

第3回 緊急時水循環障害リスク検討会
淀川ケーススタディ：冬期の再計算，流達量の計算

1 冬期を対象とした再検討	1
1.1 河川流量・水質について	1
1.2 下水処理場 流入流量・水質について	2
1.3 下水処理場の放流負荷量および河川水質の概略計算	2
1.4 工場・事業場の被災に伴う河川水質の悪化	8
2 流達量の計算（水道取水地点における水質の時系列変化の検討）	9
2.1 流域モデル	9
2.2 解析条件	10
2.3 解析結果	12
3 浄水場における水道水質項目等の対応可能性の検討	18
3.1 検討条件	18
3.2 原水水質悪化時における浄水場での対応	21
3.3 検討結果	22

1 冬期を対象とした再検討

第2回検討委員会の指摘を踏まえて、下水処理場被災時の河川水質を、夏期および冬期について算出した。

1.1 河川流量・水質について

河川流量のデータとして、流量年表と水質年表があるが、本検討においては、次の理由により水質年表（H9～13年）の平均値（表1-2）を採用することとした。

- 下水処理場被災後、数十日に渡って河川水質が悪化すると想定するため、冬期の平均的な河川流量・水質を採用すべきである。
- 河川水の採水時の水質・流量（水質年表）に基づいて採用値を設定すべきである。
- 水質年表に基づいて算出した流量は夏期：180.4m³/s、冬期：141.8m³/sとなり、流量年表から得られる豊水・平水・低水・渇水流量と比較すると、夏期流量は平水流量（176.21m³/s）、冬期流量は低水流量（147.50m³/s）にほぼ相当する。

表1-1 河川流量（流量年表）

淀川 枚方流量観測所

		流量(m ³ /s)					5ヶ年	
		平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平均	最小
最小流量	1月	135.39	149.39	125.31	125.20	142.85	135.63	125.20
	2月	141.88	101.53	127.24	116.38	179.55	133.32	101.53
	3月	130.42	153.34	123.01	123.49	184.32	142.92	123.01
	4月	80.16	165.74	120.18	123.24	135.37	124.94	80.16
	5月	121.47	142.80	121.49	127.20	137.49	130.09	121.47
	6月	98.20	240.59	113.05	121.83	143.20	143.37	98.20
	7月	145.43	119.50	124.91	122.92	178.03	138.16	119.50
	8月	128.66	91.23	113.31	124.11	139.91	119.44	91.23
	9月	92.32	75.01	122.12	123.41	155.95	113.76	75.01
	10月	123.52	186.51	110.52	124.87	161.62	141.41	110.52
	11月	100.17	128.47	109.98	123.72	141.72	120.81	100.17
	12月	132.57	134.63	115.57	120.61	134.77	127.63	115.57
	(年間)	80.16	75.01	109.98	116.38	134.77	103.26	75.01
豊水流量	(年間)	228.42	313.41	215.37	167.51	245.61	234.06	167.51
平水流量	(年間)	176.93	200.12	157.09	140.25	206.65	176.21	140.25
低水流量	(年間)	155.43	158.91	128.90	128.29	165.98	147.50	128.29
渇水流量	(年間)	119.60	103.27	115.46	123.72	137.96	120.00	103.27

(出典：「流量年表」)

表 1-2 河川流量・水質（水質年表）

		夏期平均	冬期平均	年間平均
		7, 8, 9月	12, 1, 2月	
流量	m ³ /s	180.4	141.6	189.8
水温		27.9	8.6	19.8
BOD	mg/L	1.1	1.7	1.4
大腸菌群数	MPN/100ml	43,391	6,372	27,380
シアン	mg/L	>0.1	>0.1	>0.1
フェノール類	mg/L	>0.005	>0.005	>0.005
アンモニウム態窒素	mg/L	0.05	0.16	0.10

水質年表 H9～13年版より

1.2 下水処理場 流入流量・水質について

下水処理場の流入流量・水質は、各処理場の水質管理月報（H12～16年）から、夏期（7, 8, 9月）と冬期（12, 1, 2月）について整理を行い、表 2-1 に示す値から負荷量を算出するものとした。

なお、夏期・冬期の傾向は次のとおり。

- 流量：夏期 > 冬期
- BOD：夏期 < 冬期
- NH₄-N：夏期 < 冬期
- 大腸菌群数：夏期 > 冬期

表 2-1 下水処理場 流入流量・水質

夏期(7, 8, 9月)平均

		洛西	洛南	鳥羽	吉祥院	伏見	石田	平均
流量	m ³ /日	151,943	89,056	680,281	78,713	102,775	112,615	
BOD	mg/L	128	170	114	143	162	136	142
アンモニア性窒素	mg/L	12.8	14.8	7.6	17.5	9.1	11.1	12.1
亜硝酸性窒素	mg/L	0.02	0.00	0.05	0.04	0.00	0.01	0.02
硝酸性窒素	mg/L	0.01	0.00	0.14	0.22	0.05	0.07	0.08
大腸菌群	個/cm ³	178,667	520,000	190,667	156,267	365,333	508,000	319,822

冬期(12, 1, 2月)平均

		洛西	洛南	鳥羽	吉祥院	伏見	石田	平均
流量	m ³ /日	133,028	87,225	553,412	62,631	89,522	96,436	
BOD	mg/L	154	183	175	201	185	189	181
アンモニア性窒素	mg/L	16.4	20.7	11.1	24.5	11.4	15.5	16.6
亜硝酸性窒素	mg/L	0.09	0.09	0.11	0.08	0.03	0.04	0.07
硝酸性窒素	mg/L	0.01	0.09	0.83	0.44	0.21	0.37	0.33
大腸菌群	個/cm ³	145,000	225,333	104,733	108,983	161,333	262,000	167,897

1.3 下水処理場の放流負荷量および河川水質の概略計算

水質年表の流量を採用して、夏期（7, 8, 9月）と冬期（12, 1, 2月）について、下水処理場被災時の下水処理場からの放流負荷量および枚方地点の河川水質について概略計算を行った。ただし、後述する移流・拡散を考慮した計算水質と区別するため、ここでの概略計算水質は河川汚濁ポテンシャルと表現する。算出結果は以下のとおりである。

下水処理場流入負荷量の算定【夏期】

項目	京都府			京都市				計	
	洛西	洛南		鳥羽	吉祥院	伏見	石田		
流入水量(実績)	m ³ /日	151,900	89,100	680,300	78,700	102,800	112,600		
流入水質(実績)	BOD	mg/L	128	170	114	143	162	136	142 (平均)
	NH ₄ -N	mg/L	12.8	14.8	7.6	17.5	9.1	11.1	12.1 (平均)
	大腸菌群数	個/cm ³	179,000	520,000	191,000	156,000	365,000	508,000	320,000 (平均)
	クリプト:文献値	個/L	100	100	100	100	100	100	100,000 (平均)
流入負荷量	BOD	t/日	19.44	15.15	77.55	11.25	16.65	15.31	155.37
	NH ₄ -N	t/日	1.94	1.32	5.17	1.38	0.94	1.25	12.00
	大腸菌群数	個/日	2.72E+16	4.63E+16	1.30E+17	1.23E+16	3.75E+16	5.72E+16	3.10E+17
	クリプト	個/日	1.52E+10	8.91E+09	6.80E+10	7.87E+09	1.03E+10	1.13E+10	1.22E+11

下水処理場被災による未処理放流量の算定【夏期】

地震発生後経過日数		日	-1	0	3まで	4	7まで	8	44まで	45以降	
水道断水率		%	0%	100%	75%	75%	70%	70%	0%	0%	
汚水処理状況			通常	未処理	未処理	消毒	消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	
除去率	BOD	%	90.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	30.0%	30.0%	
	NH ₄ -N	%	90.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
	大腸菌群数	%	99.9%	0.0%	0.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	
	クリプト	%	97.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
放流負荷量	日量	BOD	t/日	15.54	0.00	38.84	38.84	47.39	33.17	108.76	108.76
		NH ₄ -N	t/日	1.20	0.00	3.00	3.00	3.66	3.66	12.00	12.00
		大腸菌群数	個/日	3.10E+14	0.00E+00	7.76E+16	7.76E+15	9.47E+15	9.47E+15	3.10E+16	3.10E+16
		クリプト	個/日	3.65E+09	0.00E+00	3.04E+10	3.04E+10	3.71E+10	3.71E+10	1.22E+11	1.22E+11
	時間平均量	BOD	t/時	0.65	0.00	1.62	1.62	1.97	1.38	4.53	4.53
		NH ₄ -N	t/時	0.05	0.00	0.12	0.12	0.15	0.15	0.50	0.50
		大腸菌群数	個/時	1.29E+13	0.00E+00	3.23E+15	3.23E+14	3.95E+14	3.95E+14	1.29E+15	1.29E+15
		クリプト	個/時	1.52E+08	0.00E+00	1.27E+09	1.27E+09	1.54E+09	1.54E+09	5.06E+09	5.06E+09

合流区域からの未処理放流負荷量の算定【夏期】

合流区域内堆積量		京都府			京都市				計
		洛西	洛南		鳥羽	吉祥院	伏見	石田	
全処理区面積	ha	合流なし	合流なし		8,191.1	587.0	1,911.9	合流なし	
合流区域面積	ha				4,631.0	587.0	801.0		6,019.0
合流区域比率	ha				0.57	1.00	0.42		
合流区域堆積量 = 流入負荷量 × 堆積比率	BOD	t			21.92	5.63	3.49		31.04
	NH ₄ -N	t			1.46	0.69	0.20		2.35
	大腸菌群数	個			3.67E+16	6.14E+15	7.86E+15		5.07E+16
	クリプト	個			1.92E+10	3.94E+09	2.15E+09		2.53E+10

堆積量比率: 1日流入負荷量の 0.5 日分

放流負荷量			
時間平均量	BOD	t/時	5.17
	NH ₄ -N	t/時	0.39
	大腸菌群数	個/時	8.45E+15
	クリプト	個/時	4.22E+09

平均水質		合流区域内降雨量	
	29.5 mg/L	(雨水流出率0.7と想定)	
	2.2 mg/L	1,053,325 m ³	
	48,162 個/cm ³		
	0.024 個/cm ³		

放流負荷量(時間平均量) = 堆積量 × 未処理流出率 ÷ 降雨継続時間

未処理流出率 1.0

降雨継続時間 6 時間

参考: 総降雨量 25 mm 平均降雨強度 4.2 mm/時

下水処理場被災 + 合流区域からの合計放流負荷量【夏期】

地震発生後経過日数		日	-1	0	3まで	4	7まで	8	44まで	45以降
水道断水率		%	0%	100%	75%	75%	70%	70%	0%	0%
汚水処理状況			通常	未処理	未処理	消毒	消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒
時間平均量	BOD	汚水放流	t/時	0.65		1.62	1.62	1.97	1.38	4.53
		合流放流	t/時					5.17		
		計	t/時	0.65		1.62	1.62	7.15	1.38	4.53
	NH ₄ -N	汚水放流	t/時	0.05		0.12	0.12	0.15	0.15	0.50
		合流放流	t/時					0.39		
		計	t/時	0.05		0.12	0.12	0.54	0.15	0.50
	大腸菌群数	汚水放流	個/時	1.29E+13		3.23E+15	3.23E+14	3.95E+14	3.95E+14	1.29E+15
		合流放流	個/時					8.45E+15		
		計	個/時	1.29E+13		3.23E+15	3.23E+14	8.85E+15	3.95E+14	1.29E+15
	クリプト	汚水放流	個/時	1.52E+08		1.27E+09	1.27E+09	1.54E+09	1.54E+09	5.06E+09
		合流放流	個/時					4.22E+09		
		計	個/時	1.52E+08		1.27E+09	1.27E+09	5.76E+09	1.54E+09	5.06E+09

河川汚濁ポテンシャル(枚方地点)【夏期】

地震発生後経過日数		日	-1	0	3まで	4	7まで	8	44まで	45以降
水道断水率		%	0%	100%	75%	75%	70%	70%	0%	0%
汚水処理状況			通常	未処理	未処理	消毒	消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒
河川流量		m ³ /s	180.4	180.4	180.4	180.4	180.4	180.4	180.4	180.4
時間平均量	BOD	被災時増加分	t/時		0.97	0.97	6.50	0.73	3.88	
		負荷量	t/時	0.71		1.69	1.69	7.21	1.45	4.60
		水質	mg/L	1.10		2.60	2.60	11.11	2.23	7.08
	NH ₄ -N	被災時増加分	t/時		0.07	0.07	0.49	0.10	0.45	
		負荷量	t/時	0.03		0.11	0.11	0.52	0.13	0.48
		水質	mg/L	0.047		0.162	0.162	0.807	0.205	0.740
	大腸菌群数	被災時増加分	個/時			3.22E+15	3.10E+14	8.84E+15	3.82E+14	1.28E+15
		負荷量	個/時	2.82E+14		3.50E+15	5.92E+14	9.12E+15	6.63E+14	1.56E+15
		水質	個/cm ³	434		5.394	912	14,040	1,022	2,406
	クリプト	被災時増加分	個/時			1.11E+09	1.11E+09	5.61E+09	1.39E+09	4.91E+09
		負荷量	個/時	0.00E+00		1.11E+09	1.11E+09	5.61E+09	1.39E+09	4.91E+09
		水質	個/L	0.0		1.7	1.7	8.6	2.1	7.6

下水処理場流入負荷量の算定【冬期】

項目	京都府		京都市				計		
	洛西	洛南	鳥羽	吉祥院	伏見	石田			
流入水量(実績)	m ³ /日	133,000	87,200	553,400	62,600	89,500	96,400		
流入水質(実績)	BOD	mg/L	154	183	175	201	185	181 (平均)	
	NH ₄ -N	mg/L	16.4	20.7	11.1	24.5	11.4	15.5 (平均)	
	大腸菌群数	個/cm ³	145,000	225,000	105,000	109,000	161,000	262,000 (平均)	
	クリプト:文献値	個/L	100	100	100	100	100	100 (平均)	
流入負荷量	BOD	t/日	20.48	15.96	96.85	12.58	16.56	18.22	180.64
	NH ₄ -N	t/日	2.18	1.81	6.14	1.53	1.02	1.49	14.18
	大腸菌群数	個/日	1.93E+16	1.96E+16	5.81E+16	6.82E+15	1.44E+16	2.53E+16	1.44E+17
	クリプト	個/日	1.33E+10	8.72E+09	5.53E+10	6.26E+09	8.95E+09	9.64E+09	1.02E+11

下水処理場被災による未処理放流量の算定【冬期】

地震発生後経過日数	日	-1	0	3まで	4	7まで	8	44まで	45以降		
水道断水率	%	0%	100%	75%	75%	70%	70%	0%	0%		
汚水処理状況		通常	未処理	未処理	消毒	消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒		
除去率	BOD	%	90.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	30.0%	30.0%		
	NH ₄ -N	%	90.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		
	大腸菌群数	%	99.9%	0.0%	0.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%		
	クリプト	%	97.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		
放流負荷量	日量	BOD	t/日	18.06	0.00	45.16	45.16	55.10	38.57	126.45	126.45
		NH ₄ -N	t/日	1.42	0.00	3.54	3.54	4.32	4.32	14.18	14.18
		大腸菌群数	個/日	1.44E+14	0.00E+00	3.59E+16	3.59E+15	4.38E+15	4.38E+15	1.44E+16	1.44E+16
		クリプト	個/日	3.07E+09	0.00E+00	2.56E+10	2.56E+10	3.12E+10	3.12E+10	1.02E+11	1.02E+11
	時間平均量	BOD	t/時	0.75	0.00	1.88	1.88	2.30	1.61	5.27	5.27
		NH ₄ -N	t/時	0.06	0.00	0.15	0.15	0.18	0.18	0.59	0.59
		大腸菌群数	個/時	5.98E+12	0.00E+00	1.49E+15	1.49E+14	1.82E+14	1.82E+14	5.98E+14	5.98E+14
		クリプト	個/時	1.28E+08	0.00E+00	1.06E+09	1.06E+09	1.30E+09	1.30E+09	4.26E+09	4.26E+09

合流区域からの未処理放流負荷量の算定【冬期】

項目	京都府		京都市				計
	洛西	洛南	鳥羽	吉祥院	伏見	石田	
全処理区面積	ha	合流なし	合流なし	8,191.1	587.0	1,911.9	合流なし
合流区域面積	ha			4,631.0	587.0	801.0	6,019.0
合流区域比率	ha			0.57	1.00	0.42	
合流区域堆積量 = 流入負荷量 × 堆積比率	BOD	t		27.38	6.29	3.47	37.14
	NH ₄ -N	t		1.74	0.77	0.21	2.72
	大腸菌群数	個		1.64E+16	3.41E+15	3.02E+15	2.29E+16
	クリプト	個		1.56E+10	3.13E+09	1.87E+09	2.06E+10

堆積量比率: 1日流入負荷量の 0.5 日分

放流負荷量			
時間平均量	BOD	t/時	6.19
	NH ₄ -N	t/時	0.45
	大腸菌群数	個/時	3.81E+15
	クリプト	個/時	3.44E+09

平均水質		合流区域内降雨量	
	35.3 mg/L	(雨水流出率0.7と想定)	
	2.6 mg/L	1,053,325 m ³	
	21,699 個/cm ³		
	0.020 個/cm ³		

放流負荷量(時間平均量) = 堆積量 × 未処理流出率 ÷ 降雨継続時間
 未処理流出率 1.0
 降雨継続時間 6 時間
 参考: 総降雨量 25 mm 平均降雨強度 4.2 mm/時

下水処理場被災 + 合流区域からの合計放流負荷量【冬期】

地震発生後経過日数	日	-1	0	3まで	4	7まで	8	44まで	45以降	
水道断水率		0%	100%	75%	75%	70%	70%	0%	0%	
汚水処理状況		通常	未処理	未処理	消毒	消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	
時間平均量	BOD	汚水放流	t/時	0.75	1.88	1.88	2.30	1.61	5.27	5.27
		合流放流	t/時				6.19			
		計	t/時	0.75	1.88	1.88	8.49	1.61	5.27	5.27
	NH ₄ -N	汚水放流	t/時	0.06	0.15	0.15	0.18	0.18	0.59	0.59
		合流放流	t/時				0.45			
		計	t/時	0.06	0.15	0.15	0.63	0.18	0.59	0.59
	大腸菌群数	汚水放流	個/時	5.98E+12	1.49E+15	1.49E+14	1.82E+14	1.82E+14	5.98E+14	5.98E+14
		合流放流	個/時				3.81E+15			
		計	個/時	5.98E+12	1.49E+15	1.49E+14	3.99E+15	1.82E+14	5.98E+14	5.98E+14
	クリプト	汚水放流	個/時	1.28E+08	1.06E+09	1.06E+09	1.30E+09	1.30E+09	4.26E+09	4.26E+09
		合流放流	個/時				3.44E+09			
		計	個/時	1.28E+08	1.06E+09	1.06E+09	4.74E+09	1.30E+09	4.26E+09	4.26E+09

河川汚濁ポテンシャル(枚方地点)【冬期】

地震発生後経過日数	日	-1	0	3まで	4	7まで	8	44まで	45以降	
水道断水率		0%	100%	75%	75%	70%	70%	0%	0%	
汚水処理状況		通常	未処理	未処理	消毒	消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	沈殿+消毒	
河川流量	m ³ /s	141.6	141.6	141.6	141.6	141.6	141.6	141.6	141.6	
時間平均量	BOD	被災時増加分	t/時	1.13	1.13	1.13	7.73	0.85	4.52	4.52
		負荷量	t/時	0.56	1.69	1.69	8.29	1.42	5.08	5.08
		水質	mg/L	1.10	3.31	3.31	16.26	2.78	9.96	9.96
	NH ₄ -N	被災時増加分	t/時	0.09	0.09	0.09	0.57	0.12	0.53	0.53
		負荷量	t/時	0.02	0.11	0.11	0.60	0.15	0.56	0.56
		水質	mg/L	0.047	0.221	0.221	1.173	0.284	1.090	1.090
	大腸菌群数	被災時増加分	個/時		1.49E+15	1.44E+14	3.99E+15	1.76E+14	5.92E+14	5.92E+14
		負荷量	個/時	2.21E+14	1.71E+15	3.65E+14	4.21E+15	3.98E+14	8.13E+14	8.13E+14
		水質	個/cm ³	434	3.354	715	8.251	780	1.595	1.595
	クリプト	被災時増加分	個/時		9.37E+08	9.37E+08	4.61E+09	1.17E+09	4.13E+09	4.13E+09
		負荷量	個/時	0.00E+00	9.37E+08	9.37E+08	4.61E+09	1.17E+09	4.13E+09	4.13E+09
		水質	個/L	0.0	1.8	1.8	9.0	2.3	8.1	8.1

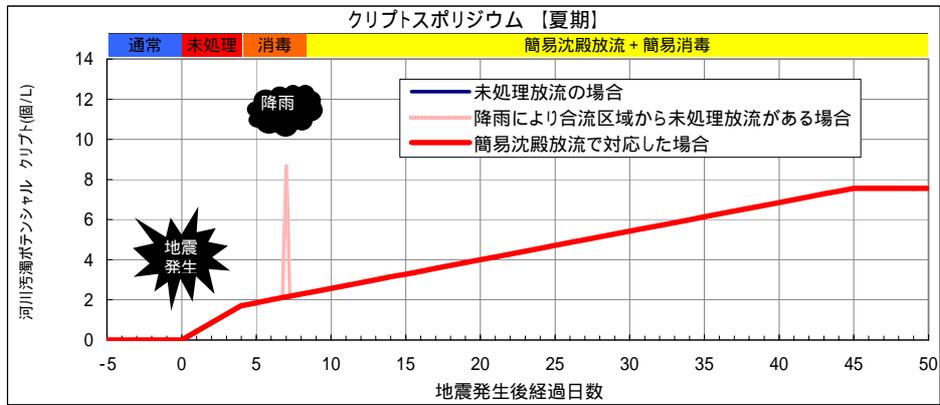
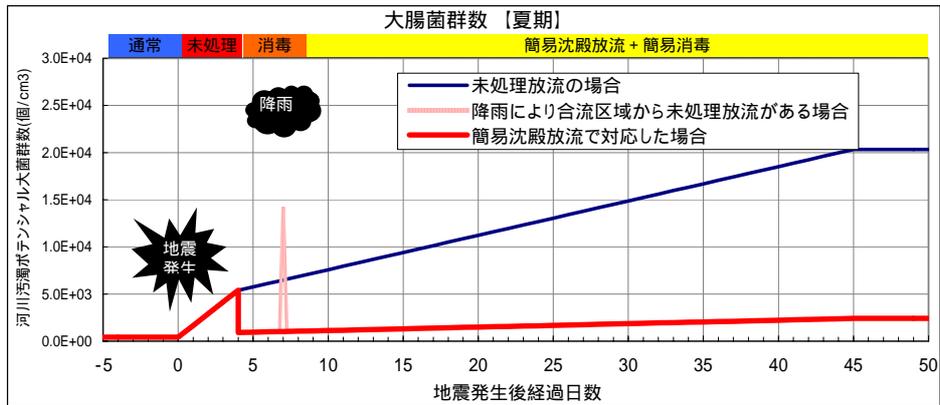
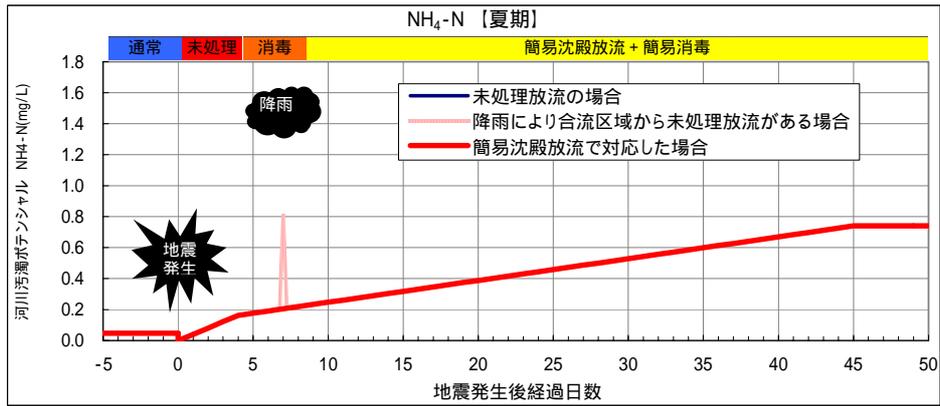
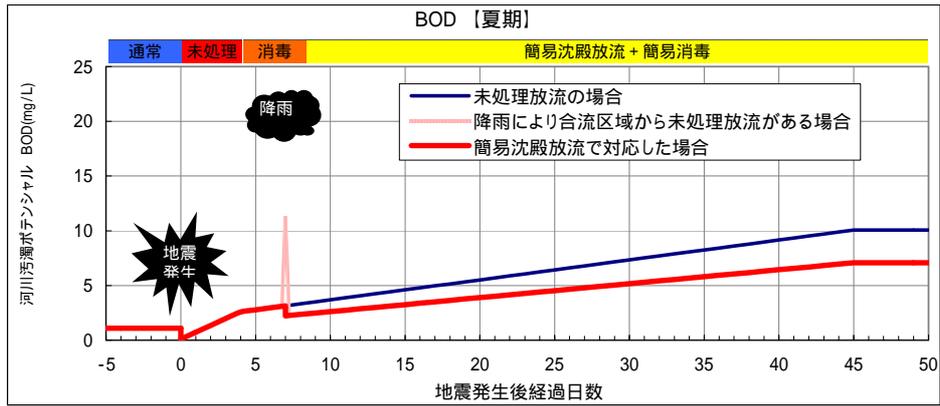


図 1-1 河川汚濁ポテンシャル 夏期(被災後 0~45 日)

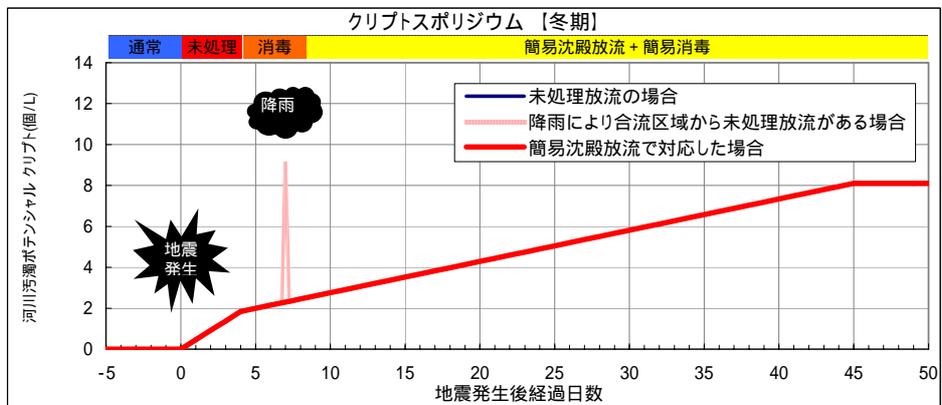
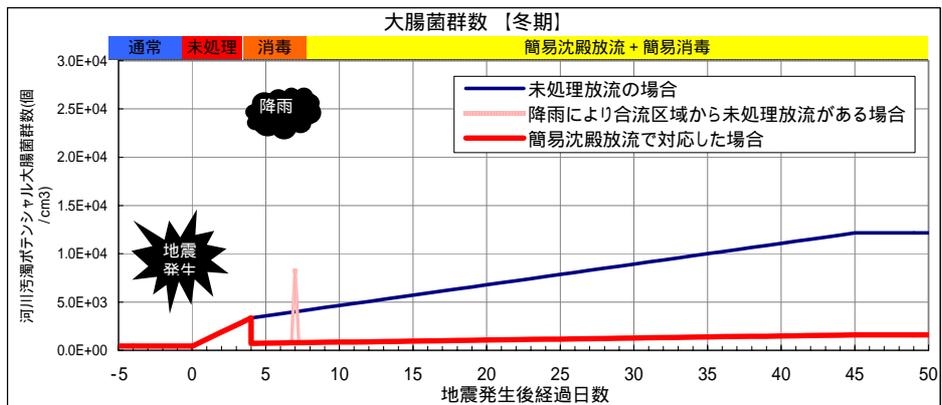
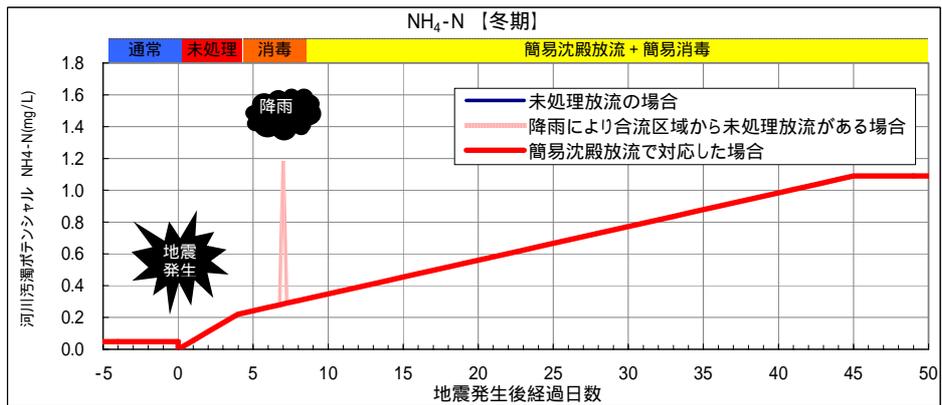
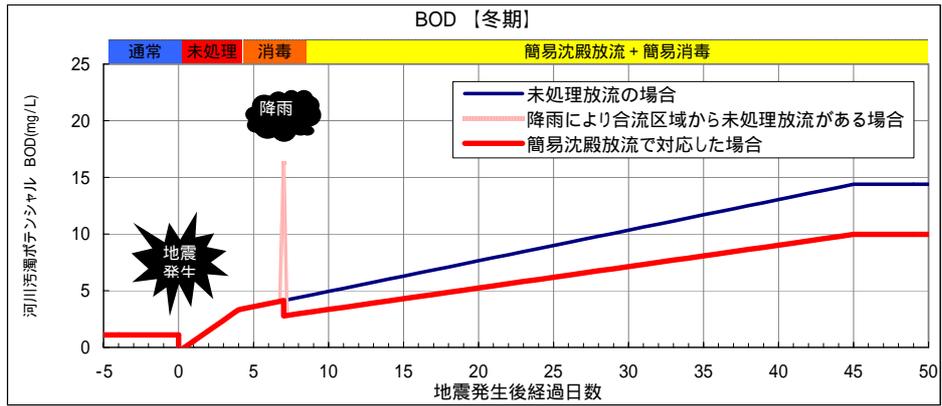


図 1-2 河川汚濁ポテンシャル 冬期(被災後 0~45 日)

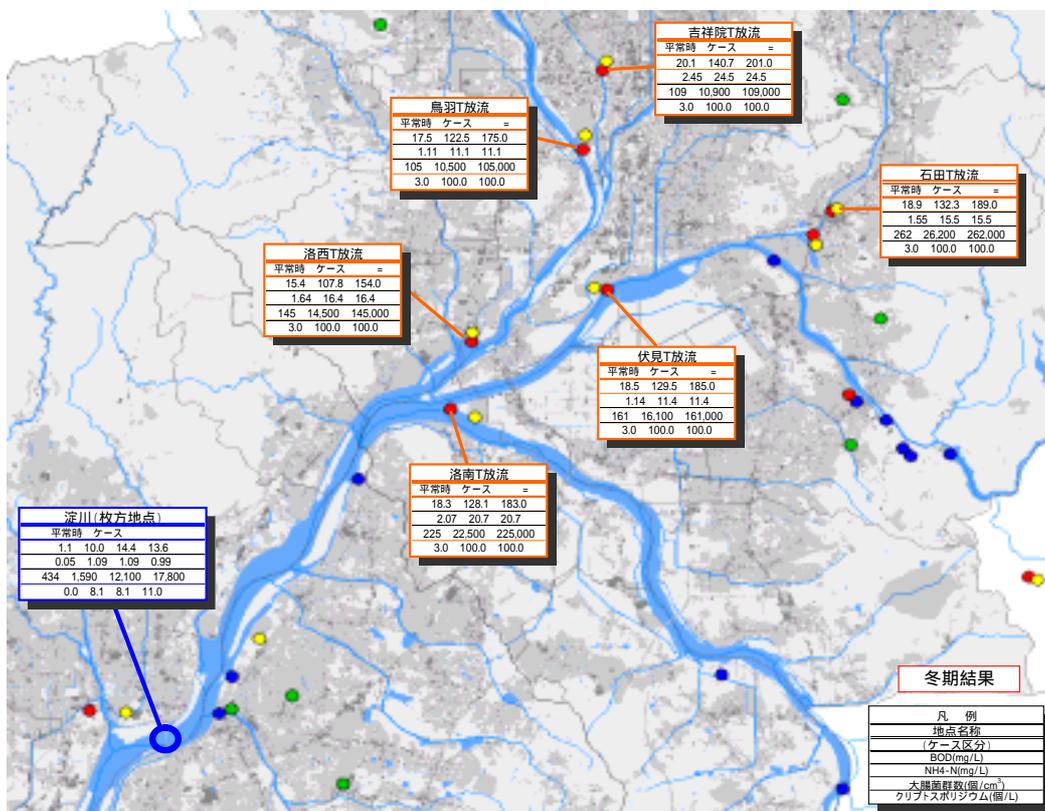
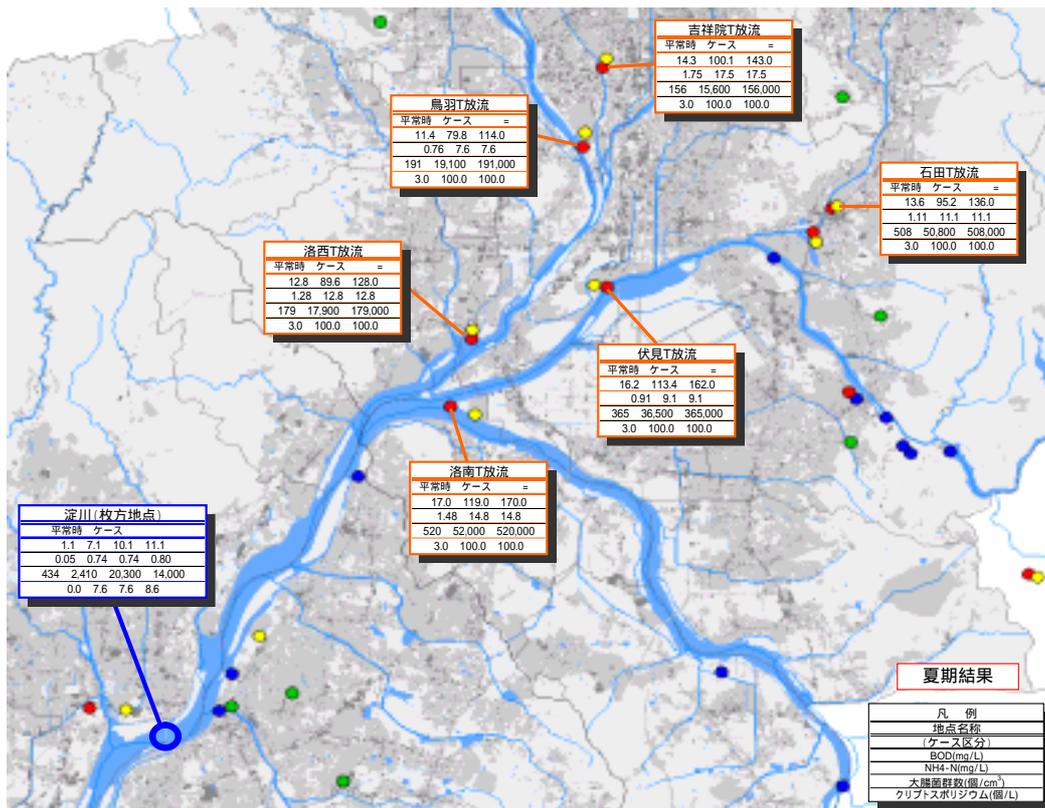


