

## 1. 流域の概要

赤川は、その源を山形・新潟県境の朝日山系以東岳（標高 1,771m）に発し、大鳥池を経て溪谷を流れ、鶴岡市落合において右支川梵字川を合わせて広大な庄内平野を北上し、左支川内川が合流した後、河口近くで大山川を合わせ、酒田市南部の庄内砂丘を切り開いた赤川放水路を通じて日本海に注ぐ、幹川流路延長 70.4km、流域面積 856.7km<sup>2</sup> の一級河川である。

赤川流域は、山形県の鶴岡市など 2 市 1 町からなり、流域の土地利用は山林等が約 78%、水田や畑地等の農地が約 19%、宅地等の市街地が約 3% となっており、特に水田は米どころ「庄内」の産業基盤を担い、山形県の約 17% を占めている。

流域内の拠点都市である鶴岡市では、北部から東南部にかけて縦断する山形自動車道と国道 112 号、東西方向には JR 羽越本線や国道 7 号が整備されており、交通の要衝となっている。

流域の源流部は磐梯朝日国立公園に指定され、山岳信仰で知られる霊峰月山を含めた出羽三山（月山、湯殿山、羽黒山）を擁し、豊かな自然環境に恵まれている。赤川と梵字川の合流点付近から庄内平野となり、赤川の水は庄内平野南部を潤し、米や果樹等の農業用水として利用され、高水敷には、鶴岡市櫛引総合運動公園があり、重要無形民俗文化財「黒川能」の舞台となるなど、流域における社会・経済・文化の基盤をなしている。

このような状況から、本水系の治水・利水・環境についての意義は、極めて大きい。

赤川流域の地形は、東端に月山（1,980m）、湯殿山（1,540m）、南端付近に朝日連峰に連なる以東岳があり、その北部に茶畑山（1,377m）、葛城山（1,121m）、高安山（1,244m）と上流の山間部は標高 1,000～2,000m と比較的高く険しい地形の山々が連なっている。流域西境界部は標高 1,000m 以下の摩耶山地が南北方向に連なっており、雪崩浸食等により標高の割に急峻な山容を呈している。

河床勾配は、梵字川合流点を境に上流部と中流部に分かれ、上流部は約 1/15～1/140、中流部は約 1/190～1/1,000 と急勾配で、内川合流後の下流部は約 1/1,100～1/2,500 と緩勾配である。本川は急峻な上流部を抜けると扇状地形となり、庄内平野南部を貫流している。

流域の地質は、上流部は第三紀層に属する砂岩、礫岩、凝灰岩、頁岩層から構成されているとともに、月山等の火山噴出物が広く堆積した脆弱な地質である。これに加え、急峻な地形であるため、地すべりや崩壊が発生しやすい。中下流部の庄内平野は第四紀沖積世に属する砂礫、粘土、泥灰の互層から構成されている。

流域の気候は、日本海の影響を受けて多雨・多湿の海洋性気候で、冬期には季節風の影響が大きい。平均年間降水量は平野部で約 2,000mm、上流の山間部では 3,000mm 以上に達し、その多くは降雪によるもので、東北でも有数の多雨豪雪地帯である。降雨の要因としては、前線性のものが多く、流域内では標高が高い地域で降雨が大きくなる傾向がある。

源流から梵字川合流点までの上流部は、磐梯朝日国立公園に指定されている出羽三山、朝日

連峰をはじめとして険しい山々が連なる。全山に亘ってブナ・ナラ等の広葉樹林帯であり、ニホンツキノワグマ・ニホンカモシカ・アナグマ・タヌキ・テン・イヌワシ・クマタカ等、数多くの動物の生息が認められている。また、深い渓谷にはイワナ・ヤマメ等、清流を好む魚類が生息している。

梵字川合流点から内川合流点までの中流部は、庄内平野が広がる穀倉地帯の扇状地となり、連続した瀬と淵や中洲が見られ、アユ・ウグイ・カジカの生息・産卵場となっている。また、ヤナギ類やオニグルミ等の樹木の群落が見られる他、近年では外来種であるハリエンジュ等の分布が拡大し、赤川本来の礫河原の減少や洪水流の流下阻害が懸念されている。

内川合流点から大山川合流点の下流部は、緩勾配で川幅が広く、大きな蛇行が見られ、舟運の航路維持のために設置された水制工が数多く残されており、その周辺にワンドや淵が形成され、ニゴイやタモロコのほか、ジュズカケハゼ等が生息している。また、河川敷は地域の名産である庄内柿などの果樹栽培、畑地等の利用が多い。

大山川合流点から河口までの放水路区間は、庄内海浜県立自然公園に指定されており、日本でも屈指の大砂丘が広がり、植林から約50年の歳月を経たクロマツ林が防風林地帯を形成している。河口には砂丘が発達している環境を受け、ハマナス・ハマヒルガオ・ハマニンニク等の海岸特有の植物が生育し、水域ではカマキリ（魚類）・テナガエビなどが生息し、サクラマス・サケの遡上が見られる。

