が考えられる。

なお、平成 16 年(2004 年)度に多数確認されたカワウは、全国の河川水辺の国勢調査の結果でも増加傾向にあり、戦後の狩猟禁止などによるカワウの個体数の増加が指摘されていることから、この全国的な確認数増加の影響の可能性も考えられる。

### 3) 本川下流における変化の検証

#### ①結果の概要

本川下流における調査により確認した植生の経年変化を図 2.4.4 に示す。

鳴鹿大堰本体工事前は、中州や河原は自然裸地、在来種草地(背が高い群落、背が低い群落)、河畔林が多くを占めていたが、本体工事中は、鳴鹿大堰直下流は造成地、人工裸地が多くなり、堰の運用開始後は、堰直下流では砂州の発達にあわせて在来種草地在、九頭竜川橋～五松橋付近では自然裸地が減少し、在来種草地(ツルヨシ等)が増加した。

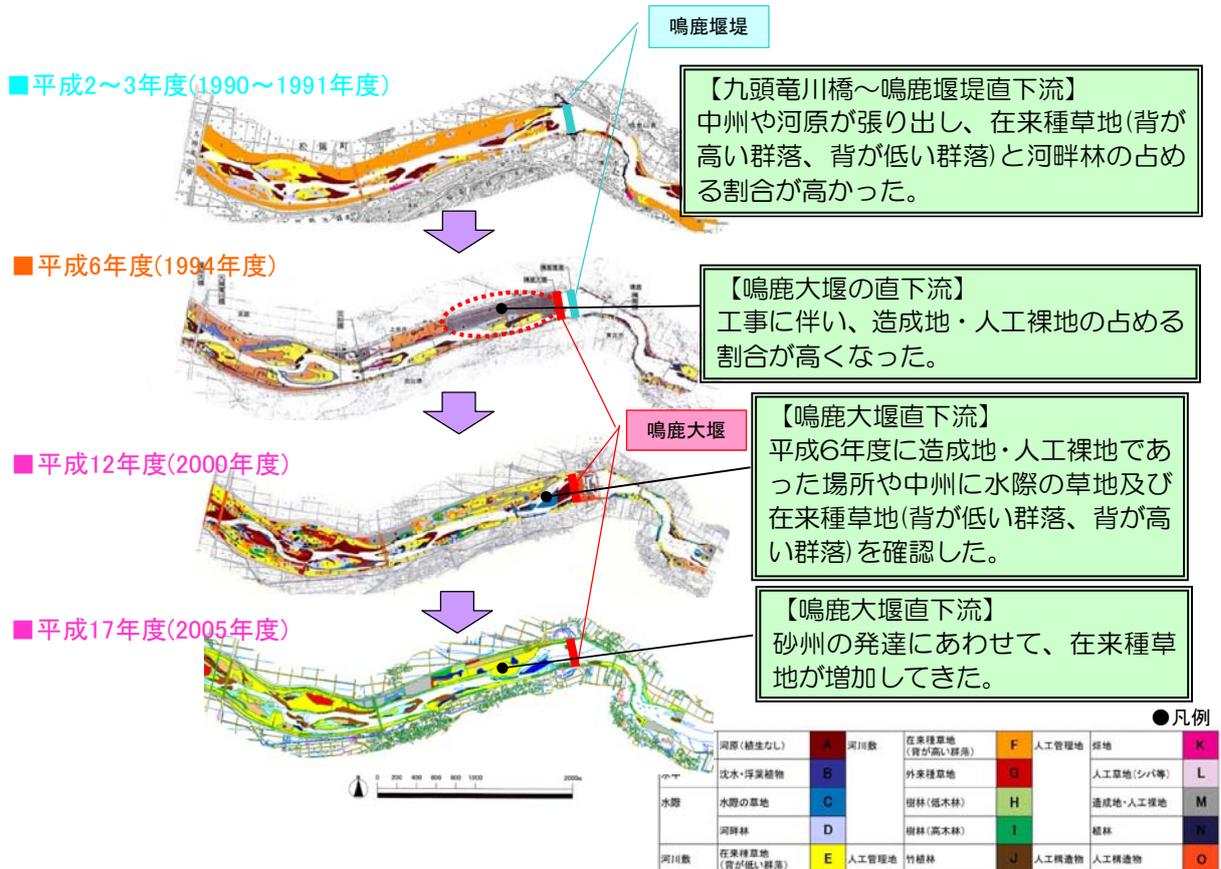


図 2.4.4 本川下流における植生の変遷

#### ②検証結果

今後は、中州が乾燥化して陸地化する可能性も考えられることから、その変化について定期的に確認していく。

#### 4) 連続性の観点からみた変化の検証

##### ①魚道の概要

旧鳴鹿堰堤の魚道(左岸のみ設置)は、勾配が大きく流速が速いため、遊泳力の弱い魚にとって遡上が困難となっていた。鳴鹿大堰では左右岸それぞれに、階段式、人工河川式魚道と呼び水水路を設け、様々な魚種が利用可能となるようにしているほか、渇水時に呼び水水路の水量が少なくなった時のために堰柱の中にデニール式魚道を設けている。新旧魚道の概要を図 2.4.6 に示す。



図 2.4.6 新旧魚道の概要

## ②結果の概要

### a) 個体数の状況

図 2.4.7 に鳴鹿大堰左右岸魚道（階段式魚道・人工河川式魚道）で行った調査で確認した遡上個体数の推移を示した。左右岸魚道での調査は、アユの遡上期にあわせて行う目視調査、採捕調査及び両者を補足する補足調査の 3 種類を行っており、それぞれ調査頻度や調査時間が異なることから、ここでは、調査結果を調査時間で除し、年間の全調査で平均した、調査 1 時間あたりの遡上個体数を算出して比較を行った。なお、平成 2 年度、3 年度については、旧鳴鹿堰堤左岸の階段式魚道の遡上個体数である。

平成 2 年度、3 年度は、魚道を遡上する個体がほとんど確認されなかった。また、平成 14 年 6 月の大出水、平成 16 年度 5 月以降の過去に例をみない出水による濁水の影響によって、平成 13 年度をピークに減少していたが、平成 17 年度には若干の回復をみせ、平成 18 年度以降は大幅な遡上個体の増加を確認している。なお、目視調査では一日で数万匹以上確認されることもあり、図に示した遡上個体は多くが目視調査で確認したものとなっている。

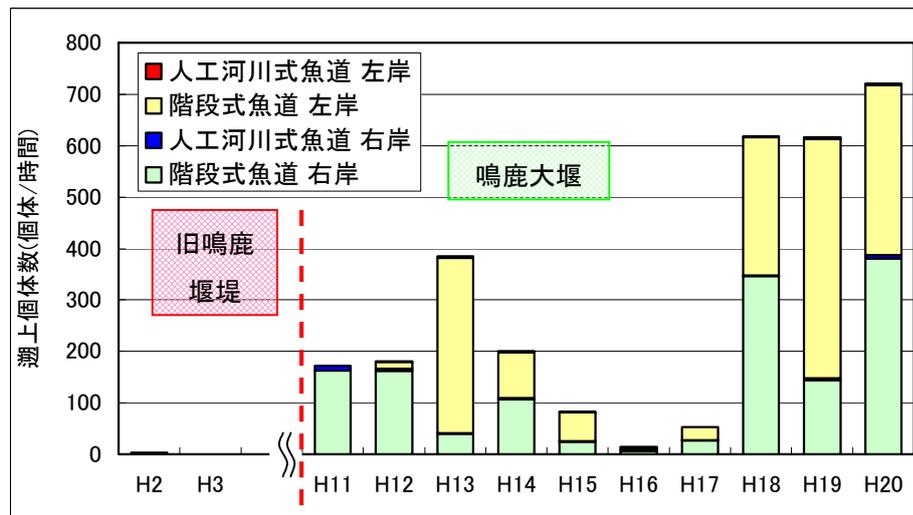


図2.4.7 平成11年度～20年度までの遡上個体数の変化

※目視調査、採捕調査及び補足調査の調査結果をとりまとめた結果である。

※なるべく同じ条件で比較できるように、調査結果を調査時間で除し、単位時間あたりの遡上個体数として整理した。

※平成 2 年度、3 年度については、旧鳴鹿堰堤左岸の階段式魚道の遡上個体数である。

## b) アユの遡上状況

旧鳴鹿堰堤の魚道では、アユの遡上はわずかししか確認していなかったが、鳴鹿大堰運用開始後は春季～夏季にかけて多くの遡上を確認した。また、魚道別にみると、階段式の魚道においてより多くの遡上を確認した。