図 1-3 河川汚濁ポテンシャル(上:夏期 下:冬期)

1.4 工場・事業場の被災に伴う河川水質の悪化

被災した事業場内に貯蔵された有害物質が、降雨とともに河川へ未処理で放流された場合に、枚方地点での河川水質について概略計算を行った。後述する移流・拡散を考慮した計算水質と区別するため、ここでの概略計算水質は河川汚濁ポテンシャルと表現する。

水道基準に該当する物質のうち約半数について、未処理放流された場合、基準を上回るようになる。時系列的な悪化期間については後述する

表 1-1 有害物質を対象とした河川汚濁ポテンシャル

番号	第一種指定化学物質名	河川への流出ポテンシャル量				水質基準項目等		
		総量	流出期間内	河川水質	判定			
		kg	kg/時間	mg/L		mg/L		
1	亜鉛の水溶性化合物	30,392.3	5,065.4	7.7996	×	1	水質基準項目	31
2	アクリルアミド	12.3	2.0	0.0031	×	0.0005	要検討項目	5
25	アンチモン及びその化合物	783.4	130.6	0.2011	×	0.015	水質管理目標設定項目	1
29	4,4'-イソプロピリデンジフェノール(別名ビスフェノール)	1,082.9	180.5	0.2779	×	0.1	要検討項目	20
47	エチレンジアミン四酢酸	214.2	35.7	0.0550		0.5	要検討項目	9
54	エピクロロヒドリン	5.0	0.8	0.0013	×	0.0004	要検討項目	10
60	カドミウム及びその化合物*	21.6	3.6	0.0056		0.01	水質基準項目	3
63	キシレン	2,814.6	469.1	0.7223	×	0.4	要検討項目	40
69	6価クロム化合物*	950.3	158.4	0.2439	×	0.05	水質基準項目	8
77	クロロエチレン(別名塩化ビニル)*	2.1	0.3	0.0005		0.002	要検討項目	11
80	クロロ酢酸	1.1	0.2	0.0003		0.02	水質基準項目	21
95	クロロホルム	178.4	29.7	0.0458		0.06	水質基準項目	22
108	無機シアン化合物(錯塩及びシアン酸塩を除く。)	462.4	77.1	0.1187	×	0.01	水質基準項目	9
112	四塩化炭素	0.0	0.0	0.0000		0.002	水質基準項目	13
113	1,4-ジオキサン	40.8	6.8	0.0105		0.05	水質基準項目	14
116	1,2-ジクロロエタン	26.5	4.4	0.0068	×	0.004	水質管理目標設定項目	5
117	1,1-ジクロロエチレン(別名塩化ビニリデン)	101.6	16.9	0.0261	×	0.02	水質基準項目	15
118	cis-1,2-ジクロロエチレン	0.0	0.0	0.0000		0.04	水質基準項目	16
119	trans-1,2-ジクロロエチレン				×	0.04	水質管理目標設定項目	6
145	ジクロロメタン(別名塩化メチレン)	915.9	152.6	0.2350	×	0.02	水質基準項目	17
175	水銀及びその化合物	18.9	3.2	0.0049	×	0.0005	水質基準項目	4
177	スチレン	5.6	0.9	0.0014		0.02	要検討項目	16
178	セレン及びその化合物	1,796.9	299.5	0.4611	×	0.01	水質基準項目	5
179	ダイオキシン類*	90.7	15.1	0.0233		1	要検討項目	17
200	テトラクロロエチレン	180.2	30.0	0.0462	×	0.01	水質基準項目	18
209	1,1,1-トリクロロエタン	0.0	0.0	0.0000		0.3	水質管理目標設定項目	20
210	1,1,2-トリクロロエタン	5.1	0.9	0.0013		0.006	水質管理目標設定項目	7
211	トリクロロエチレン	121.9	20.3	0.0313	×	0.03	水質基準項目	19
222	トリブロモメタン(別名ブロモホルム)	0.0	0.0	0.0000		0.09	水質基準項目	29
227	トルエン	7,252.6	1,208.8	1.8613	×	0.2	水質管理目標設定項目	8
230	鉛及びその化合物	38,673.0	6,445.5	9.9247	×	0.01	水質基準項目	6
231	ニッケル	1,648.7	274.8	0.4231	×	0.01	水質管理目標設定項目	3
242	ノニルフェノール	146.7	24.4	0.0376		0.3	要検討項目	19
243	バリウム及びその水溶性化合物	41.8	7.0	0.0107		0.7	要検討項目	2
252	砒素及びその無機化合物*	7,565.9	1,261.0	1.9417	×	0.01	水質基準項目	7
266	フェノール	918.7	153.1	0.2358	×	0.005	水質基準項目	44
270	フタル酸ジ-n-ブチル	265.5	44.3	0.0681		0.2	要検討項目	24
273	フタル酸n-ブチル=ベンジル	30.5	5.1	0.0078		0.5	要検討項目	25
299	ベンゼン*	49.1	8.2	0.0126	×	0.01	水質基準項目	20
304	ほう素及びその化合物	673.8	112.3	0.1729		1	水質基準項目	12
310	ホルムアルデヒド	42,785.7	7,131.0	10.9802	×	0.08	水質基準項目	30
311	マンガン及びその化合物	4,094.0	682.3	1.0506	×	0.01	水質基準項目	36
346	モリブデン及びその化合物	92.1	15.3	0.0236		0.07	要検討項目	4

対象河川流量

649.44 千m³/時間

180.4 m³/秒

2 流達量の計算(水道取水地点における水質の時系列変化の検討)

河川放流位置から下流側水道取水地点までの時系列変化を考慮して、流達負荷量の計算を行った。

前項までに検討した被災時の河川への放流負荷量のうち、BOD、アンモニア性窒素、大腸菌群、クリプトスポリジウム、6価クロム、シアン、水銀、トルエン、鉛、砒素、フェノールの計11項目を検討対象水質として、浄水処理の観点から選定した。(水質項目の選定理由については後述する。)

2.1 流域モデル

- 適用モデル： 河川解析モデル InfoWorksRS を用いて、流量：一次元不定流、水質：移流拡散を考慮した。
- 計算対称区間： 淀川下流～三川合流～被災処理場放流地点
- 河川断面： 5km ピッチで横断面を入力(1km ピッチで横断面を補間入力)
- 淀川大堰： 堰頂高 O.P.+3.0m で入力し、堰による滞留を考慮した。

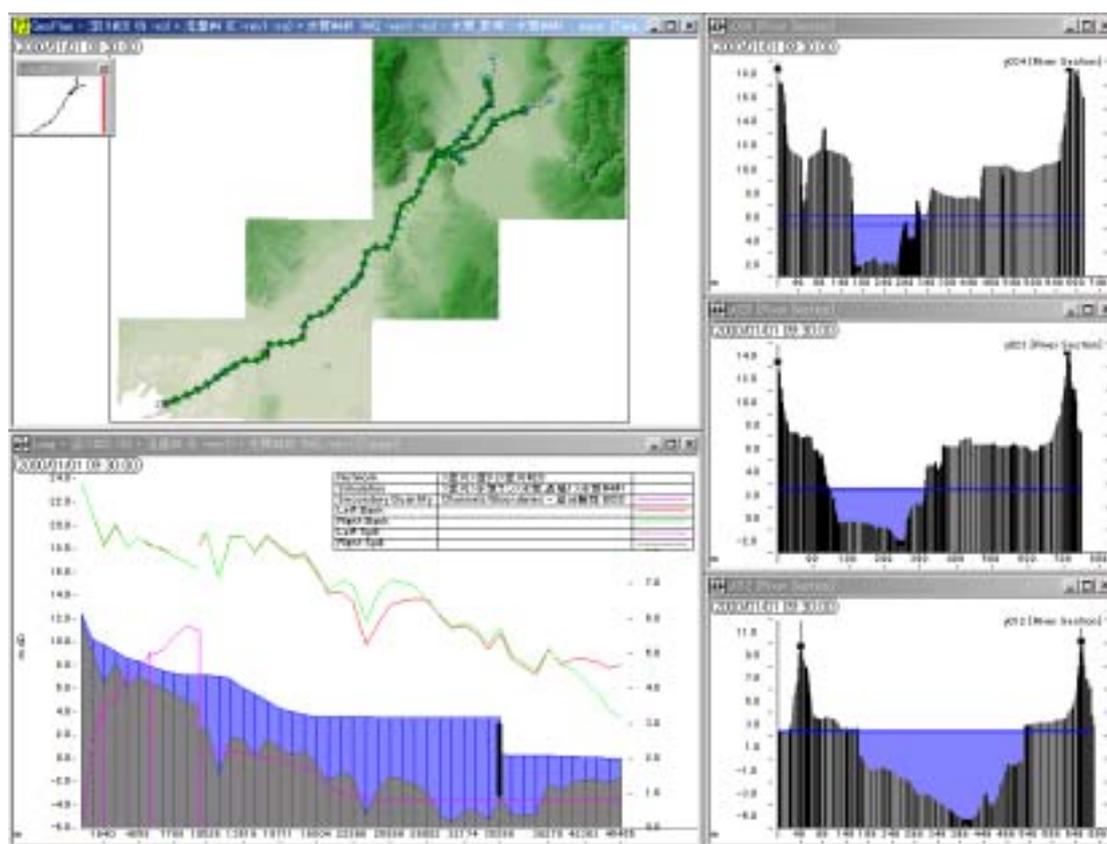


図 2-1 河川解析モデルのイメージ

2.2 解析条件

- 河川流量：夏期対象流量を支川に配分（枚方地点 180.4m³/s）
- 対象日：被災後 7 日目（降雨あり）
- 対象降雨：総雨量 25mm（降雨継続時間 6 時間，平均降雨強度 4.2mm/時）
- 対象負荷量：下水処理場から未処理放流 + 合流区域堆積物の未処理放流
負荷量の時間的变化を考慮（次図 BOD を参考として設定）

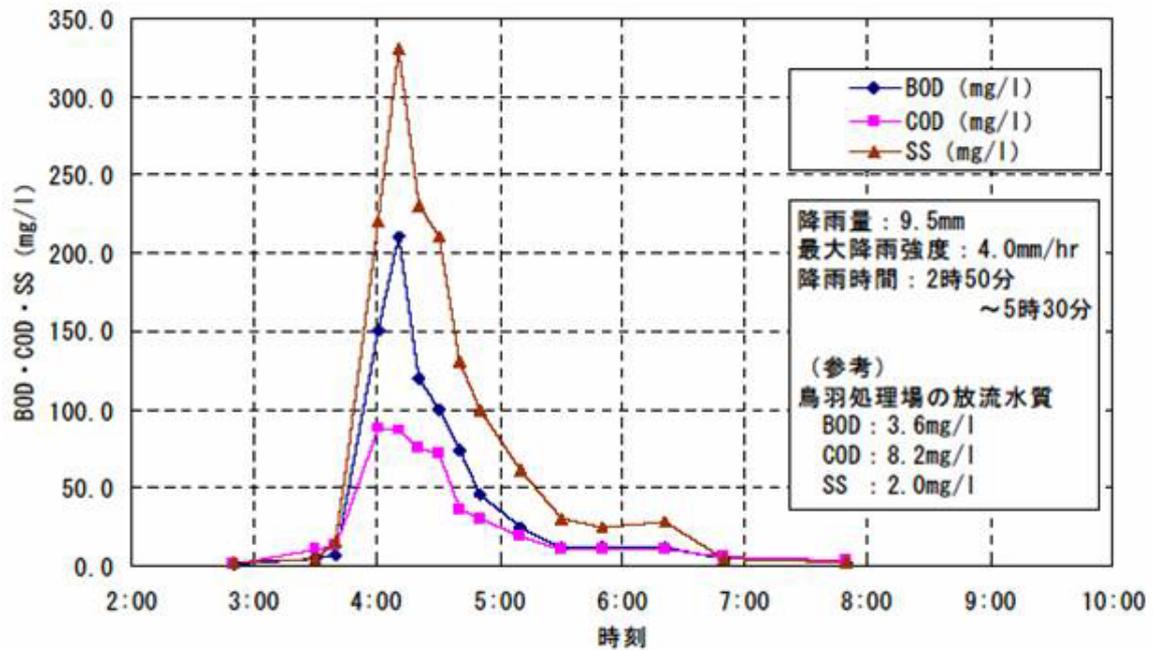


図 2-2 京都市合流式下水道未処理放流の観測例

● 対象水質項目：

対象水質項目のうち、鉛については主に金属固体として流通しており、河川への全量流出が考え難いことから、PRTR データから算出した負荷量に別途溶出率として 0.2 を乗じた。

表 2-1 化学物質の性状

PRTR対象化学物質名		水質基準項目等		物質の性質				
番号	名称	項目	番号	mg/L	外観	水溶解性	分解性	用途
69	6価クロム化合物*	水質基準項目	8	0.05	黄色または赤黄色の結晶性固体	可溶, 酸化クロム()- 62.6 w/w%(20)		顔料, 染料, 塗料, メッキ, 金属表面処理, 酸化剤等に使用される。
108	無機シアン化合物 (錯塩及びシアン酸塩を除く。)	水質基準項目	9	0.01	無色透明または白色の結晶性固体, 液体, 気体	易溶	活性汚泥により容易に分解される。	他の化学物質の原料, 触媒, メッキ等に使用される。
175	水銀及びその化合物	水質基準項目	4	0.0005	流動性銀色液体	不溶		金属合金用, 体温計等に使用される。
227	トルエン	水質管理 目標設定項目	8	0.2	無色液体	難溶, 0.067%(w/w)(23.5), 470 mg/L(16), 515 mg/L(20)	良分解	溶媒として使用される。
230	鉛及びその化合物	水質基準項目	6	0.01	青灰色の柔い金属	難溶, 酸化鉛-0.017 g/L(20)		蓄電池, はんだ等として使用される。
252	砒素及びその無機化合物*	水質基準項目	7	0.01	銀色または黒色結晶	不溶		砒化ガリウム(GaAs)は, 半導体, ダイオード, トランジスタ等に使用される。
266	フェノール	水質基準項目	44	0.005	無色ないし白色結晶性固体	可溶, 6.7 g/L (16)	良分解	消毒剤, プラスチック工業, 染料等に使用される。

参考資料

化学物質ファクトシート - 2004年度版 - 平成17年8月 環境省環境保健部環境安全課
既存化学物質安全性(ハザード)評価シート(財)化学物質評価研究機構
化学物質安全性データブック 化学物質安全情報研究会

表 2-2 鉛の国内需給

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	平均	溶出率	溶出量
蓄電池	218,681	212,312	201,148	194,713	160,678	197,506	0.10	19,751
無機薬品	38,302	29,325	20,134	20,609	25,861	26,846	1.00	26,846
再生	8,177	9,975	9,871	8,584	6,647	8,651	0.10	865
鉛管板	3,284	3,121	3,300	3,349	3,058	3,222	0.10	322
半田・銅合金塊	10,139	8,445	9,168	8,644	8,727	9,025	0.10	902
電線	4,588	6,440	-	-	-	5,514	0.10	551
その他	17,905	15,193	9,332	12,551	10,701	13,136	0.10	1,314
計	301,076	284,811	252,953	248,450	215,672	263,901	0.19	50,552

出典 資源統計年表

● 計算結果出力地点：

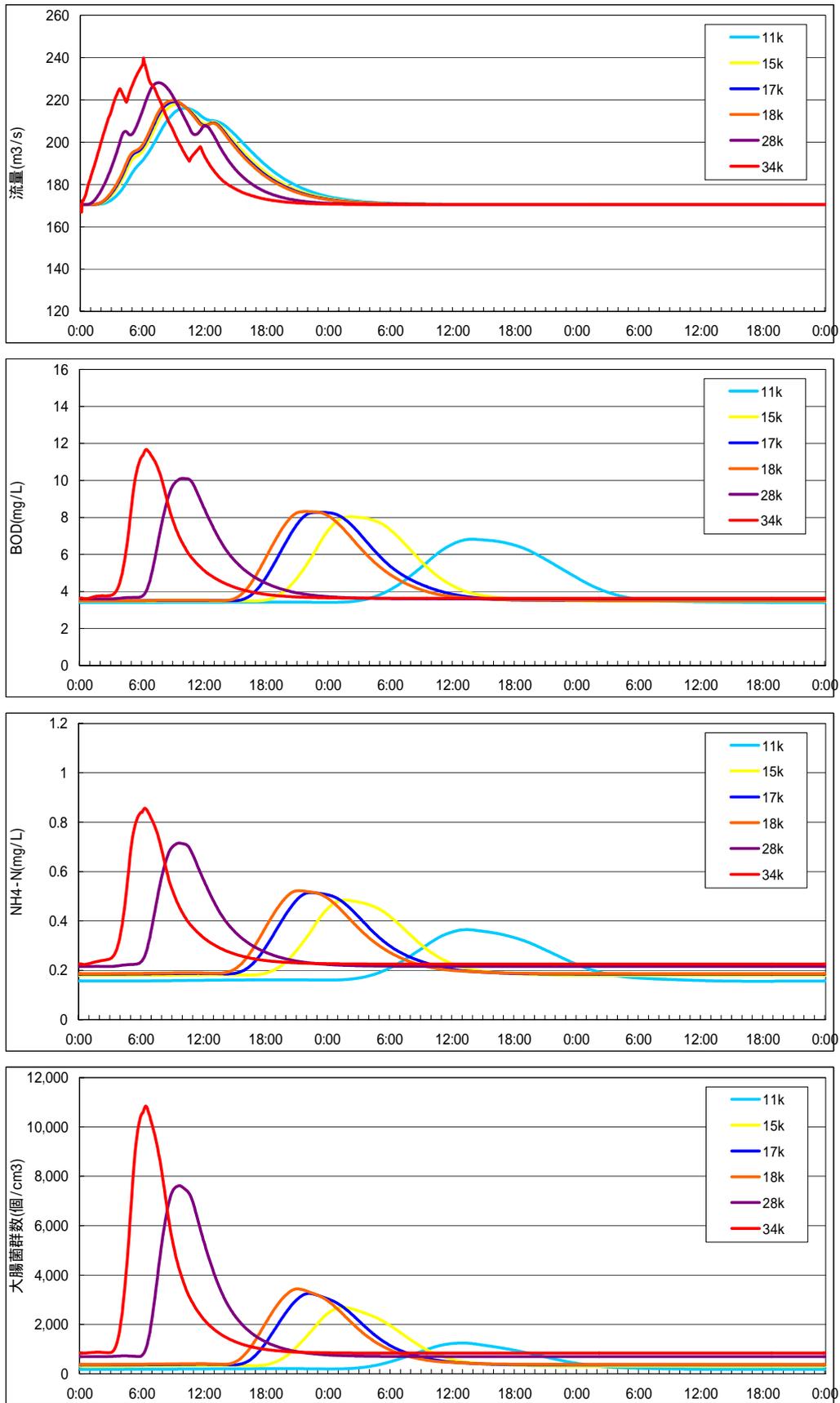
以下の取水口地点での河川水質結果を次に示す。

測点	取水口
34k	大阪市樟葉取水口
28k	大阪府磯島取水口
18k	大阪府大庭取水口
17k	大阪市庭窪取水口, 大阪府庭窪取水口
15k	阪神水道大道取水塔
11k	大阪市柴島取水口,
10k	阪神水道共同取水口

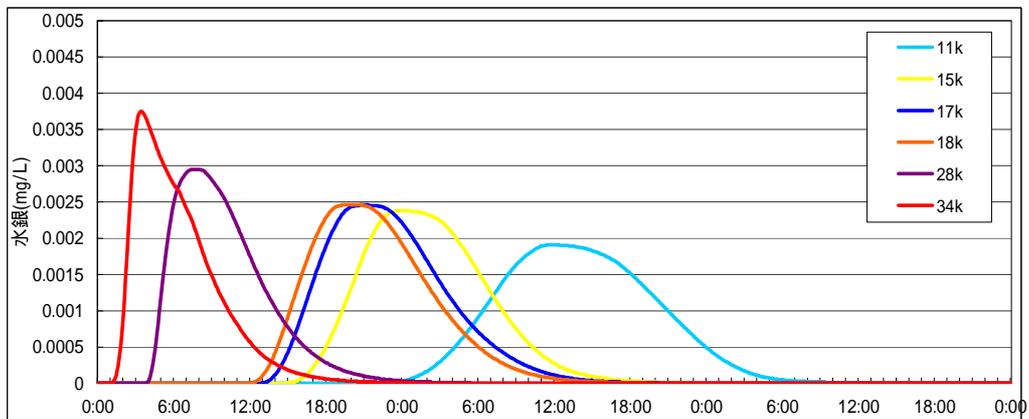
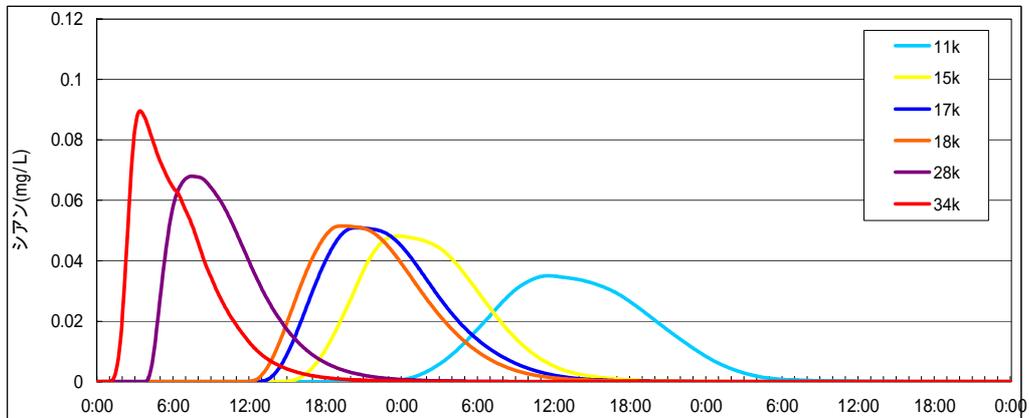
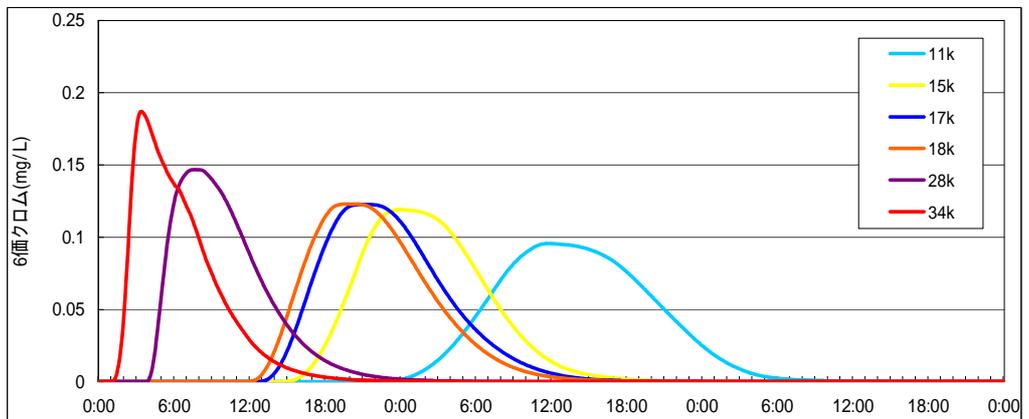
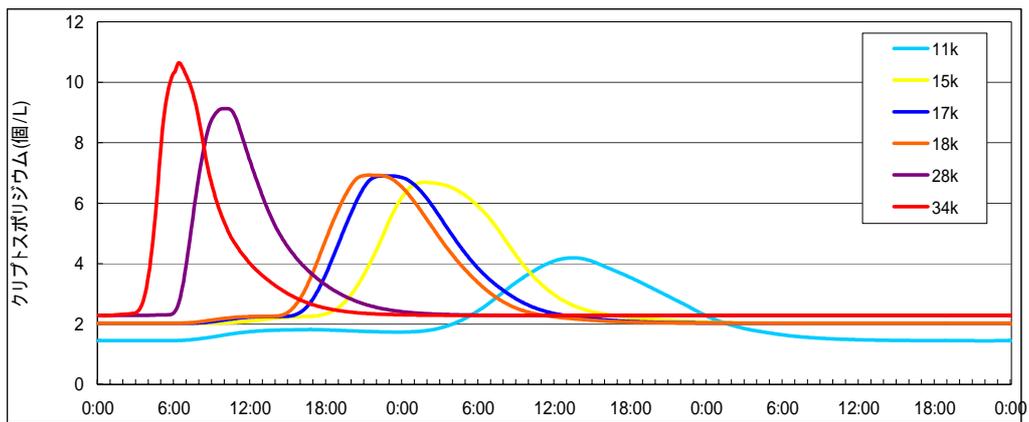
河口からの距離kmを示す。

2.3 解析結果

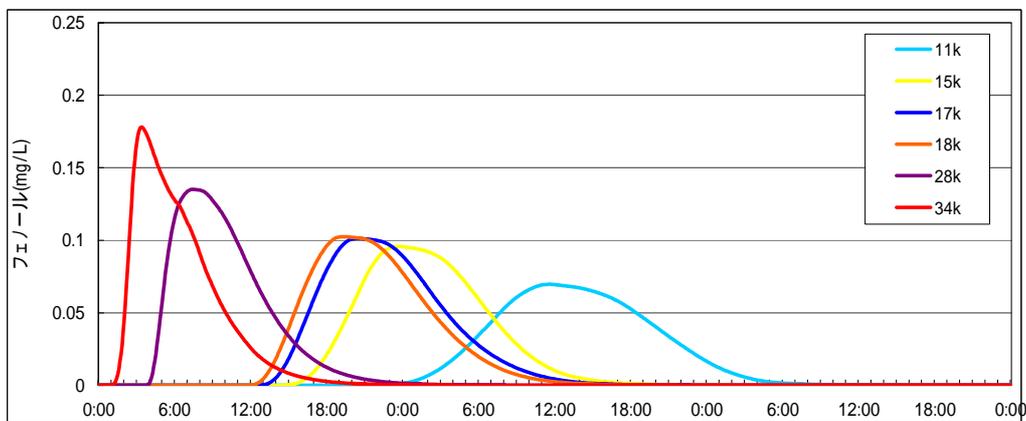
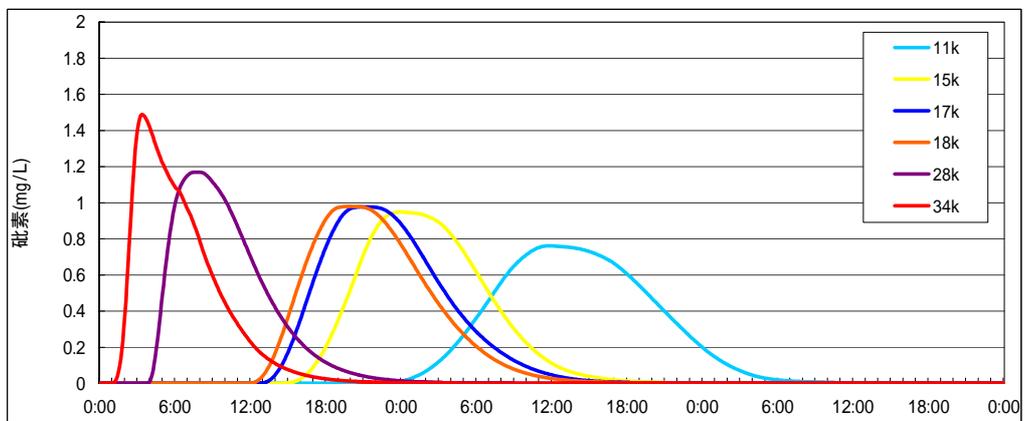
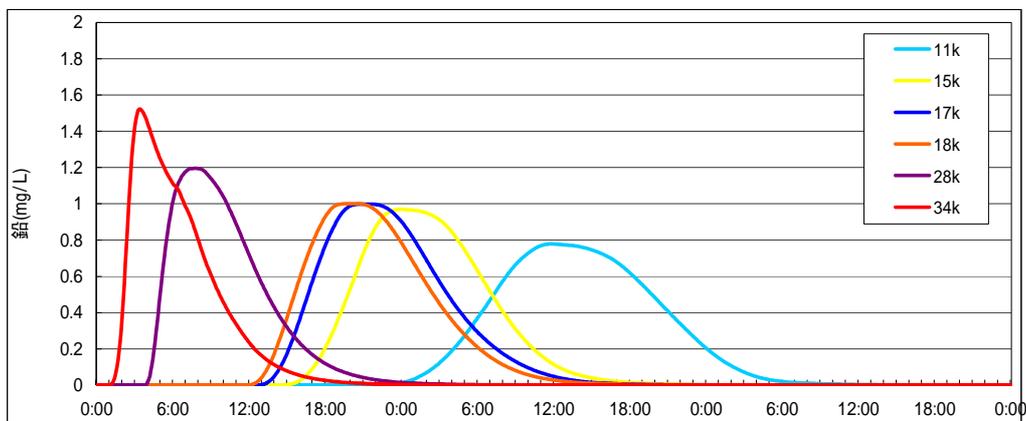
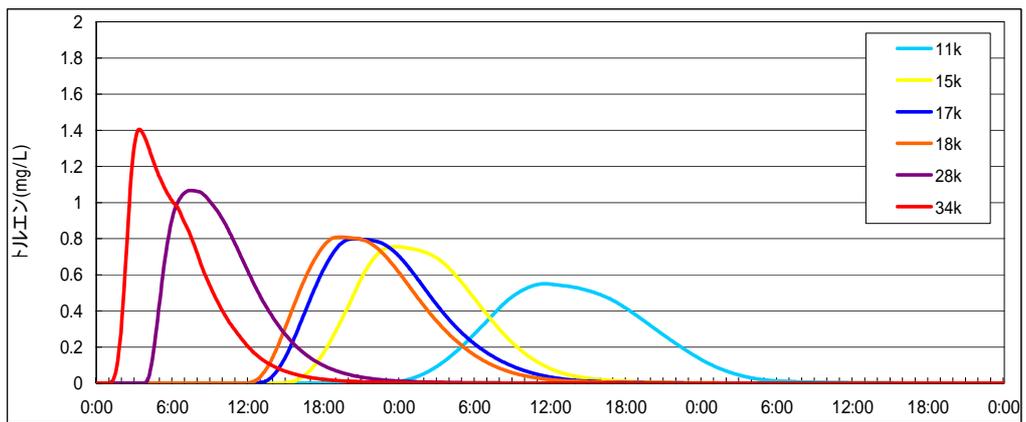
【夏期】