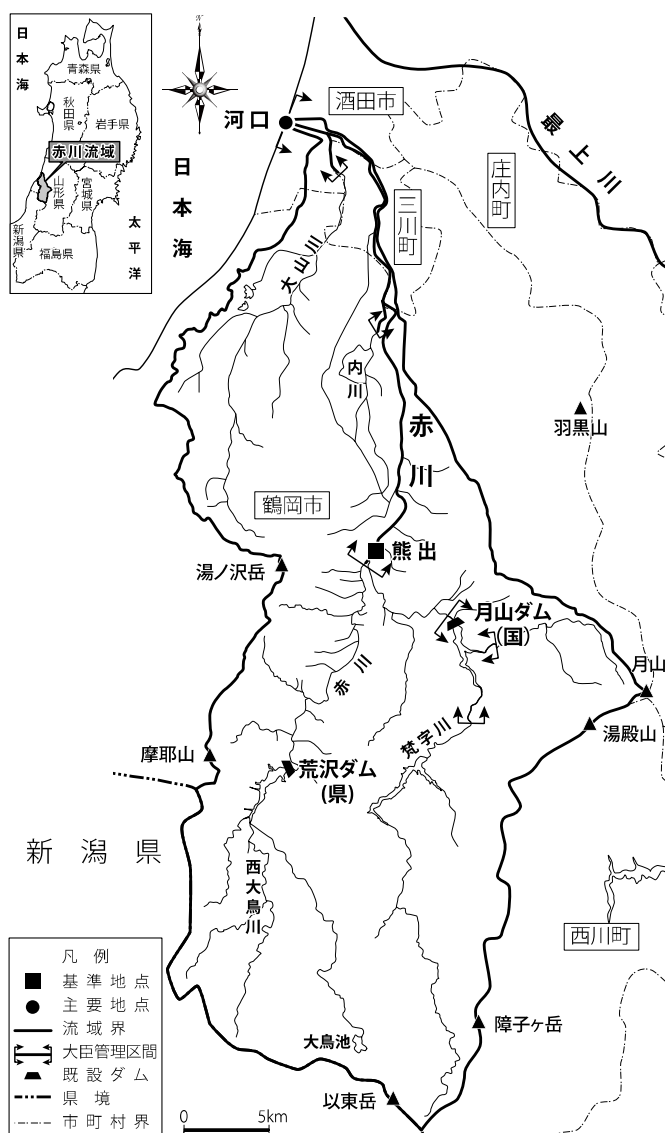


図-1.1 赤川水系図

## 2. 水利用の現況

赤川水系は、鶴岡市など庄内平野南部を中心とする2市1町にまたがる耕地等のかんがい用水源として、上流部では発電にそれぞれ広く利用されている。

農業用水は、赤川を主水源とする国営かんがい排水事業が実施され、約12,600haに及ぶ耕地のかんがいに利用されている。従来の8ヶ所の旧施設を統合し、農業用水としては東北最大の取水量を誇る赤川頭首工<sup>あかがわとうしゅこう</sup>が整備されたこと等により、用水が安定的に供給されている。

発電については赤川に6箇所、梵字川に4箇所の発電所があり、最大出力129,360kWの電力供給が行われている。また、平成13年10月に完成した月山ダム（本格運用 平成14年4月）の月山ダム発電所においても発電（最大8,800kW）がなされている。

生活用水については、従来、地下水に依存してきたが、月山ダムの建設による庄内広域水道供給事業が進められ、平成13年10月より給水が開始された。このため、黒川簡易水道<sup>くろかわ</sup>は廃止となった。

表-2.1 赤川水系の水利状況表

使用目的	かんがい面積 (ha)	最大取水量 (m <sup>3</sup> /s)	件数	摘要
かんがい用水 (許可)	12,639.5	56.245	37	
上水道用水	—	1.120	1	庄内広域水道供給事業
発電用水	—	180.69	10	最大出力 129,360kW 常時出力 28,000kW
鉱工業用水	—	0.006	1	