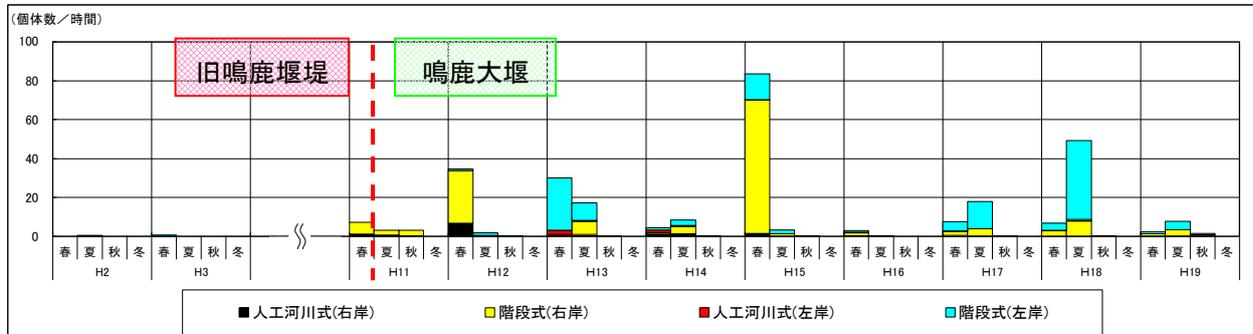


図2.4.8 平成11年度～20年度までの遡上個体数およびアユ放流量

## c) カマキリ(アラレガコ)の遡上状況

平成11年度～20年度におけるカマキリ(アラレガコ)の遡上個体数を図2.4.10に示す。なお、平成元年度から平成10年度までについては、鳴鹿大堰の下流では平成元～3、5～7年度及び10年度に確認しているが、上流では確認していない。

カマキリ(アラレガコ)は平成11年3月の魚道稼働以来、平成16年度まで、人工河川式魚道及び階段式魚道(魚道上流部を含む)で確認しており、経年的に変動はあるものの継続して遡上している。また、平成16年度の魚類上下流調査で湛水域(鳴鹿橋上流)においてカマキリ(アラレガコ)を採捕しており、遊泳力の弱いカマキリ(アラレガコ)が新設魚道を通して湛水域まで通過することが明らかになった。

したがって、鳴鹿大堰上流の瀬の地点である浄法寺での確認はなかったが、漁業者からの聞き取りにより鳴鹿大堰の上流で確認したとの情報があることから、個体数はまだ少ないものの、カマキリ(アラレガコ)が魚道を遡上して堰上流の河川域に生息するようになり、分布を拡げていることが確認できている。

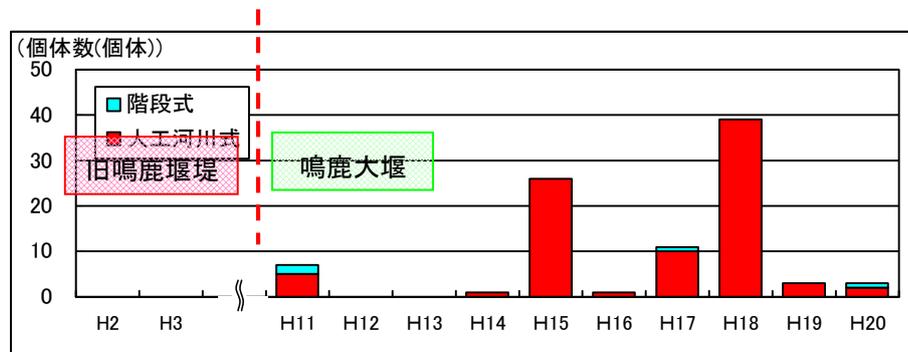


図2.4.10 カマキリ(アラレガコ)の遡上個体数

#### d) サクラマス等の遡上状況

大型の回遊魚であるサケ科のサケ、サクラマスについては、鳴鹿大堰の暫定運用以前には下流までの確認であったものが、運用開始後は主に階段式魚道を利用して遡上していることが確認されている。しかし、魚道を遡上する個体数は多くなく、今後、必要に応じてより魚道を遡上できるような方策の検討することが重要であると考えられた。特に魚道流量が多い年に遡上個体数が多くなる傾向がみられることから、遡上時期における魚道流量を増加することで遡上環境を改善できる可能性があると考えられる。

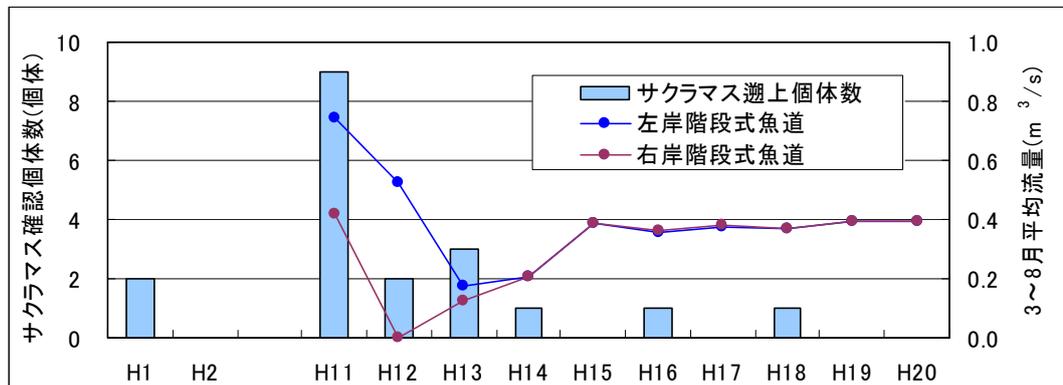


図2.4.11 サクラマス遡上個体数と魚道流量との関係

### ②検証結果

#### a) 個体数の状況

旧鳴鹿堰堤の左岸階段式魚道と比較すると、鳴鹿大堰の魚道はより多くの魚類の遡上に利用されている。

#### b) アユの遡上状況

運用開始後、特に階段式魚道で多くの遡上を確認し、堰の改修によって大幅にアユの遡上個体数が増加したことが確認された。

#### c) カマキリ(アラレガコ)の遡上状況

運用開始後に人工河川式魚道で確認しており、大堰の魚道を遡上していることが示唆された。また、漁業者からの聞き取りにより、個体数は少ないものの、堰上流の河川域でかく人され、堰の上流域に分布を拡げていることが確認できている。今後、これらの生息状況の確認に努める必要がある。

#### d) サクラマスの遡上状況

魚道の改修後、魚道の遡上を確認され、効果が認められたものの確認個体数が少なく、遡上環境改善のための魚道流量の増加等の改善が必要と考えられる。

## 2.4.2 堆砂の状況

平成16、18および20年の測量結果より算出された鳴鹿大堰の貯水容量および堆砂量をみると、平成16年から18年で14,979m<sup>3</sup>減少していたが、平成20年は23,916m<sup>3</sup>増加した。平成18～20年に堆砂量が増加したのは大きな出水が比較的少なかったことによると考えられる。

表 2.4.6 鳴鹿大堰の貯水容量および堆砂量

容量	利水容量(m <sup>3</sup> )	貯水容量(m <sup>3</sup> )	総貯水容量(m <sup>3</sup> )	堆砂量(m <sup>3</sup> )
計画	132,000.00	535,000.00	667,000.00	—
H16 測量結果による計算値	133,412.81	486,219.76	619,632.57	47,367.43
H18 測量結果による計算値	133,019.80	501,592.64	634,612.43	32,387.57
H20 測量結果による計算値	131,444.86	479,252.04	610,696.91	56,303.09
H20 と H18 の堆砂量の比較				23,915.52