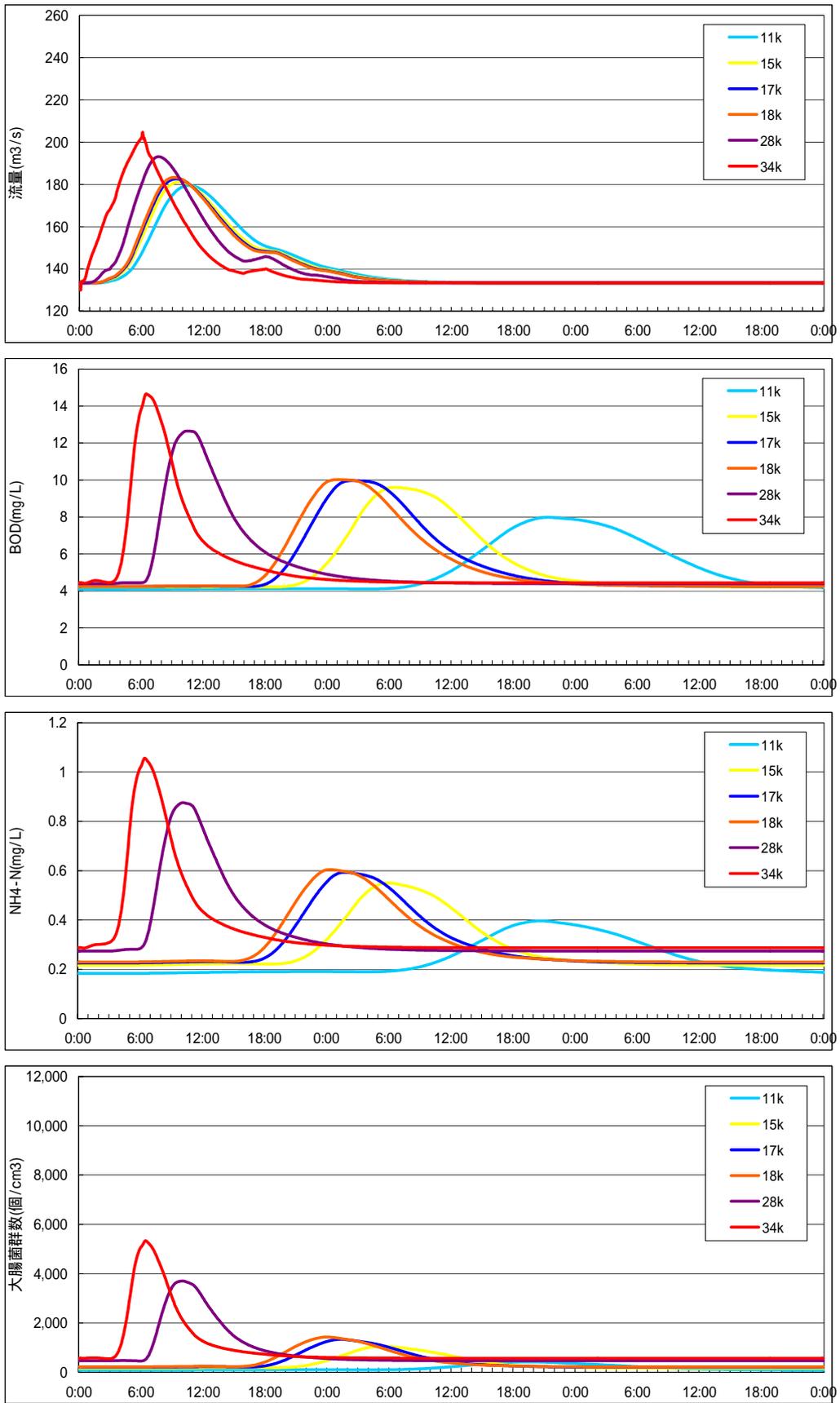
【夏期】



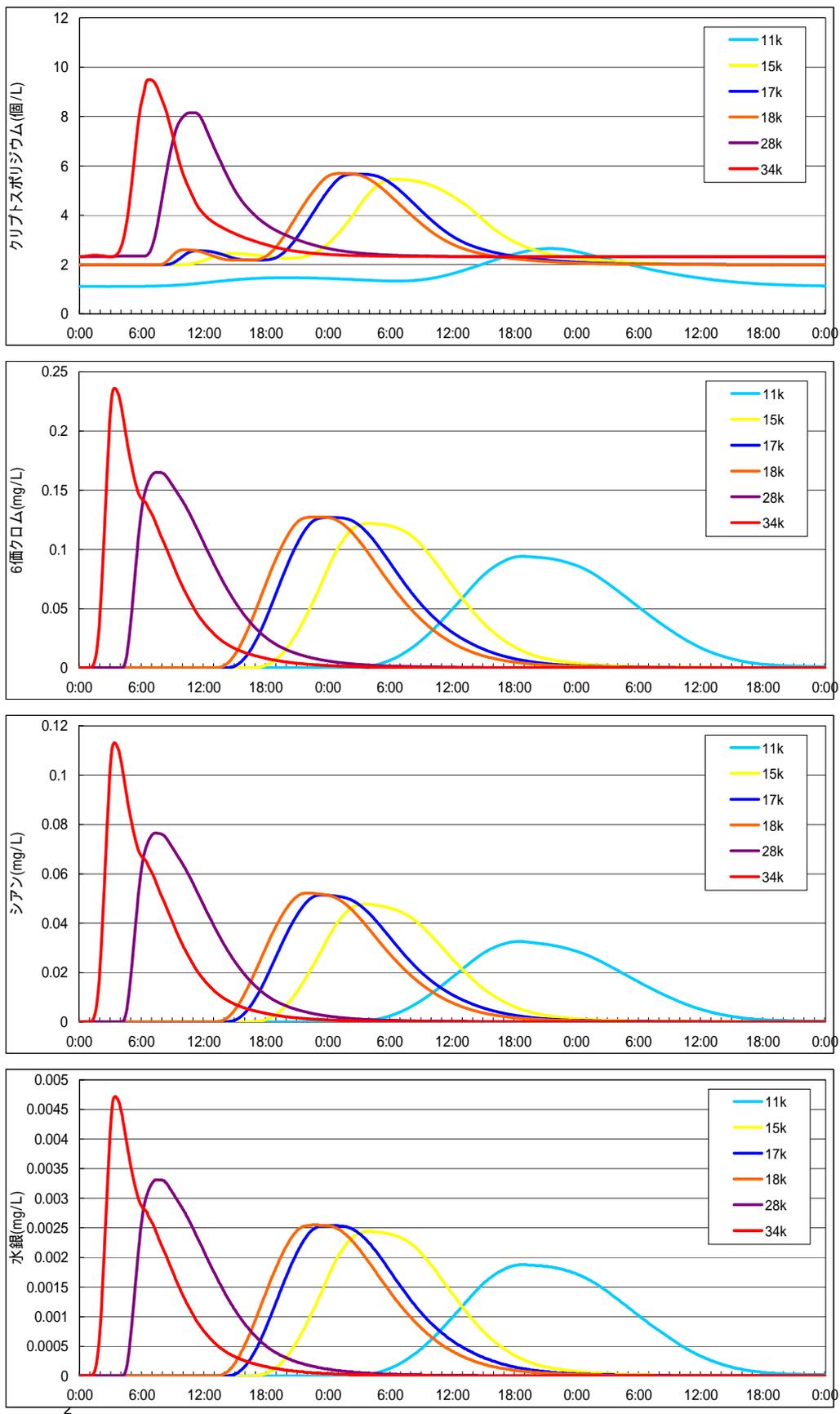
【夏期】



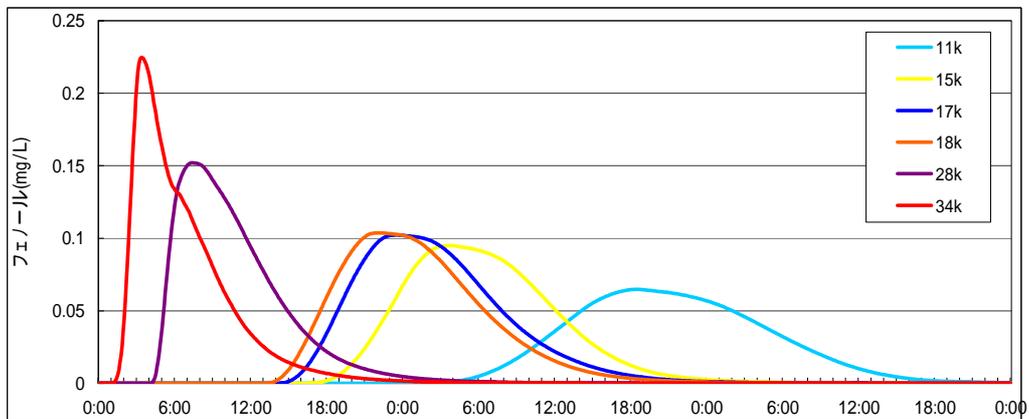
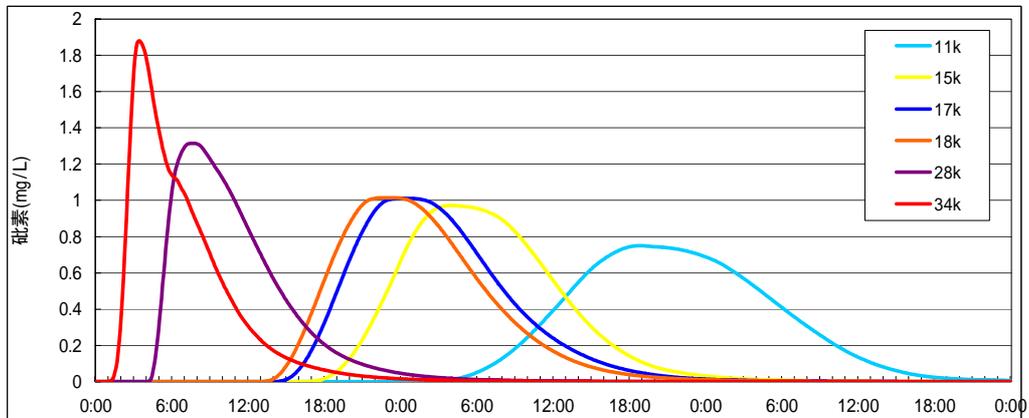
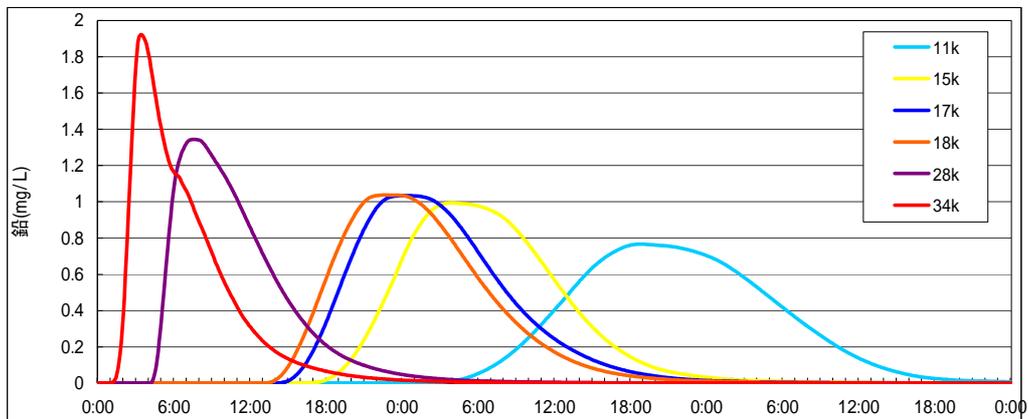
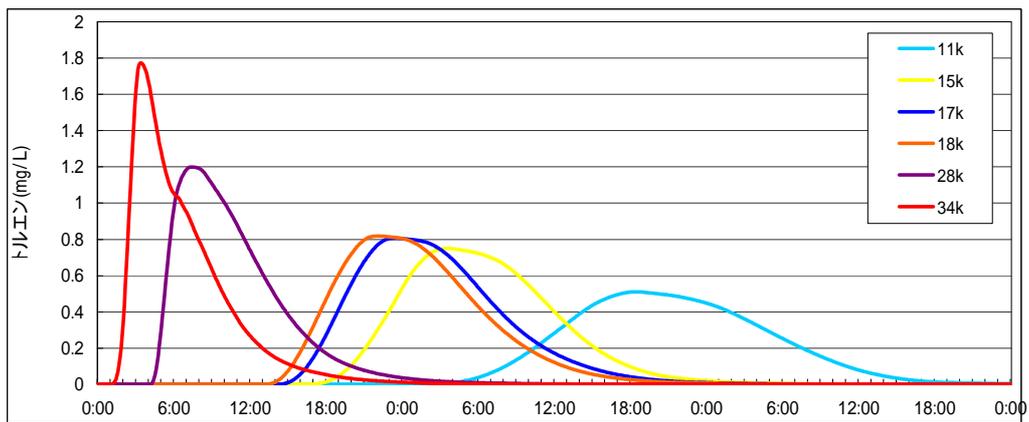
【冬期】



【冬期】



【冬期】



3 浄水場における水道水質項目等の対応可能性の検討

3.1 検討条件

地震等の災害時に上流域で下水処理場等が被災することにより発生すると想定される水質リスクに対し、浄水場において対応が可能であるか否かについて検討を行った。

被災により上流域から流出する物質としては、水溶性のもので放流された直後に流下すると考えられる物質、不溶性で放流された直後に河床に沈澱すると考えられる物質、との中間で河床に沈澱したものが時間の経過とともに徐々に流出すると考えられる物質に大別されるが、今回の検討に当たっては、最も影響期間が短い について検討を行うことより、浄水場が受ける最低限の影響について検討した。

1) 検討の対象とする物質

淀川における有害物質の流出シミュレーションを踏まえ、浄水場が影響を受ける物質として有機物質、病原性微生物、臭気物質、重金属・化学物質、油の中から、以下の 10 物質について検討を行った。各物質の選定理由については資料 - 1 に示すとおりである。

- ・有機汚濁 : BOD ----- 水中の有機物の総合指標
アンモニア態窒素 ----- 排水等に由来し塩素処理に影響
- ・病原性微生物 : 大腸菌群 ----- 糞便汚染の指標
クリプトスポリジウム ----- 水系感染症の病原体
- ・臭気物質 : フェノール ----- 塩素処理過程で強い臭気を発現
- ・重金属・化学物質 : 鉛 (溶解性) ----- 慢性・急性中毒
シアン ----- 急性中毒
ヒ素 ----- 急性・慢性中毒
六価クロム ----- 急性・慢性中毒
- ・油 : トルエン ----- 石油成分の一つで代表的な有機溶剤

水道水質基準では大腸菌を対象としているが、河川水質予測において大腸菌群を対象としたことから、ここでは大腸菌群について検討した。

2) 検討の対象とする浄水処理方法

淀川を水源とする浄水場のうち、検討の対象とする3事業者(大阪府水道部, 大阪市水道局, 阪神水道企業団)では、全て高度浄水処理(オゾン+活性炭)を導入しているが(表3-1)、導入の有無による効果の違いを検証するため、以下の2つの浄水処理方法について検討した。

- ・通常処理 : 凝集沈澱 + 急速ろ過 + 塩素消毒
- ・高度浄水処理 : 凝集沈澱 + 急速ろ過 + オゾン + 活性炭 + 塩素消毒

表3-1 淀川を水源とする浄水場の概要

事業者名	浄水場名	浄水処理方式	施設能力 m ³ /日	取水地点
大阪府 水道部	村野	凝集沈澱 + 砂ろ過 + オゾン + 活性炭 + 塩素消毒	1,797,000	磯島取水口 28km
	庭窪	生物処理 + 凝集沈澱 + 砂ろ過 + オゾン + 活性炭 + 塩素消毒	203,000	庭窪取水口 17km
	三島	生物処理 + 凝集沈澱 + 砂ろ過 + オゾン + 活性炭 + 塩素消毒	330,000	一津屋取水口 16km
大阪市 水道局	柴島	凝集沈澱 + オゾン + 砂ろ過 + オゾン + 活性炭 + 塩素消毒	1,180,000	柴島取水口 11km
	庭窪	凝集沈澱 + オゾン + 砂ろ過 + オゾン + 活性炭 + 塩素消毒	800,000	庭窪取水口 17km
	豊野	凝集沈澱 + オゾン + 砂ろ過 + オゾン + 活性炭 + 塩素消毒	450,000	樟葉取水口 34km
阪神水道 企業団	猪名川	凝集沈澱 + オゾン + 活性炭 + 砂ろ過 + 塩素消毒	916,900	大道取水口 15km
	尼崎	凝集沈澱 + オゾン + 活性炭 + 砂ろ過 + 塩素消毒	186,500	柴島取水口 11km

河口からの距離を示す。複数地点で取水している場合は、上流側で代表させた。

3) 検討の対象とする取水地点

検定の対象とする浄水場は、表3-1に示す8箇所の浄水場であるが、これらの取水点は近接しているため、表3-2のとおり上流、中流、下流の3つに分類し、それぞれ代表地点を選定して検討を行った。

表3-2 取水地点の選定

分類	代表地点	事業者名	浄水場名	取水地点
上流	34km 地点 (最上流かつ取水量が大)	大阪市	豊野	樟葉取水口 34km
		大阪府	村野	磯島取水口 28km
中流	17km 地点 (中間かつ取水量が大)	大阪府	三島	一津屋取水口 18km
		大阪府	庭窪	庭窪取水口 17km
		大阪市	庭窪	庭窪取水口 17km
		阪神水道企業団	猪名川	大道取水口 15km
下流	11km 地点 (最下流)	大阪市	柴島	柴島取水口 11km
		阪神水道企業団	尼崎	柴島取水口 11km

4) 浄水水質の推計方法

浄水処理に関する一般的な知見に加え、検討の対象とする3事業者（大阪府水道部，大阪市水道局，阪神水道企業団）及び東京都水道局へのヒアリングをもとに、検討対象となる10物質について平均的な除去率を想定し（表3-3）、これを淀川における有害物質の流出シミュレーション結果に適用して浄水水質の推計を行った。

表3-3 想定した平均除去率

分類	物質	平均除去率
有機汚濁	BOD	75% (TOCとして)
	アンモニア態窒素	100%
病原性微生物	大腸菌群	100%
	クリプトスポリジウム	高度浄水処理 7LOG (99.99999%) 通常処理 3LOG (99.9%)
臭気物質	フェノール	90%
重金属・化学物質	鉛(溶解性)	70%
	シアン	80%
	ヒ素	90%
	六価クロム	20%
油	トルエン	90%

3.2 原水水質悪化時における浄水場での対応

原水水質悪化時において、浄水場では図 3-1 に示すとおり、濃度の時系列変化に応じて ~ の方策を組合せて対応を図るものと仮定した。

浄水が水道水質基準値を超過すると予測される場合、浄水場では対応が困難（浄水処理不能）となることから、取水を停止するものとした。また、水道事業者は緊急時にも給水停止とならないよう、通常 12 時間程度の配水池容量を確保することが一般的であるため、処理不能時間が配水池の有効容量（12 時間）を超過する場合は、浄水場からの送配水が困難となり、給水停止に至ると仮定した。

通常の浄水処理による対応

通常の処理に粉末活性炭の注入を付加して対応

取水量（処理水量）を通常時よりも減らし、処理性能を向上させることで対応

取水停止により対応（配水池容量から最大 12 時間程度）

給水停止（12 時間以上の取水停止の場合）

（なお、クリプトスポリジウム等の病原微生物や、揮発性物質の場合は、別途、煮沸飲用を広報により周知するという対応も考えられる。）

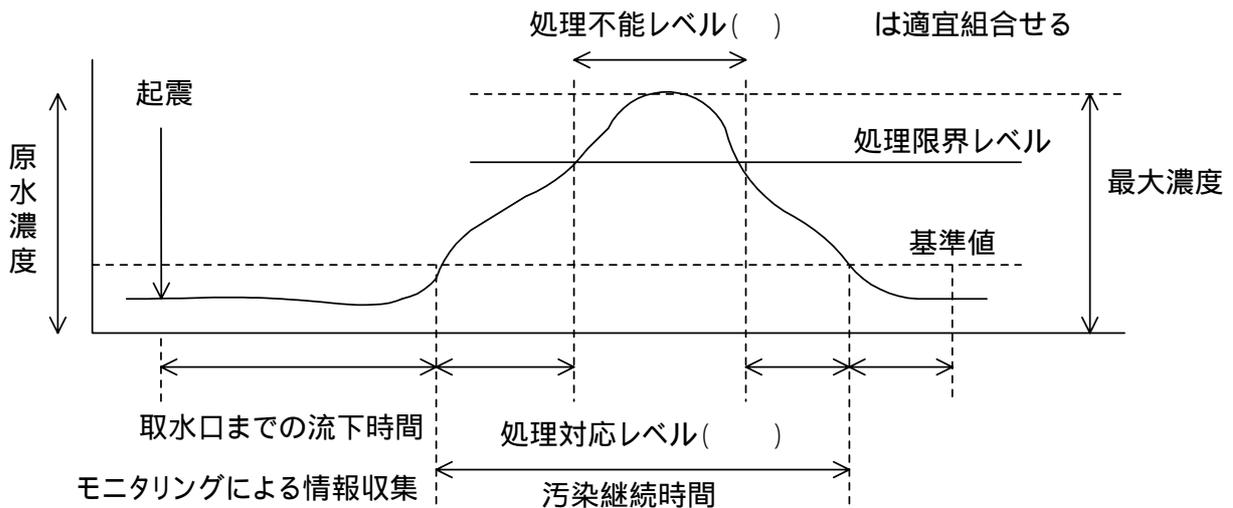


図 3-1 原水水質悪化時における浄水場での対応方法

3.3 検討結果

1) 概要 (リスクの高い物質の抽出)

原水水質の予測結果に、浄水場における除去率を適用して浄水水質を算出し、水道水質基準との比較を行った。

これらの状況を整理したものが表 3-4 であり、クリプトスポリジウム (通常処理による 3LOG 除去の場合) 鉛、ヒ素、フェノール、六価クロム、シアンについては、取水または給水を停止する必要があると考えられた。また、下流ほど取水または給水停止時間が長くなると予測された。今回評価を行った物質の中でリスクの高い物質の順に、原水水質、浄水水質、浄水場での対応の時系列変化を示し (図 3-2 ~ 図 3-12) 概要を述べる。また、拡大図を資料 - 2 に示す。

表 3-4 検討結果の概要

給水 停止	取水 停止	水質項目	34K地点		17K地点		11K地点	
			冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期
		クリプトスポリジウム (3LOG除去 (通常処理))	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<
			72.0<	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<
		鉛	19.3	15.9	29.1	23.2	35.8	27.8
			7.3	3.9	17.1	11.2	23.8	15.8
		ヒ素	14.5	12.6	23.7	19.3	29.8	23.5
			2.5	0.6	11.7	7.3	17.8	11.5
		フェノール	8.7	8.0	12.9	10.9	11.9	10.8
			0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
		六価クロム	8.2	7.5	13.2	10.8	15.1	12.3
			0.0	0.0	1.2	0.0	3.1	0.3
		シアン	5.7	5.3	3.6	2.6	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		アンモニア性窒素	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		大腸菌群	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		クリプトスポリジウム (7LOG除去 (高度浄水処理))	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		トルエン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		BOD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

上段: 処理不能時間(時間) 取水停止

下段: 処理不能時間のうち給水停止時間(時間) 取水停止 + 給水停止

2) 各物質の概要

- (1) 鉛 -----〔取水停止 + 給水停止〕
浄水が水道水質基準値を超過し全ての地点において取水停止を必要とする。冬期の給水停止時間は7.3~23.8時間と推計された。
- (2) ヒ素 -----〔取水停止 + 給水停止〕
浄水が水道水質基準値を超過し全ての地点において取水停止を必要とする。冬期の給水停止時間は2.5~17.8時間と推計された。
- (3) 六価クロム -----〔取水停止 + 給水停止〕
浄水が水道水質基準値を超過し全ての地点において取水停止を必要とする。冬期の給水停止時間は、中流から下流で1.2~3.1時間と推計された。
- (4) フェノール -----〔取水停止 + 給水停止〕
浄水が水道水質基準値を超過し全ての地点において取水停止を必要とする。冬期の給水停止時間は、中流で1時間弱と推計された。
- (5) シアン -----〔取水停止〕
上流から中流において3.6~5.7時間の取水停止に至ると推計された。下流では、河川での希釈効果等に伴う濃度の平滑化により取水停止には至らないと推計された。
- (6) アンモニア態窒素 -----〔浄水場の処理で対応可〕
上流で1mg/L程度まで上昇し、一時的に10mg/L程度の塩素注入を必要とするが、対象浄水場の最大塩素注入率以下にあることから浄水場の処理により対応可能と推計された。なお、水道の原水にアンモニア態窒素が含まれる場合、不連続点塩素処理を行う必要があるが、水温やpHが低い場合には、塩素とアンモニアの反応が悪くなることから、アンモニア濃度が急激に変化する場合には、通常の残留塩素一定自動制御から手動制御に切り替えて残留塩素濃度管理を強化する等の対策が必要となる。
- (7) 大腸菌群 -----〔浄水場の処理で対応可〕
残留塩素が確保されていれば基本的に浄水場の処理により対応可能であると推計されることから、残留塩素管理の徹底を図ることが必要である。なお、水道法施行規則第17条(衛生上の措置)では、病原微生物汚染時等の場合、残留塩素濃度を通常よりも高く(遊離塩素で0.2mg/L, 結合塩素で1.5mg/L)確保することとしており、通常に比べ塩素消毒の強化が必要となる。

(8) クリプトスポリジウム [高度浄水処理で対応可(7LOG除去の場合)]

EPAが提唱する「飲料水の微生物許容リスクとして 10^{-4} /年以下」及びWHOが提唱する「DALYSに基づく参考許容値」をもとに評価を行ったところ、高度浄水処理で7LOGの除去が期待できる場合には、浄水場の処理により対応可能であると推計された。しかし、通常処理で3LOG程度の除去率しか期待できない場合には、浄水場の処理では十分に対応できず、取水停止が長期間にわたるものと考えられた。なお、クリプトスポリジウムのオーシストは $5\mu\text{m}$ 前後であり、ろ過水濁度を低いレベル(0.1度以下)で安定的に処理することが必要である。今回の検討ケースのように、流域内の感染者が通常よりも多く発生することが予想される場合には、凝集剤の注入強化等、常時よりもさらに濁度管理の徹底を図ることが必要である。

(9) BOD ----- [浄水場の処理で対応可]

全国の浄水場の実績をもとにしてTOCに換算して推計した結果、浄水場の処理により対応可能であると推計された。

(10) トルエン ----- [高度浄水処理で対応可]

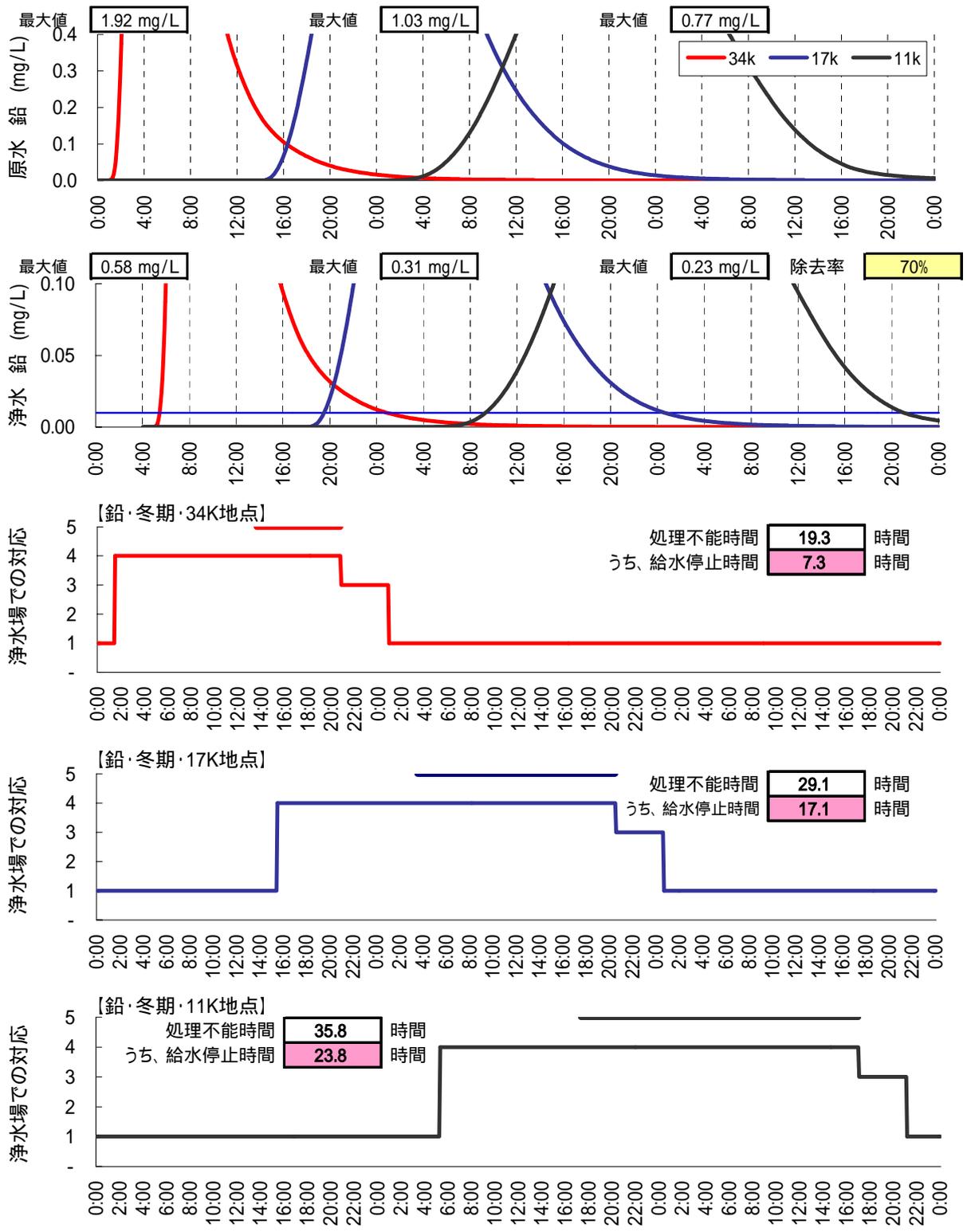
浄水場の処理により対応可能であると推計された。なお、トルエンは石油成分の一つであり、比重が水よりも小さいことから、流出したうちの多くが取水地点に到達することが予想される。検討では、オゾン処理と粒状活性炭処理で対応可能と推計されたが、浄水場内に油が流入することは維持管理上、望ましくないことから、油膜計等により常時監視をしながら、オイルフェンスやオイルマット等で除去することが必要である。

3) まとめ

検討の結果、鉛、ヒ素、フェノール、六価クロム、シアン及びクリプトスポリジウム(通常処理(3log除去)の場合)については、浄水場の浄水処理による対応が困難であると推計され、取水停止または給水停止を行う必要があると考えられる。

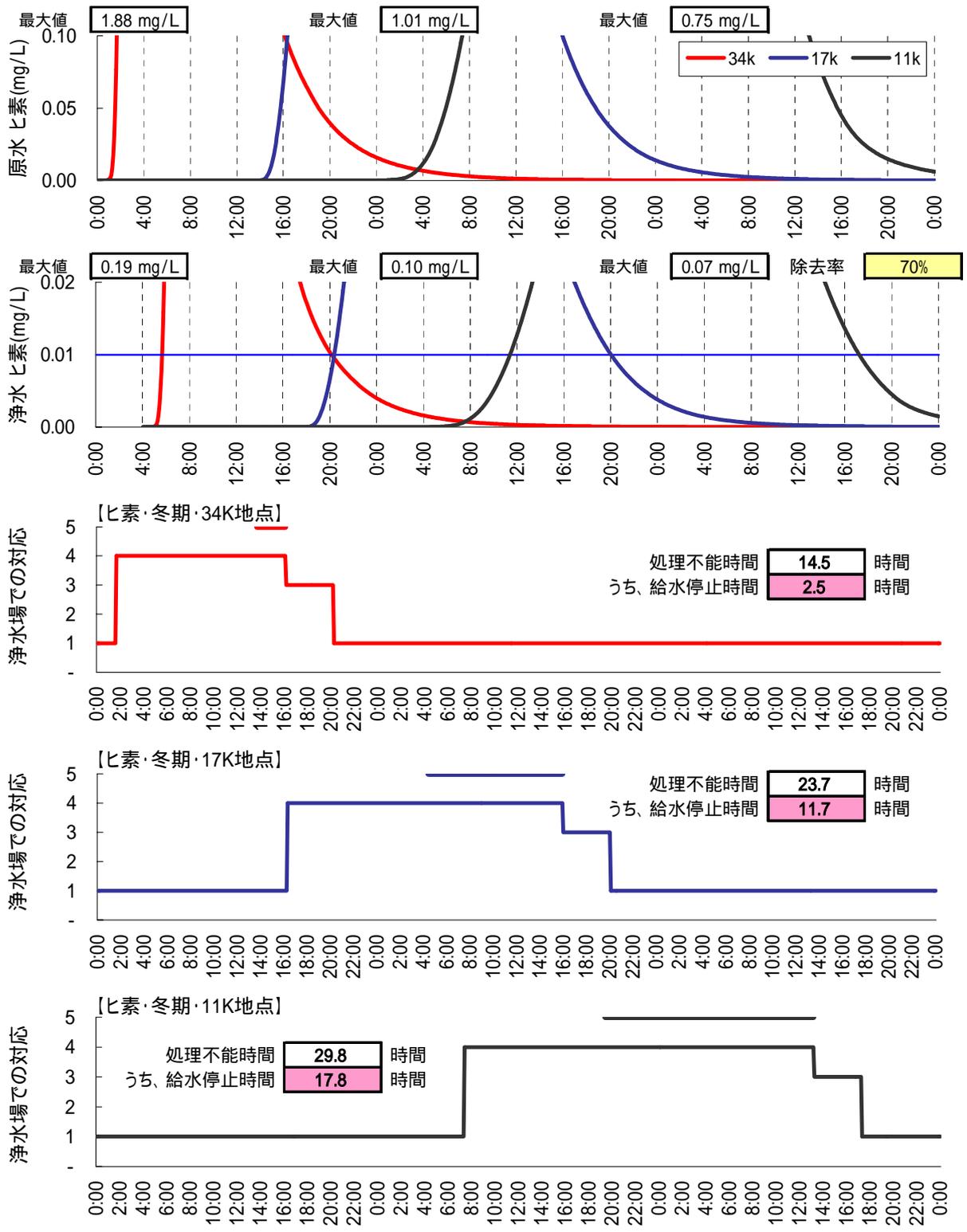
地震等の災害時には、今回検討した項目以外にも通常では想定されない様々な物質が高濃度で流入するおそれがあることから、理化学的監視装置(シアン計、フェノール計、油膜計、TOC計など)や生物学的監視装置(魚類・細菌類を利用したバイオセンサーなど)による河川水質(水道原水)の監視、流域連絡協議会等を通じた連絡体制の確立、有害物質の発生源となる工場等における流出防止等の検討を行う必要がある。