許可 : 河川法第23条の許可を得たもの

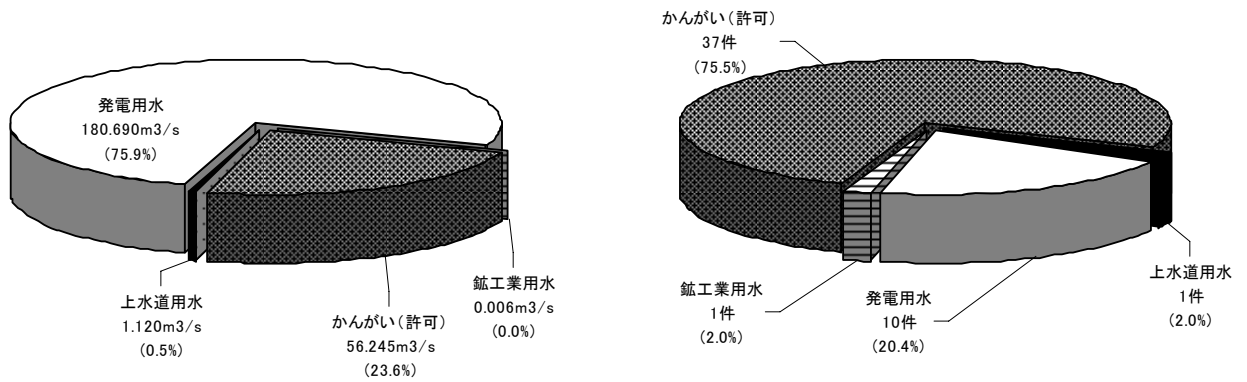


図-2.1 赤川水系の水利用の割合

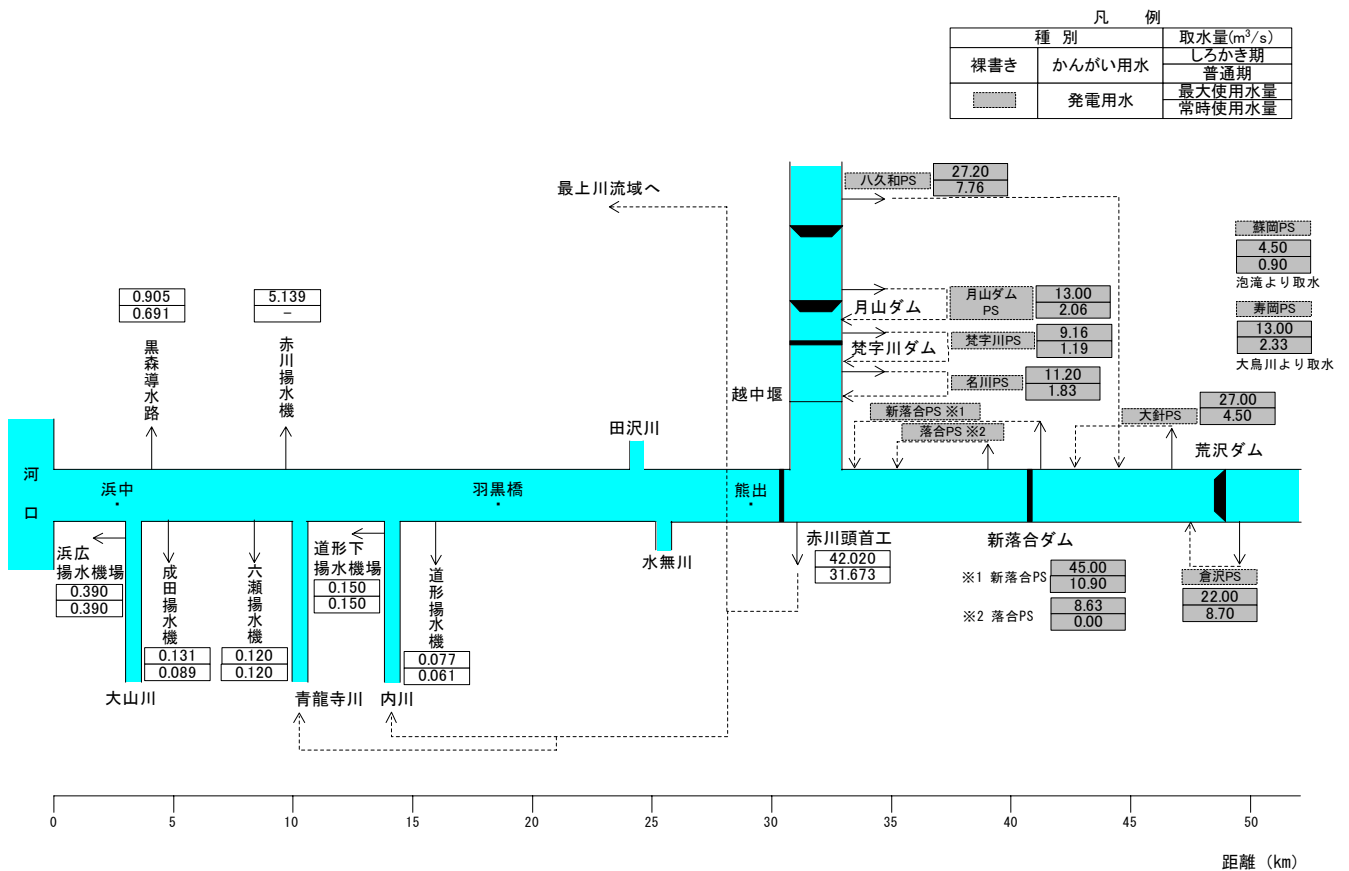


図-2.2 赤川 取排水模式図

### 3. 水需要の動向

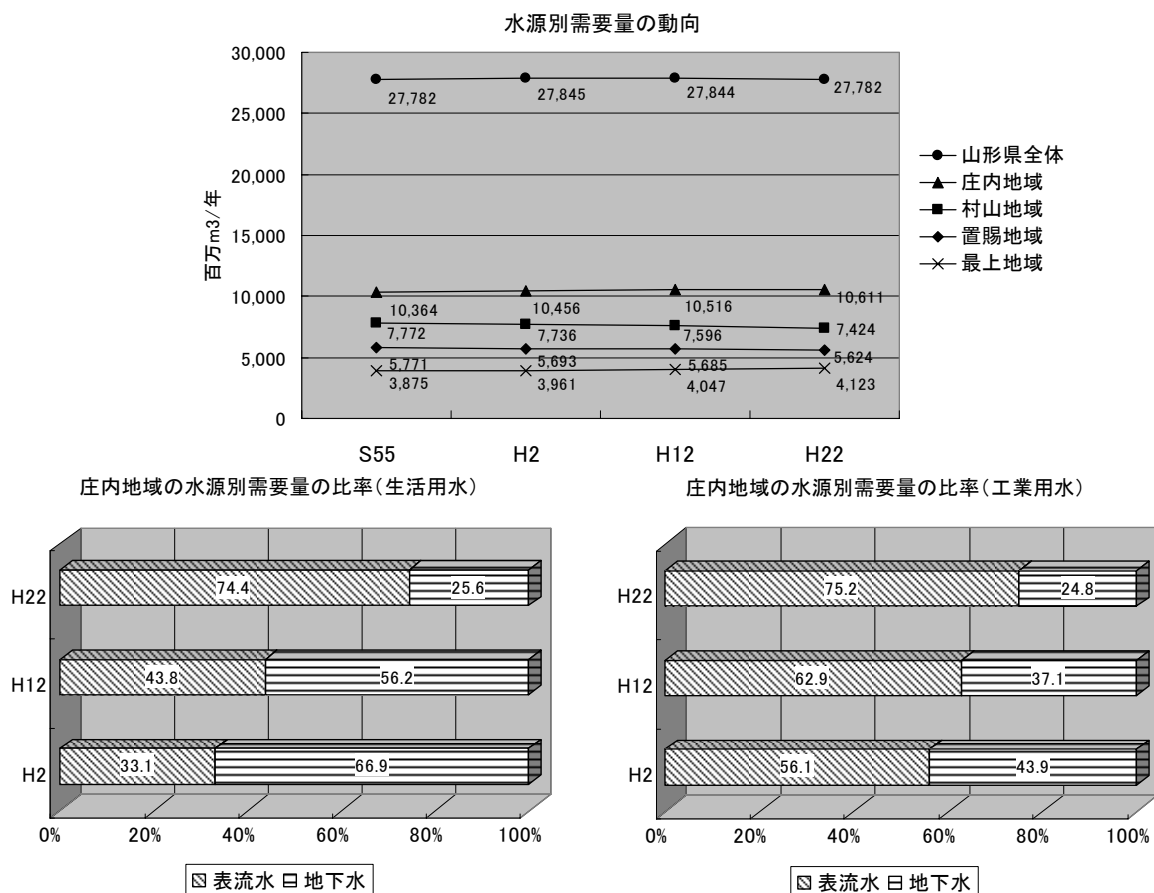
山形県全体の年間需要量は、「やまがた 21 世紀ウォータープラン」（平成 7 年 3 月、山形県）によると、昭和 55 年から平成 22 年まで横ばいと見られ、約 27 億 8,500 万 m<sup>3</sup> から 27 億 7,800 万 m<sup>3</sup> の間で推移するものと見込まれている。