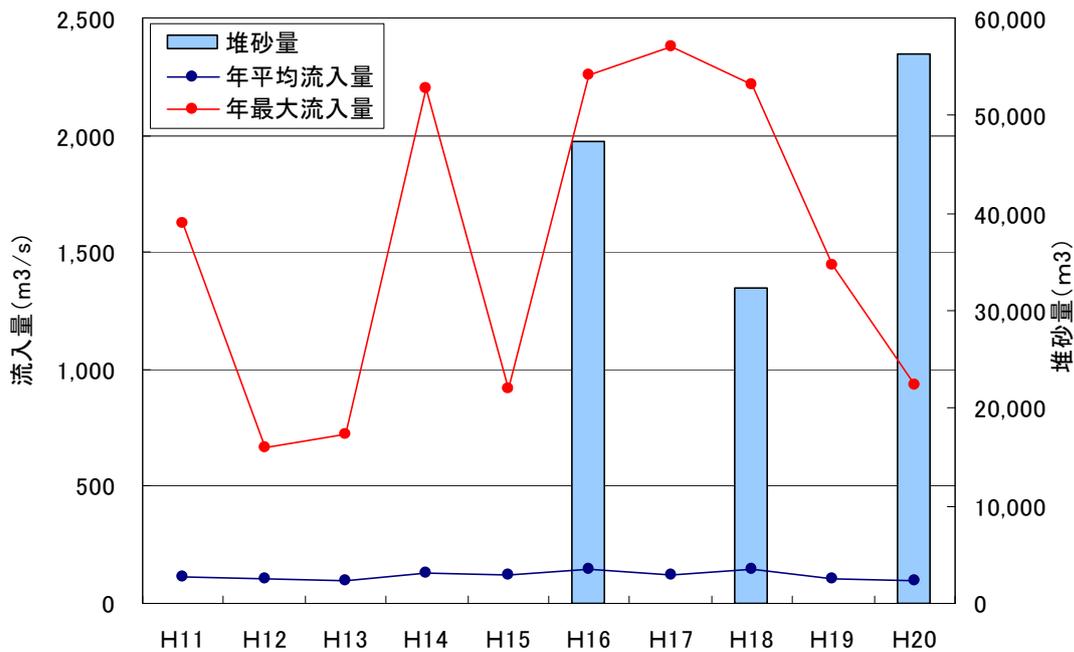
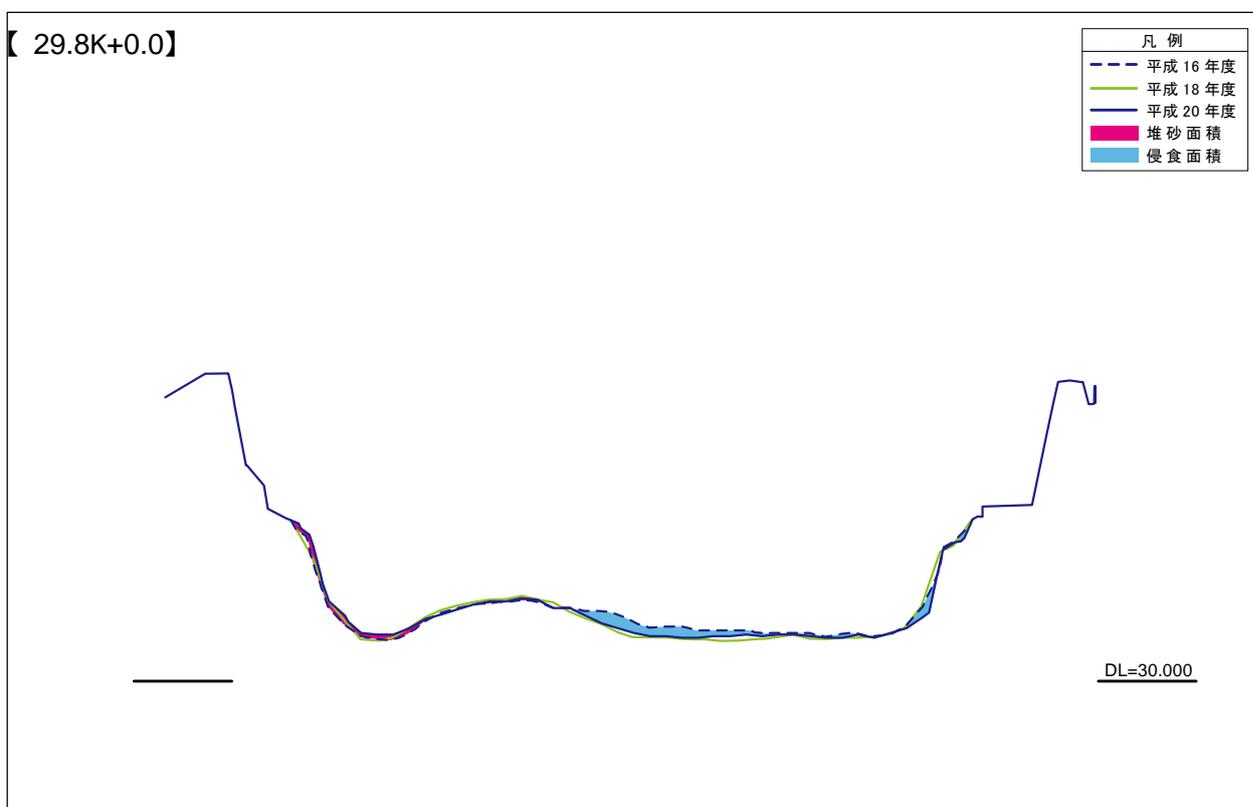
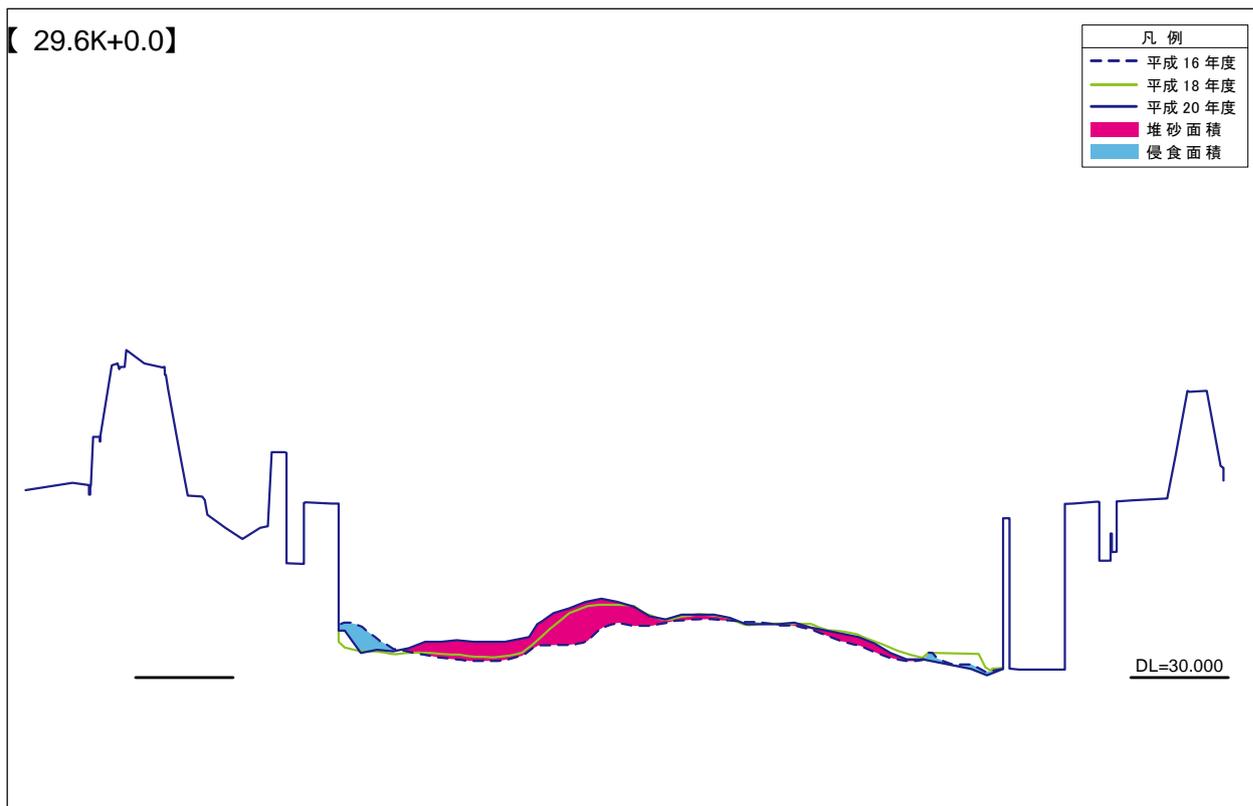


