

第2回 神戸川の河川環境に関する専門委員会

3-3. 来島ダムの環境放流の検証

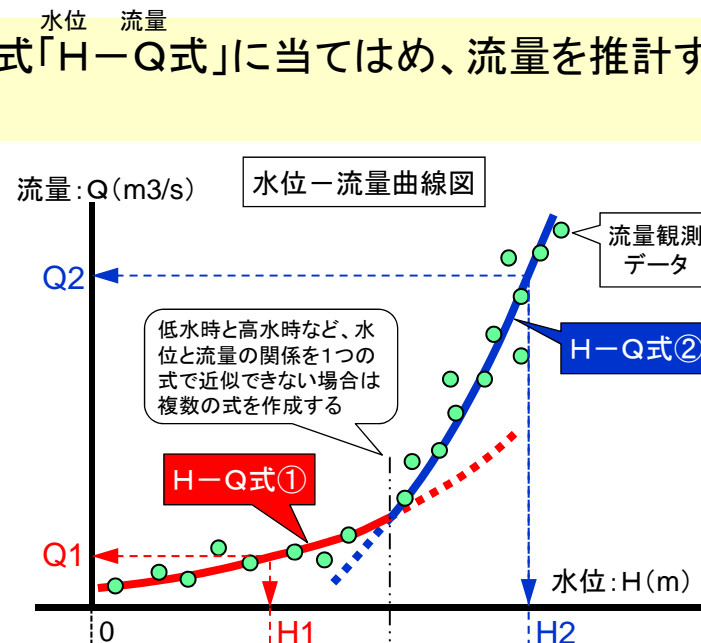
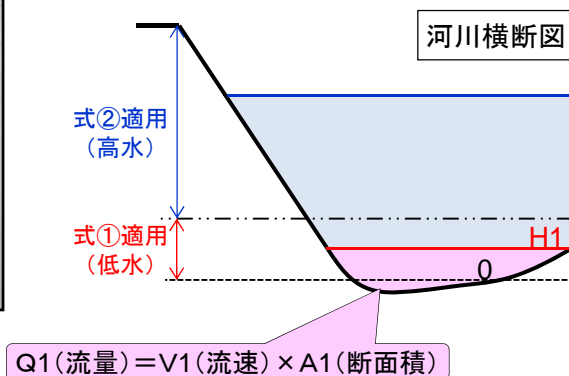
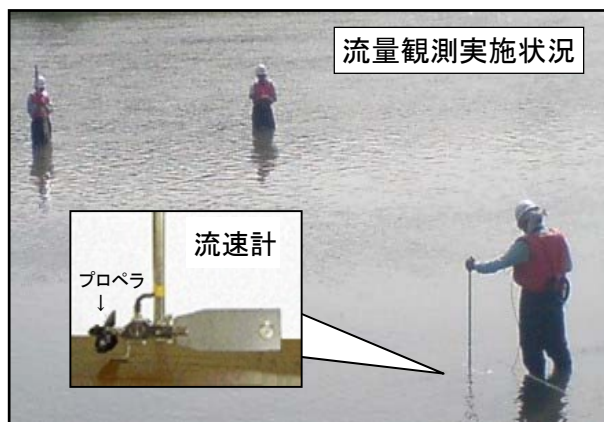
3-3. 来島ダムの環境放流の検証

1) 河川流量の算出方法

■流量はリアルタイムに計測できないため、計測が容易な水位を換算式「H-Q式」に当てはめ、流量を推計する。

■H-Q式は、毎年、基準点における河川断面の測量と年間に36回程度の流量観測を行い、結果を翌年にとりまとめて作成する。

- ①現地において、流速計や浮などの機器を使って水の流速(m/s)を計測する。
- ②計測した流速(m/s)と、そのときの水の断面積(m²)を掛けて流量(m³/s)を求める。
- ③水位と流量の値からグラフ(水位-流量曲線図)を作成して、水位から流量を近似的に推定できる式を作成する。



・水位がH2(m)のとき、流量はQ2(m³/s)

・流量がQ2(m³/s)のとき、水位はH2(m)