平成 22 年における全体需要量に占める各地域の割合は、<sup>むらやま</sup>村山地域が 27%、<sup>もがみ</sup>最上地域が 15%、<sup>おきたま</sup>置賜地域が 20%、庄内地域が 38%となるものとみられ、平成 2 年とほぼ同じ割合である。

用途別需要量では、全体需要量に占める農業用水の割合は、昭和 55 年の 90%から平成 22 年には 85%に低下し、生活用水の割合は 4%から 8%に増加するものと見込まれている。

庄内地域において用水別にみると、生活用水の平成 2 年の地下水の割合は 67%であったが、平成 22 年には 26%まで低下すると見込まれている。同様に工業用水も、地下水の割合は、それぞれ平成 2 年の 44%から、平成 22 年には 25%に低下するものとみられる。農業用水は平成 22 年にかけて、表流水及び地下水ともに減少する。

赤川流域の大半を占める庄内南部地区（旧鶴岡市、旧立川町、旧余目町、旧羽黒町、旧藤島町、三川町、旧櫛引町）の水道施設は、元来、水源のほとんどが地下水に依存した規模の小さいものであったが、増大する水需要に対処するため、昭和 52 年度より広域水道計画に関する調査を開始し、平成 13 年 10 月、月山ダムを水源とする庄内広域水道供給事業の供給開始以降、地下水から表流水への水源転換が図られた。



## 4. 河川流況

赤川水系の基準地点である「熊出<sup>くまいで</sup>」の平均流況は、表-4.1 に示すとおりである。  
また、各年の流況は表-4.2 に示すとおりである。

表-4.1 平均流況（昭和51～平成18年）

地点名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	河口か らの距 離(km)	統計期間		平均流況(m <sup>3</sup> /s)				
			年数	期間	豊水	平水	低水	渇水	平均
熊出	551.5	29.6	31	S51～H18	76.67	38.85	20.95	1.50	60.86

※豊水流量：1年を通じて95日はこれを下回らない流量

平水流量：1年を通じて185日はこれを下回らない流量

低水流量：1年を通じて275日はこれを下回らない流量

渇水流量：1年を通じて355日はこれを下回らない流量

### 【参考】

月山ダム運用以降における平均流況（平成14年～平成18年）

地点名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	河口か らの距 離(km)	統計期間		平均流況(m <sup>3</sup> /s)				
			年数	期間	豊水	平水	低水	渇水	平均
熊出	551.5	29.6	5	H14～H18	88.30	44.65	24.34	4.60	66.64

表-4.2 赤川 熊出地点 流況表 (A=551.5km<sup>2</sup>)

水系名	赤川	河口からの距離(km)	29.6	観測開始	普通	1965.04
河川名	赤川	零点高(T.P.m)	63.0		自記	1965.04
観測所名	熊出	流域面積(km <sup>2</sup> )	551.5		テレ	1975.12

(単位:m<sup>3</sup>/s)