図 2.4.12 鳴鹿大堰流入量と堆砂量との比較

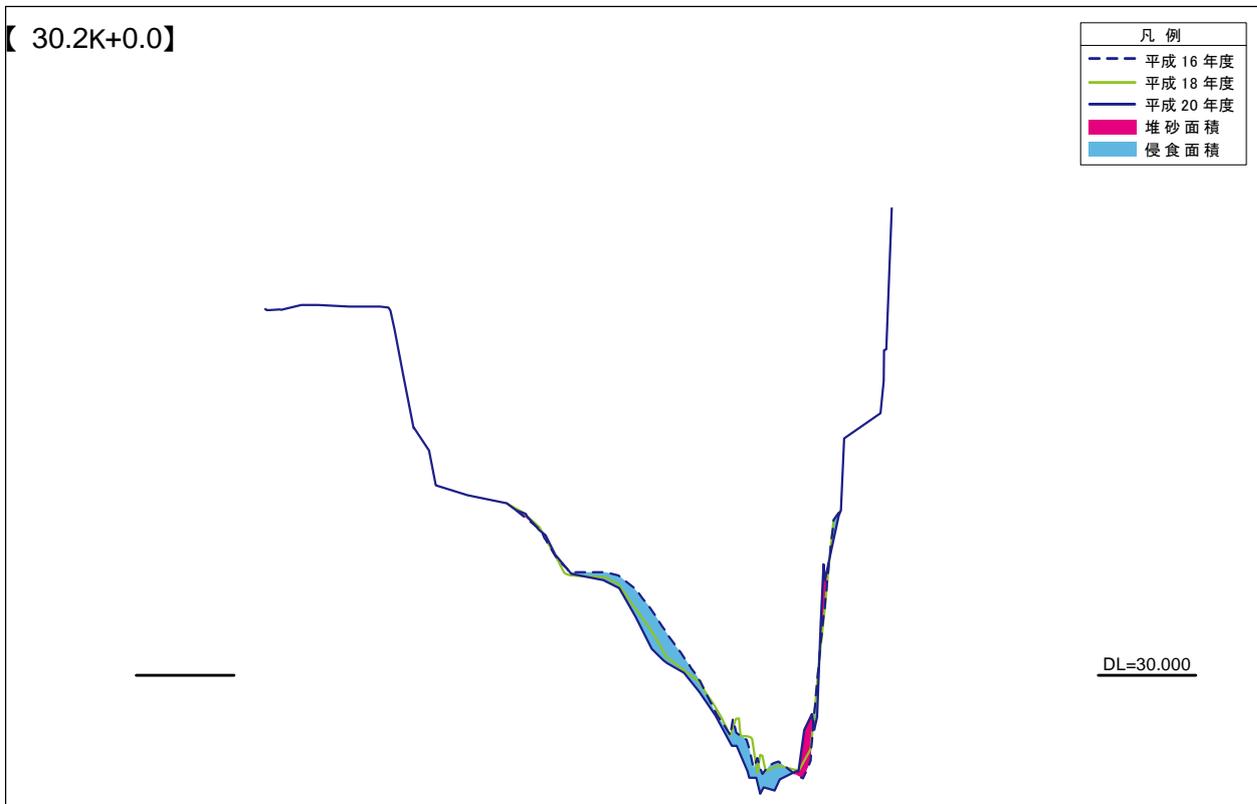
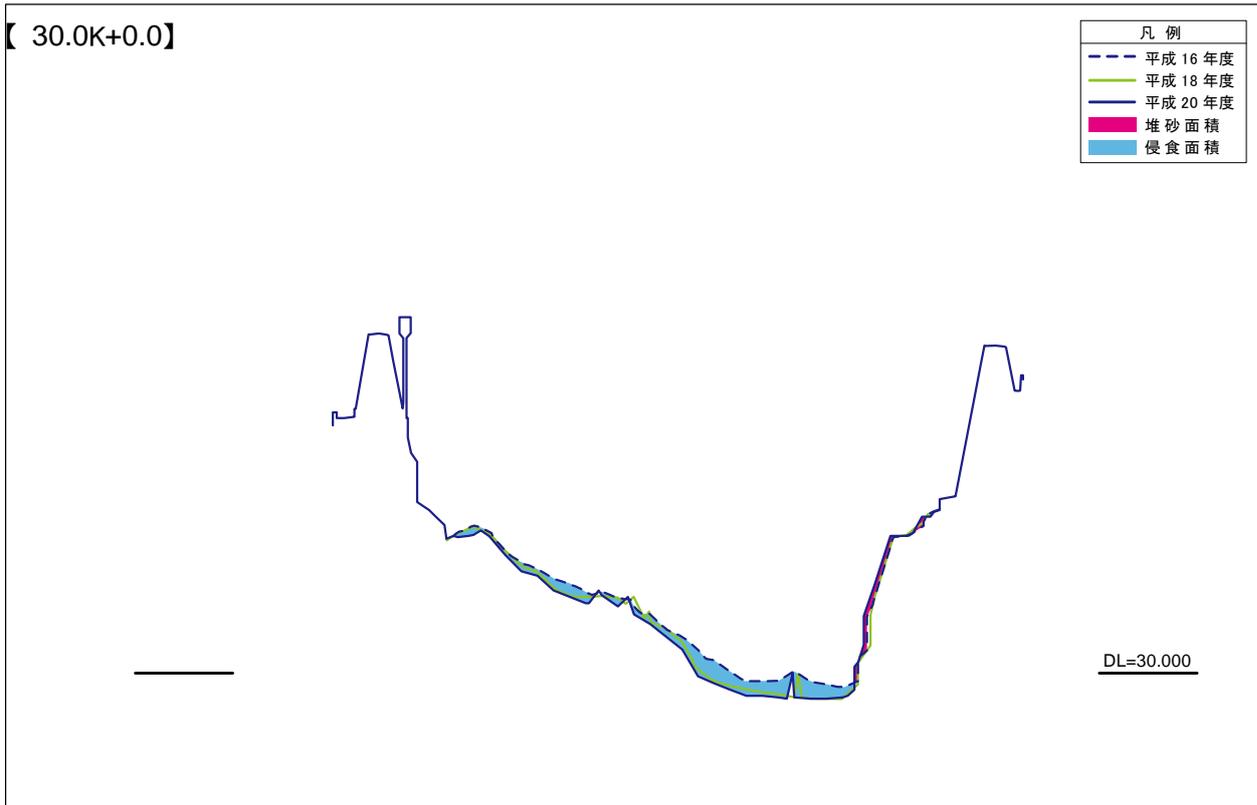
### (1) 堰上流の堆積状況

堰上流の29.6k～31.2kについて平成16年、18年および20年の断面を比較してみると、堰直上流(29.6k+0.0)では、平成16年より徐々に堆砂しているが、それより上流では侵食の傾向にある。