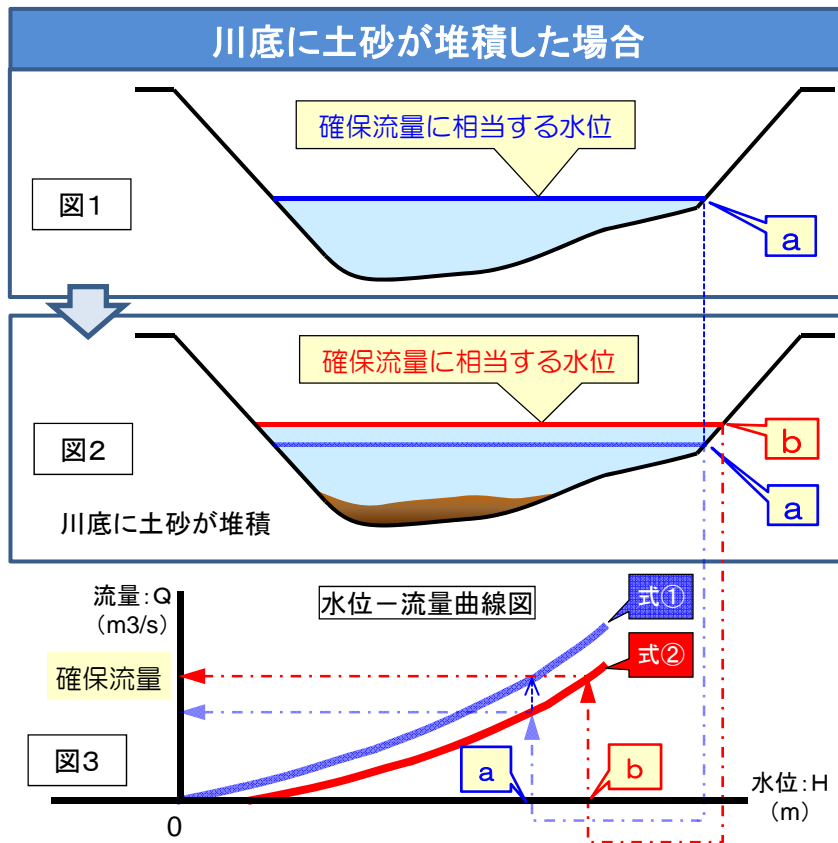
・水位がH1(m)のとき、流量はQ1(m³/s)

・流量がQ1(m³/s)のとき、水位はH1(m)

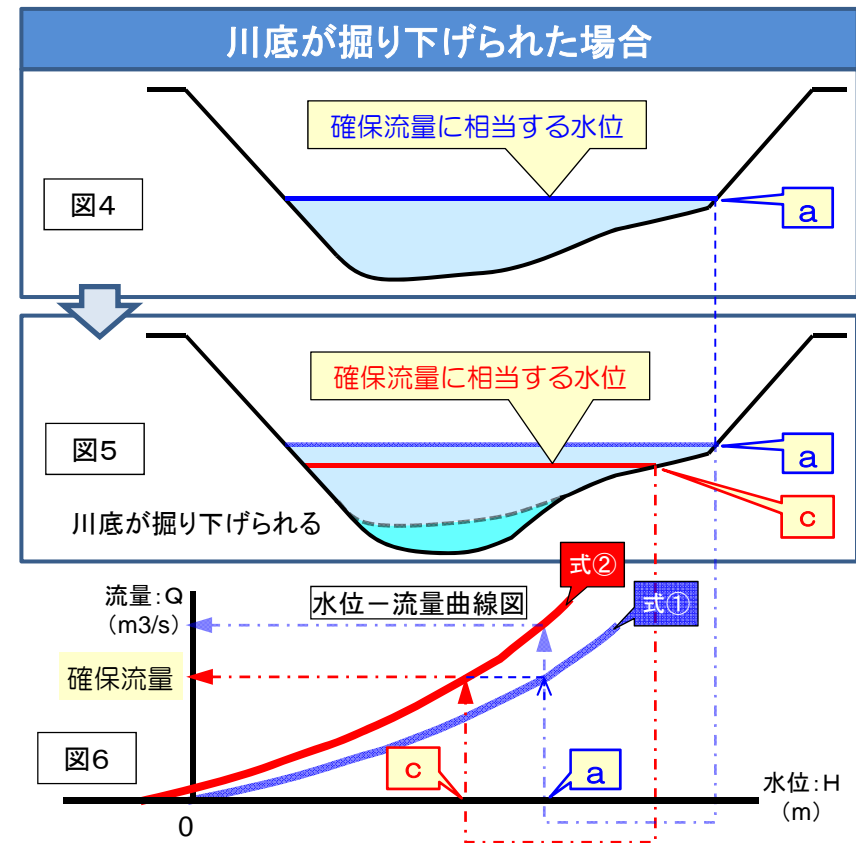
3-3. 来島ダム環境放流の検証

2) 河川断面の形状変化の影響

■ 出水による川底の形状変化や河川工事による断面変化により、水位と流量の関係は変化する。



- ・図1では、水位がa(m)のときに確保流量が流れていた。
- ↓
- ・図2では、川底に土砂が堆積したため、H-Q式を変更(式①→②)すると、確保流量に相当する水位がa(m)からb(m)に変わる。