また、汚染継続時間が長期間に渡ることが想定される場合には関係機関が連携し、例えば、ダムや河口堰等における緊急時のフラッシュ操作による汚染継続時間の短縮や、淀川大堰付近の滞留防止策についても検討を行う必要があると考えられる。



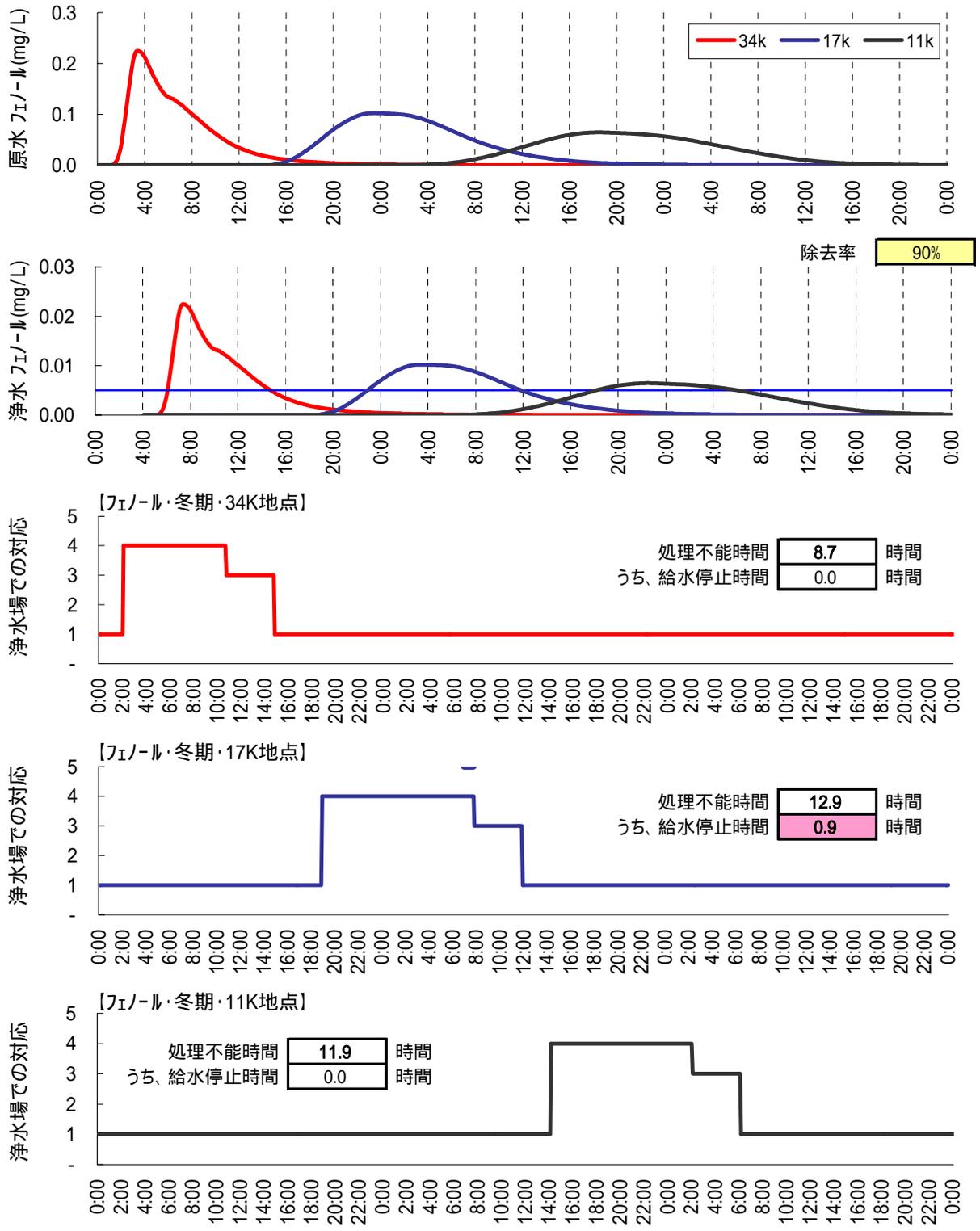
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-2 原水水質悪化時における浄水場での対応 (鉛・冬期)



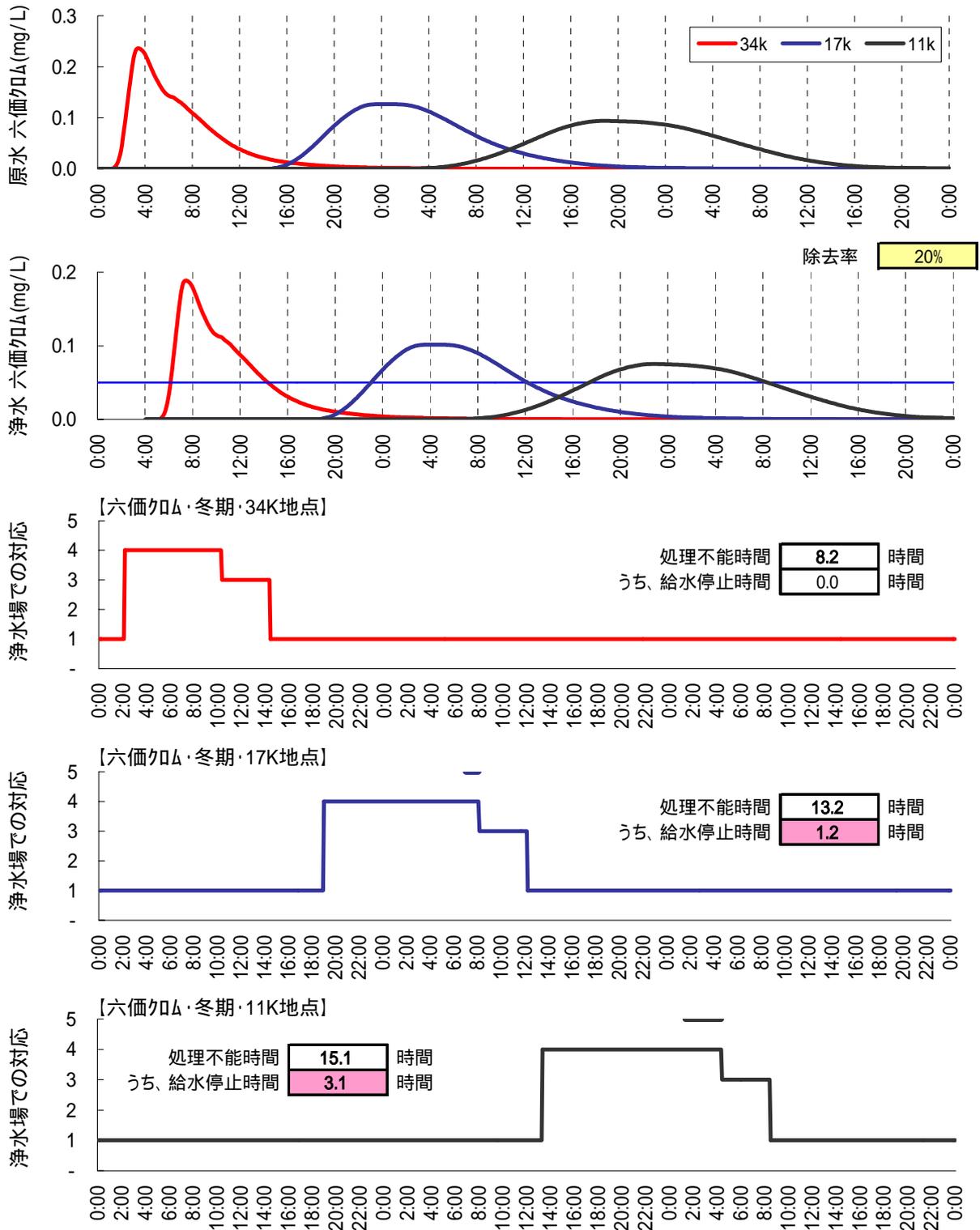
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-3 原水水質悪化時における浄水場での対応 (ヒ素・冬期)



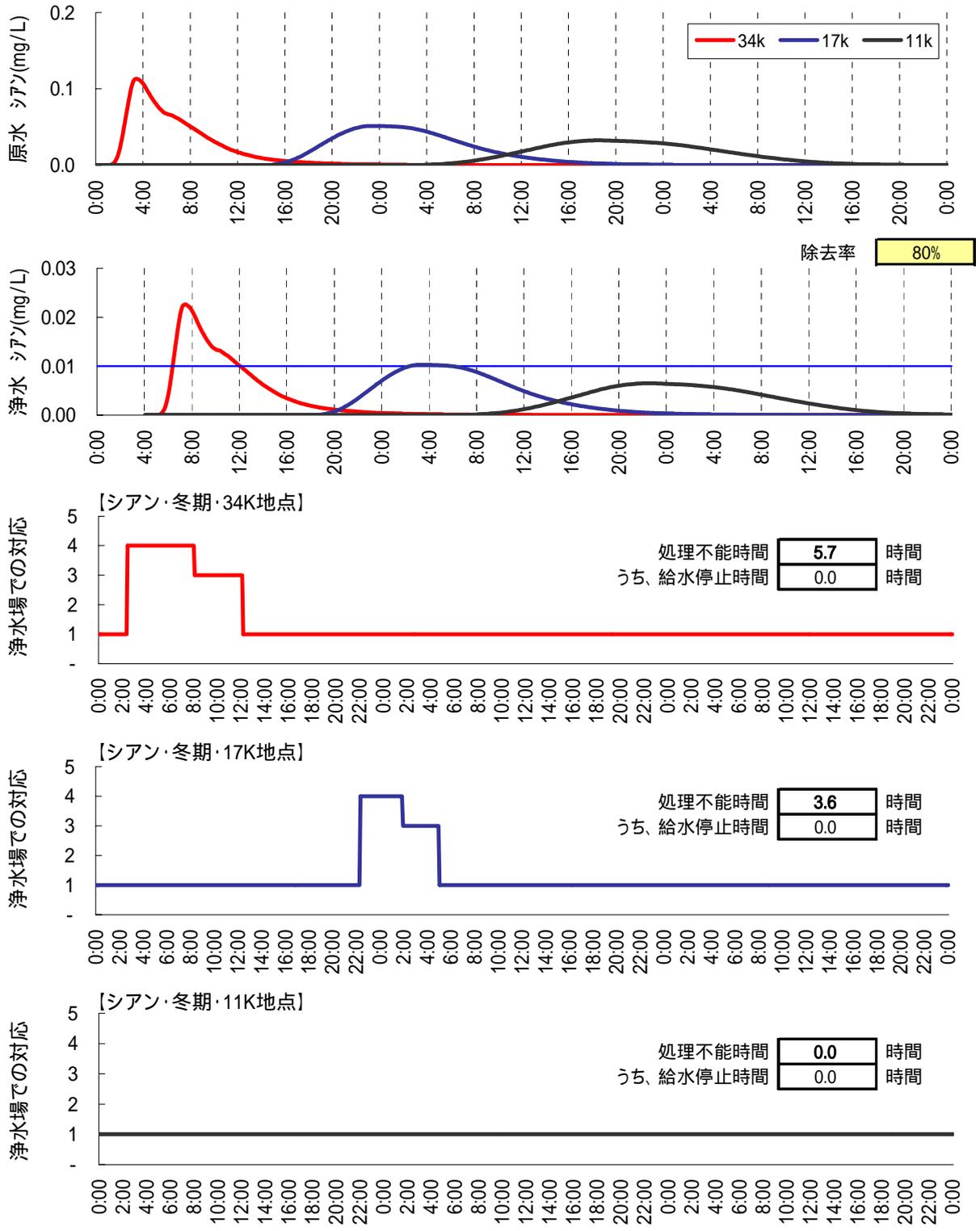
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-4 原水水質悪化時における浄水場での対応（フェノール・冬期）



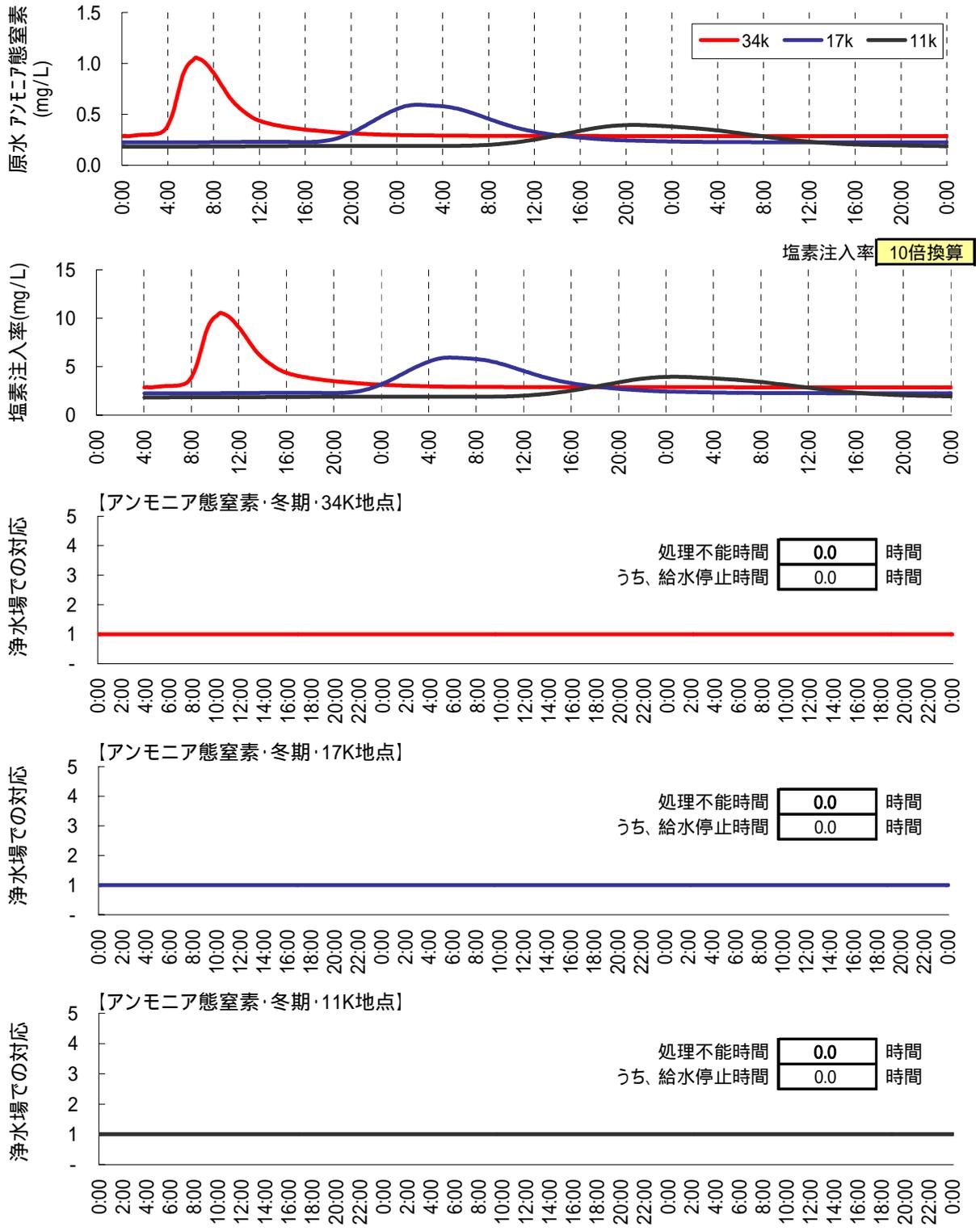
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-5 原水水質悪化時における浄水場での対応（六価クロム・冬期）



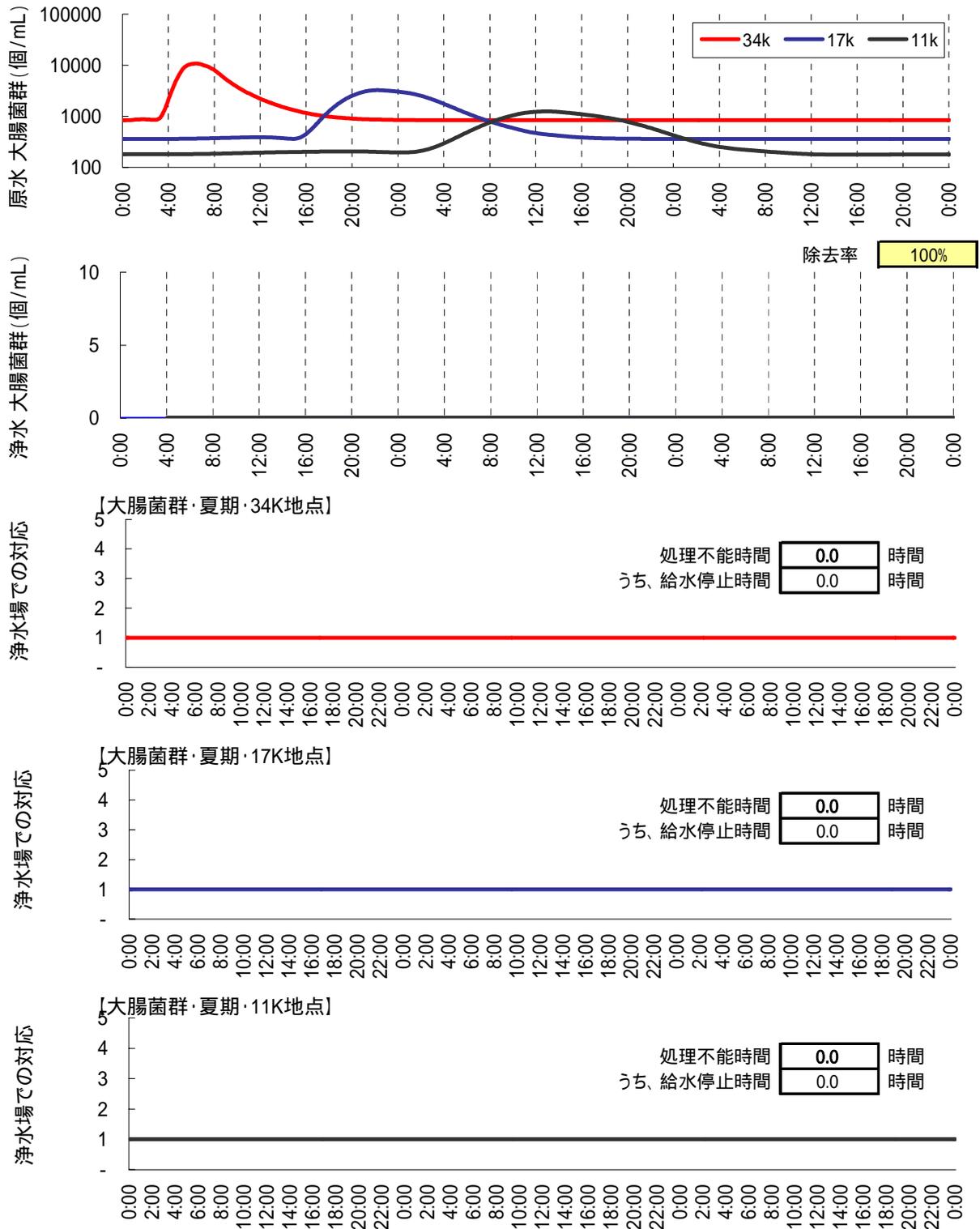
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-6 原水水質悪化時における浄水場での対応 (シアン・冬期)



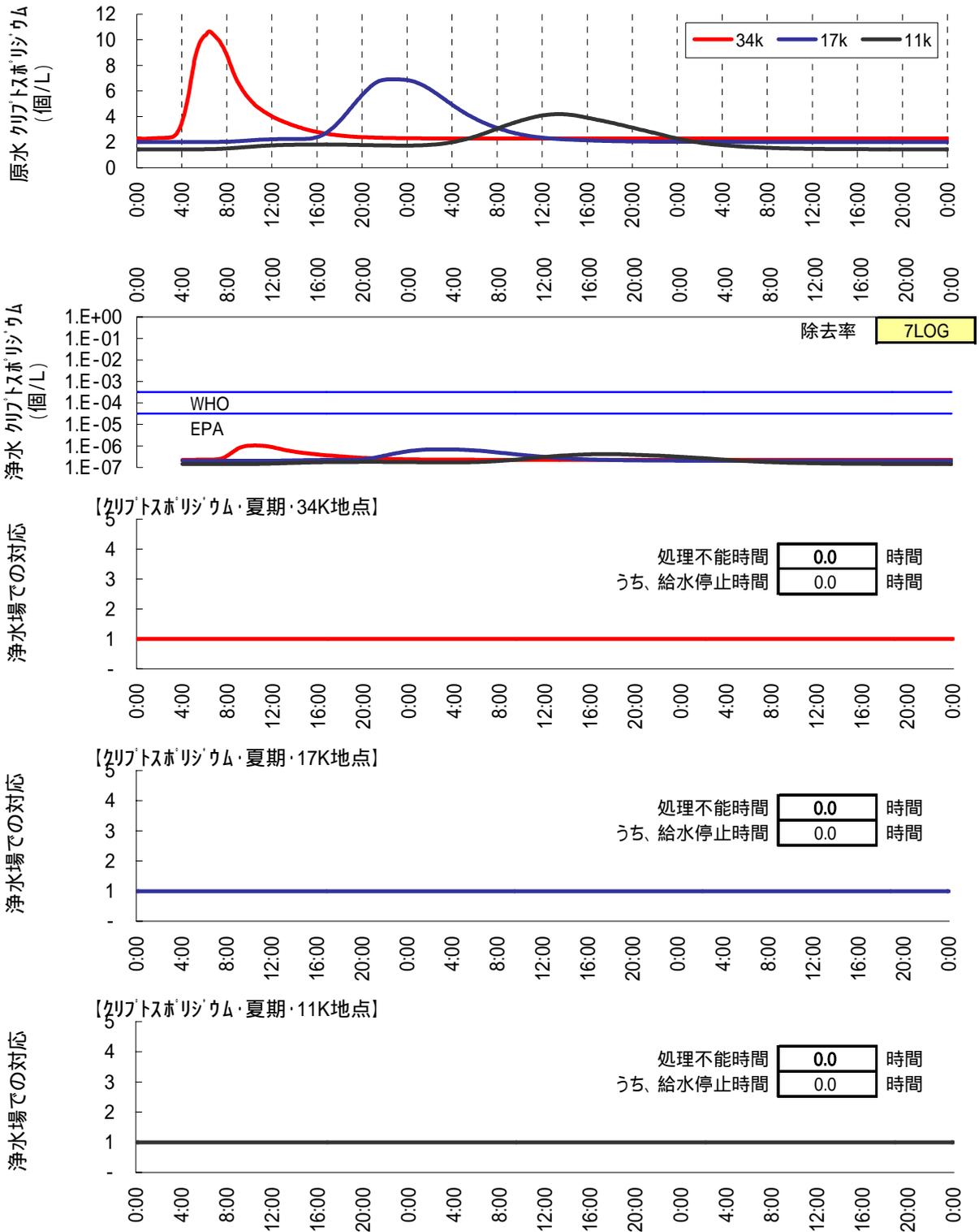
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-7 原水水質悪化時における浄水場での対応 (アンモニア態窒素・塩素注入率・冬期)



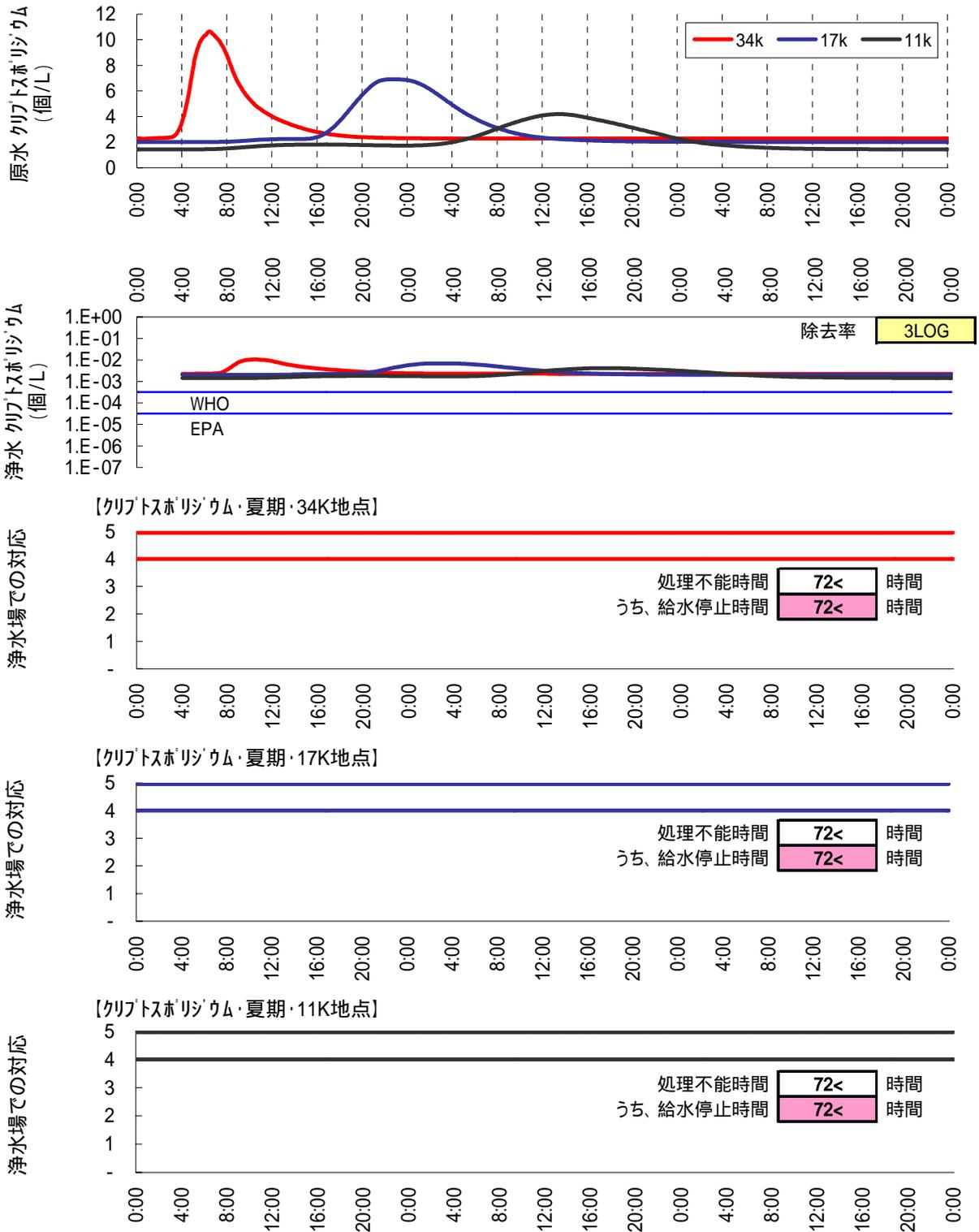
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-8 原水水質悪化時における浄水場での対応（大腸菌群・夏期）



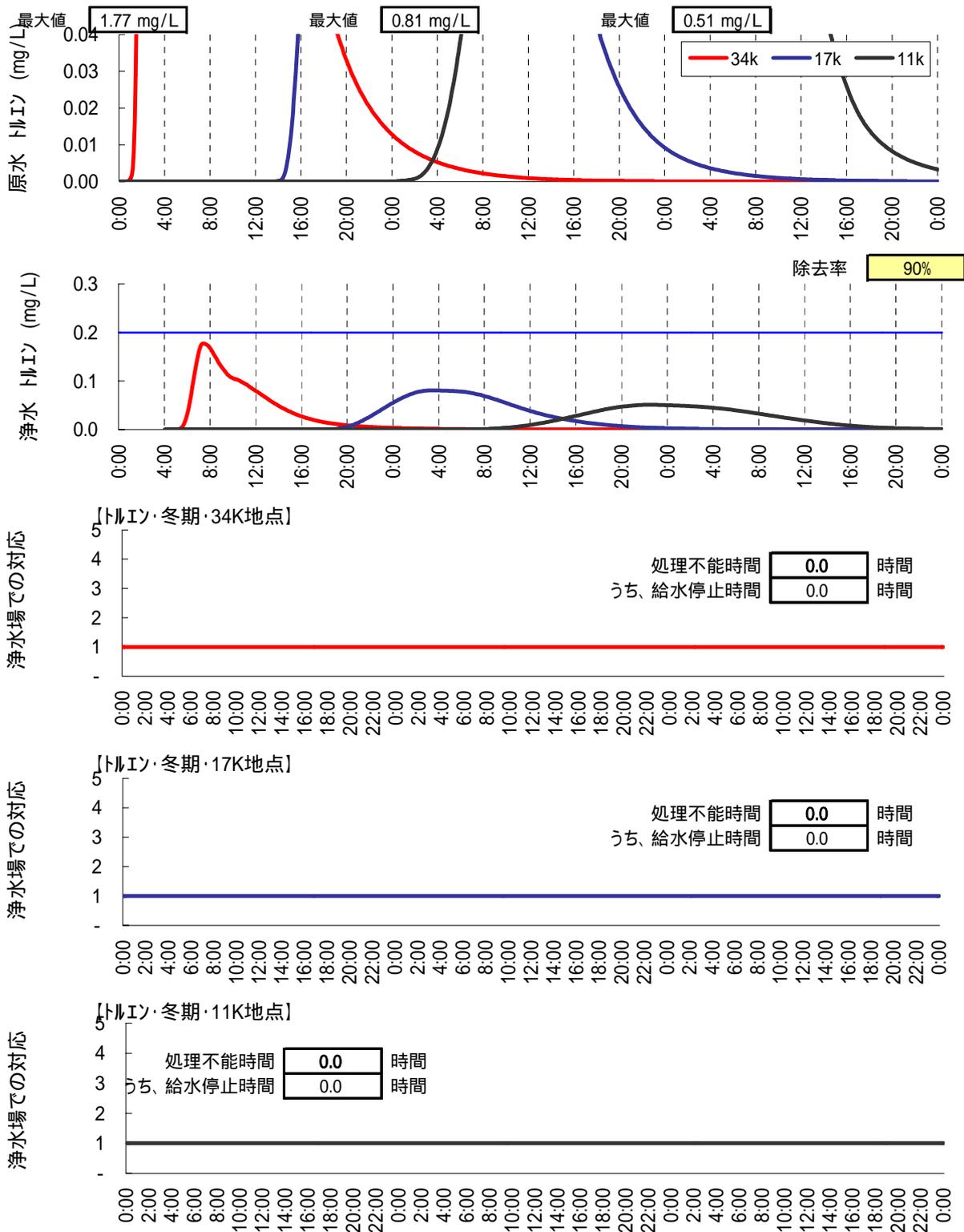
- 1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
- 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-9 原水水質悪化時における浄水場での対応（クリプトスポリジウム・7LOG・夏期）



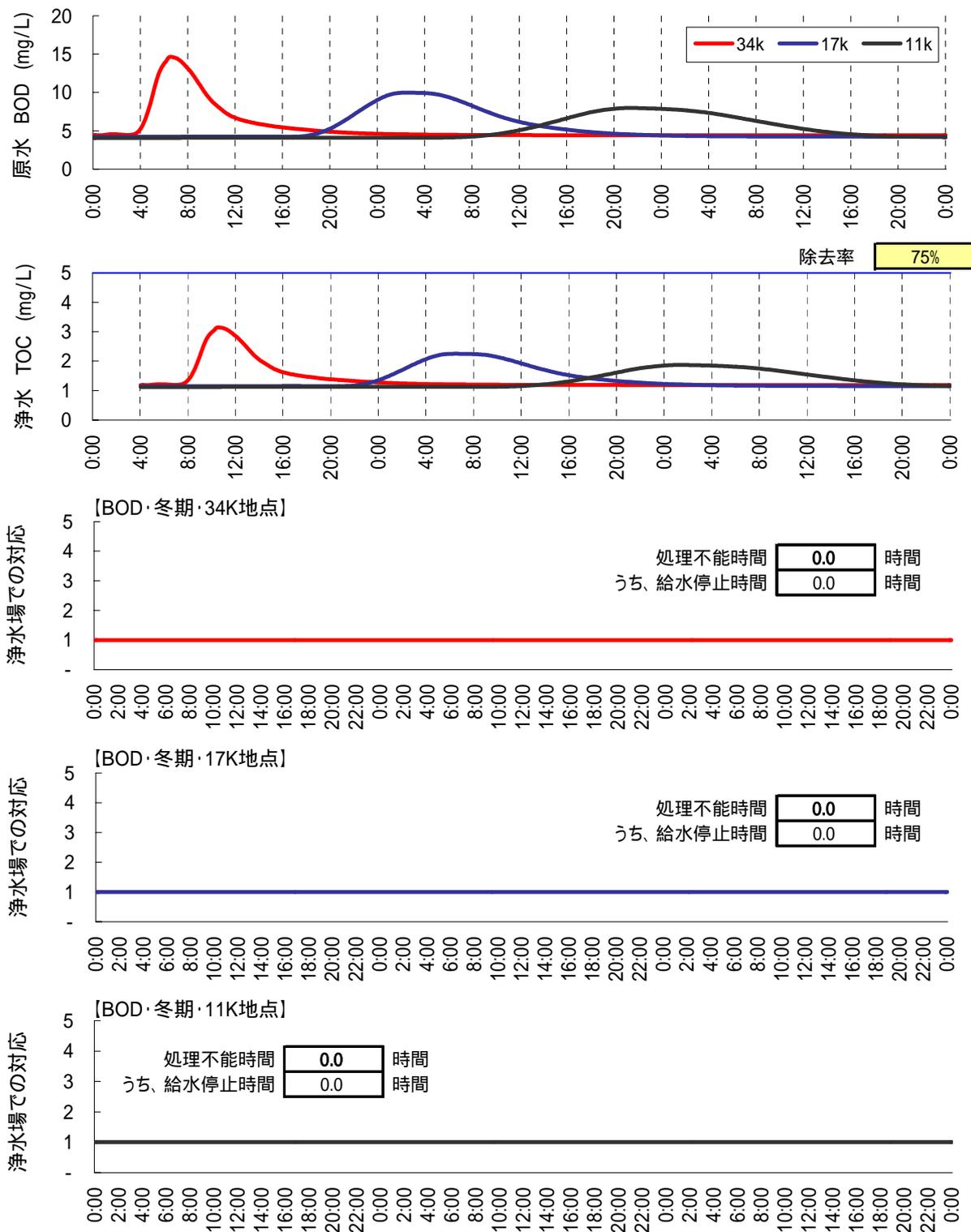
- 1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
- 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図3-10 原水水質悪化時における浄水場での対応（クリプトスポリジウム・3LOG・夏期）