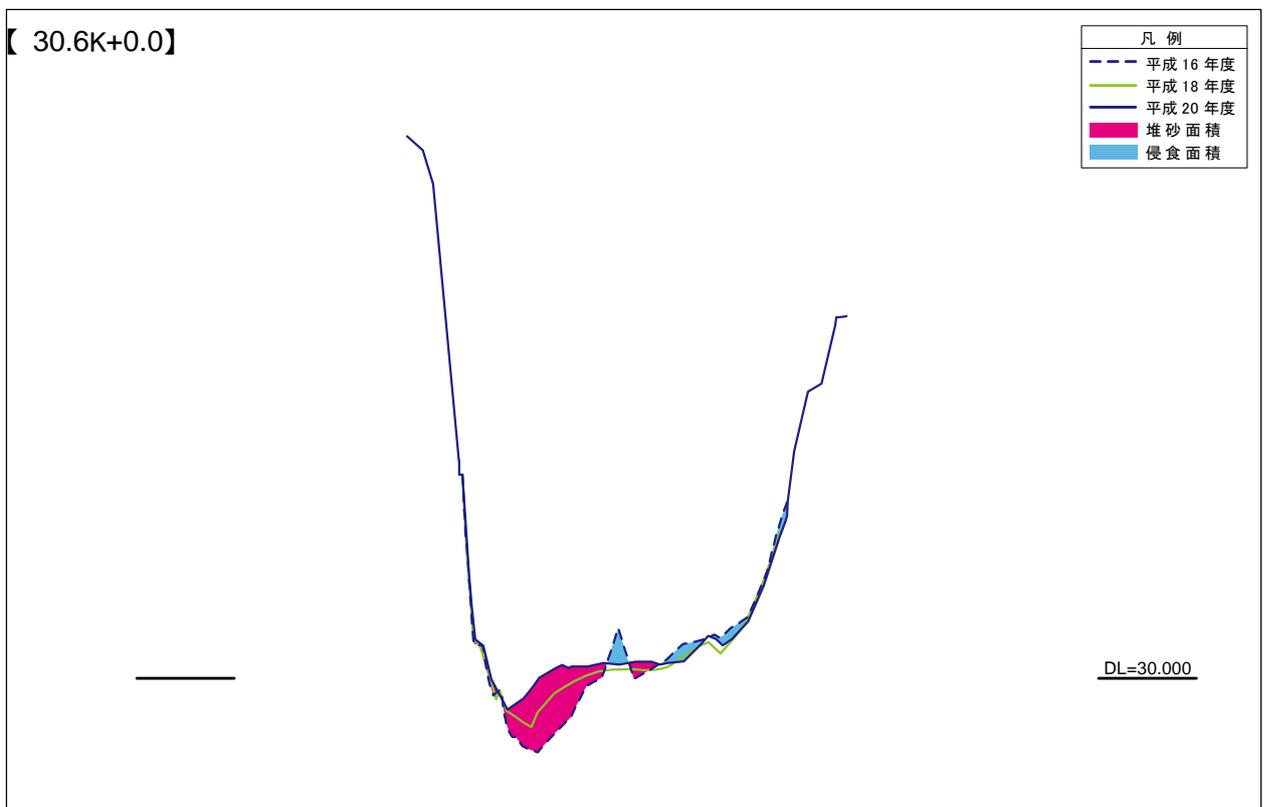
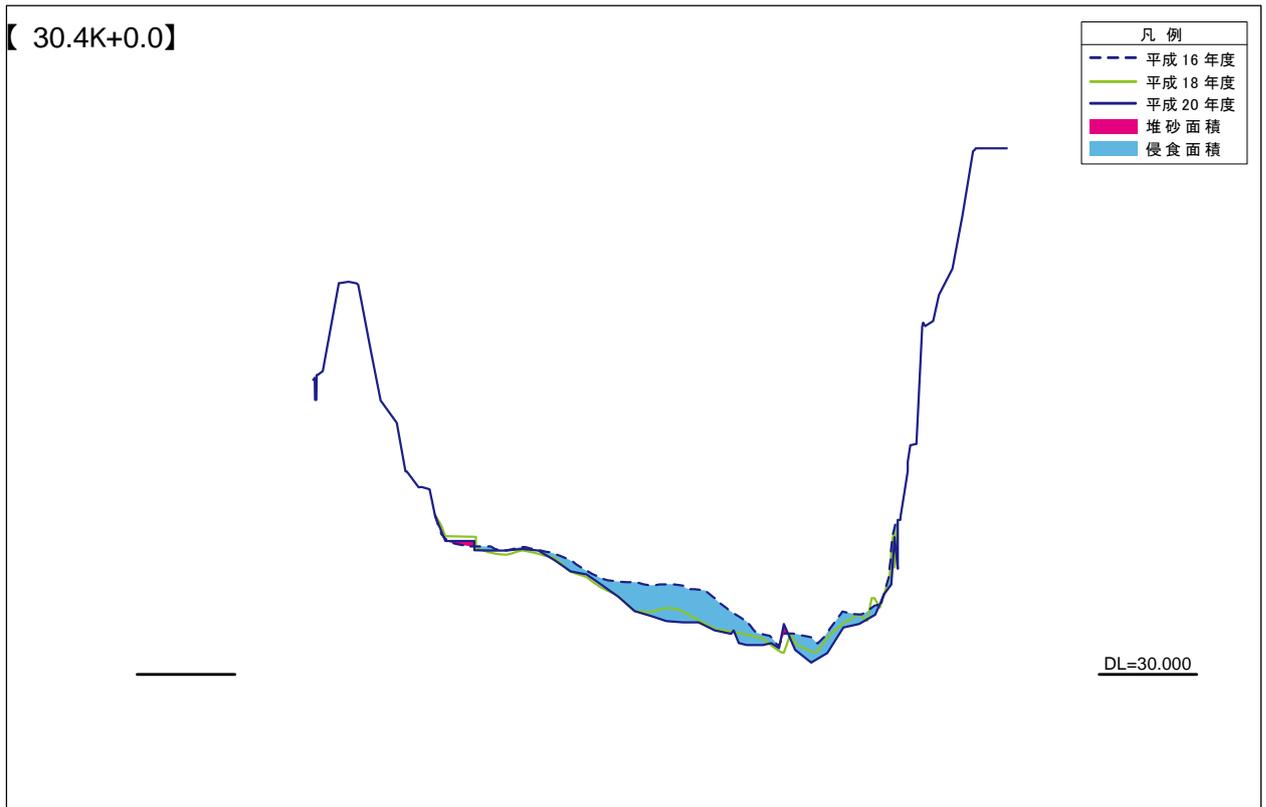
【出典：九頭竜川鳴鹿大堰湛水域縦横断測量業務報告書より作成】