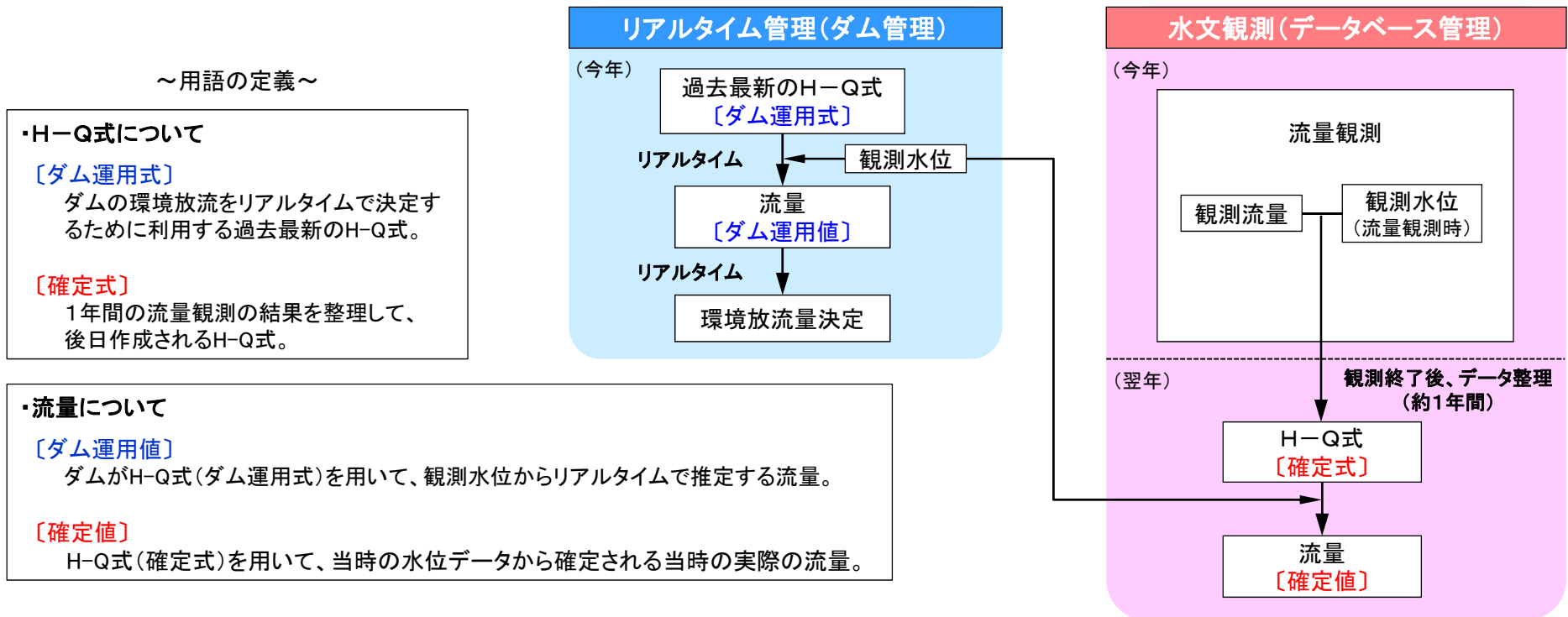
- ・図4では、水位がa(m)のときに確保流量が流れていた。
- ↓
- ・図5では、川底が掘り下げられたため、H-Q式を変更(式①→②)すると、確保流量に相当する水位がa(m)からc(m)に変わる。

3-3. 来島ダム環境放流の検証

3) ダムの環境放流を決定するためのH-Q式について

■ 来島ダムが環境放流を決定するために利用するH-Q式は、過去最新のH-Q式(運用式)を使う。

- ① ダムの管理など、現在の河川流量をリアルタイムで管理する場合は、過去最新のH-Q式を利用して、現在の流量を推定することになる。
- ② 現在(今年)の河川形状に応じたH-Q式は、流量観測の結果を整理して、後日(通常、翌年)作成される。また、同様に流量も後日確定される。
- ③ よって、ダムの環境放流を決定するためのH-Q式及び流量と、後日確定されるH-Q式及び流量は基本的に差が生じる。



3-3. 来島ダムの環境放流の検証

4) 馬木地点のH-Q式(来島ダム運用式と確定式)