1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-11 原水水質悪化時における浄水場での対応 (トルエン・冬期)



1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
 3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図 3-12 原水水質悪化時における浄水場での対応 (BOD・冬期)

資料 - 1 検討対象物質の選定

本検討の対象とした 10 物質について、選定の理由を以下に述べる。

【有機汚濁】

BOD

有機汚濁を示す全般的な指標である。清浄な水道水の供給という観点から、有機物濃度の高い水道水は好ましくないことや、有機物濃度が高い水に塩素処理を行った場合、トリハロメタン等の消毒副生成物が上昇する等の問題があることから検討の対象とした。通常処理では、全ての種類の有機物質に対応することができないため、トリハロメタン等の消毒副生成物や TOC 等が水質基準を超過することが想定される場合には、取水停止の必要が出てくる。高度浄水処理では、オゾンにより分解されるもの、活性炭に吸着されるものがあるため、通常処理よりも除去能力が高く、ある程度の濃度までは対応が可能（除去率として 75%程度）と考えられる。

アンモニア態窒素

有機汚濁を示す全般的な指標であり、また、塩素注入率との関連性が高いことから検討の対象とした。ヒトへの健康障害は小さいが、1mg/L のアンモニア態窒素に対して 8~10mg/L の塩素が消費されるため、除去率としては 100%であるが、原水の高濃度時には多量の塩素注入が必要となる。塩素注入量の管理が困難となりトリハロメタンの増加やクロラミン臭の発生が懸念される。

【病原性微生物】

大腸菌群

主に糞便とともに排出される腸内細菌であり、検出が比較的容易であるため、他の病原菌の存在を確認する指標とされている。震災時に流域内の衛生状態が悪化した場合、通常よりも高濃度になることが想定されることから検討の対象とした。ヒト及び温血動物の糞便に由来する細菌であり、塩素消毒によって死滅することから、浄水場で適切な残留塩素管理が行われていれば、100%の除去率が得られる。なお、水道水質基準では大腸菌を対象にしているが、河川水質予測において大腸菌群を対象としたことから、大腸菌群について検討した。

クリプトスポリジウム

人獣共通感染症あるいは水系感染症の病原体であり、震災時に流域内の衛生状態が悪化した場合、通常よりも高濃度となり、大規模な感染症の発生が懸念されることから検討の対象とした。EPA では、飲料水の微生物許容リスクとして「 10^{-4} /年以下」、また WHO では、DALYS(Disable Adjusted Life Years) の考えに基づく参考許容値「 10^{-6} DALYs/人/年」を提唱しており、検討では両方の基準に対して評価した。通常処理では 3Log の除去率に対して、高度浄水処理ではオゾンでの不活化効果により 7LOG の除去が期待できる。

【臭気物質】

フェノール

消毒剤や防腐剤等の原料であり、天然水中には存在しないが、これらを製造する化学工場排水やガス製造工場排水等に含まれるため、被災時に流出するおそれがある。また、フェノール類が含まれた水に塩素処理を行う過程でクロロフェノール類が生成され、水に著しい異臭味を与えることから検討の対象とした。高度浄水処理で90%程度の除去率が期待できるものとした。

以下の5物質については、有害物質を対象とした河川汚濁ポテンシャル(表4-1)の中から、水質基準等に対する河川水質の倍率が高いものを中心に、物質の性状からみた健康等へのリスクの程度及び水への溶解性の観点も併せて考慮した上で選定した。

【重金属・化学物質】

鉛(溶解性)

蓄電池、合金、顔料、その他の工業製品の原料であり、これらを製造する化学工場の排水に含まれるため、被災時に流出するおそれがあることから検討の対象とした。高度浄水処理で70%程度の除去率が期待できるものとした。

シアン

自然水中にはほとんど含まれておらず、めっき工業、金銀の精錬・焼き入れ等を行う工場の排水に含まれるため、被災時に流出するおそれがあることから検討の対象とした。通常処理では除去できないが、高度浄水処理では80%程度の除去率が期待できるものとした。

ヒ素

地質に由来するもののほか、鉱山排水や精錬排水等に含まれるため、被災時に流出するおそれがあることから検討の対象とした。高度浄水処理では90%程度の除去率が期待できるとした。

六価クロム

クロム鉱床からの浸出水のほか、めっきなどのクロム使用工場からの排水等に含まれるため、被災時に流出するおそれがあることから検討の対象とした。高度浄水処理では20%程度の除去率が期待できるものとした。

【油】

トルエン

石油成分の一つであり、染料、香料、有機顔料等の原料として使用される。また、比重が水よりも小さいことから、被災時に流出したトルエンの多くが取水地点に到達することが予想されるため検討の対象とした。高度浄水処理では、90%程度の除去率が期待できるものとした。

資料 - 2 グラフ (図 3-2 ~ 図 3-12) の拡大図

1) 鉛 (溶解性)

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

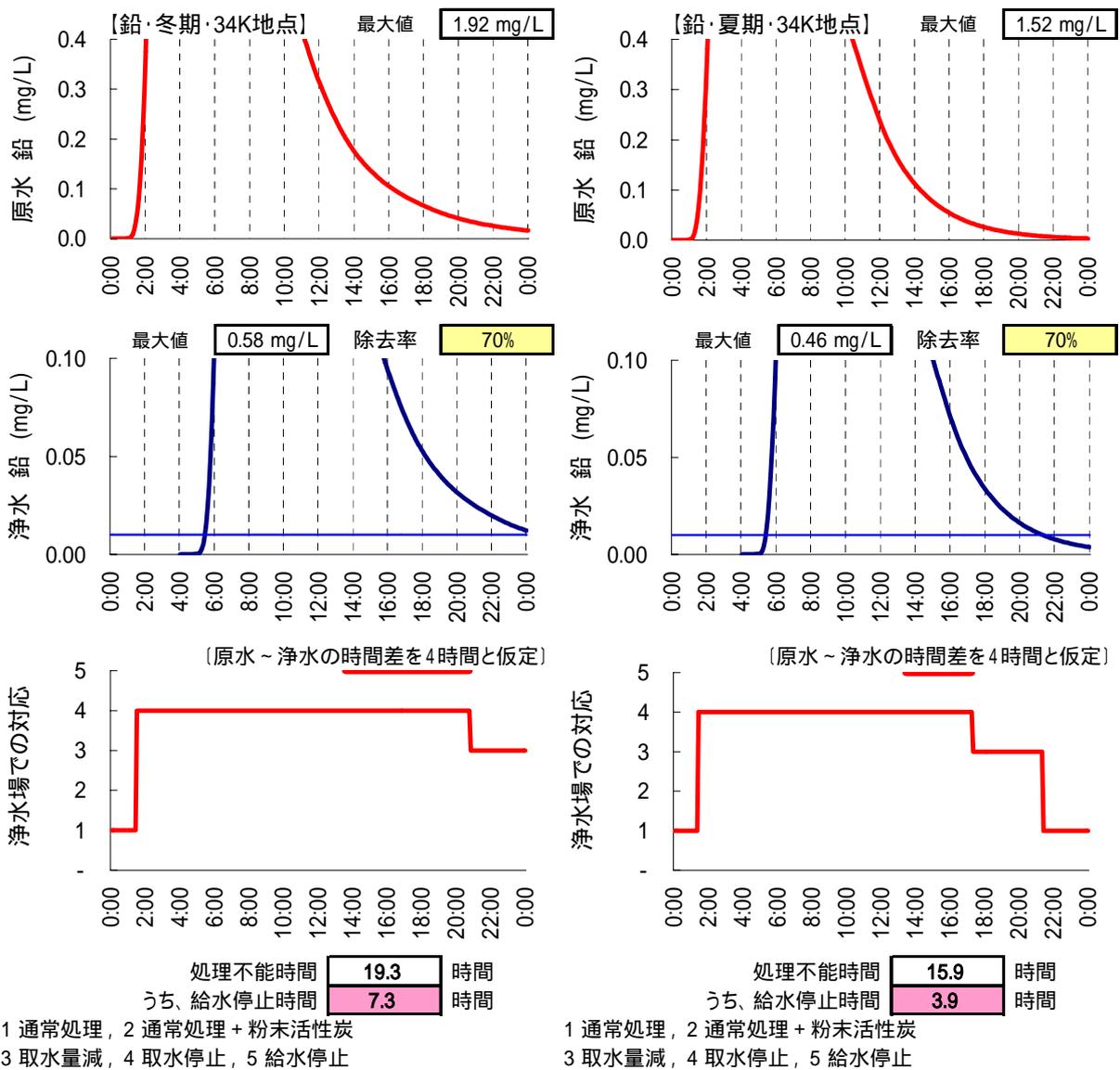


図 3-13 原水水質悪化時における浄水場での対応 (鉛・34km 地点)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

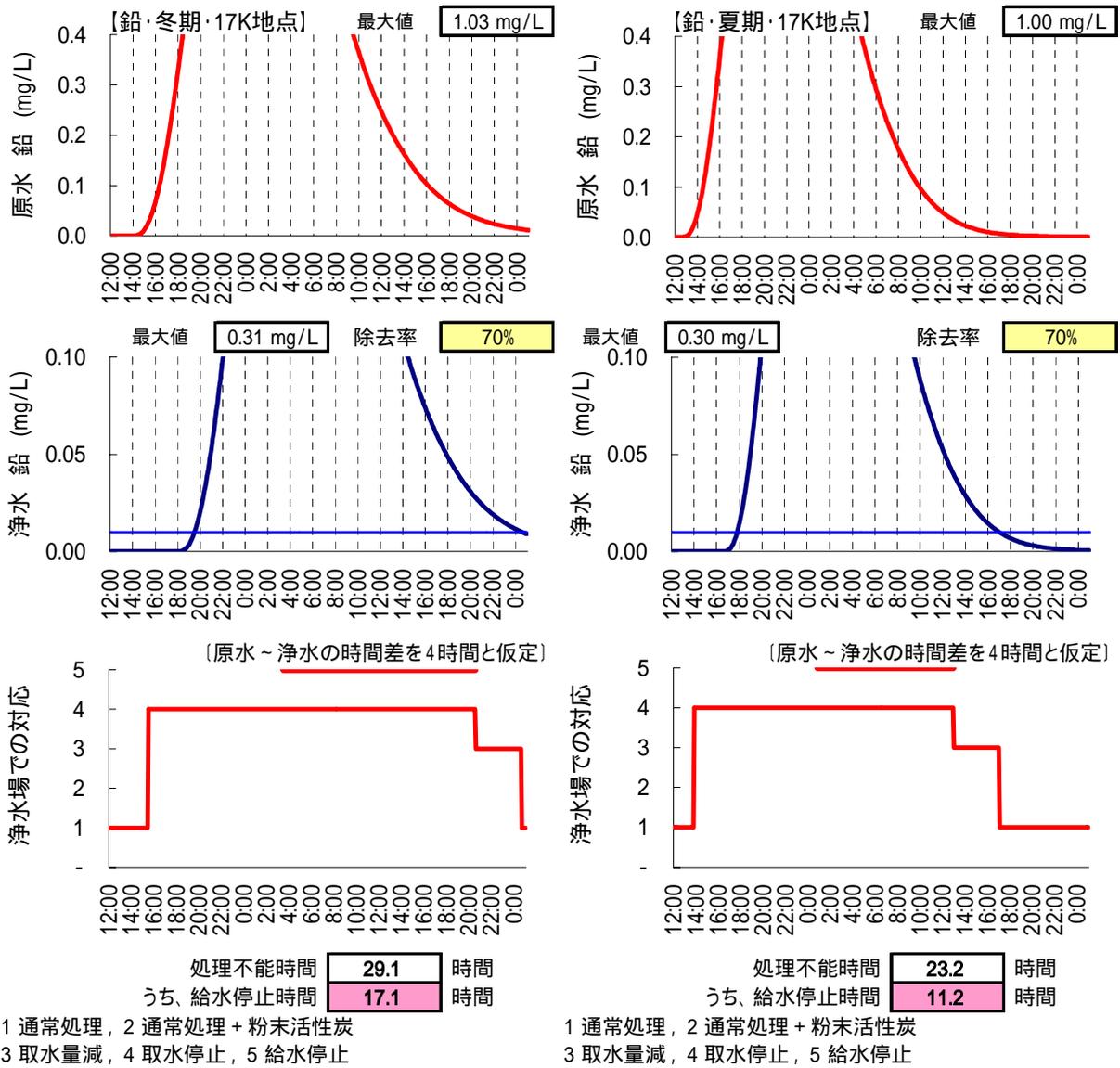


図 3-14 原水水質悪化時における浄水場での対応 (鉛・17km 地点)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場

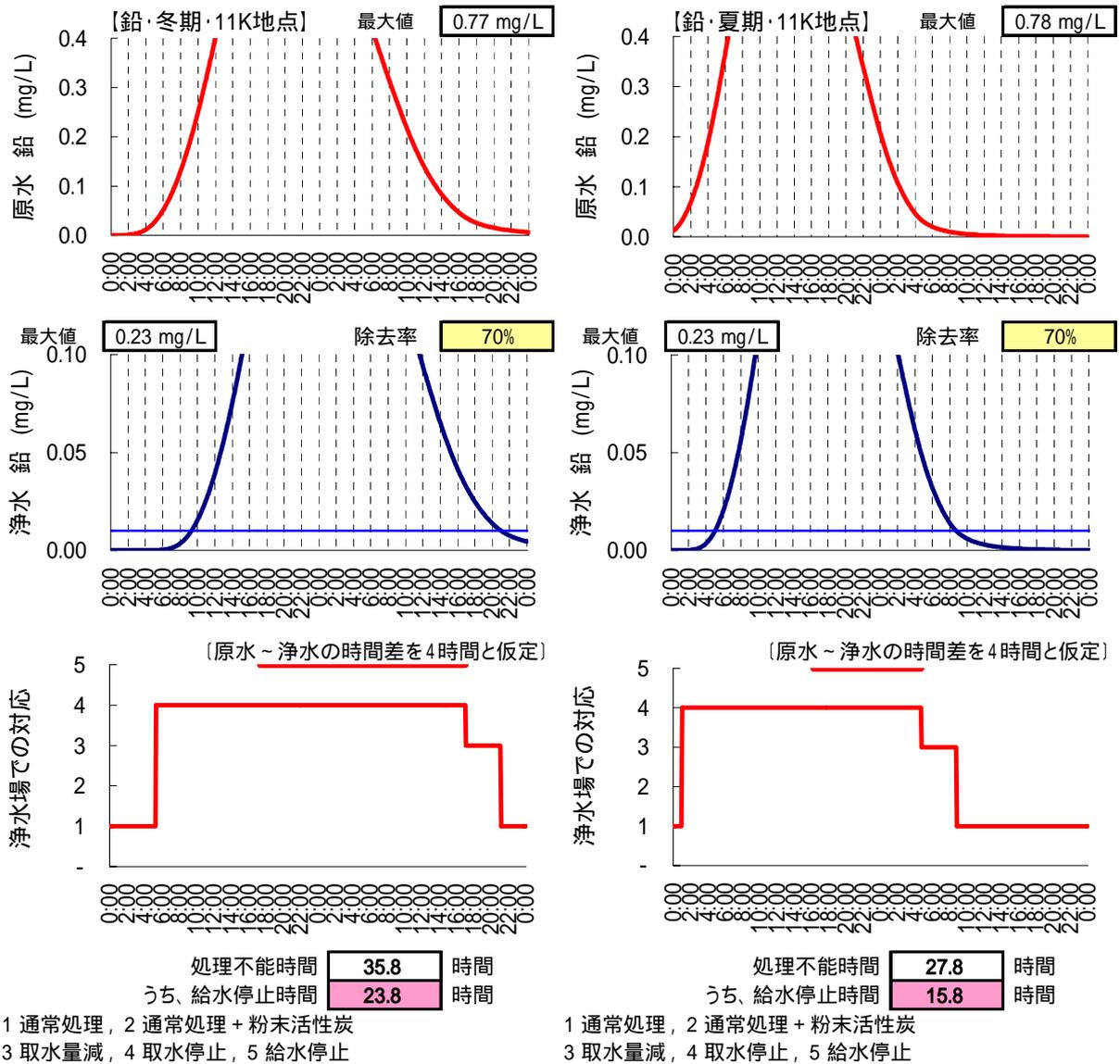


図 3-15 原水水質悪化時における浄水場での対応 (鉛・11km 地点)

2) ヒ素

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

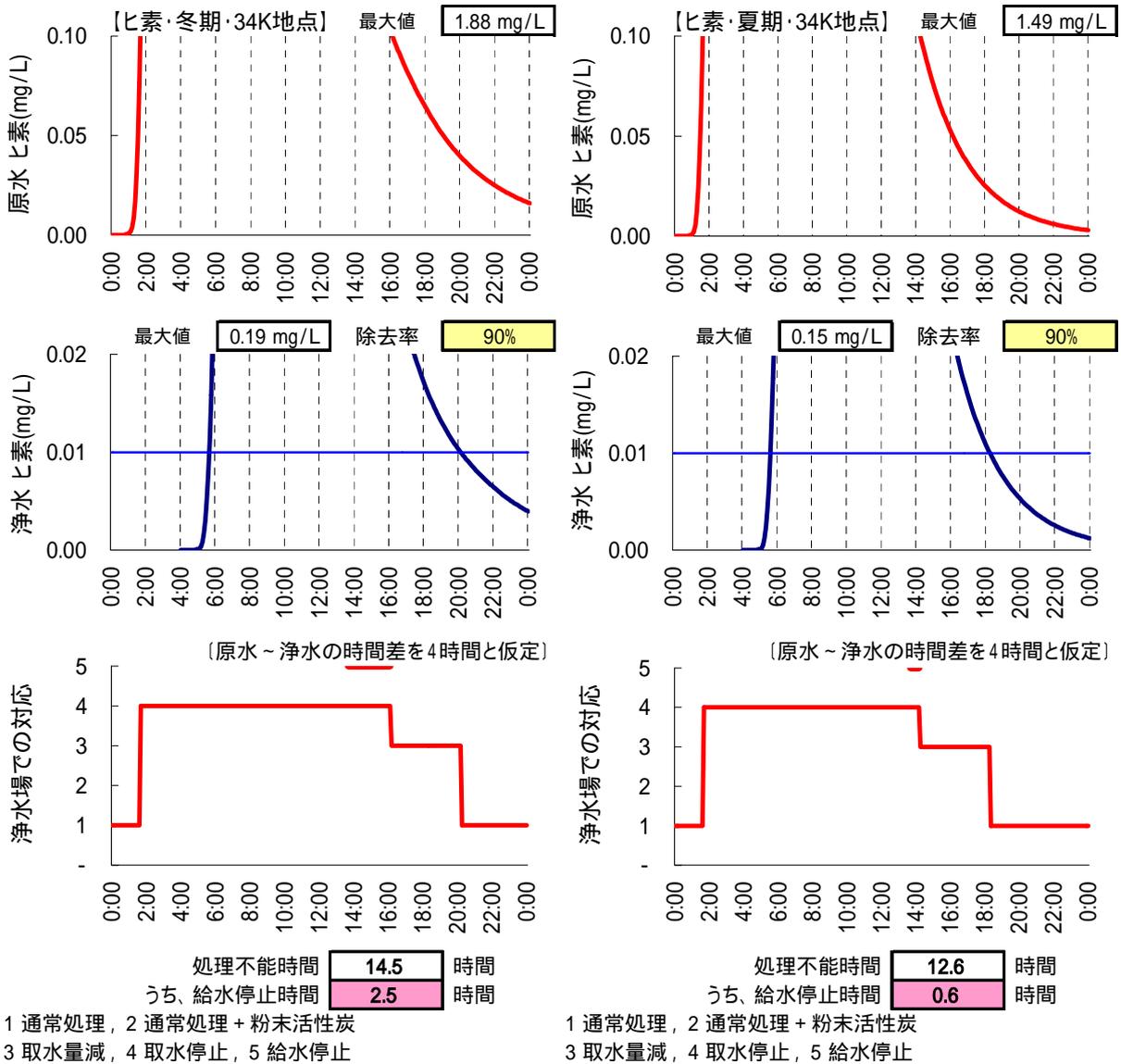


図 3-16 原水水質悪化時における浄水場での対応 (ヒ素・34km 地点)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

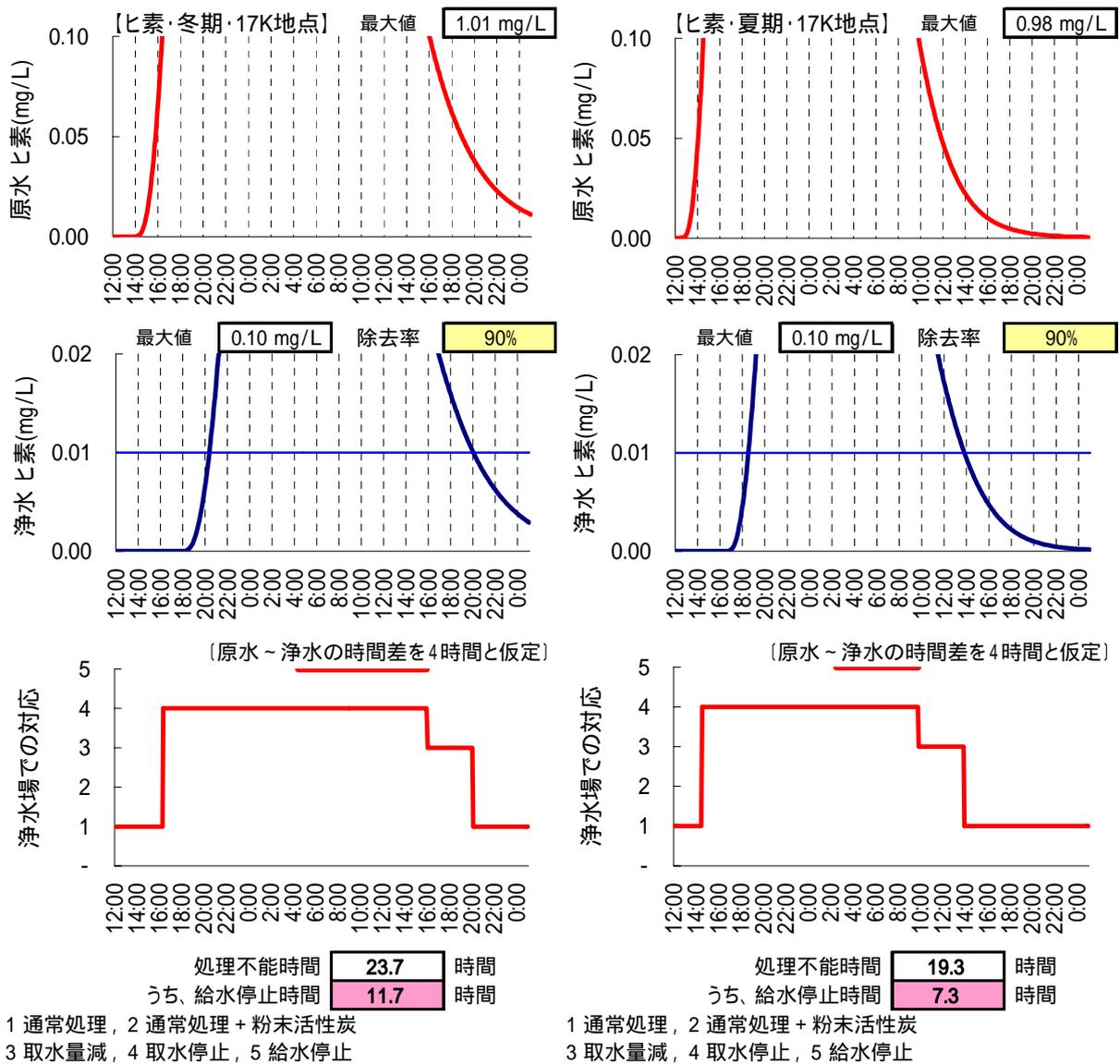


図 3-17 原水水質悪化時における浄水場での対応 (ヒ素・17km 地点)

(3) 下流（11km 地点）から取水する浄水場

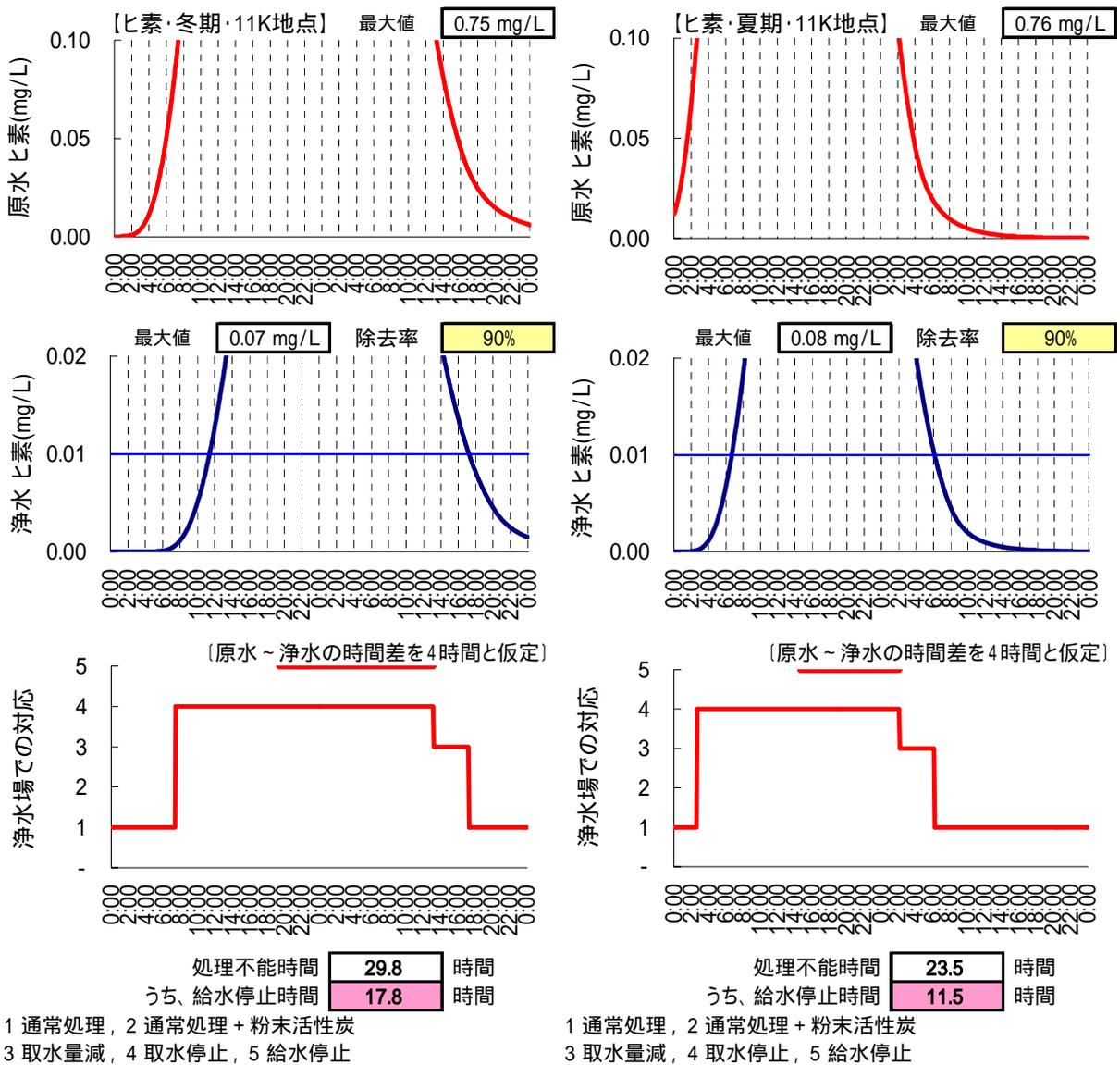


図 3-18 原水水質悪化時における浄水場での対応（ヒ素・11km 地点）

3) フェノール

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

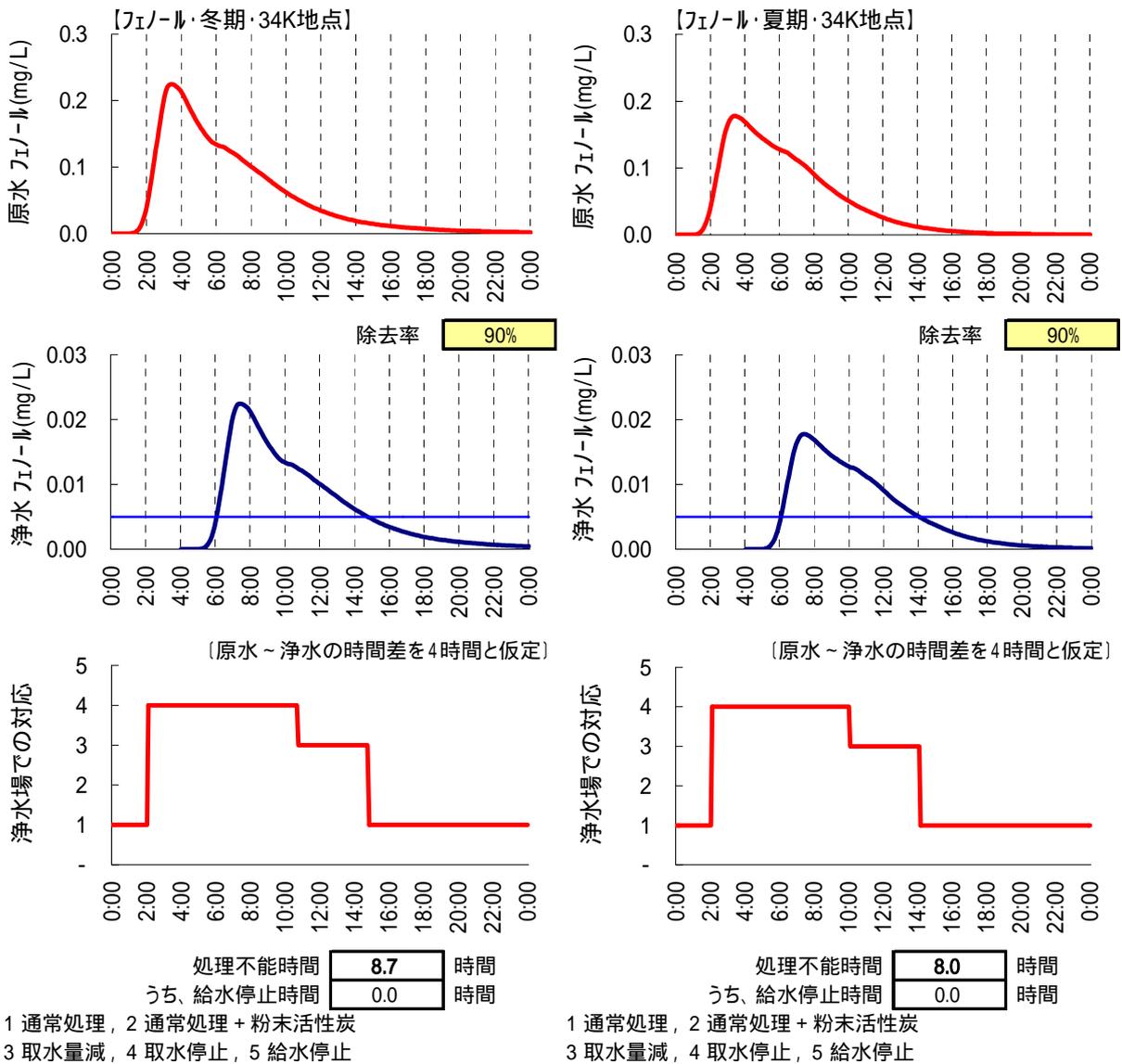


図 3-19 原水水質悪化時における浄水場での対応 (フェノール・34km 地点)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