図 2.4.13 (1) 平成 16 年、18 年および 20 年の断面比較図



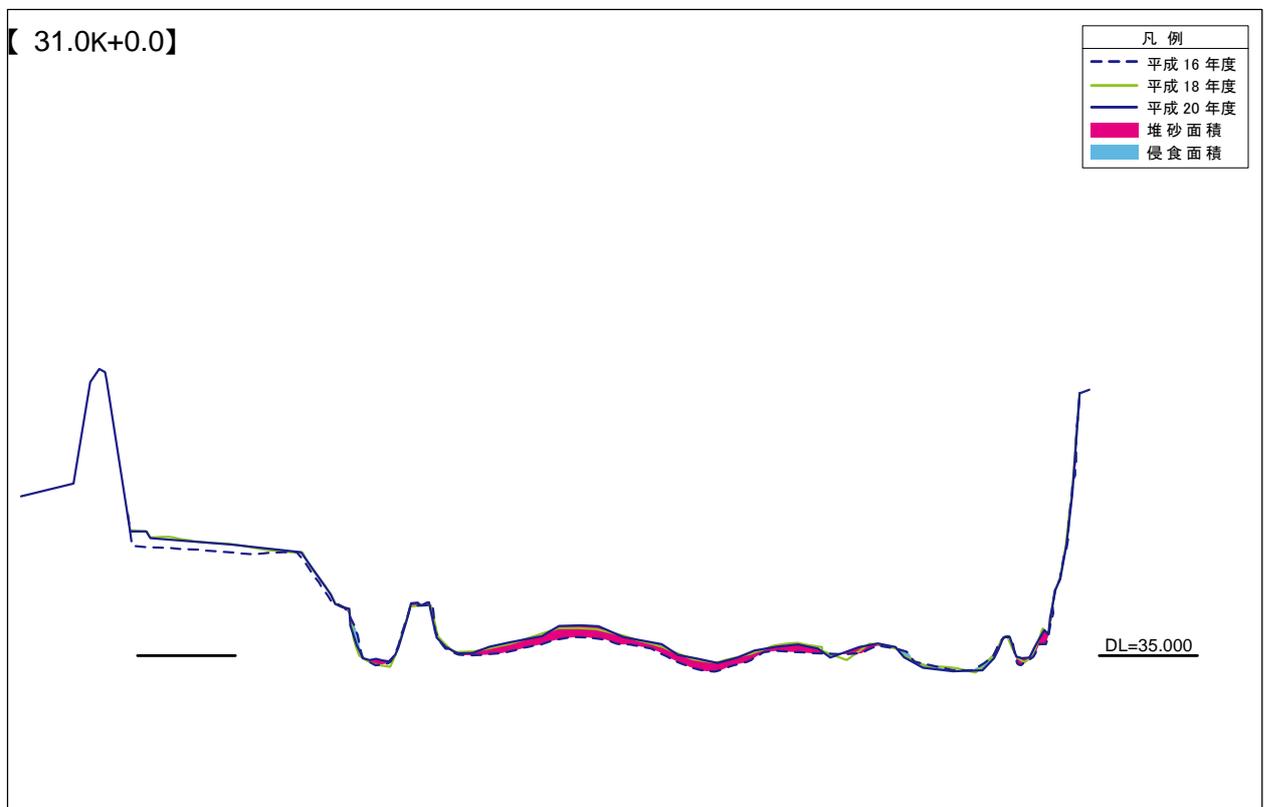
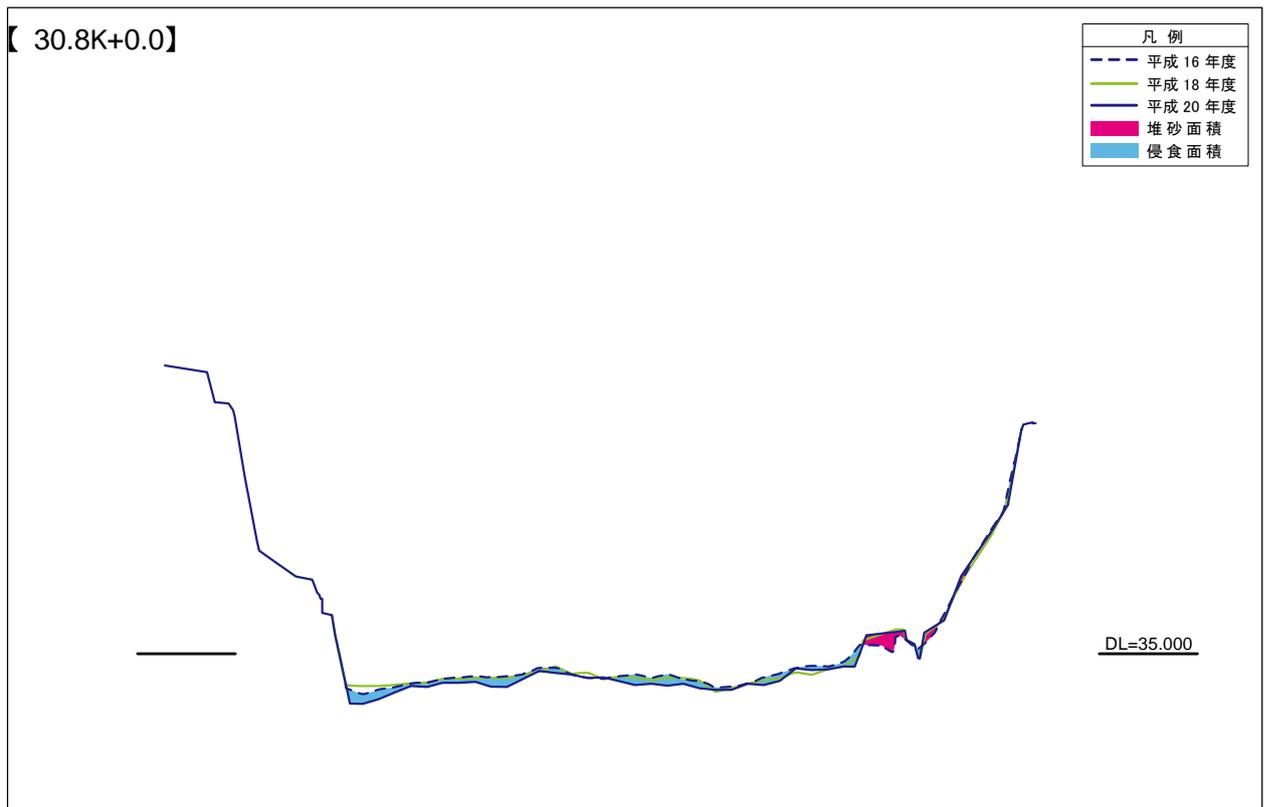
【出典：九頭竜川鳴鹿大堰湛水域縦横断測量業務報告書より作成】