■馬木地点のS59年からのH-Q式(来島ダム運用式と確定式)は下表のとおり。

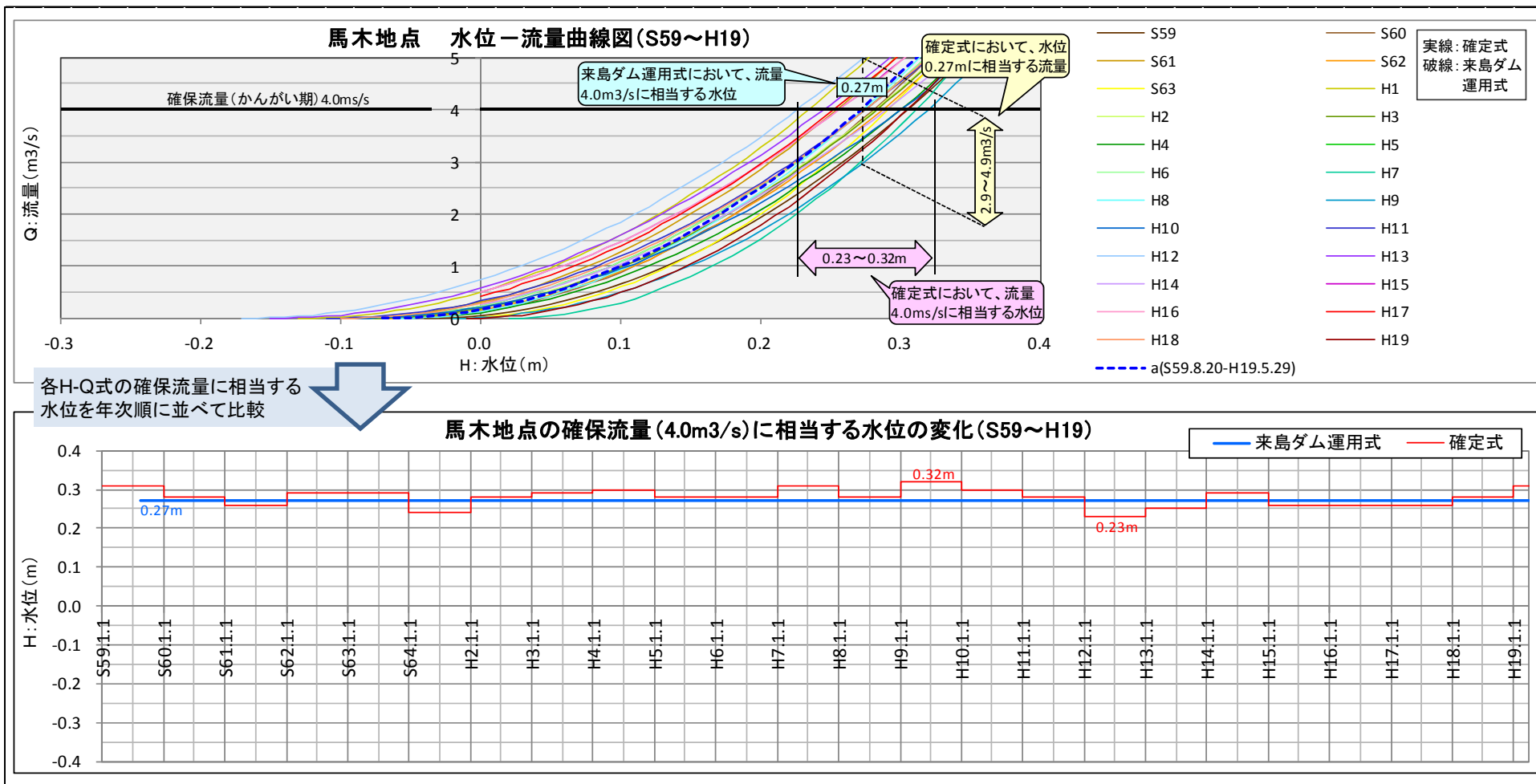
来島ダム運用式					確定式				
年	適用日	番号	H-Q式	適用水位	年	適用日	番号	H-Q式	適用水位
S59	S59.8.20 ~	a	$Q=34.34(H+0.07)^2$	~	S59	S59.1.1 ~	S59	$Q=33.55(H+0.04)^2$	0.16m~4.20m
S60					S60.1.1 ~	S60	$Q=34.46(H+0.06)^2$	-9999m~9999m	
S61					S61.1.1 ~	S61	$Q=31.79(H+0.10)^2$	-9999m~9999m	
S62					S62.1.1 ~	S62	$Q=31.35(H+0.07)^2$	-9999m~9999m	
S63					S63.1.1 ~	S63	$Q=41.35(H+0.02)^2$	-9999m~9999m	
H1					S64.1.1 ~	H1	$Q=30.09(H+0.13)^2$	-9999m~9999m	
H2					H2.1.1 ~	H2	$Q=30.54(H+0.08)^2$	-9999m~9999m	
H3					H3.1.1 ~	H3	$Q=30.31(H+0.08)^2$	-9999m~9999m	
H4					H4.1.1 ~	H4	$Q=30.86(H+0.06)^2$	-9999m~9999m	
H5					H5.1.1 ~	H5	$Q=30.04(H+0.09)^2$	-9999m~9999m	
H6					H6.1.1 ~	H6	$Q=30.04(H+0.09)^2$	-9999m~9999m	
H7					H7.1.1 ~	H7	$Q=47.15(H-0.02)^2$	-9999m~9999m	
H8					H8.1.2 ~	H8	$Q=35.90(H+0.06)^2$	-9999m~9999m	
H9					H9.1.1 ~	H9	$Q=34.73(H+0.02)^2$	-9999m~9999m	
H10					H10.1.1 ~	H10	$Q=26.26(H+0.09)^2$	-9999m~9999m	
H11					H11.1.1 ~	H11	$Q=26.96(H+0.11)^2$	-9999m~9999m	
H12					H12.1.1 ~	H12	$Q=25.41(H+0.17)^2$	-9999m~9999m	
H13	H13.1.1 ~	H13	$Q=25.59(H+0.15)^2$	-9999m~9999m					
H14	H14.1.1 ~	H14	$Q=26.32(H+0.10)^2$	0m~9999m					
H15	H15.1.1 ~	H15	$Q=25.48(H+0.14)^2$	0m~9999m					
H16	H16.1.1 ~	H16	$Q=25.47(H+0.14)^2$	0m~9999m					
H17	H17.1.1 ~	H17	$Q=28.82(H+0.12)^2$	0m~9999m					
H18	H18.1.1 ~	H18	$Q=28.44(H+0.10)^2$	-9999m~3.75m					
H19	H19.1.1 ~	H19	$Q=47.99(H-0.78)^2$	3.76m~9999m					
H19	H19.5.30 ~	b	$Q=28.44(H+0.10)^2$ $Q=47.99(H-0.78)^2$	-0.1m~3.75m 3.76m~6.42m	H19	H19.1.1 ~	H19	$Q=40.47(H+0.01)^2$	-0.01m~3.20m
H20	H20.5.12 ~				c	$Q=72.25(H-0.08)^2$	0m~0.53m	H20	H20.1.1 ~
H20	H20.5.20 ~	d	$Q=4.20(H+1.28)^2$	0.30m~0.53m	H20.4.1 ~				
H20	H20.5.29 ~	e	$Q=15.04(H+0.46)^2$	0.09m~0.53m	H20	H20.6.28 ~	H20-2	$Q=35.95(H+0.22)^2$	-0.22m~1.80m
H20	H20.7.8 ~	f	$Q=42.84(H+0.08)^2$	0.38m~0.75m					
H20	H20.7.18 ~	g	$Q=38.81(H+0.11)^2$	0.23m~0.75m	H21	H21.1.1 ~	H21	$Q=37.36(H+0.09)^2$	-0.09m~3.10m
H21	H21.5.27 ~	h	$Q=33.84(H+0.12)^2$	-0.12m~1.97m					
H21	H21.6.9 ~	i	$Q=47.96(H-0.03)^2$	0.03m~0.63m					
H21	H21.8.27 ~	j	$Q=28.13(H+0.14)^2$	-0.14m~0.74m					
H21	H21.10.22 ~	k	$Q=33.84(H+0.12)^2$	-0.12m~1.97m	H22	H22.1.1 ~	H22-1	$Q=52.13(H+0.06)^2$	-0.06m~2.23m
H22	H22.10.12 ~	l	$Q=47.34(H+0.16)^2$	-0.16m~2.22m					
H23	H23.5.9 ~	m	$Q=46.79(H+0.20)^2$	-0.20m~2.22m	H23	H23.1.1 ~		未確定	