No.	観測年		豊水流量	平水流量	低水流量	濁水流量	最小流量	平均流量	備考
	西暦	元号							
1	1966	昭和41年	125.60	80.52	34.41	10.62	4.95	102.89	
2	1967	昭和42年	85.49	50.42	30.01	19.09	6.41	74.50	
3	1968	昭和43年	79.31	41.23	25.10	13.42	9.52	79.86	
4	1969	昭和44年	69.83	41.94	27.03	15.37	0.44	68.42	
5	1970	昭和45年	91.90	38.39	22.18	8.81	5.32	77.03	赤川頭首工試験運用
6	1971	昭和46年	127.98	47.73	24.90	4.43	2.23	81.93	
7	1972	昭和47年	135.98	48.79	24.64	0.49	0.05	86.93	
8	1973	昭和48年	70.87	41.88	24.99	1.32	1.14	56.98	
9	1974	昭和49年	118.82	44.59	20.01	5.91	5.20	97.57	
10	1975	昭和50年	43.31	22.90	14.12	1.06	0.89	35.50	
11	1976	昭和51年	65.89	38.48	29.14	0.19	0.14	56.61	赤川頭首工本運用
12	1977	昭和52年	47.44	18.18	10.42	0.00	0.00	38.17	
13	1978	昭和53年	33.79	20.41	12.12	0.00	0.00	32.24	
14	1979	昭和54年	88.17	44.20	20.13	0.55	0.04	62.47	
15	1980	昭和55年	84.74	26.04	14.91	1.19	0.35	67.95	
16	1981	昭和56年	92.81	41.87	13.61	0.17	0.00	77.22	
17	1982	昭和57年	79.24	29.69	10.07	0.22	0.02	58.04	
18	1983	昭和58年	49.21	25.96	14.11	0.11	0.03	49.23	
19	1984	昭和59年	53.75	23.88	15.46	0.23	0.15	55.67	
20	1985	昭和60年	70.75	30.16	9.63	0.17	0.06	55.72	
21	1986	昭和61年	67.58	35.10	11.57	0.54	0.04	59.24	
22	1987	昭和62年	79.95	44.57	24.00	0.26	0.16	63.94	
23	1988	昭和63年	61.75	37.56	16.64	0.46	0.27	48.87	
24	1989	平成1年	70.34	38.51	19.98	0.37	0.27	46.06	
25	1990	平成2年	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	
26	1991	平成3年	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	
27	1992	平成4年	62.91	35.16	21.35	1.35	0.65	47.49	
28	1993	平成5年	87.68	53.21	31.05	2.94	0.16	73.11	
29	1994	平成6年	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	
30	1995	平成7年	110.50	65.27	37.01	0.23	0.00	87.23	
31	1996	平成8年	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	
32	1997	平成9年	74.14	48.63	32.52	1.67	0.15	65.57	
33	1998	平成10年	78.22	49.43	29.74	3.54	2.47	65.18	
34	1999	平成11年	90.48	46.15	29.00	0.94	2.47	63.86	
35	2000	平成12年	101.56	41.63	25.95	1.13	0.51	75.57	
36	2001	平成13年	77.70	31.70	15.47	1.19	0.00	60.59	月山ダム完成(H13.10)
37	2002	平成14年	96.19	43.28	26.42	3.15	1.55	69.73	月山ダム運用開始(H14.4)
38	2003	平成15年	87.09	46.45	30.40	6.09	1.20	68.95	
39	2004	平成16年	82.82	44.68	26.67	3.43	2.11	64.00	
40	2005	平成17年	75.41	43.89	21.04	5.65	2.17	60.48	
41	2006	平成18年	99.97	44.97	17.17	4.69	2.48	70.03	
全資料	最大		135.98	80.52	37.01	19.09	9.52	102.89	
	平均		81.60	40.74	21.97	3.27	1.45	65.00	欠測年を除く
	最小		33.79	18.18	9.63	0.00	0.00	32.24	
	4/37		49.21	23.88	11.57	0.17			欠測年を除く
赤川頭首工運用以降S51~H18(31年間)	最大		110.50	65.27	37.01	6.09	2.48	87.23	
	平均		76.67	38.85	20.95	1.50	0.65	60.86	欠測年を除く
	最小		33.79	18.18	9.63	0.00	0.00	32.24	
3/27		49.21	23.88	10.42	0.11			欠測年を除く	
近20年(S62~H18)	最大		110.50	65.27	37.01	6.09	2.48	87.23	
	平均		83.54	44.69	25.28	2.32	1.04	64.42	欠測年を除く
	最小		61.75	31.70	15.47	0.23	0.00	46.06	
	2/16		62.91	35.16	16.64	0.26			欠測年を除く
近10年(H9~H18)	最大		101.56	49.43	32.52	6.09	2.48	75.57	
	平均		86.36	44.08	25.44	3.15	1.51	66.40	欠測年を除く
	最小(1/10)		74.14	31.70	15.47	0.94			
月山ダム運用以降H14~H18(5年間)	最大		99.97	46.45	30.40	6.09	2.48	70.03	
	平均		88.30	44.65	24.34	4.60	1.90	66.64	
	最小(1/5)		75.41	43.28	17.17	3.15			

1/10相当の流量 ※S51~H18、31年間の資料

## 5. 河川水質の推移

各水質観測地点のBOD75%値の経年変化を次頁に示す。

赤川本川の水質環境基準はA類型（BOD 2mg/l 以下）に指定されており、近年ではいずれの観測地点（浜中、蛾眉橋、熊出〔東橋〕）も環境基準を満足している。

表-5.1 赤川の環境基準の類型指定状況

水系名	水域名	該当類型	目標水質	達成期間	告示年月日	備考
赤川	赤川全域	A	2mg/l	イ	S49.4.1	
	内川全域	B	3mg/l	ロ	S49.4.1	
	青龍寺川全域	A	2mg/l	イ	S49.4.1	
	大山川全域	B	3mg/l	ロ	S49.4.1	

河川環境基準類型 AA : BOD1mg/l 以下、A : 2mg/l 以下、B : 3mg/l 以下  
 達成期間 イ : 直ちに達成、ロ : 5年以内で可及的速やかに達成