図 2.4.13 (2) 平成 16 年、18 年および 20 年の断面比較図



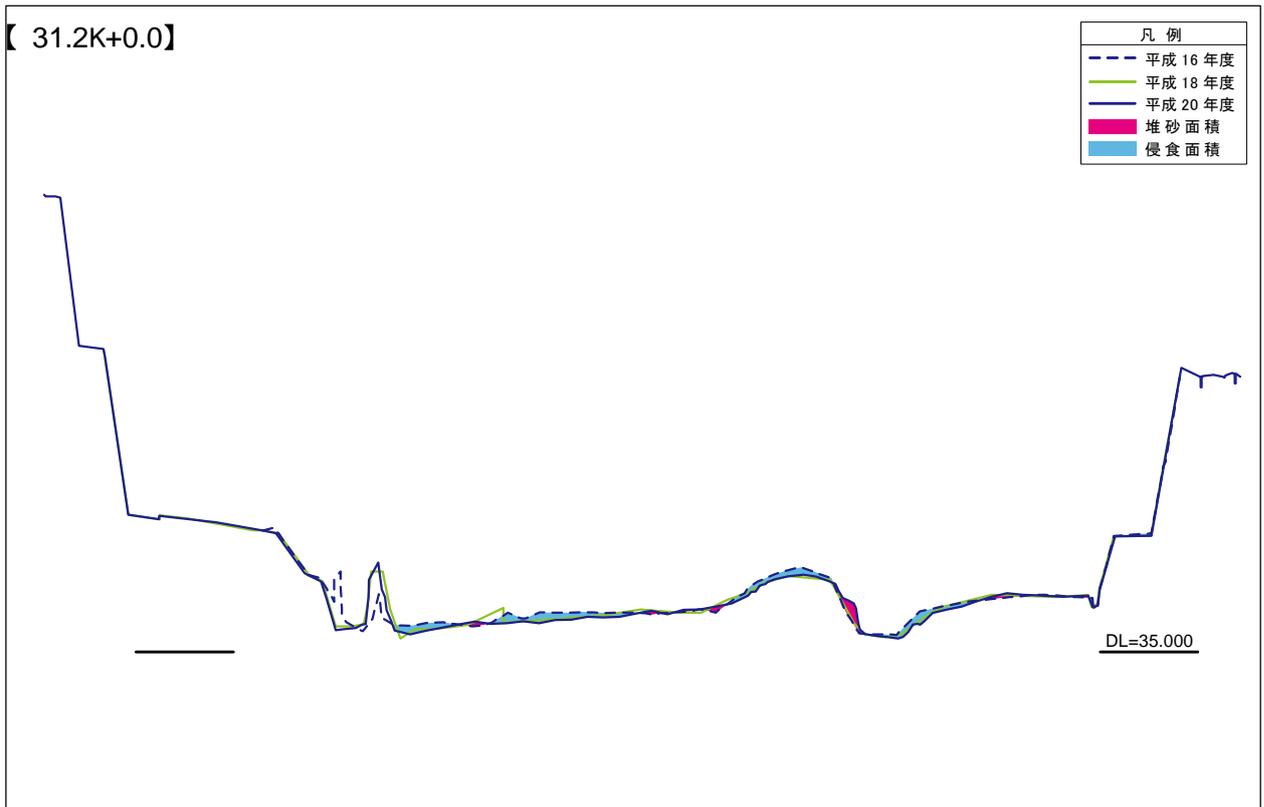
【出典：九頭竜川鳴鹿大堰湛水域縦横断測量業務報告書より作成】

図 2.4.13 (3) 平成 16 年、18 年および 20 年の断面比較図



【出典：九頭竜川鳴鹿大堰湛水域縦横断測量業務報告書より作成】

図 2.4.13 (4) 平成 16 年、18 年および 20 年の断面比較図



【出典：九頭竜川鳴鹿大堰湛水域縦横断面測量業務報告書より作成】

図 2.4.13 (5) 平成 16 年、18 年および 20 年の断面比較図

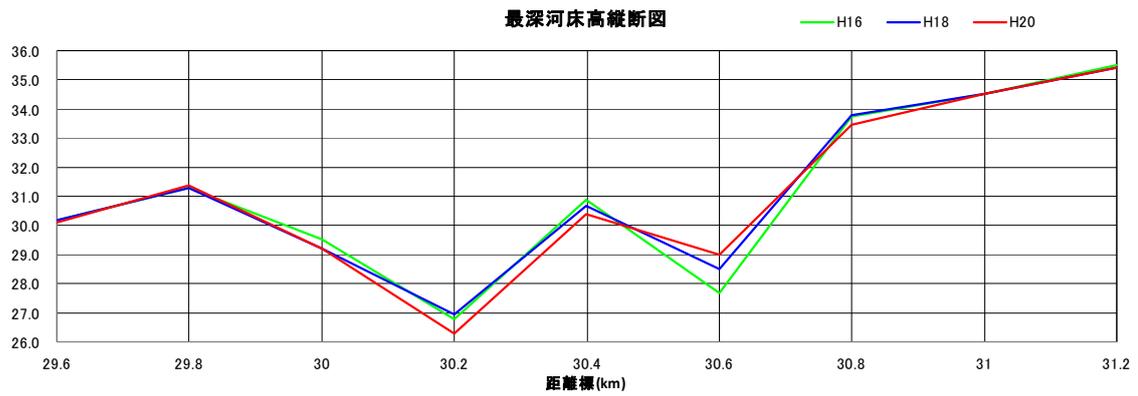


図 2.4.14 堰上流の最深河床高の比較

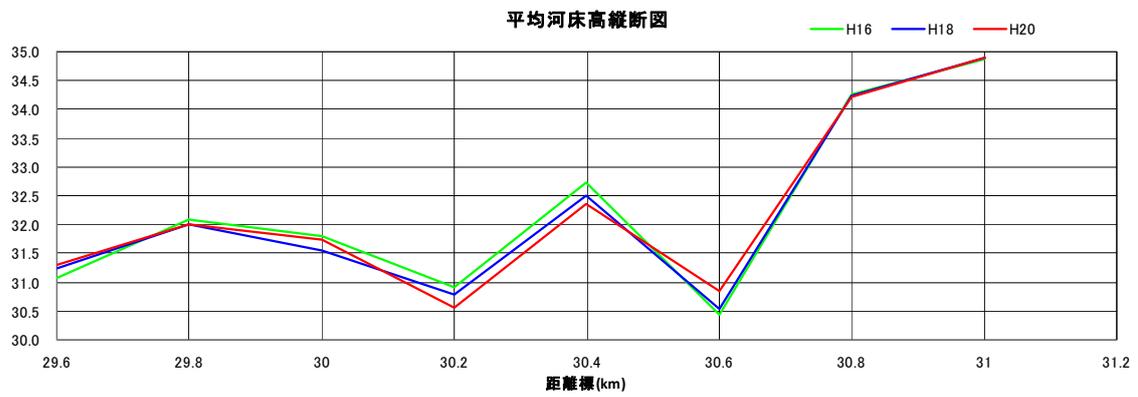


図 2.4.15 堰上流の平均河床高の比較

## (2) 堰下流の堆積状況

堰直下 (29.0k~29.4k) における堆積状況について、平成16年、18年および20年の横断測量結果を比較した。断面形状に大きな変化は見られないが、低水路では侵食の傾向がみられるとともに、堰直下の29.4kでは河道中央部に堆積の傾向がみられる。なお、平成20年に堆積傾向がみられる個所において、平成16年から平成18年には河床の低下がみられるが、これは平成18年1~3月に29.2k~29.4+40kの区間で砂利採取が行われたためである。