3-3. 来島ダム環境放流の検証

5) 馬木地点のH-Q式(来島ダム運用式と確定式)の比較:S59~H19

■馬木地点のH-Q式(来島ダム運用式と確定式)について、確保流量に相当する水位で比較すると、次のとおりとなる。

- ①来島ダム運用式の水位 < 確定式の水位 → 来島ダムがリアルタイムで推定した流量より、翌年に確定した流量が小さくなる。
- ②来島ダム運用式の水位 > 確定式の水位 → 来島ダムがリアルタイムで推定した流量より、翌年に確定した流量が大きくなる。

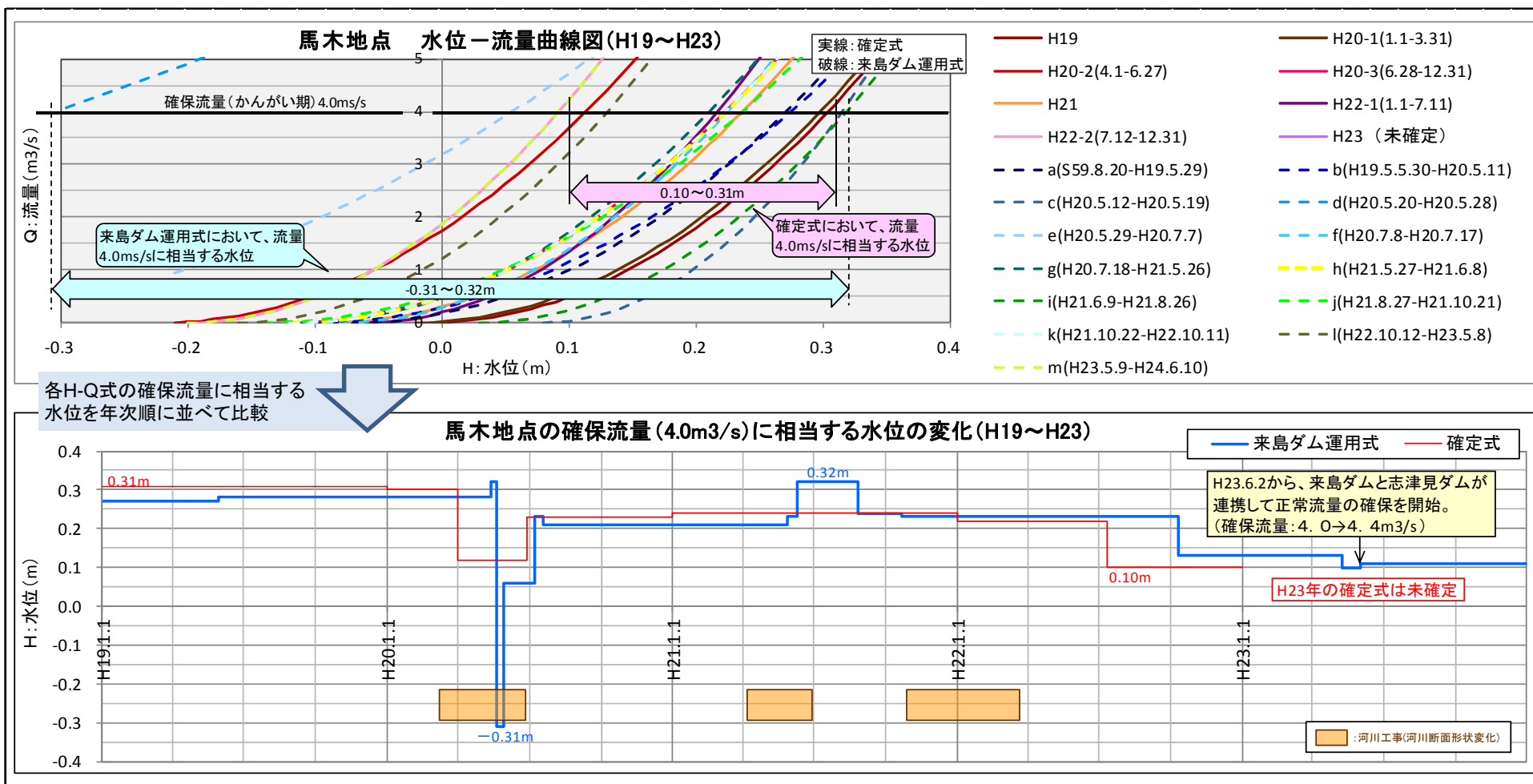