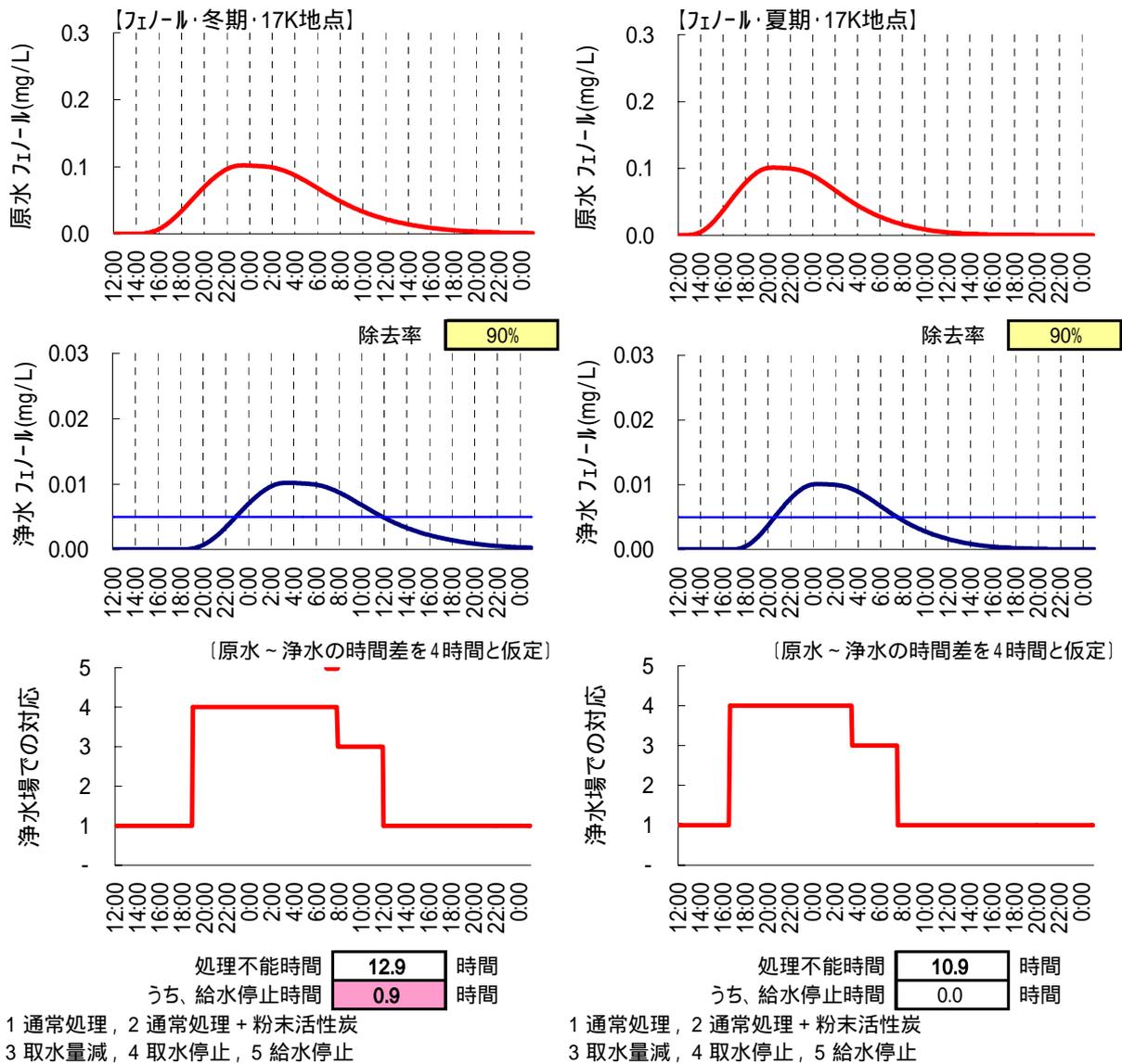


図 3-20 原水水質悪化時における浄水場での対応 (フェノール・17km 地点)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場

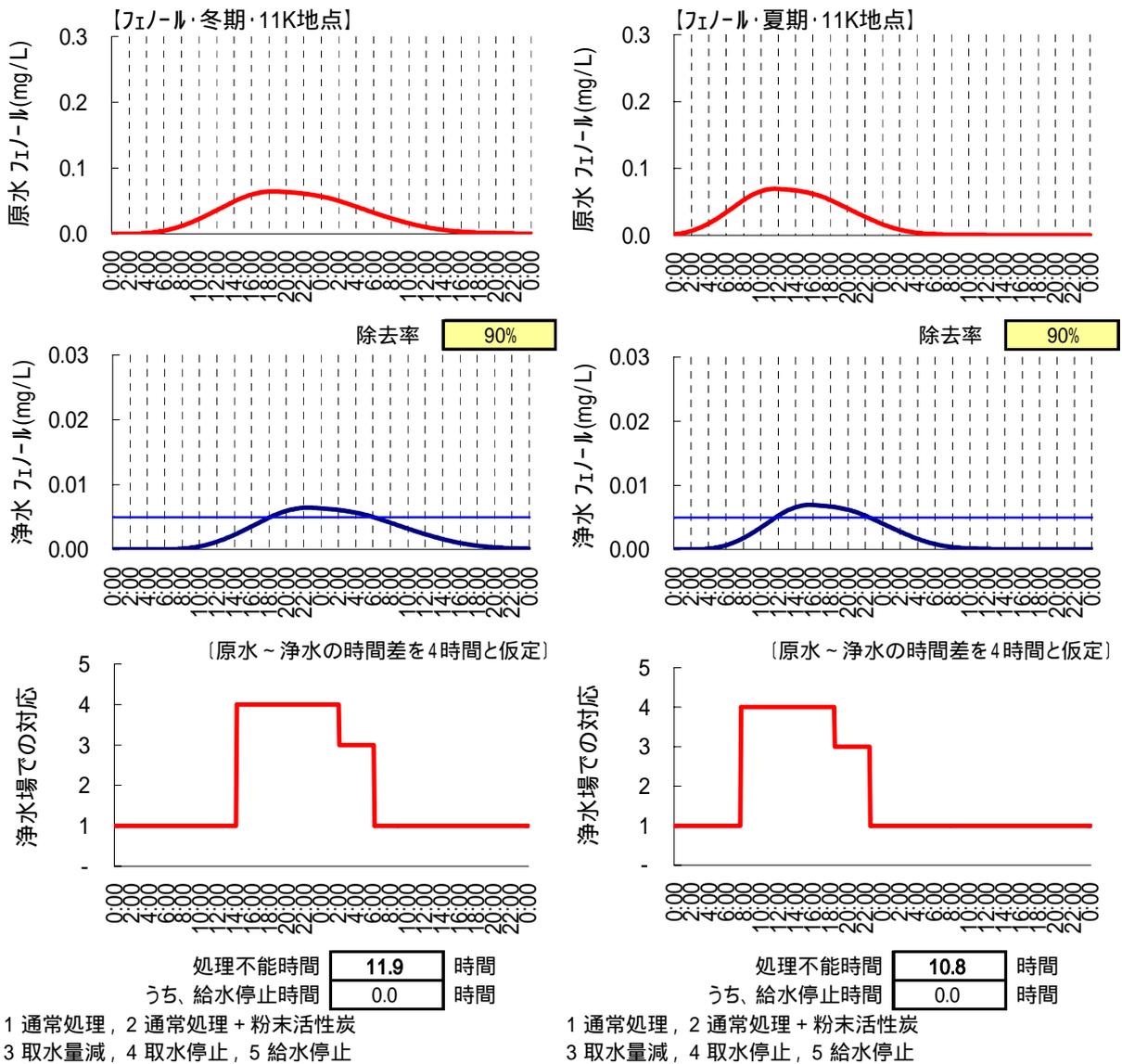


図 3-21 原水水質悪化時における浄水場での対応 (フェノール・11km 地点)

4) 六価クロム

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

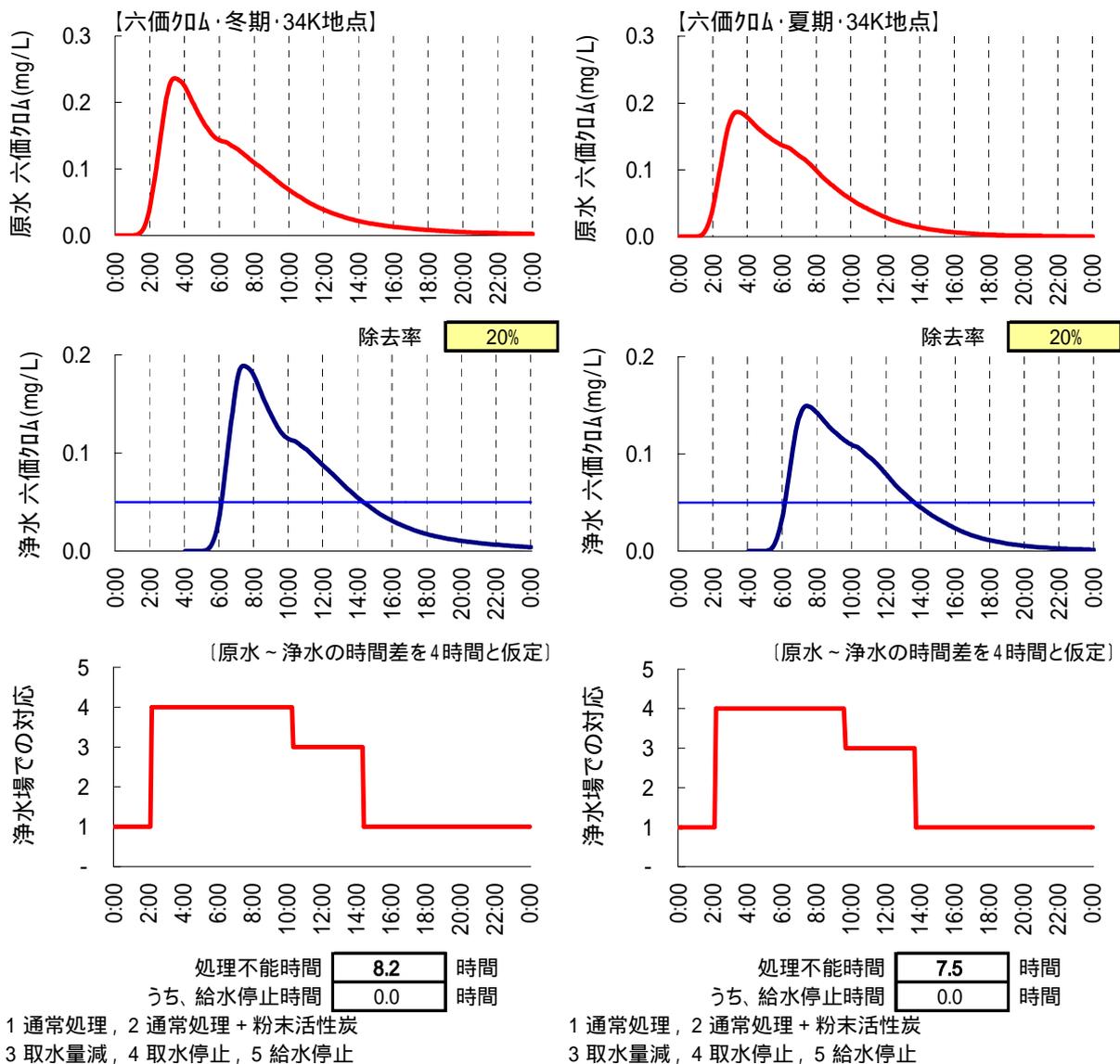


図 3-22 原水水質悪化時における浄水場での対応 (六価クロム)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

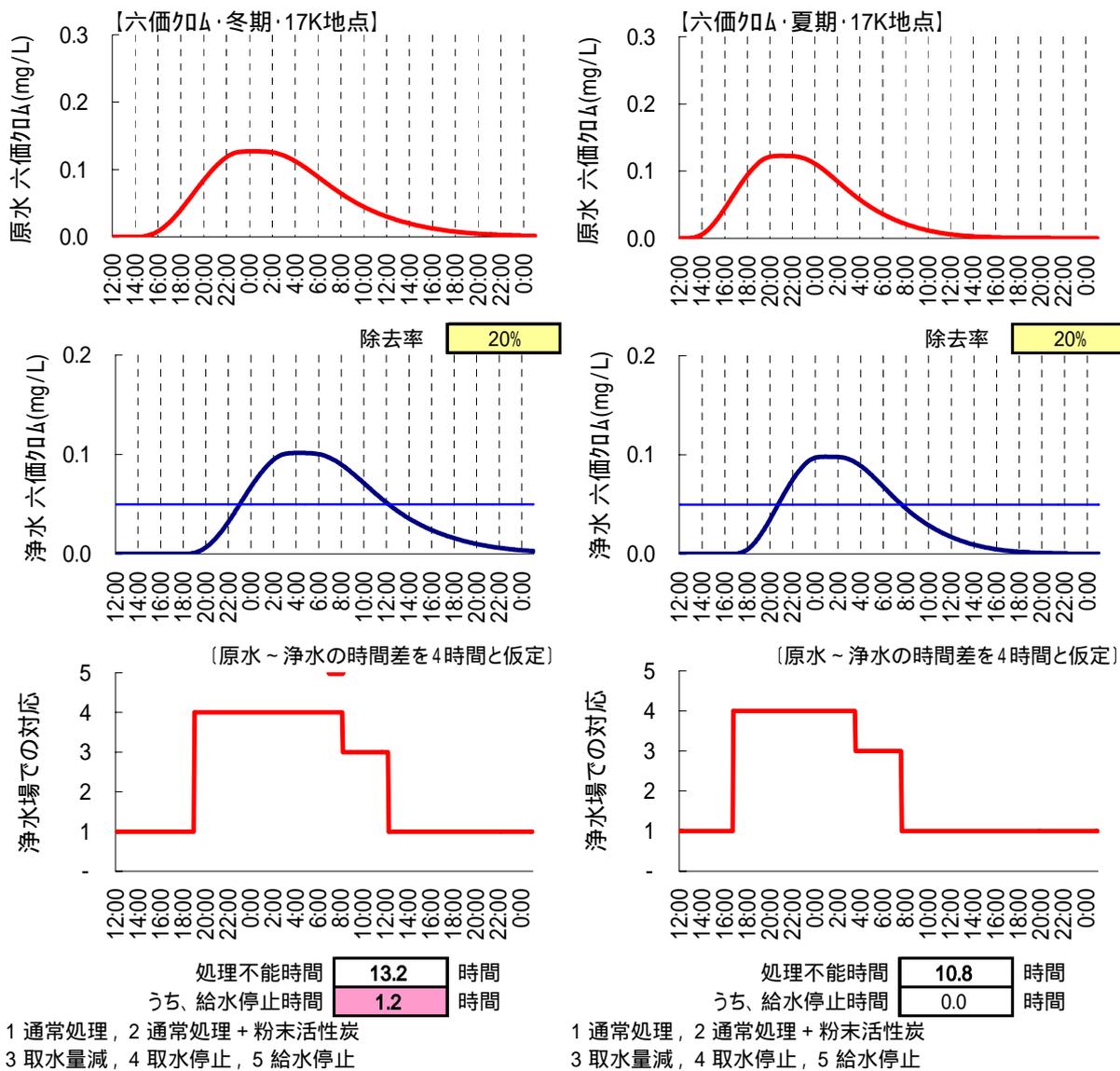


図 3-23 原水水質悪化時における浄水場での対応 (六価クロム)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場

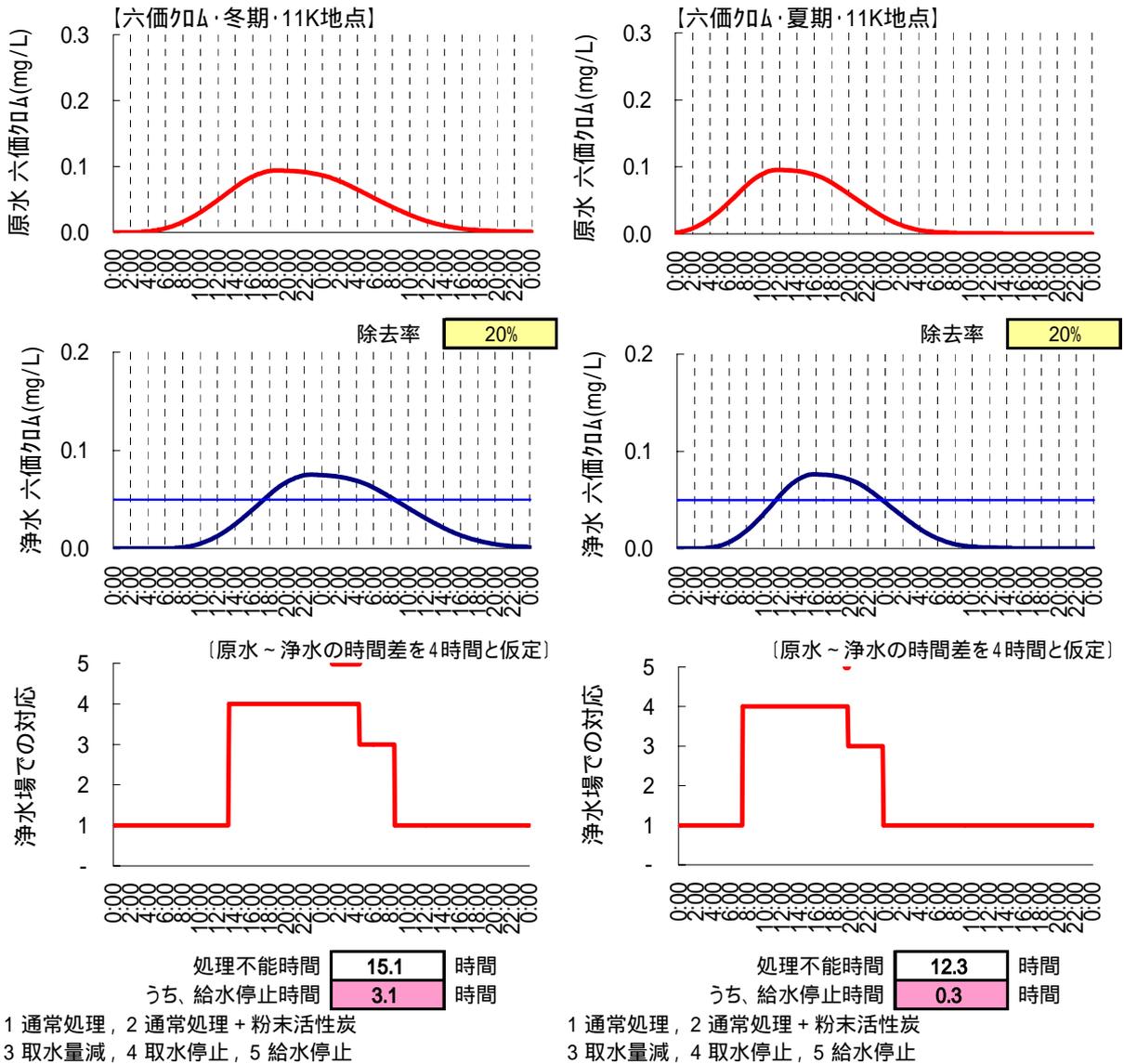


図 3-24 原水水質悪化時における浄水場での対応 (六価クロム)

5) シアン

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

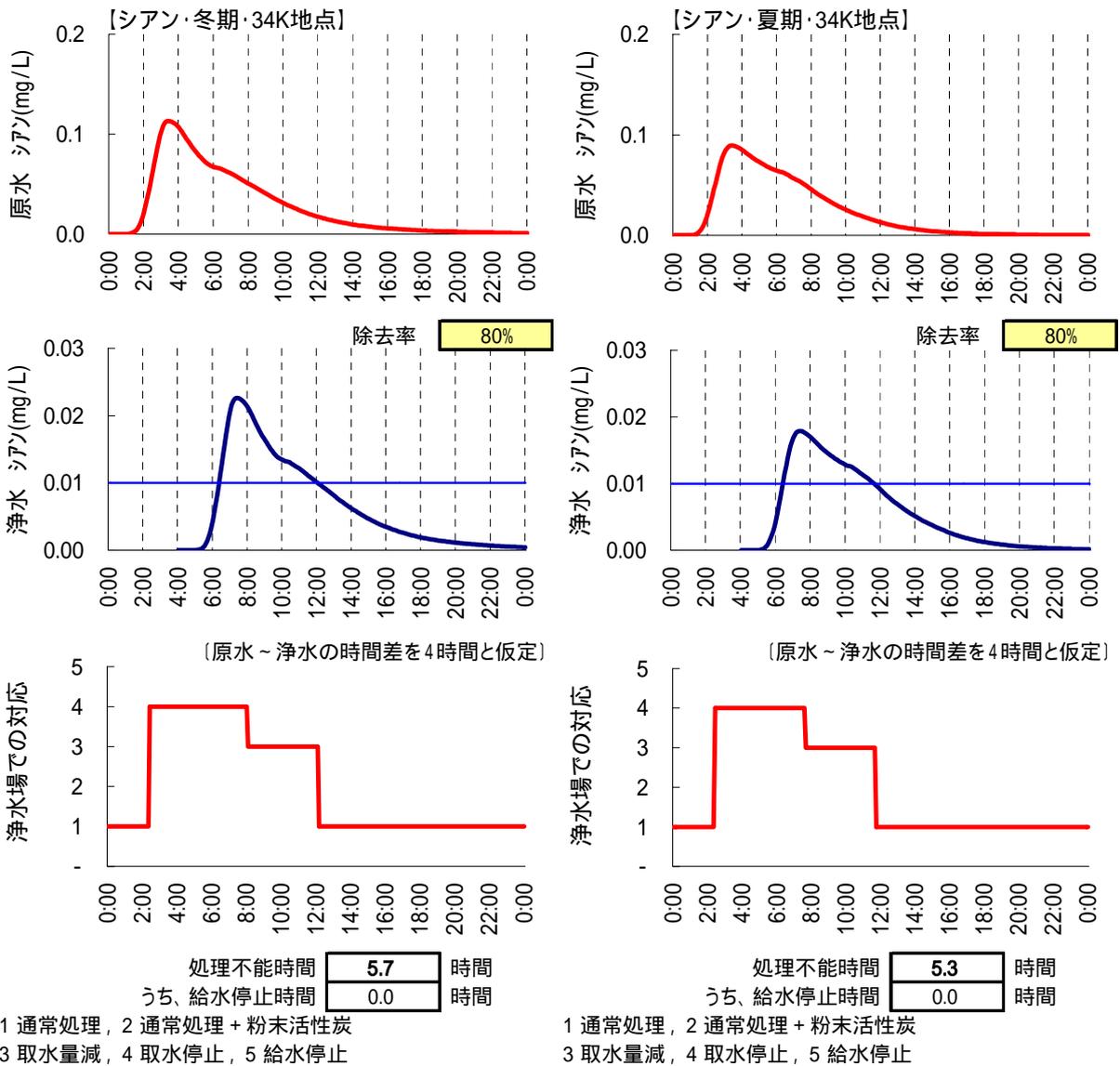


図 3-25 原水水質悪化時における浄水場での対応 (シアン・34km 地点)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

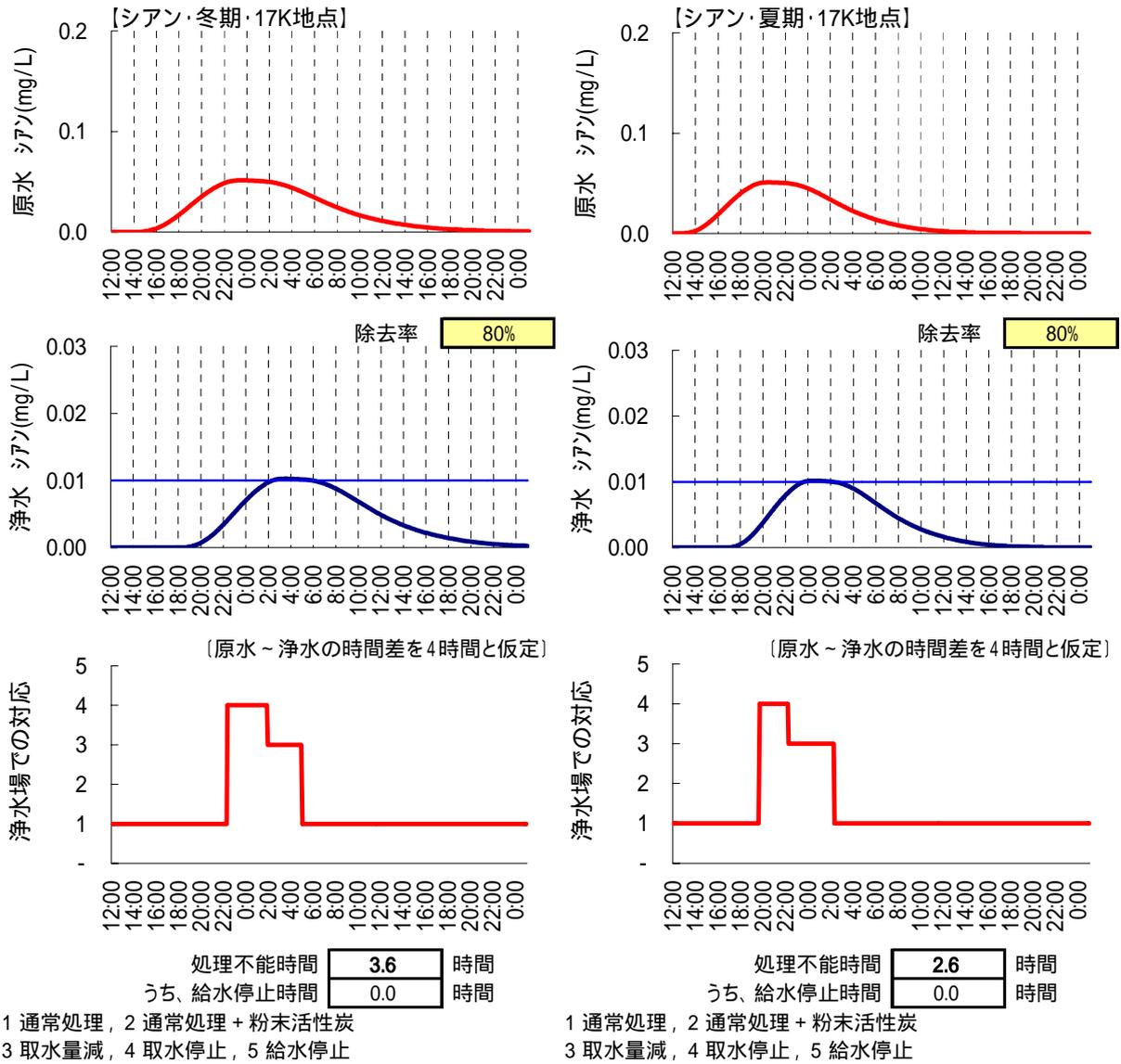


図 3-26 原水水質悪化時における浄水場での対応 (シアン・17km 地点)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場

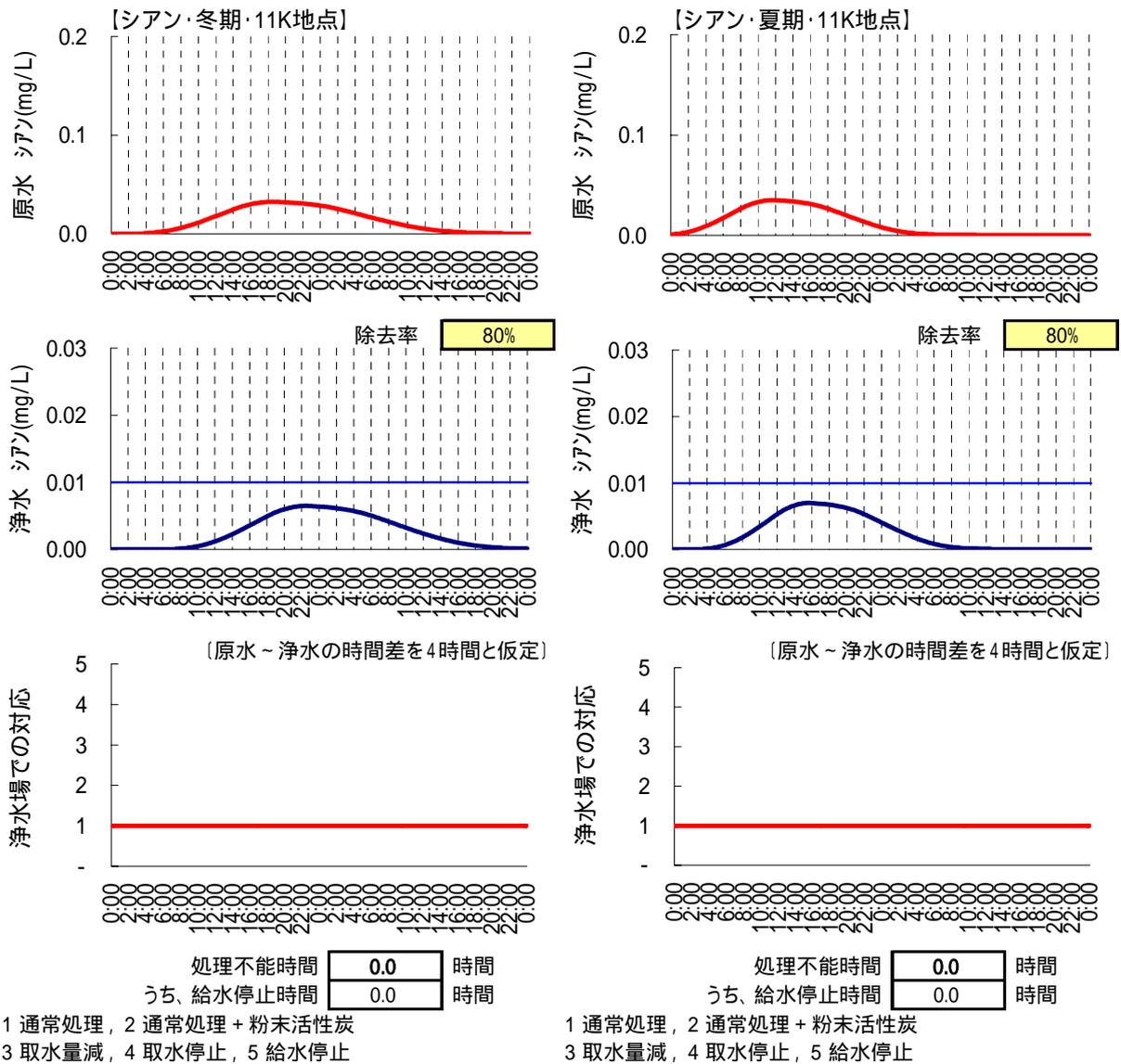


図 3-27 原水水質悪化時における浄水場での対応 (シアン・11km 地点)

6) アンモニア態窒素

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

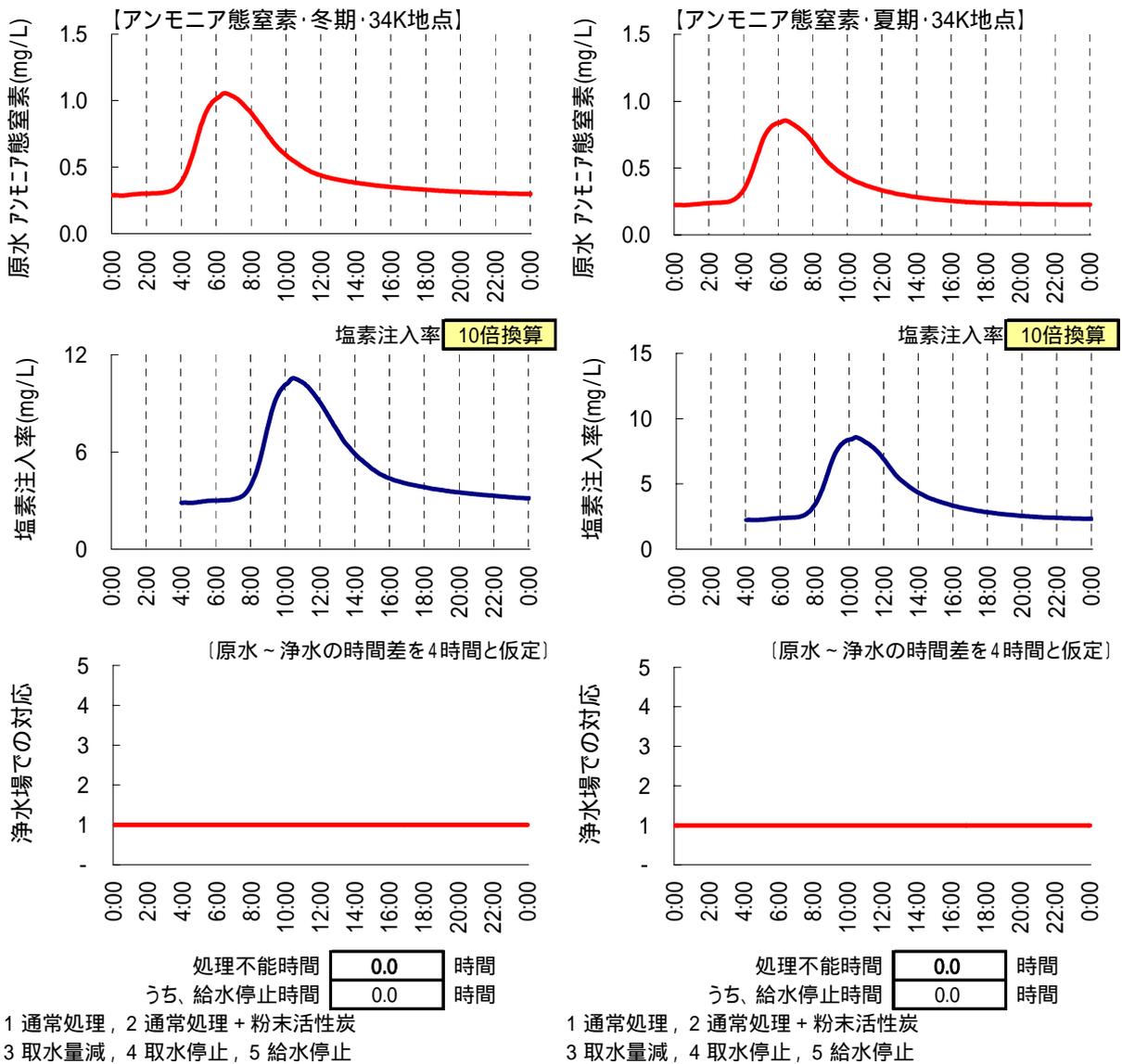


図 3-28 原水水質悪化時における浄水場での対応 (NH₄-N・塩素注入率・34km 地点)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