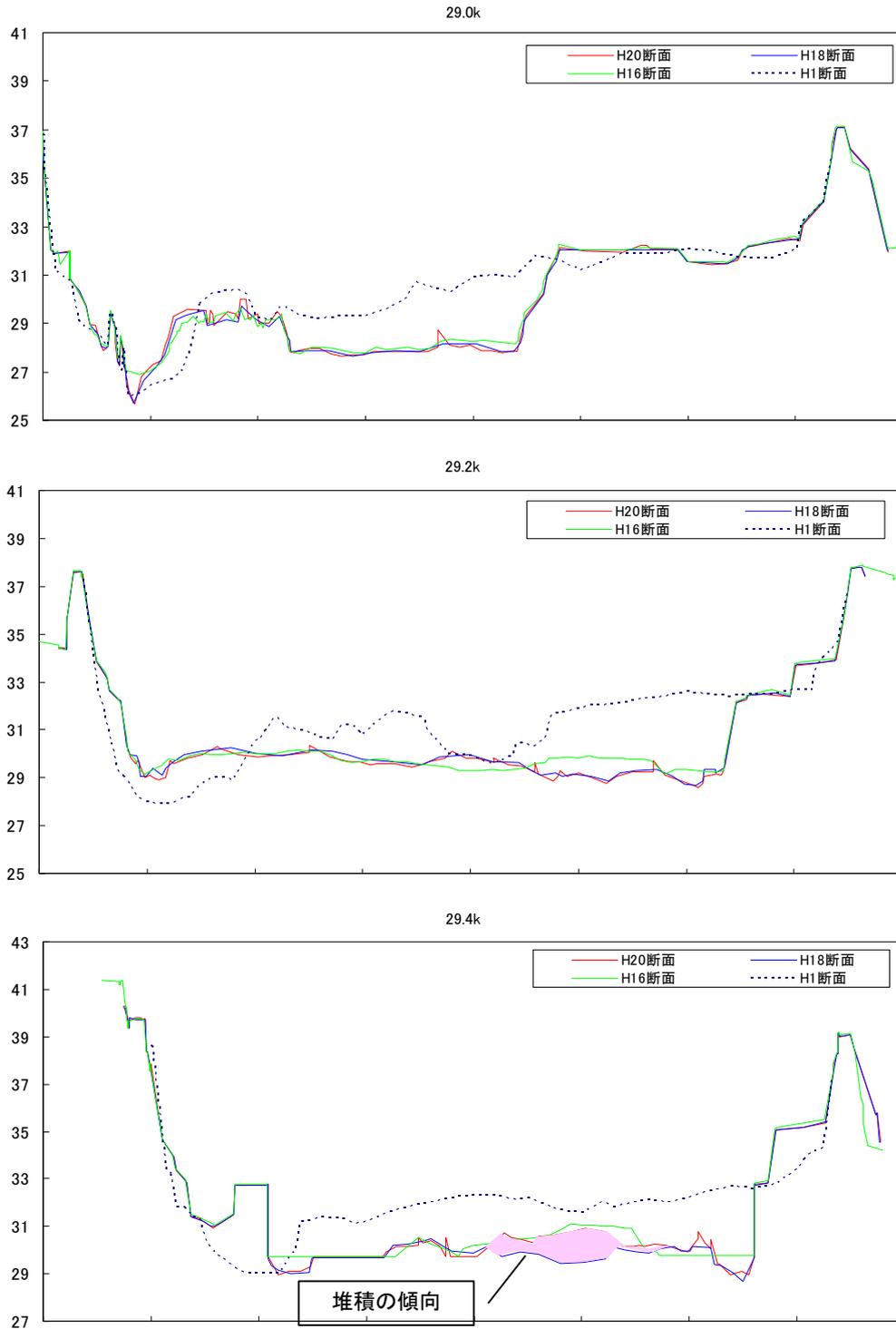


図 2.4.16 堰下流断面の比較

### (3) 河床材料の変化

鳴鹿大堰周辺では、平成3年より底質調査を実施している。平成20年の底質調査地点は以下のとおりである。

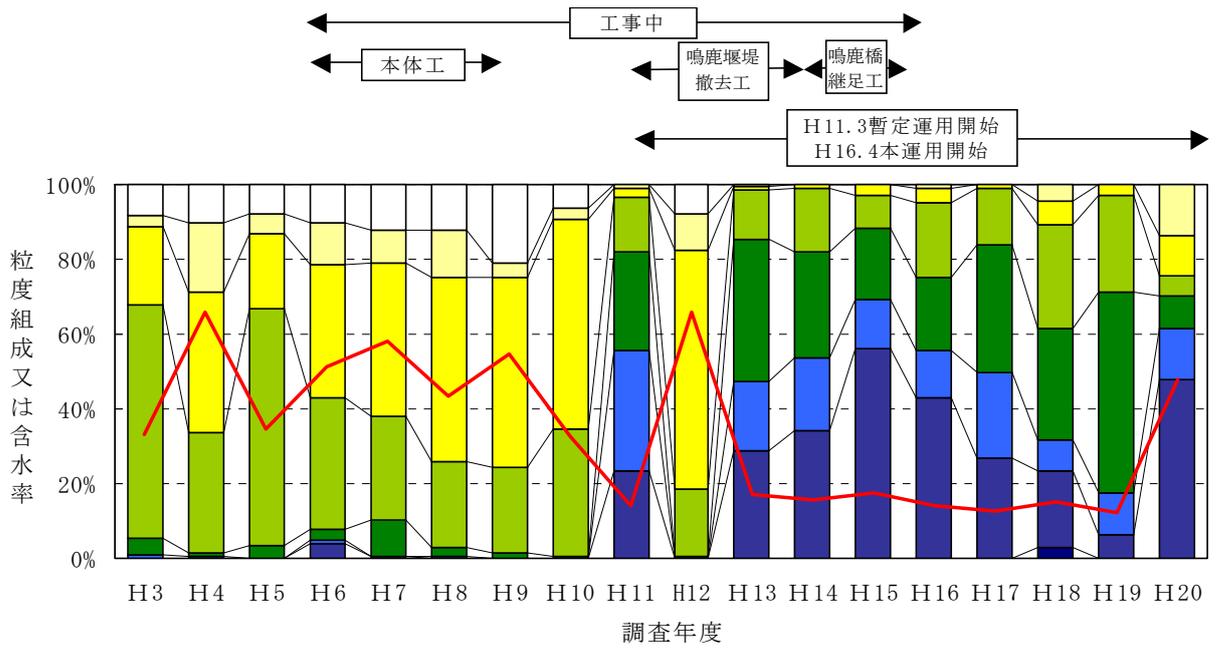


図 2.4.17 平成 20 年の底質調査地点

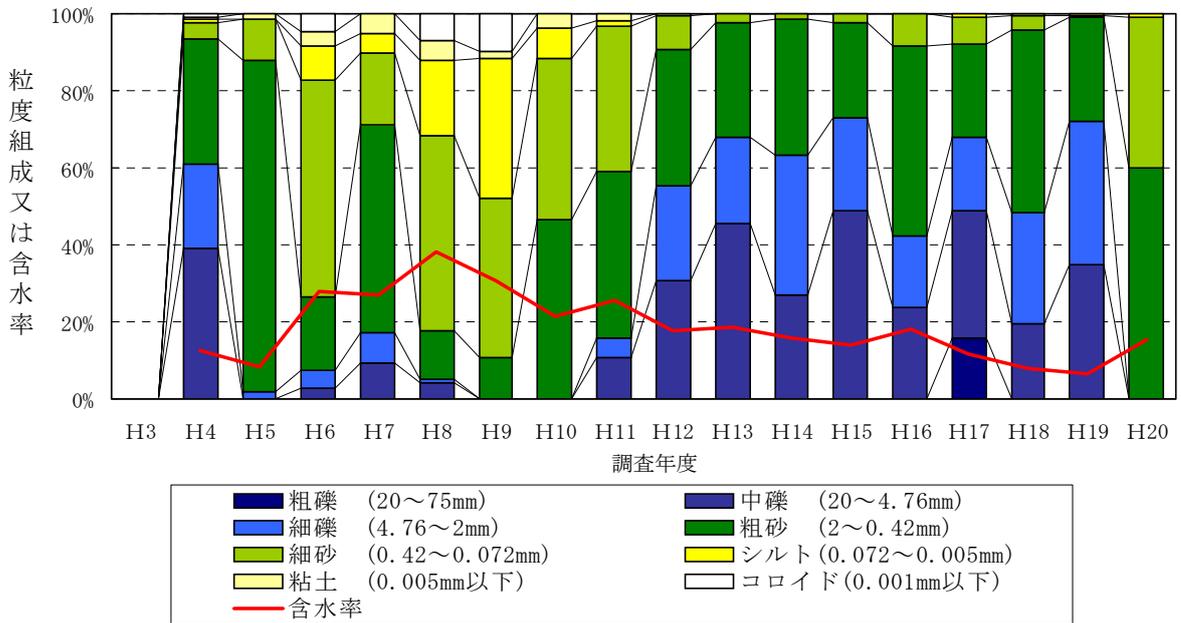
鳴鹿大堰直上流においては、平成10年までは細砂・シルト分の比率が高かったが、平成11年の鳴鹿大堰暫定運用開始後はシルト分が減少し、粗砂～中礫分の比率が高くなっている。平成12年には再び細砂・シルト分が高くなったが、その後平成15年まで礫分が増加し、その後平成19年までは礫分が減少し砂分が増加する傾向が見られる。平成20年は再び礫分が60%まで増大するとともに、シルト、粘土などの細粒分の増加がみられ、含水率も高くなっている。

一方、堰下流の福松大橋における経年変化をみると、工事中の平成8年およびその後の平成9年にシルト分の比率が増加している。鳴鹿大堰建設工事による影響で一時的にシルト分が増加した可能性も考えられるが、その後鳴鹿大堰暫定運用開始後の平成12年には、細砂が減少し、細礫・中礫が増加し、工事前の平成4年とほぼ同じ組成となっている。これ以降は中礫・細礫・粗礫主体の粒度組成となっていたが、平成20年は礫分がまったくみられず、ほぼ100%が砂分となっている。

・鳴鹿大堰直上流 (St. 5)



・福松大橋付近



注 1) 経年的に調査が行われている各年の 8 月のデータを比較した。

注 2) 平成 13~15 年は福松大橋で調査を実施していないため、最も近い距離標 26km(St.4)付近のデータを使用した。

図 2.4.18 粒度組成・含水率の経年変化