3-3. 来島ダム環境放流の検証

6) 馬木地点のH-Q式(来島ダム運用式と確定式)の比較:H19~H23

■ 馬木地点のH-Q式(来島ダム運用式と確定式)について、確保流量に相当する水位で比較すると、次のとおりとなる。

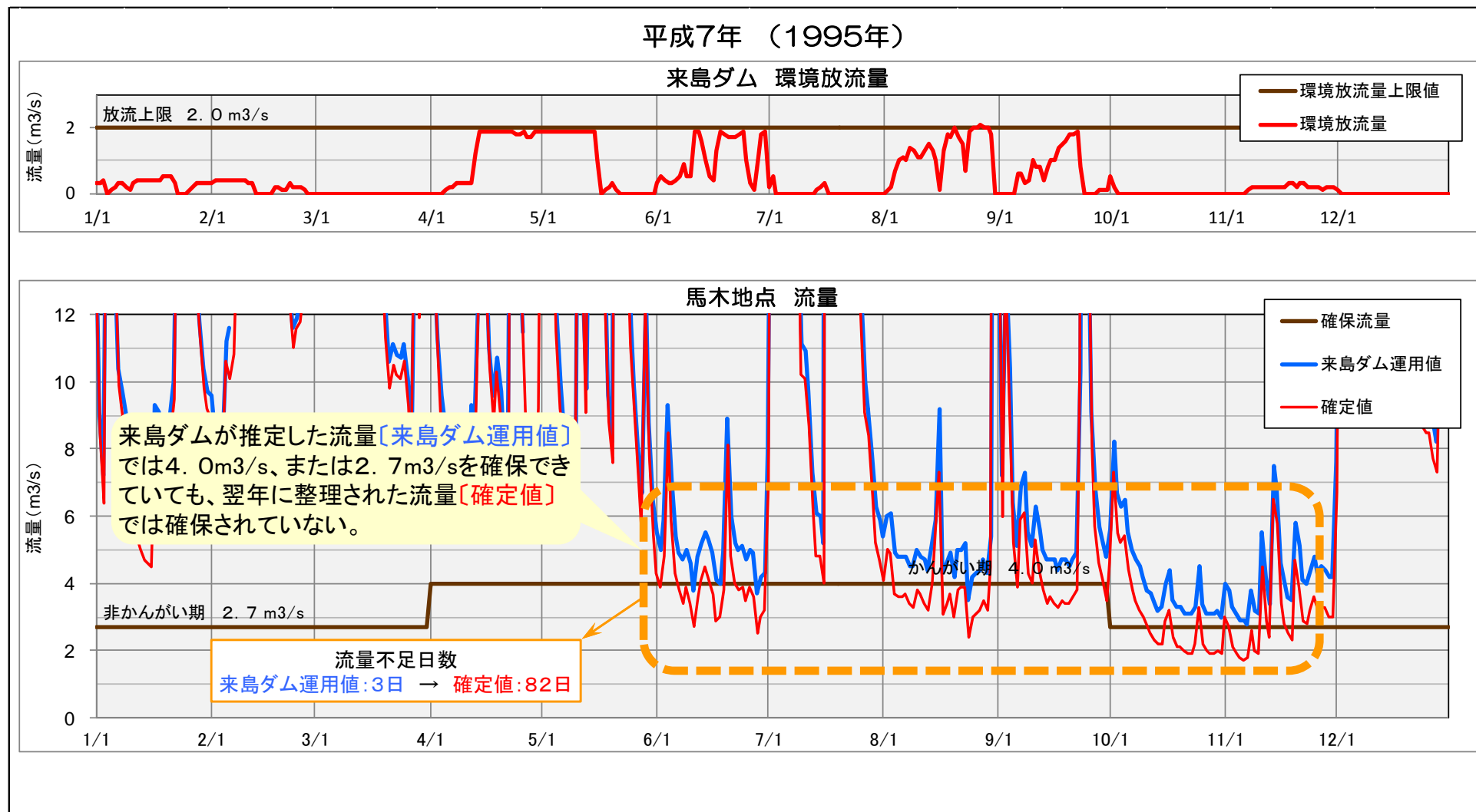
- ① 来島ダム運用式の水位 < 確定式の水位 → 来島ダムがリアルタイムで推定した流量より、翌年に確定した流量が小さくなる。
- ② 来島ダム運用式の水位 > 確定式の水位 → 来島ダムがリアルタイムで推定した流量より、翌年に確定した流量が大きくなる。