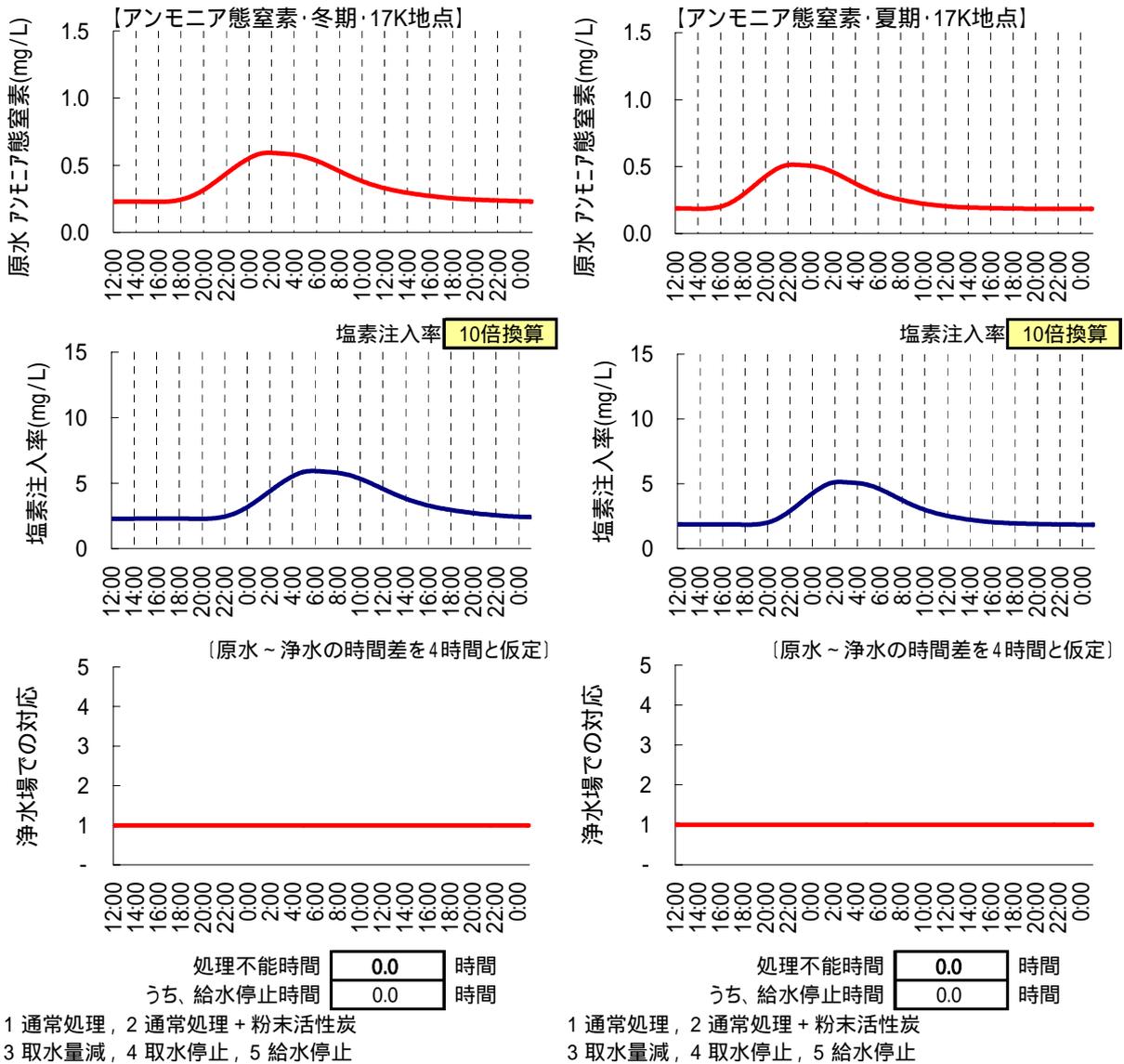


図 3-29 原水水質悪化時における浄水場での対応 (NH₄-N・塩素注入率・17km 地点)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場

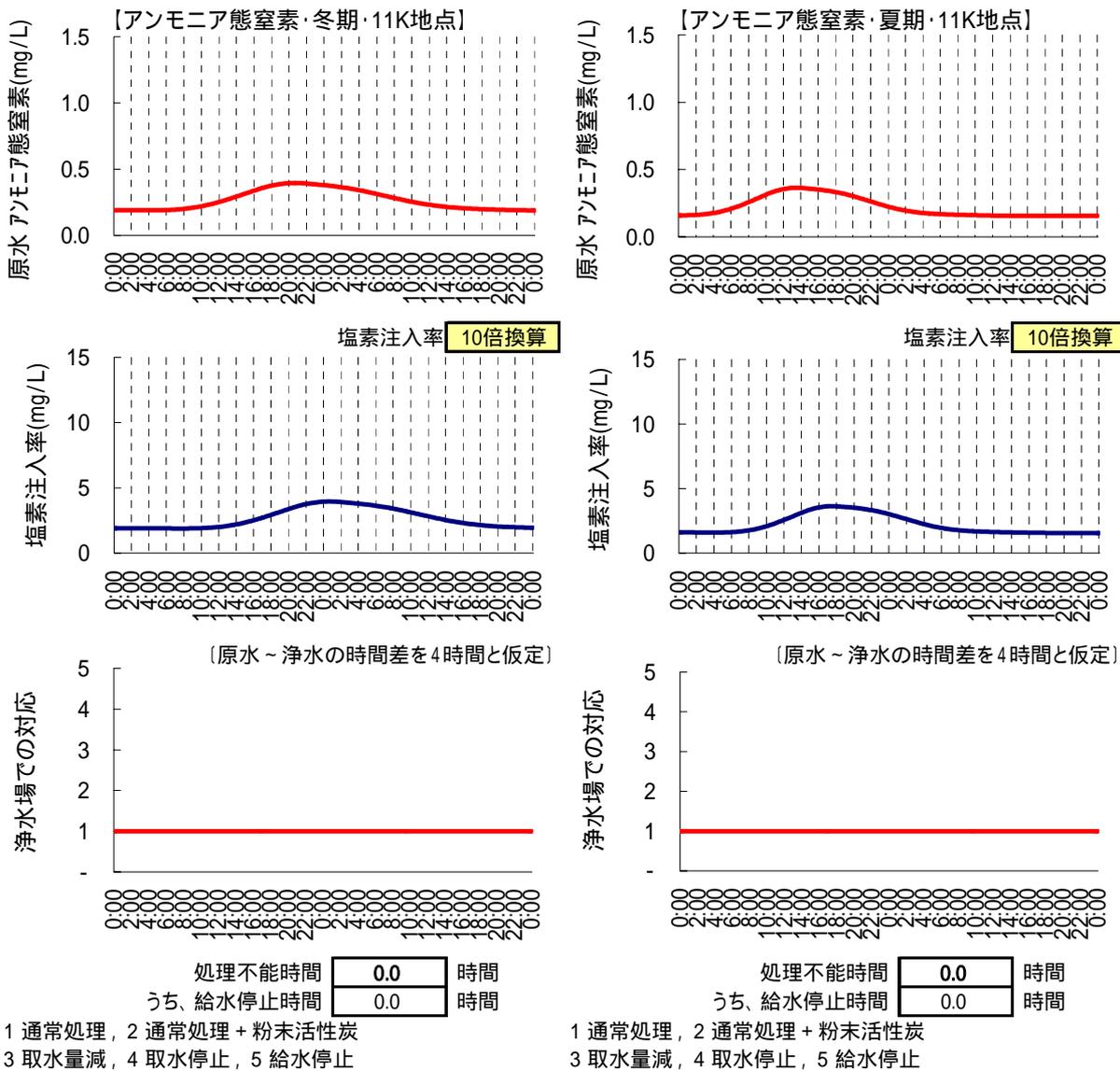


図 3-30 原水水質悪化時における浄水場での対応 (NH4-N・塩素注入率・11km 地点)

7) 大腸菌群

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

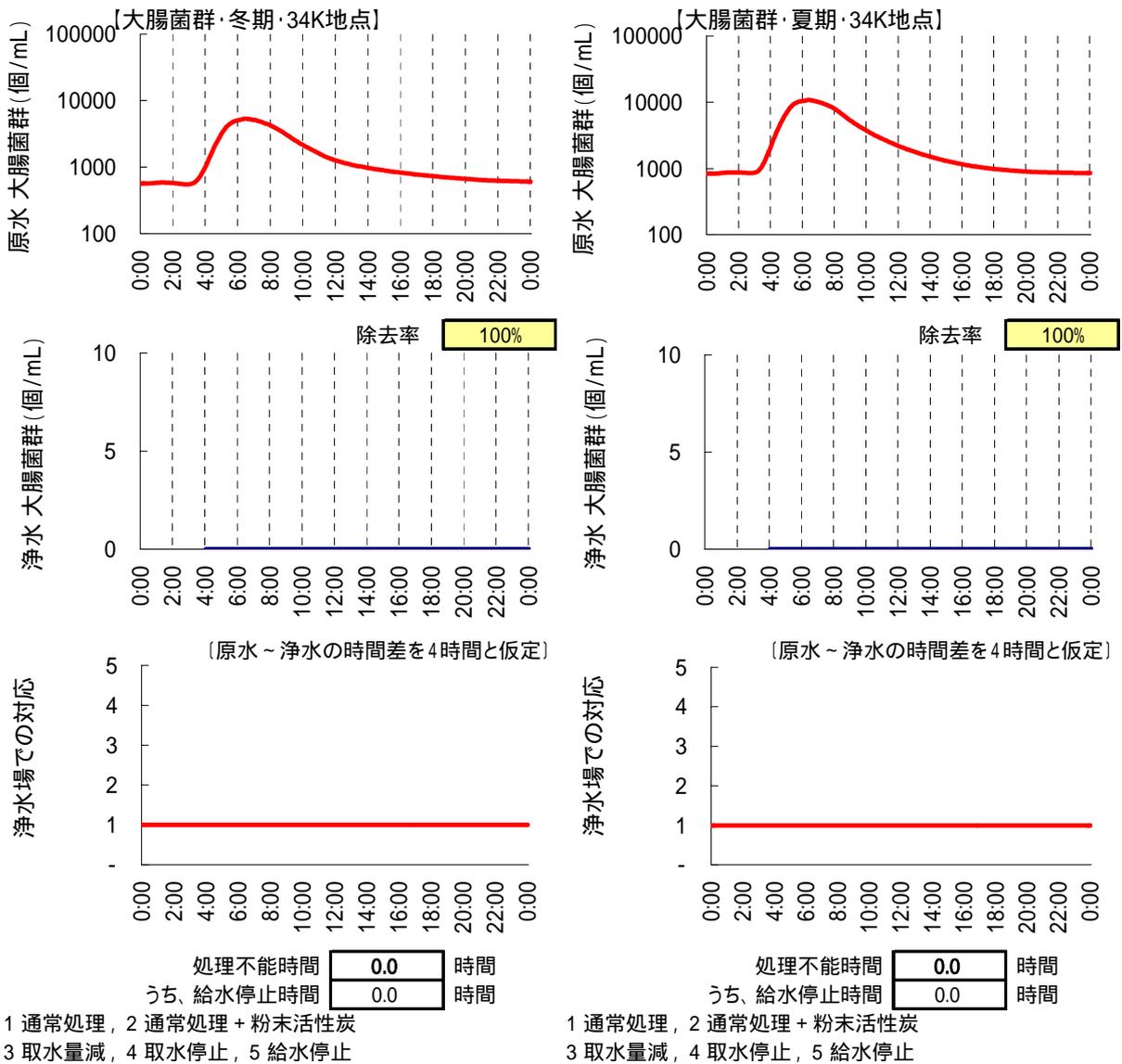


図 3-31 原水水質悪化時における浄水場での対応 (大腸菌群)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

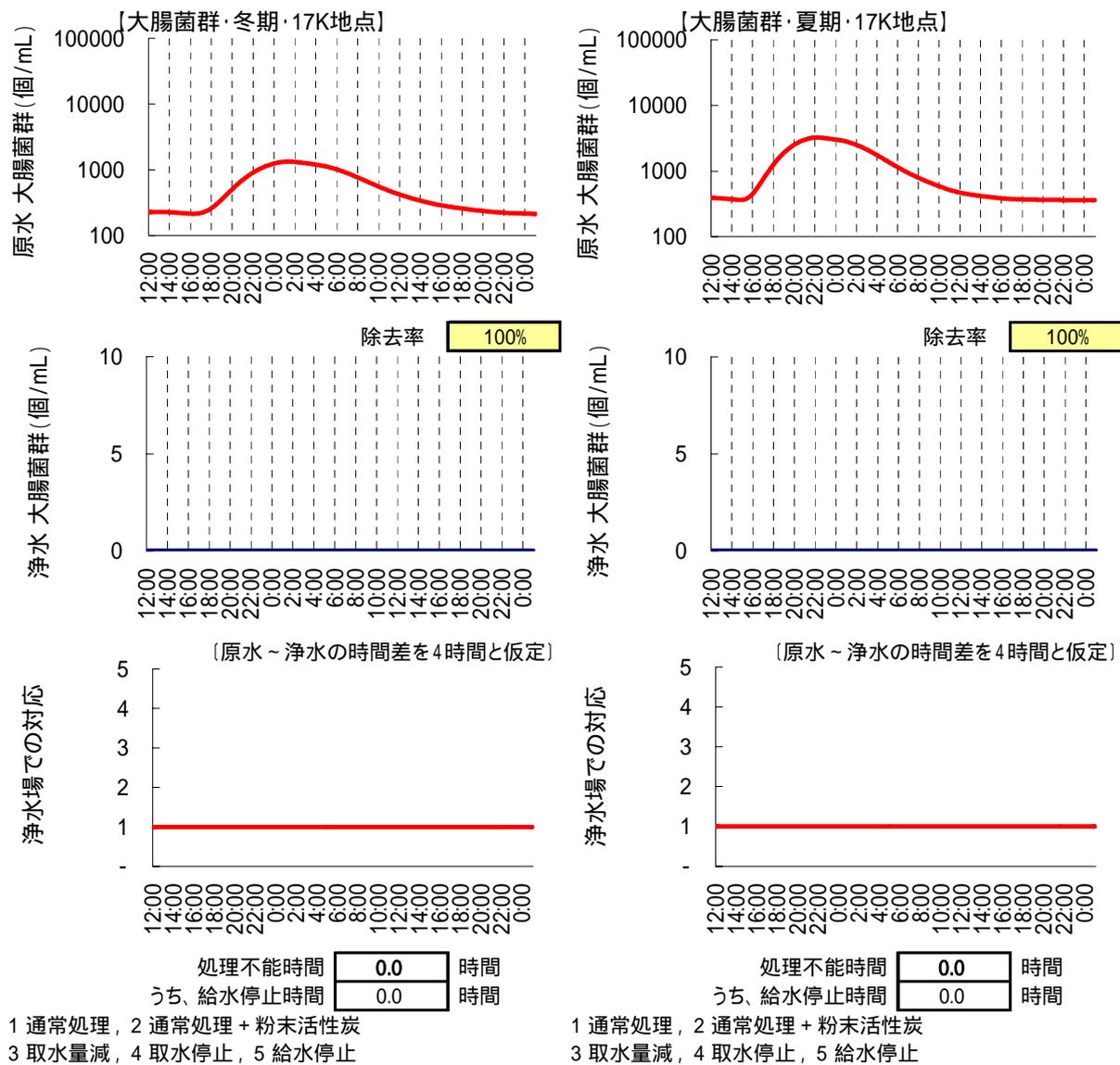


図 3-32 原水水質悪化時における浄水場での対応 (大腸菌群)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場

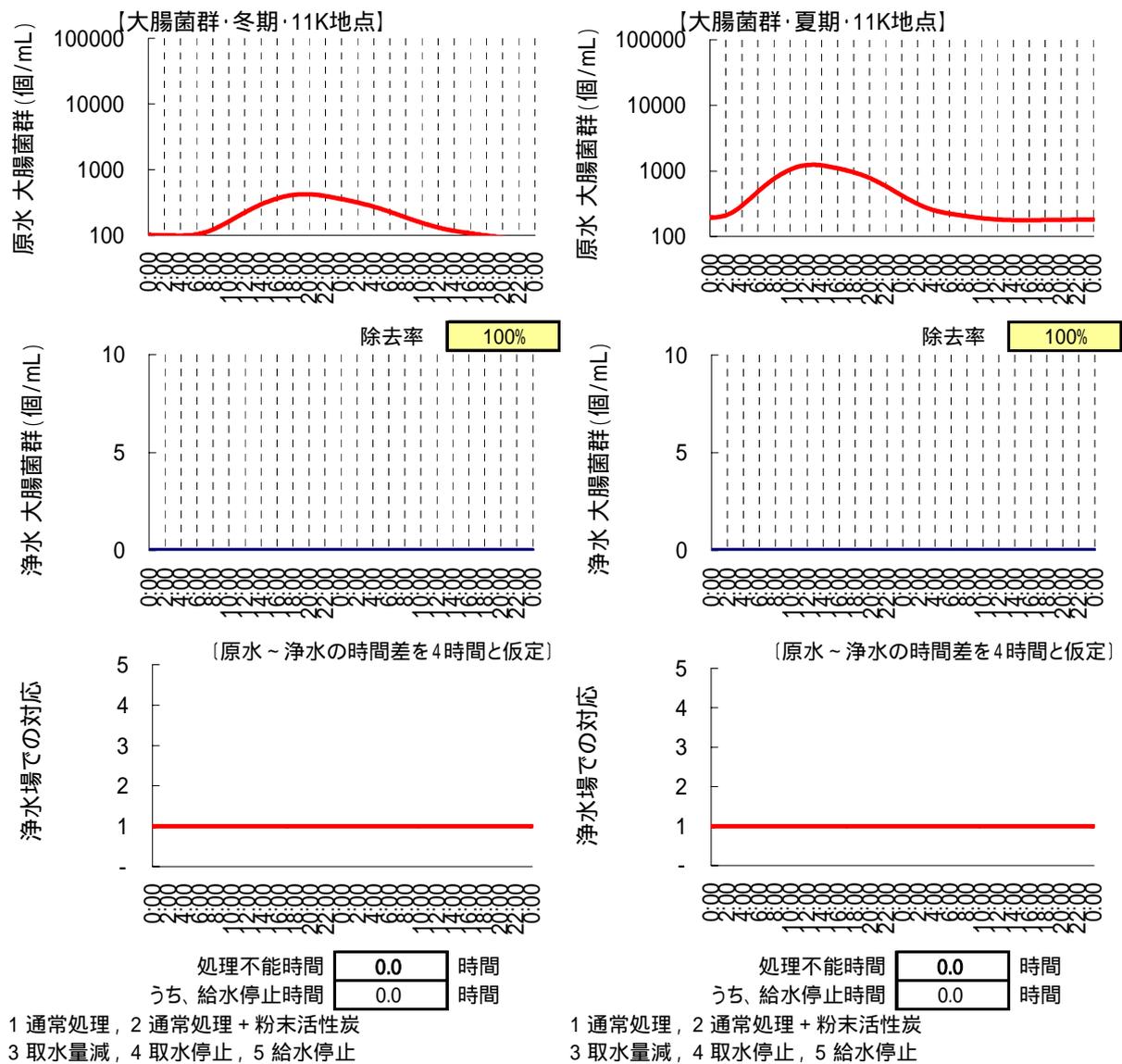


図 3-33 原水水質悪化時における浄水場での対応 (大腸菌群)

8) クリプトスポリジウム

(1) 上流(34km地点)から取水する浄水場
高度浄水処理による7LOG除去の場合

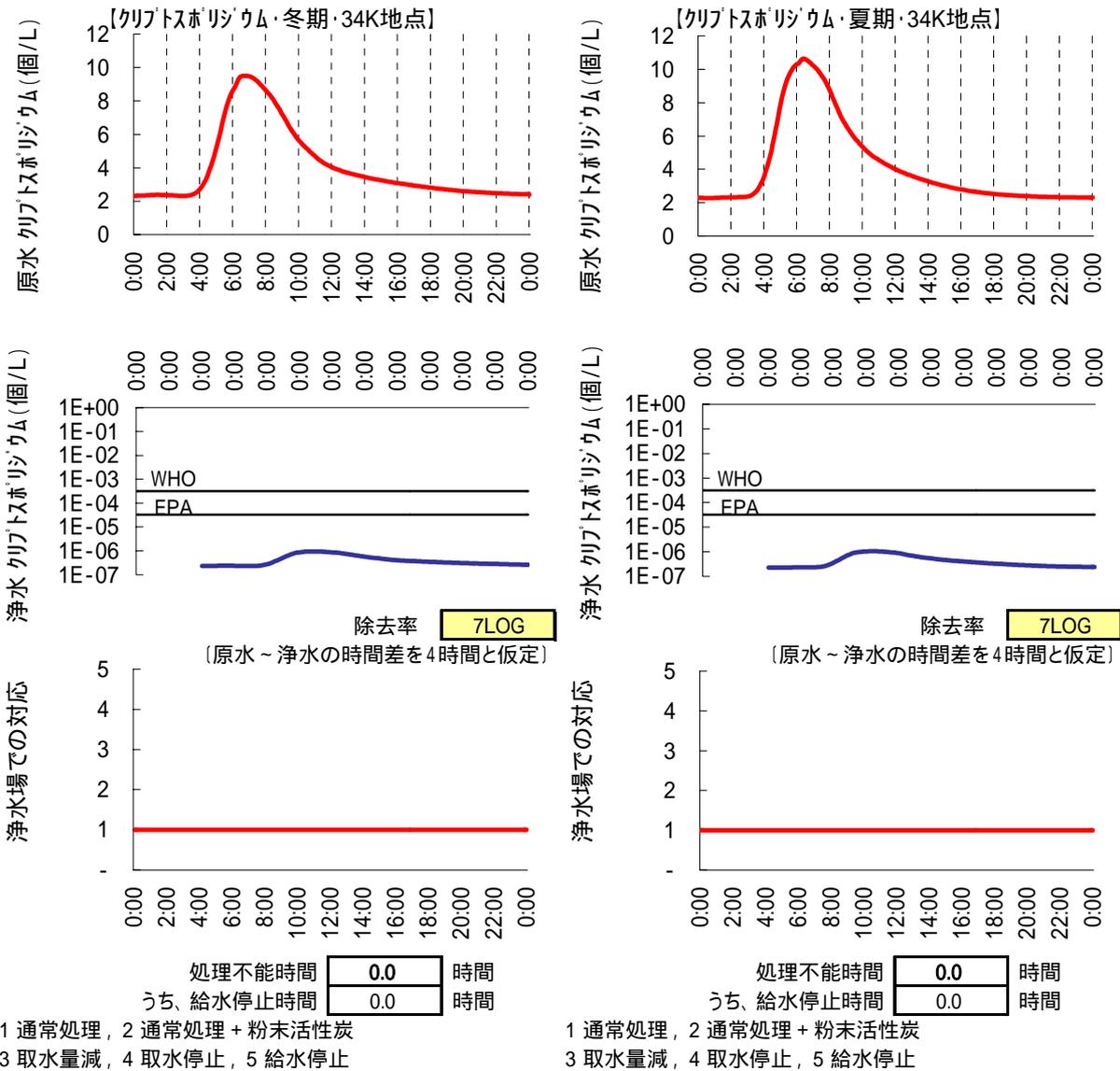


図 3-34 原水水質悪化時における浄水場での対応(クリプトスポリジウム・7LOG)

通常処理による 3LOG 除去の場合

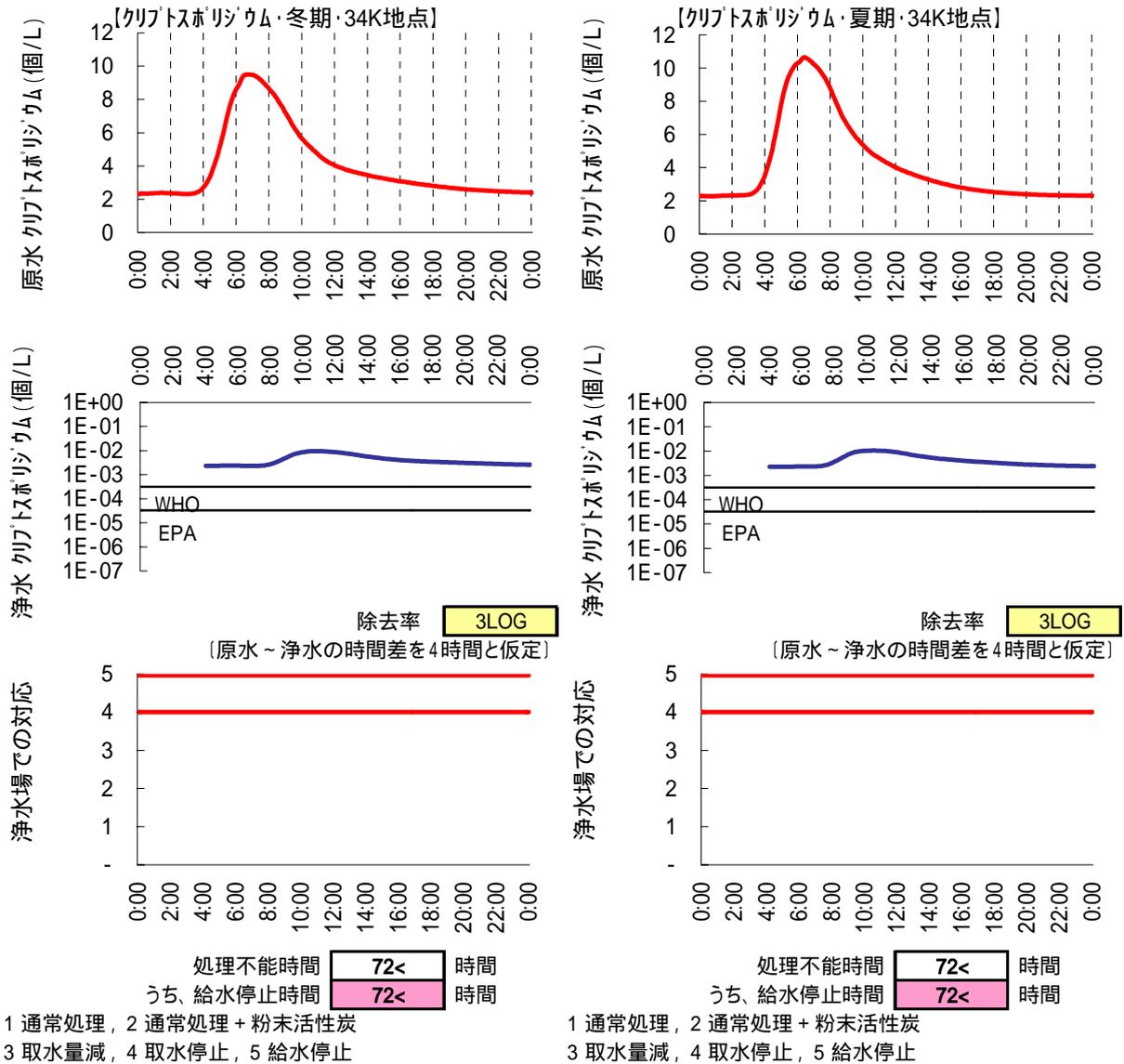


図 3-35 原水水質悪化時における浄水場での対応 (クリプトスポリジウム・3LOG)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場
 高度浄水処理による 7LOG 除去の場合

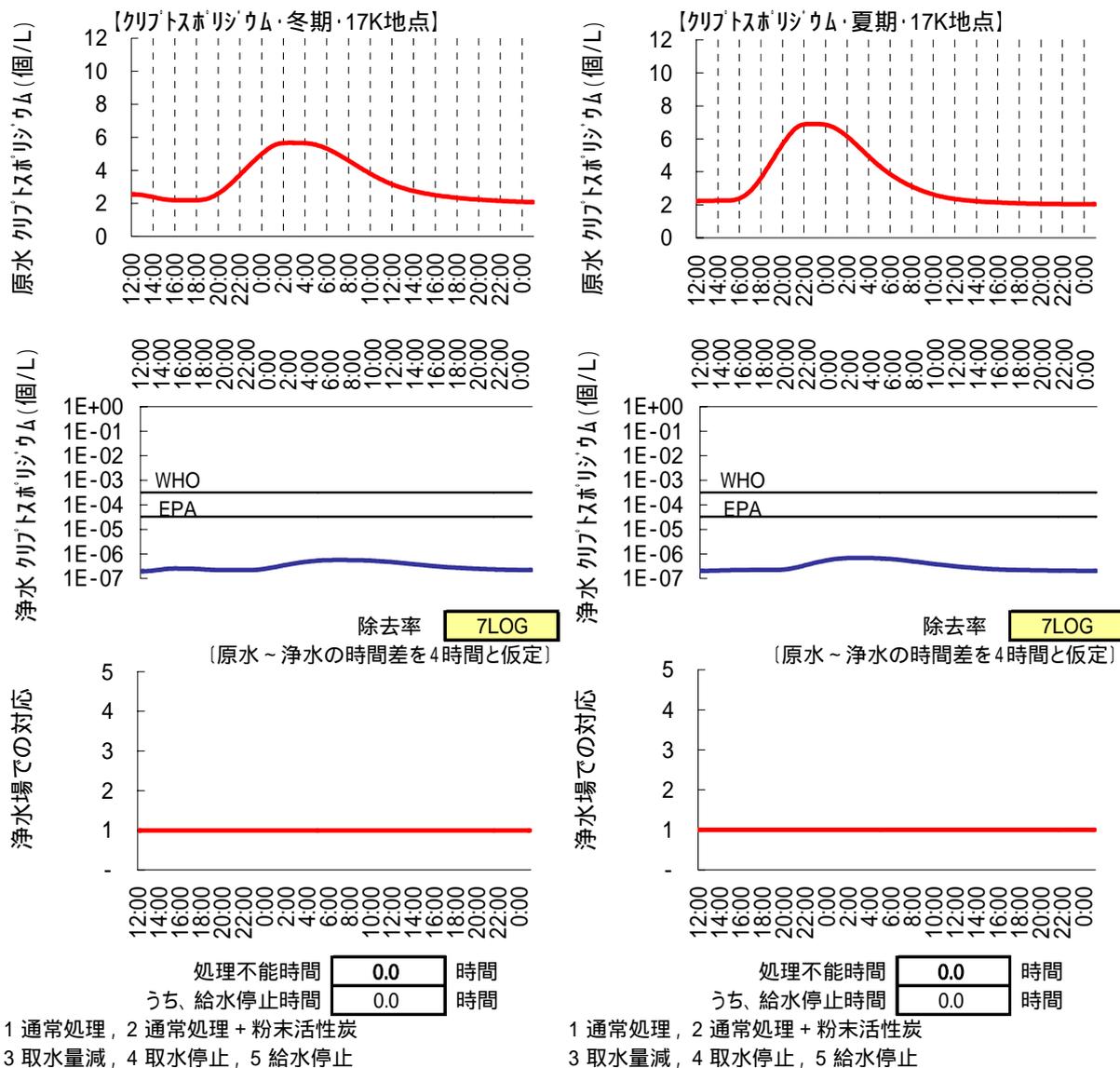


図 3-36 原水水質悪化時における浄水場での対応 (クリプトスポリジウム・7LOG)