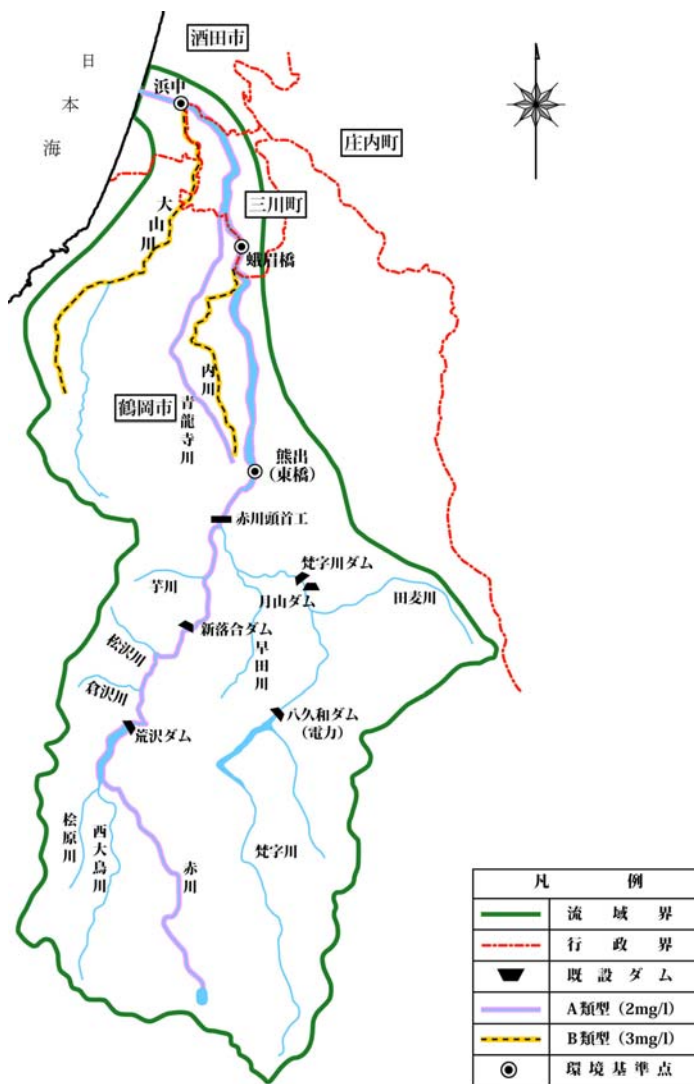


図-5.1 赤川の環境基準の型指定状況



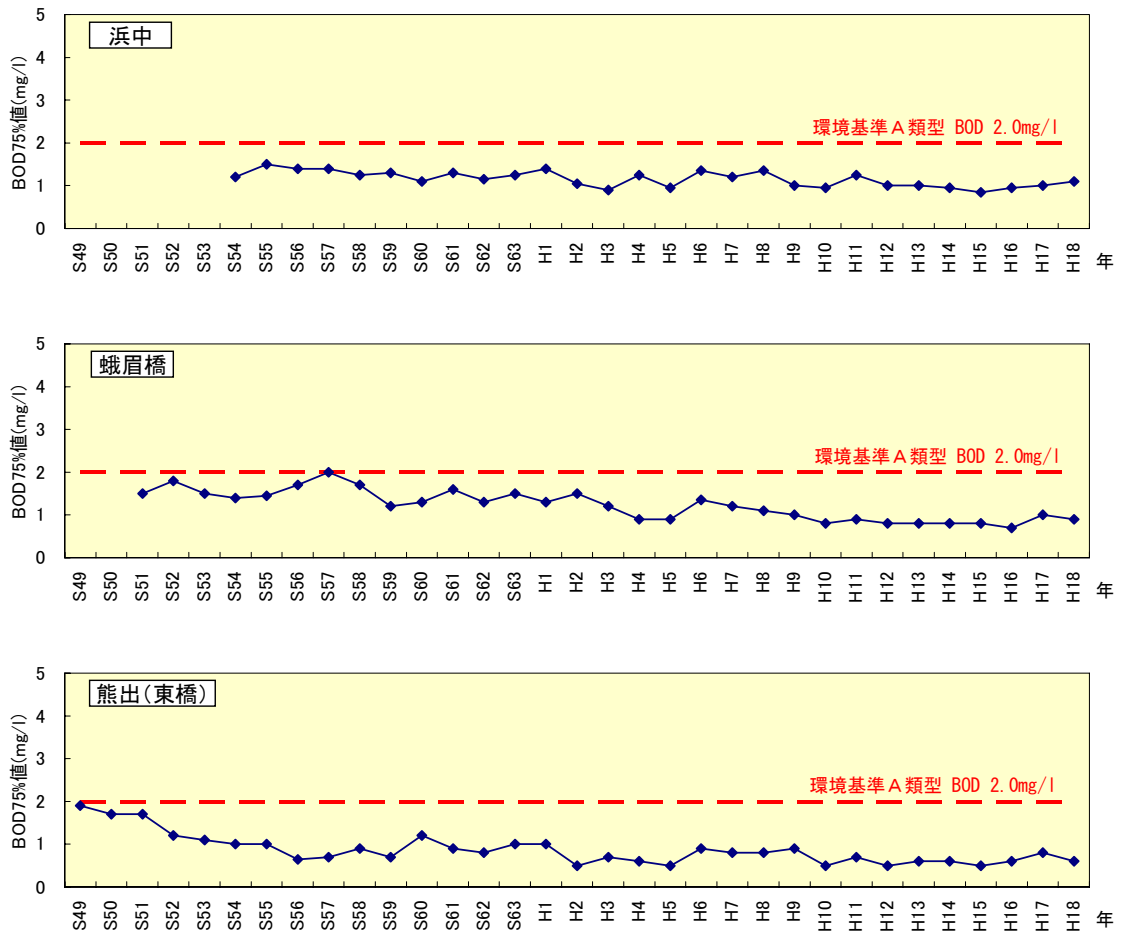


図-5.2 赤川の水質経年変化図 (BOD75%値)

## 6. 流水の正常な機能を維持するため必要な流量の検討

流水の正常な機能を維持するため必要な流量の設定に関する基準地点は、以下の点を勘案して「熊出」とする。

- ① 赤川頭首工下流に位置し、かんがい用水取水後の流況を把握できる地点
- ② 潮位や堰等の湛水域に属さない地点
- ③ 過去の水文資料が十分に備わっており、今後も継続的に観測が行える地点

表-6.1 基準地点の設定理由

地点名	設定理由
熊出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 赤川の河口より 26.6km、流域面積 551.5km<sup>2</sup> で総流域面積 856.7km<sup>2</sup> の約 65%を占める地点である。</li> <li>・ 赤川頭首工下流に位置し、かんがい用水取水後の流況を把握できる地点である。</li> <li>・ 潮位や堰等の湛水域に属さない地点である。</li> <li>・ 昭和 40 年より観測が行われ、約 40 年分の流況資料が得られており、精度の良い流量観測を行うことができ、将来においても管理・観測が適正に行うことができる地点である。</li> </ul>

流水の正常な機能を維持するため必要な流量については、表-4.1 に示す河川流況、図-2.2 に示す水利使用、表-6.3 に示す当該項目毎に必要な流量を総合的に勘案し、表-6.2 に示すとおりとする。

表-6.2 基準地点における流水の正常な機能を維持するため必要な流況検討総括表

地点名	流水の正常な機能を維持するため必要な流況	
	かんがい期	非かんがい期
	5月～8月	9月～4月
熊出	概ね 3 m <sup>3</sup> /s	概ね 5 m <sup>3</sup> /s