3-3. 来島ダムの環境放流の検証

7) 馬木地点の流量(来島ダム運用値と確定値)の比較事例①:H7年

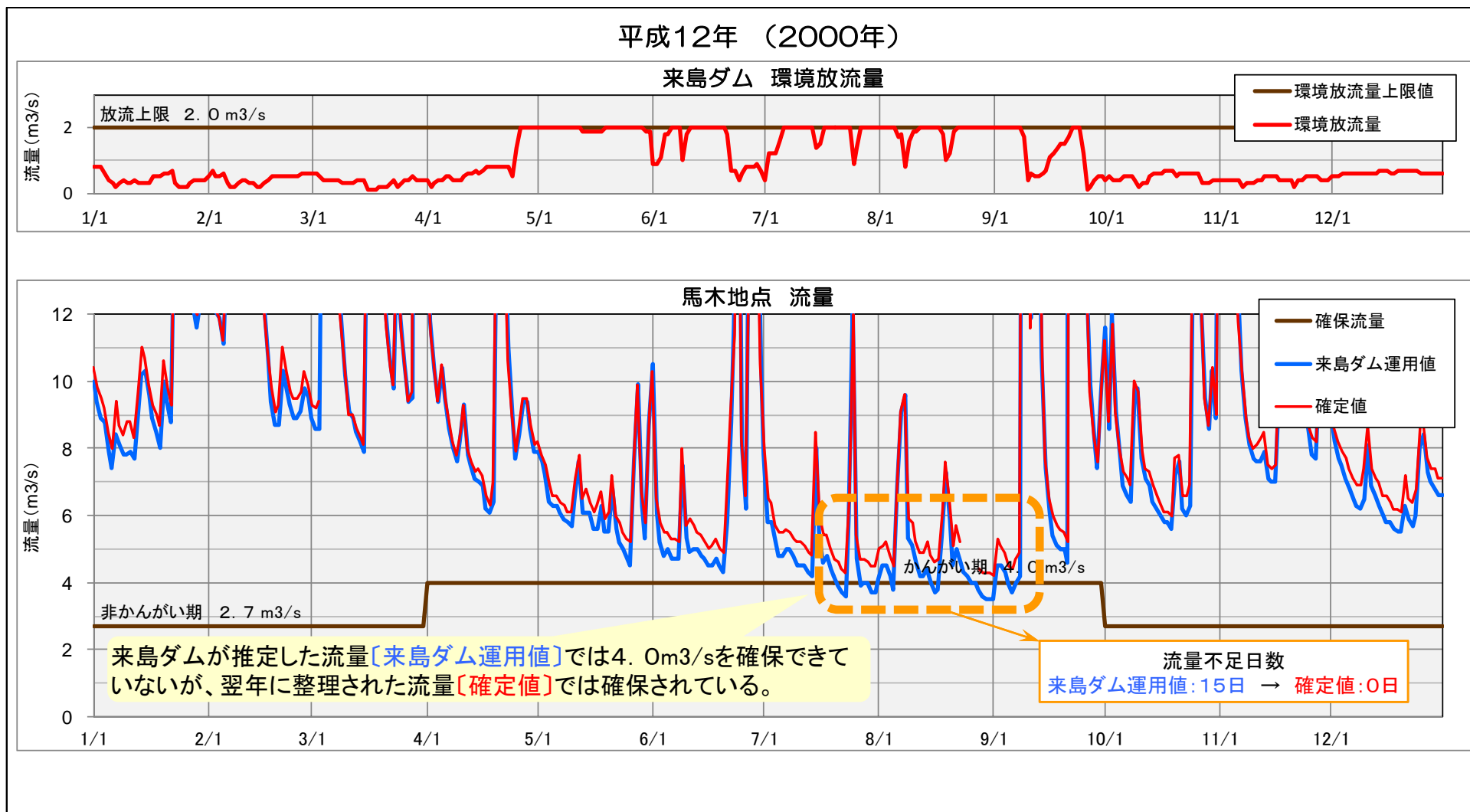
■ 来島ダムがリアルタイムで推定した流量[来島ダム運用値]より、翌年に確定した流量[確定値]が小さい。



3-3. 来島ダム環境放流の検証

8) 馬木地点の流量(来島ダム運用値と確定値)の比較事例②: H12年

■ 来島ダムがリアルタイムで推定した流量[来島ダム運用値]より、翌年に確定した流量[確定値]が大きい。



3-3. 来島ダム環境放流の検証

9) 馬木地点での確保流量の不足日数(来島ダム運用値と確定値)