通常処理による 3LOG 除去の場合

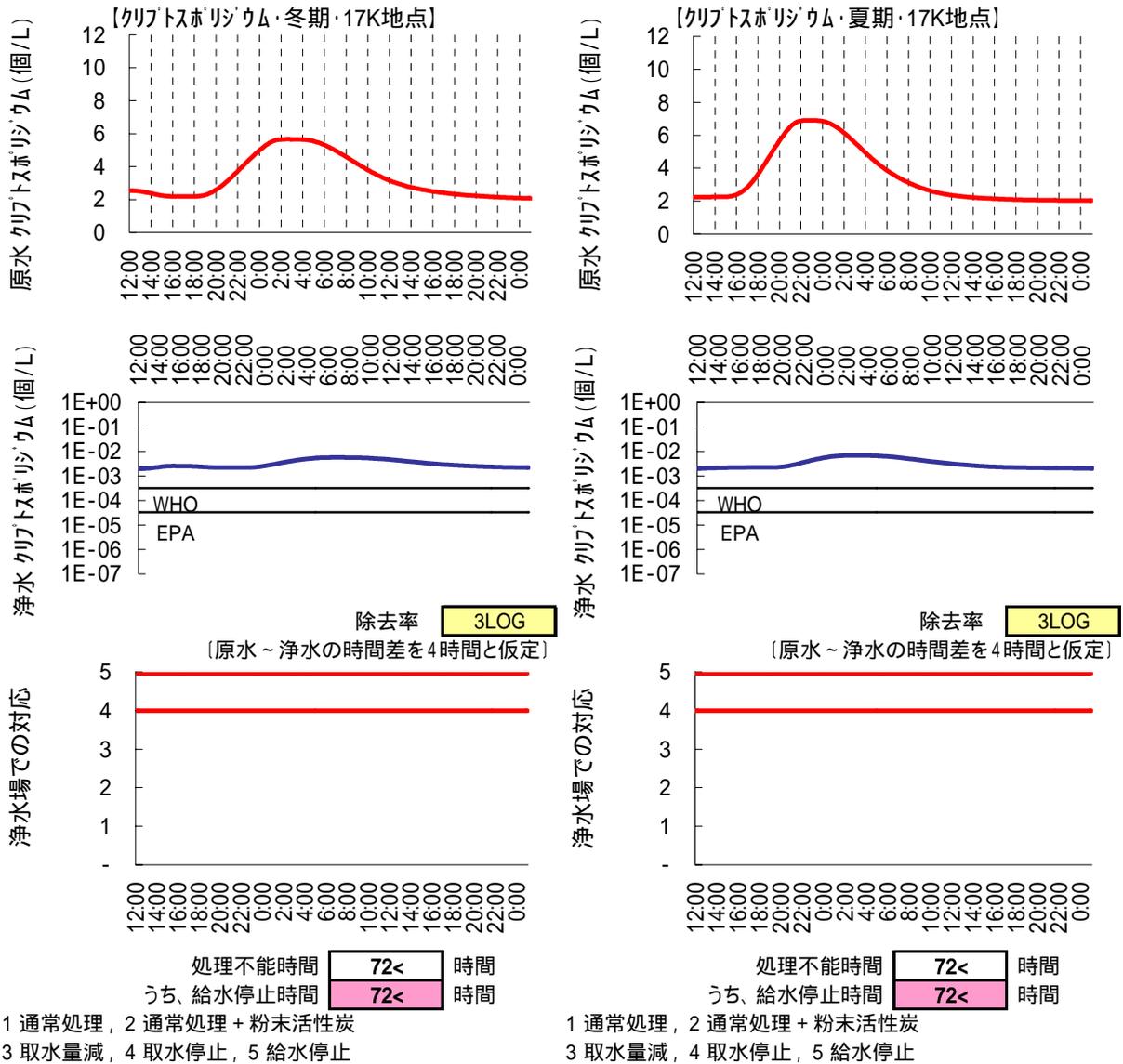


図 3-37 原水水質悪化時における浄水場での対応 (クリプトスポリジウム・3LOG)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場
 高度浄水処理による 7LOG 除去の場合

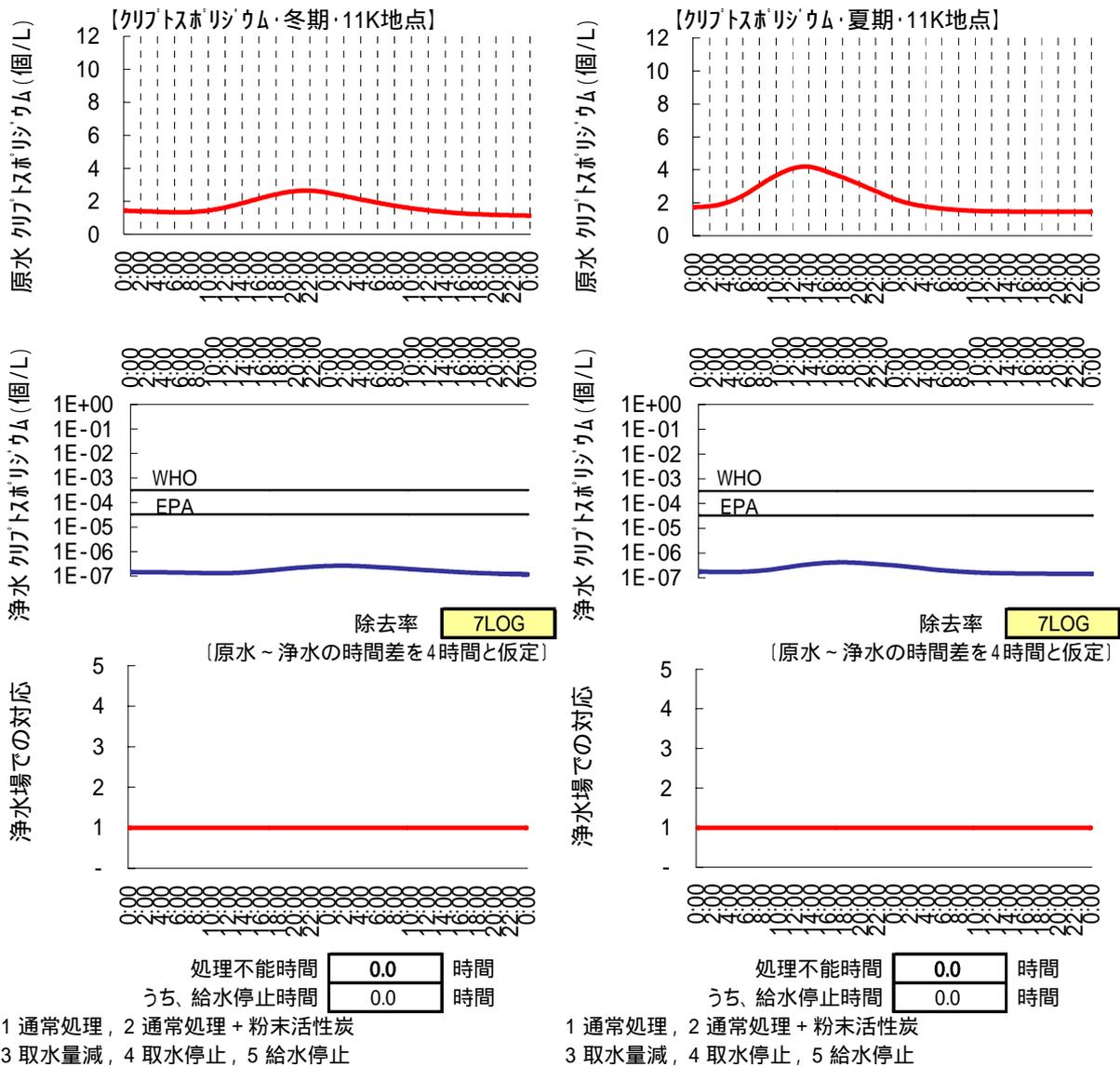


図 3-38 原水水質悪化時における浄水場での対応 (クリプトスポリジウム・7LOG)

通常処理による 3LOG 除去の場合

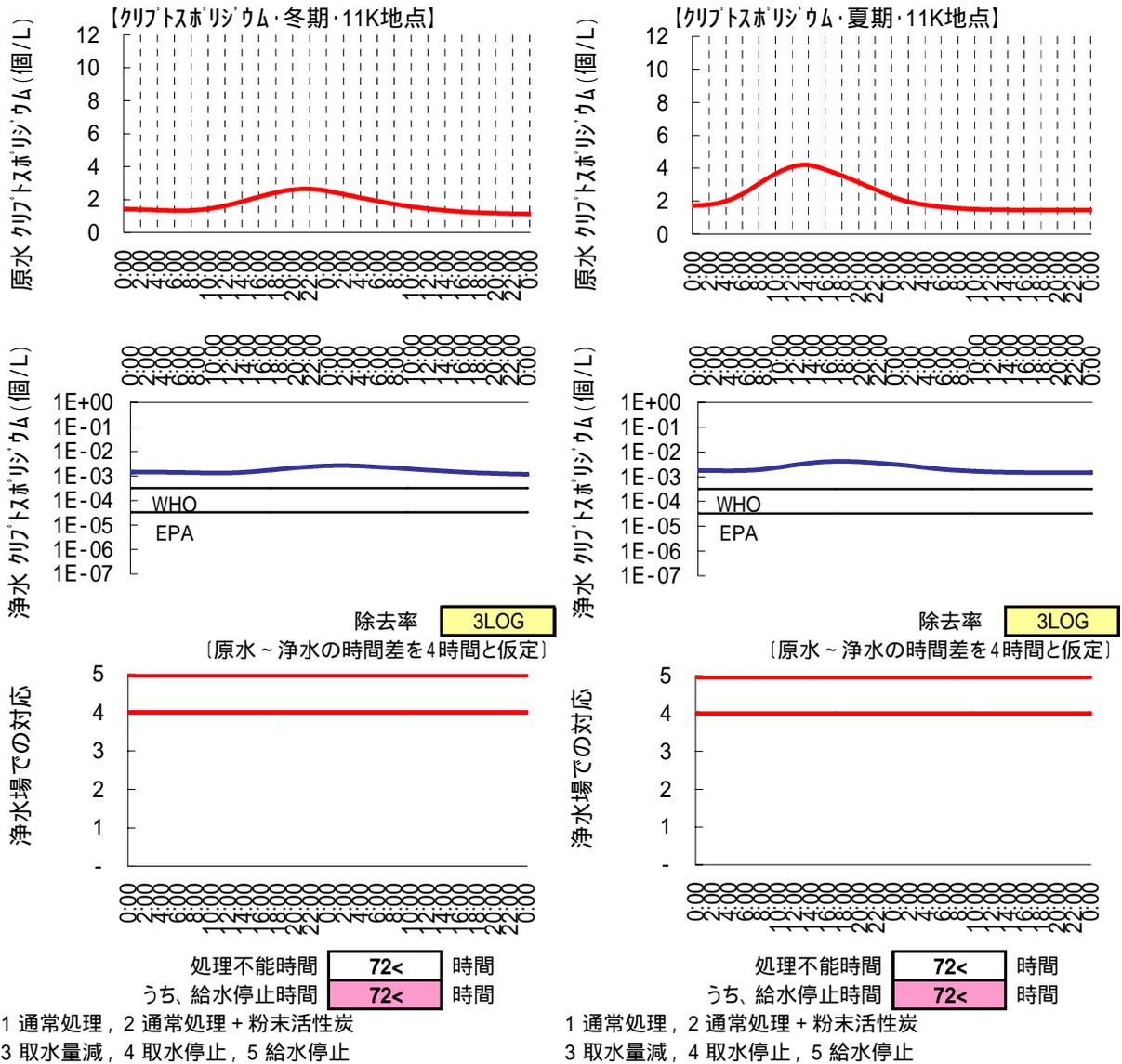


図 3-39 原水水質悪化時における浄水場での対応 (クリプトスポリジウム・3LOG)

9) トルエン

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

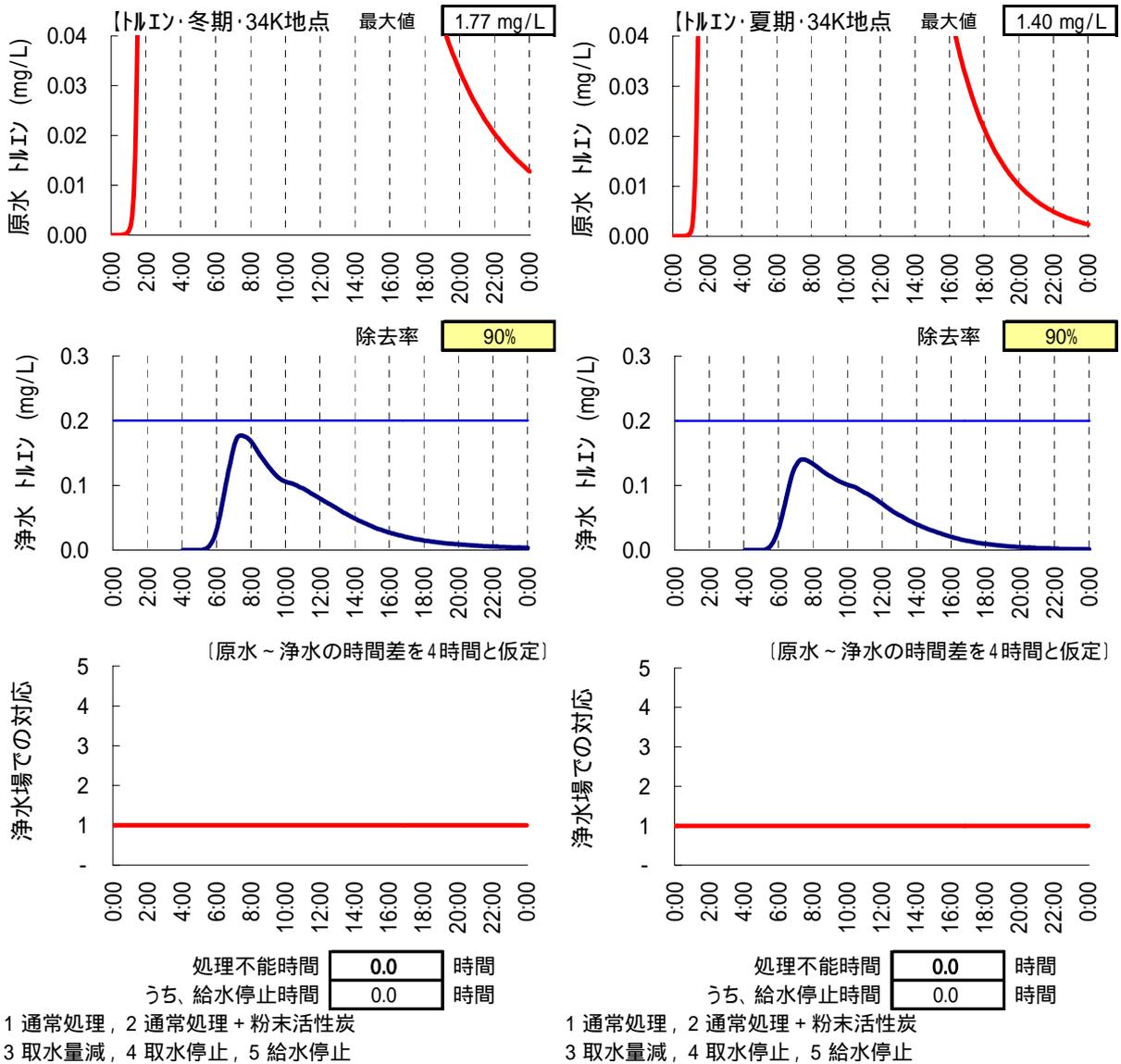


図 3-40 原水水質悪化時における浄水場での対応 (トルエン)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

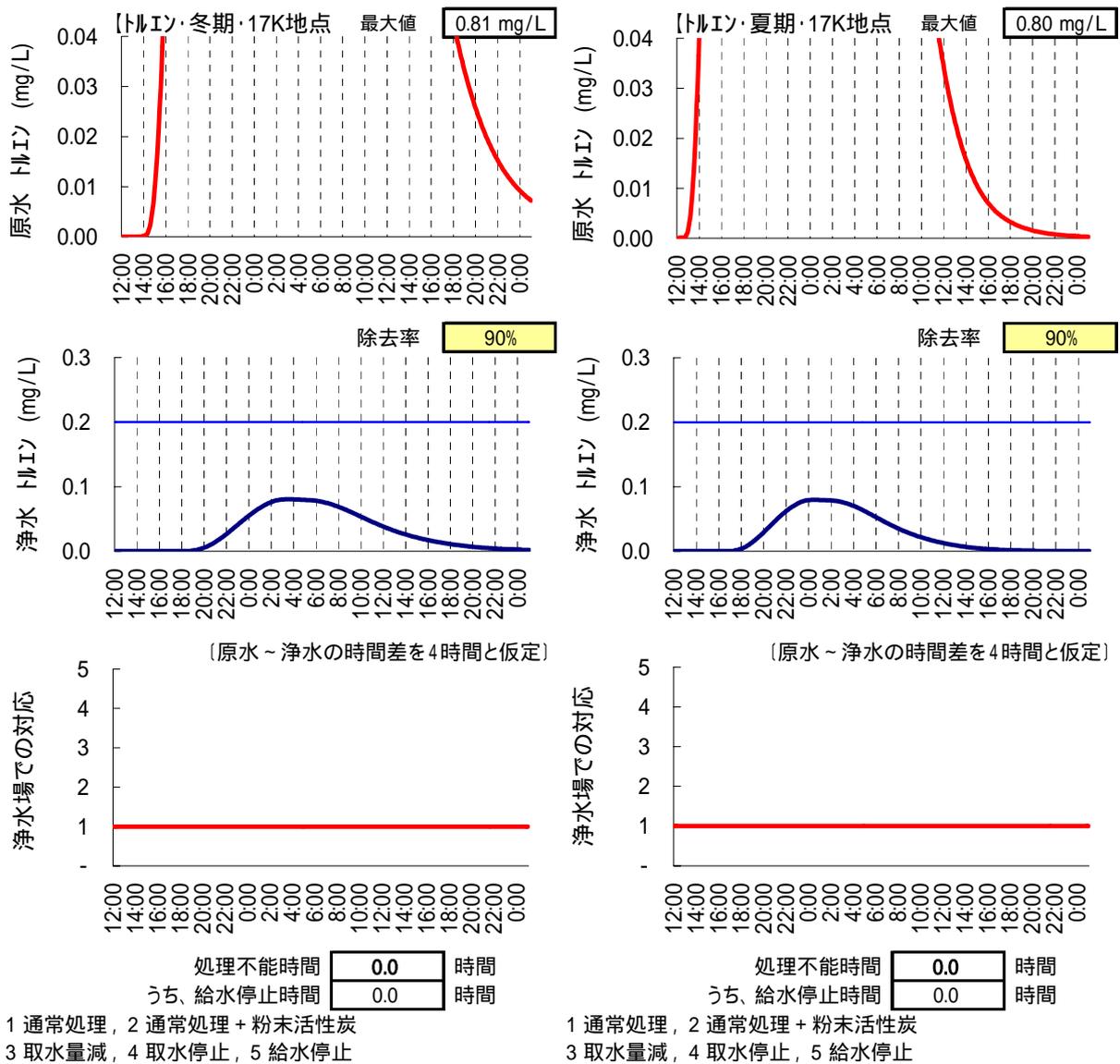


図 3-41 原水水質悪化時における浄水場での対応 (トルエン)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場

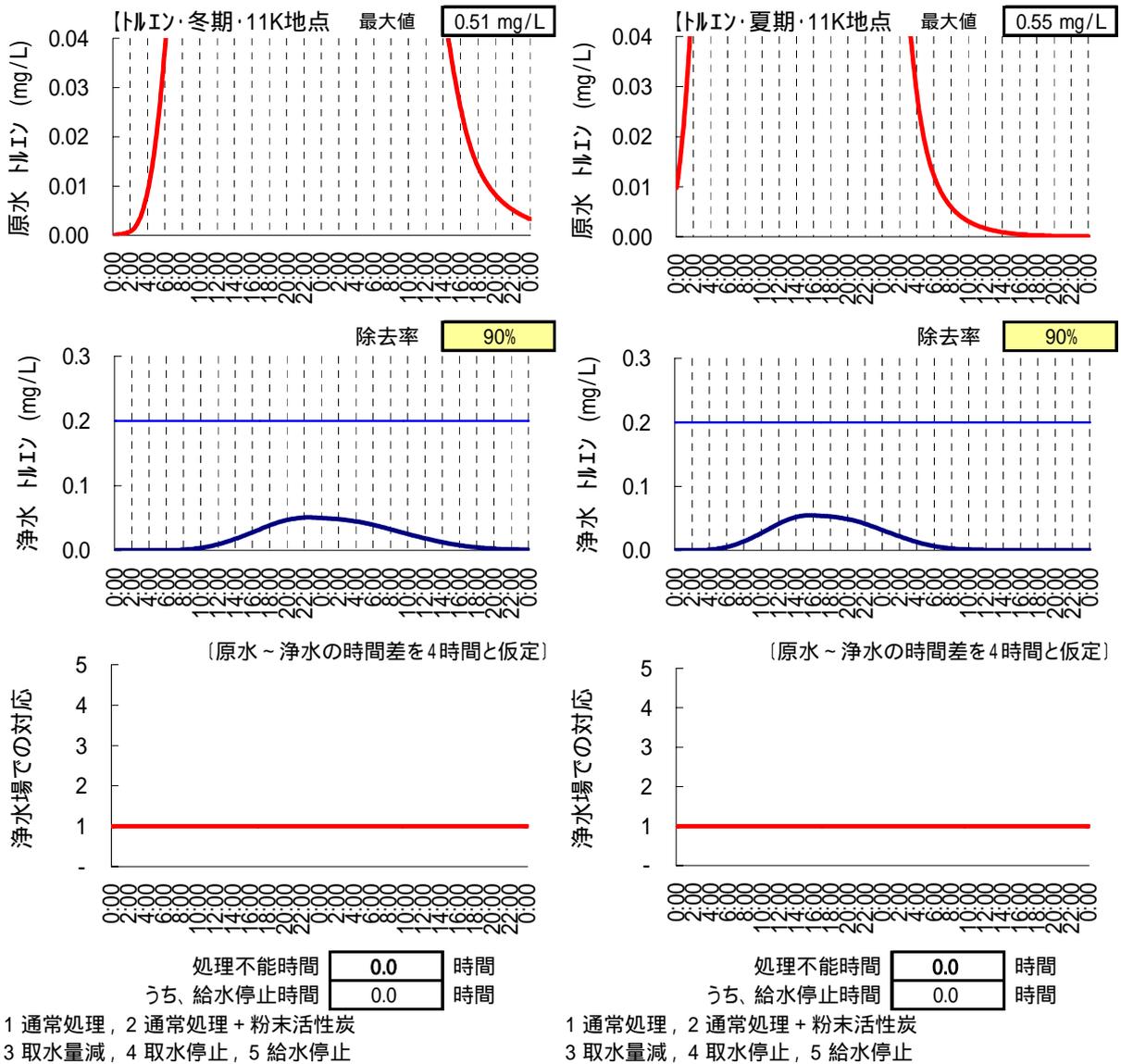


図 3-42 原水水質悪化時における浄水場での対応 (トルエン)

10) BOD

(1) 上流 (34km 地点) から取水する浄水場

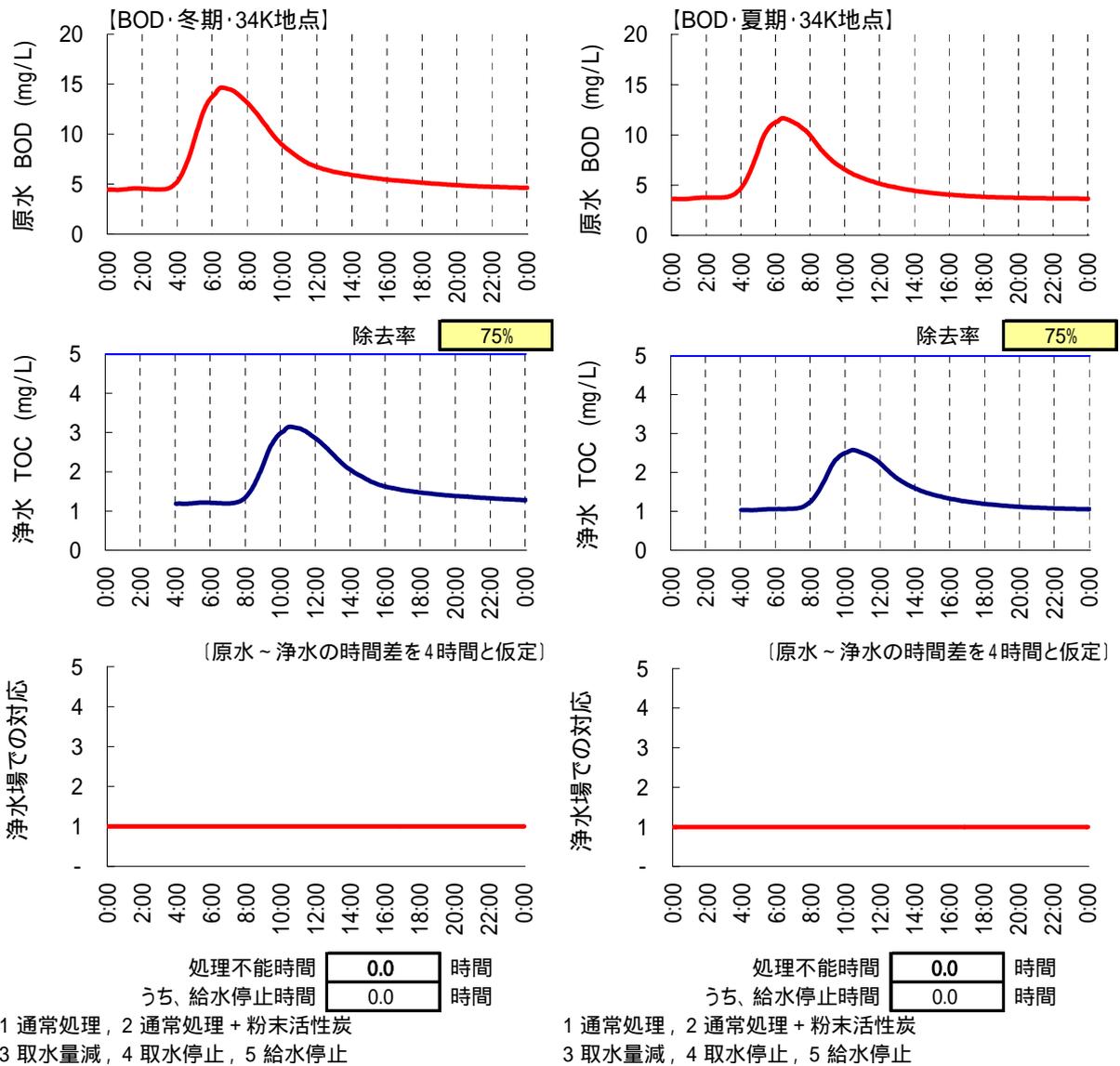


図 3-43 原水水質悪化時における浄水場での対応 (BOD)

(2) 中流 (17km 地点) から取水する浄水場

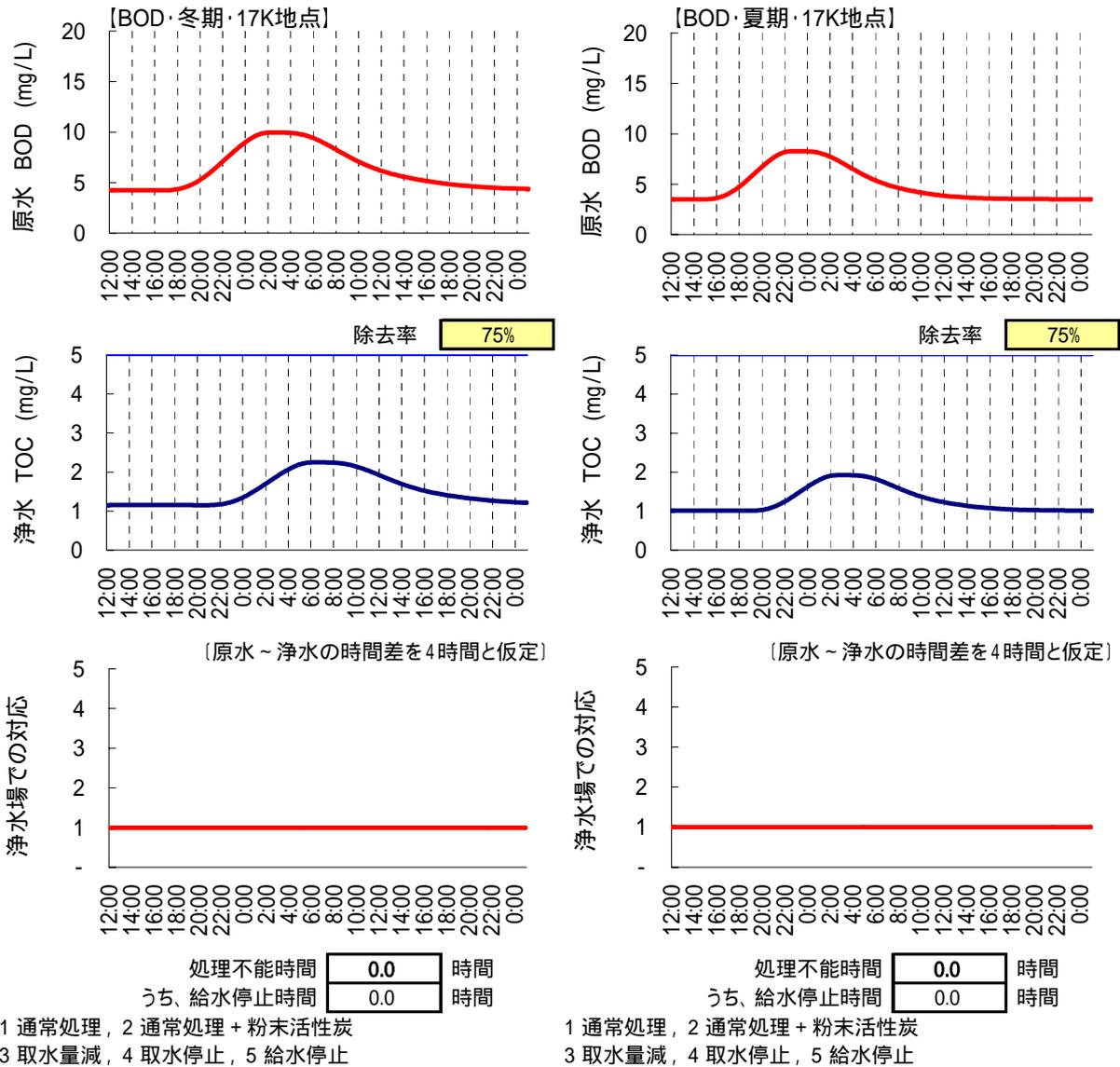


図 3-44 原水水質悪化時における浄水場での対応 (BOD)

(3) 下流 (11km 地点) から取水する浄水場

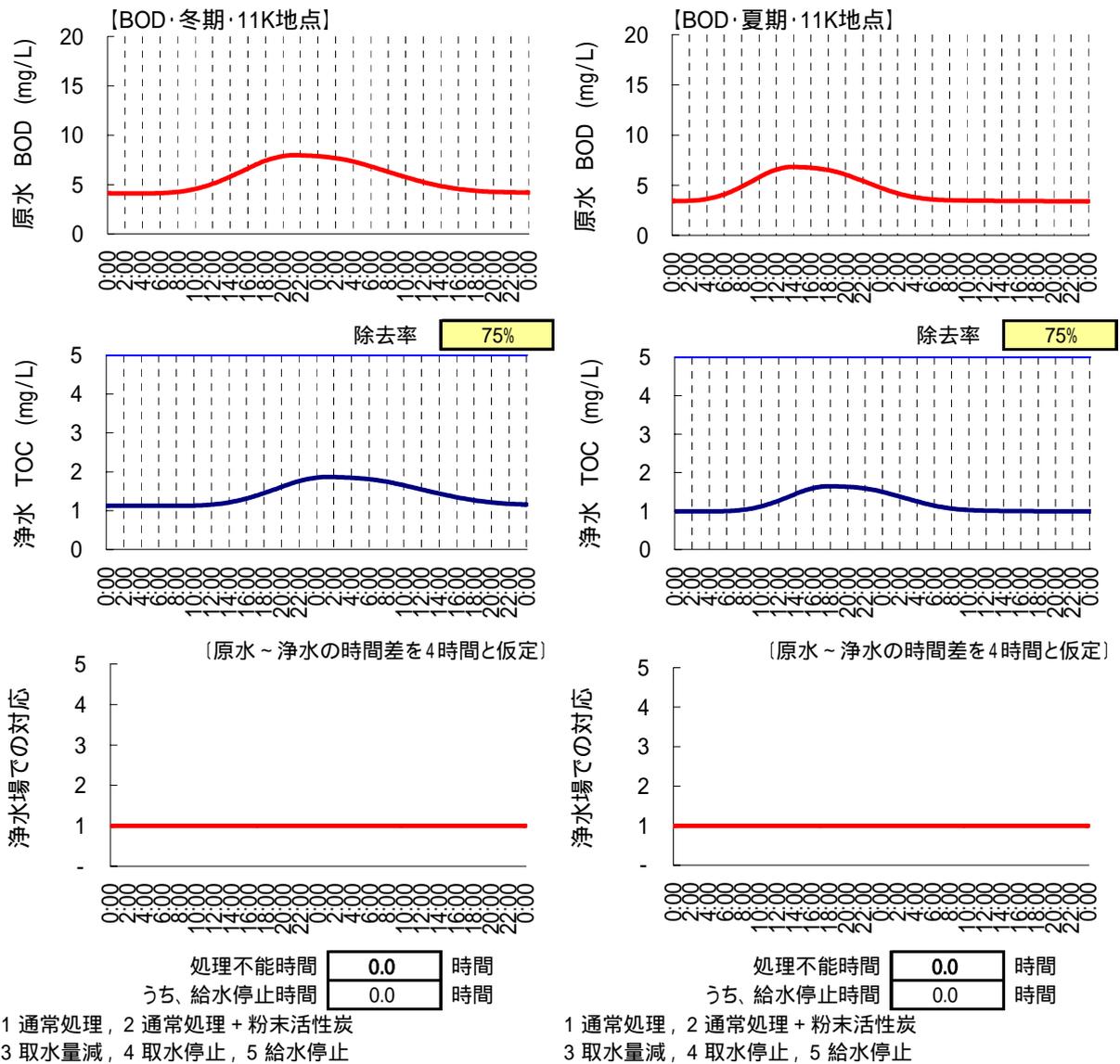


図 3-45 原水水質悪化時における浄水場での対応 (BOD)