流水の正常な機能を維持するため必要な流量については、表-4.1 に示す河川流況、図-2.2 に示す水利使用を勘案し、「動植物の生育地又は生息地の状況」、「景観」、「流水の清潔の保持」等の各項目についてそれぞれ検討した。

その結果、各項目の熊出地点における必要流量は、表-6.3 に示すとおり、「動植物の生息地又は生育地の状況」及び「漁業」については5月～8月で概ね 3m<sup>3</sup>/s、9月～4月で概ね 5m<sup>3</sup>/s、「景観」については通年で概ね 2m<sup>3</sup>/s、「流水の清潔の保持」については5月～8月で概ね 1m<sup>3</sup>/s、9月～4月で概ね 3m<sup>3</sup>/s となった。

これより熊出地点における正常流量は、5月～8月を概ね 3m<sup>3</sup>/s、9月～4月を概ね 5m<sup>3</sup>/s とする。

表-6.3(1) 流水の正常な機能を維持するため必要な流量の検討総括表（熊出）

【かんがい期(5～8月)】

検討項目	維持流量		熊出地点で 必要な流量 m <sup>3</sup> /s	決定根拠等
	区 間	維持流量 m <sup>3</sup> /s		
① 動植物の生息地又は 生育地の状況	内川合流点 ～水無川合流点	4.18	2.99	ウグイの産卵、サクラマスの上上・移動に必要な流量
② 景観	水無川合流点～落合	1.68	1.68	フォトモンタージュを用いたアンケート調査によって、景観を損なわない水面幅を確保できる流量
③ 流水の清潔の保持	水無川合流点～落合	0.42	0.42	河川流量と流出負荷量との関係から求められる環境基準の2倍値を満足する流量
④ 舟運		—		河口付近で小型船舶（漁船）の利用がみられるが、当該域は感潮域であるため、必要流量は設定しない
⑤ 漁業	内川合流点 ～水無川合流点	4.18	2.99	魚類の移動・上上に必要な流量は「動植物の生息地または生育地の状況」から必要な流量で満足される
⑥ 塩害の防止		—		塩水遡上は放水路の床土工等により防止されており、床土工下流には取水施設はない
⑦ 河口閉塞の防止		—		河口砂州は冬期に季節風の波浪により発達するが、河口が閉塞する実績は過去にない
⑧ 河川管理施設の保護		—		河川管理施設、許可工作物はコンクリート化が進み、保護すべき木製の河川構造物はない
⑨ 地下水位の維持		—		河川水位と地下水位との直接的な関係はほとんどなく、既往渇水時においても被害が生じていない

【非かんがい期(9月～10月)】

検討項目	維持流量		熊出地点で 必要な流量 m <sup>3</sup> /s	決定根拠等
	区 間	維持流量 m <sup>3</sup> /s		
① 動植物の生息地又は 生育地の状況	内川合流点 ～水無川合流点	4.71	4.70	アユの産卵に必要な流量
② 景観	水無川合流点～落合	1.68	1.68	フォトモンタージュを用いたアンケート調査によって、景観を損なわない水面幅を確保できる流量
③ 流水の清潔の保持	大山川合流点 ～内川合流点	5.11	2.59	河川流量と流出負荷量との関係から求められる環境基準の2倍値を満足する流量
④ 舟運		—		河口付近で小型船舶（漁船）の利用がみられるが、当該域は感潮域であるため、必要流量は設定しない
⑤ 漁業	内川合流点 ～水無川合流点	4.71	4.70	魚類の移動・上上に必要な流量は「動植物の生息地または生育地の状況」から必要な流量で満足される
⑥ 塩害の防止		—		塩水遡上は放水路の床土工等により防止されており、床土工下流には取水施設はない
⑦ 河口閉塞の防止		—		河口砂州は冬期に季節風の波浪により発達するが、河口が閉塞する実績は過去にない
⑧ 河川管理施設の保護		—		河川管理施設、許可工作物はコンクリート化が進み、保護すべき木製の河川構造物はない
⑨ 地下水位の維持		—		河川水位と地下水位との直接的な関係はほとんどなく、既往渇水時においても被害が生じていない

※基準地点の流水の正常な機能を維持するため必要な流量は、流入量や取水量・還元量等の水収支を考慮した上で、区間毎の維持流量を満たすように設定するが、その際に当該必要流量を支配することとなる区間の維持流量を記載。

表-6.3(2) 流水の正常な機能を維持するため必要な流量の検討総括表（熊出）

【非かんがい期(11月～4月)】

検討項目	維持流量		熊出地点で 必要な流量 m <sup>3</sup> /s	決定根拠等
	区 間	維持流量 m <sup>3</sup> /s		
① 動植物の生息地又は 生育地の状況	内川合流点 ～水無川合流点	4.18	4.17	サケの産卵、サクラマスの上・移動に必要な流量
② 景観	水無川合流点～落合	1.68	1.68	フォトモンタージュを用いたアンケート調査によって、景観を損なわない水面幅を確保できる流量
③ 流水の清潔の保持	大山川合流点 ～内川合流点	5.11	2.59	河川流量と流出負荷量との関係から求められる環境基準の2倍値を満足する流量
④ 舟運		—		河口付近で小型船舶（漁船）の利用がみられるが、当該域は感潮域であるため、必要流量は設定しない
⑤ 漁業	内川合流点 ～水無川合流点	4.18	4.17	魚類の移動・遡上に必要な流量は「動植物の生息地または生育地の状況」から必要な流量で満足される
⑥ 塩害の防止		—		塩水遡上は放水路の床土工等により防止されており、床土工下流には取水施設はない
⑦ 河口閉塞の防止		—		河口砂州は冬期に季節風の波浪により発達するが、河口が閉塞する実績は過去にない
⑧ 河川管理施設の保護		—		河川管理施設、許可工作物はコンクリート化が進み、保護すべき木製の河川構造物はない
⑨ 地下水位の維持		—		河川水位と地下水位との直接的な関係はほとんどなく、既往渇水時においても被害が生じていない