来島ダム運用値の場合						確定値の場合						判定(A、B、C)の区分方法 A: 前日に上限の毎秒2トンを放流しても確保できなかった日 B: 前日または当日に毎秒2トン未満を放流したが、確保できなかった日 C: 当日に確保できていないにも関わらず、放流をしていない日 ※来島ダムから放流した水は、馬木地点まで到達するのに約24時間かかるため、前日、当日を調査。		
年	確保流量が確保できなかった日数					不明	年	確保流量が確保できなかった日数					不明	
	計	来島ダムからの放流状況			計			来島ダムからの放流状況						
		(A) 上限の毎秒2トン を放流	(B) 毎秒2トン未満 を放流	(C) 放流なし				(A) 上限の毎秒2トン を放流	(B) 毎秒2トン未満 を放流	(C) 放流なし				
S59	36日 (39.6%)	0日 (0.0%)	35日 (38.5%)	1日 (1.1%)	43日	S59	79日 (59.0%)	0日 (0.0%)	59日 (44.0%)	20日 (14.9%)	0日	環境放流 暫定運用開始 8/20		
S60	41日 (13.7%)	7日 (2.3%)	34日 (11.3%)	0日 (0.0%)	65日	S60	61日 (17.1%)	9日 (2.5%)	45日 (12.6%)	7日 (2.0%)	8日			
S61	24日 (6.8%)	0日 (0.0%)	24日 (6.8%)	0日 (0.0%)	10日	S61	8日 (2.2%)	0日 (0.0%)	8日 (2.2%)	0日 (0.0%)	7日			
S62	4日 (1.1%)	0日 (0.0%)	3日 (0.8%)	1日 (0.3%)	9日	S62	11日 (3.0%)	0日 (0.0%)	8日 (2.2%)	3日 (0.8%)	0日	環境放流 正式運用開始 2/1		
S63	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	275日	S63	17日 (4.6%)	0日 (0.0%)	11日 (3.0%)	6日 (1.6%)	0日			
H1	20日 (7.6%)	0日 (0.0%)	20日 (7.6%)	0日 (0.0%)	103日	H1	1日 (0.3%)	0日 (0.0%)	1日 (0.3%)	0日 (0.0%)	0日			
H2	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	275日	H2	47日 (13.1%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	47日 (13.1%)	7日			
H3	-	-	-	-	365日	H3	34日 (9.3%)	0日 (0.0%)	20日 (5.5%)	14日 (3.8%)	0日			
H4	36日 (13.1%)	13日 (4.7%)	23日 (8.4%)	0日 (0.0%)	91日	H4	65日 (17.8%)	17日 (4.6%)	43日 (11.7%)	5日 (1.4%)	0日			
H5	6日 (1.7%)	0日 (0.0%)	6日 (1.7%)	0日 (0.0%)	6日	H5	7日 (1.9%)	0日 (0.0%)	7日 (1.9%)	0日 (0.0%)	0日			
H6	91日 (30.6%)	84日 (28.3%)	7日 (2.4%)	0日 (0.0%)	68日	H6	96日 (26.3%)	85日 (23.3%)	11日 (3.0%)	0日 (0.0%)	0日	洪水調整8/21~10/1 (放流の上限を1.0トンに制限)		
H7	3日 (0.8%)	0日 (0.0%)	3日 (0.8%)	0日 (0.0%)	6日	H7	82日 (22.5%)	5日 (1.4%)	56日 (15.4%)	21日 (5.8%)	1日			
H8	2日 (0.6%)	2日 (0.6%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	12日	H8	13日 (3.6%)	13日 (3.6%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日			
H9	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	2日	H9	1日 (0.3%)	0日 (0.0%)	1日 (0.3%)	0日 (0.0%)	0日			
H10	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	16日	H10	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	2日			
H11	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H11	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	1日			
H12	15日 (4.1%)	14日 (3.8%)	1日 (0.3%)	0日 (0.0%)	0日	H12	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	8日			
H13	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H13	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日			
H14	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H14	3日 (0.8%)	2日 (0.5%)	1日 (0.3%)	0日 (0.0%)	0日			
H15	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H15	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	1日			
H16	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H16	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	1日			
H17	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H17	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日			
H18	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H18	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日			
H19	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H19	26日 (7.1%)	8日 (2.2%)	18日 (4.9%)	0日 (0.0%)	0日			
H20	20日 (5.6%)	20日 (5.6%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	9日	H20	15日 (4.3%)	5日 (1.4%)	10日 (2.9%)	0日 (0.0%)	19日			
H21	9日 (2.5%)	7日 (1.9%)	2日 (0.5%)	0日 (0.0%)	0日	H21	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日			
H22	46日 (12.6%)	40日 (11.0%)	6日 (1.6%)	0日 (0.0%)	0日	H22	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日			
H23	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日 (0.0%)	0日	H23	馬木地点の流量は未確定					志津見ダム管理開始 6/2 (確保流量:0.4トン増)		
計	353日 (4.1%)	187日 (2.2%)	164日 (1.9%)	2日 (0.0%)	1355日	計	566日 (5.9%)	144日 (1.5%)	299日 (3.1%)	123日 (1.3%)	55日			

※()内は不足日の発生率(%) ...各不足日数 ÷ (年間日数-運用開始前日数-不明日数) × 100
 ※不明: 観測データの欠測や記録資料が現存していない等のため、馬木地点の流量が確認できない日数

※確定値のH2年のC区分の47日は、来島ダムの放流量が不明のため、便宜上C区分に計上。

3-3. 来島ダムの環境放流の検証

10) 馬木地点での確保流量のまとめ

■中国電力は、平成14年に、従来、一日当たり4回(6時間毎)の観測時に、馬木地点で確保流量を下回っていた時のみに不足分を放流する方式から、来島ダムから馬木地点まで水が到達するのに24時間かかることから、24時間後の馬木地点の流量を予測し、予測値が確保流量を下回る場合は不足分を事前に放流する方法に改善しました。

■これにより毎秒2トン未満の放流を行ったが、馬木地点の確保流量を下回った日数は、平成13年以前の17年間の158日から、平成14年以降の10年間では8日と大幅に改善しました。
(運用値の集計)