※基準地点の流水の正常な機能を維持するため必要な流量は、流入量や取水量・還元量等の水収支を考慮した上で、区間毎の維持流量を満たすように設定するが、その際に当該必要流量を支配することとなる区間の維持流量を記載。

各項目の必要な流量の根拠は次のとおりである。

#### (1) 動植物の生息地又は生育地の状況

生息が確認されている魚種の中から、瀬との係わりが深い代表魚種7種（アユ、サクラマス、ヤマメ、カジカ、カワヤツメ、ウグイ、サケ）に着目し、これらの種の生息・産卵のために必要な水深・流速を確保できる流量を検討した。

アユの産卵期（9月～10月）を除くかんがい期及び非かんがい期に支配することとなる内川合流点～水無川合流点での必要流量は、ウグイの産卵、サケの産卵およびサクラマスの遡上・移動に必要な水深を確保する流量  $4.18\text{m}^3/\text{s}$  となる。アユの産卵期（9月～10月）に支配することとなる内川合流点～水無川合流点での必要流量は、アユの産卵に必要な水深・流速を確保する流量  $4.71\text{m}^3/\text{s}$  となる。

#### (2) 景観

多くの人が河川を眺める地点を選定し、水面幅を変えたフォトモンタージュによるアンケート調査を行い、その結果に基づき景観を損なわない水面幅を確保できる流量を算出した。年間を通して支配することとなる水無川合流点～落合での必要流量は  $1.68\text{m}^3/\text{s}$  となる。

#### (3) 流水の清潔の保持

流水の清潔の保持からの必要流量は、「赤川流域別下水道整備総合計画（第1回変更）、平成18年度、山形県」の将来（平成37年）の汚濁削減対策後の流出負荷量をもとに河川流量と水質の関係を求め、水質評価基準（環境基準値(BOD)の2倍)を満足する流量とした。

かんがい期に支配することとなる水無川合流点～落合での必要流量は  $0.42\text{m}^3/\text{s}$ 、非かんがい期に支配することとなる大山川合流点～内川合流点での必要流量は  $5.11\text{m}^3/\text{s}$  となる。

#### (4) 舟運

赤川においては、河口付近で1t前後の漁船が出入りしている。河口付近は感潮域であり、濁水時においても潮位により船舶が航行するための必要な水深が確保されることから、必要流量は設定しない。

#### (5) 漁業

赤川では全川にわたり漁業権が設定されているが、漁業からの必要な流量は、「動植物の生息又は生息地の状況」からの必要流量によって満足される。

(6) 塩害の防止

塩水遡上は放水路の床止工等により防止されており、床止工下流には取水施設はなく、塩害は発生しないことから、必要流量は設定しない。

(7) 河口閉塞

河口砂州は、冬期に季節風による波浪のため砂州が発達するが、河口が完全に閉塞する実績は過去にないことから、必要流量は必要しない。

(8) 河川管理施設の保護

赤川においては、河川管理施設は全て半永久構造物として施工されており、将来計画においても木製構造物の計画はない。対象となる木製構造物がないこと、既往渇水時にも問題が生じていないことから、必要流量は設定しない。

(9) 地下水位の維持

既往実績資料から河川流量と地下水位の直接的な関係がほとんど見られないこと、既往渇水時において被害が生じていないことから、必要流量を設定しない。

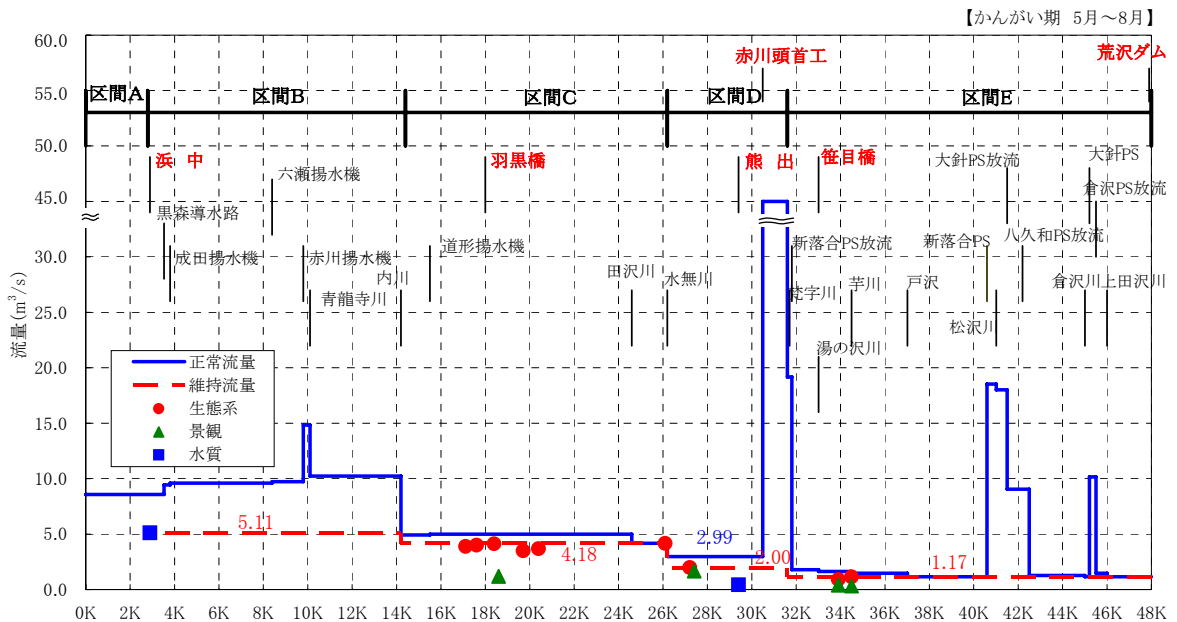
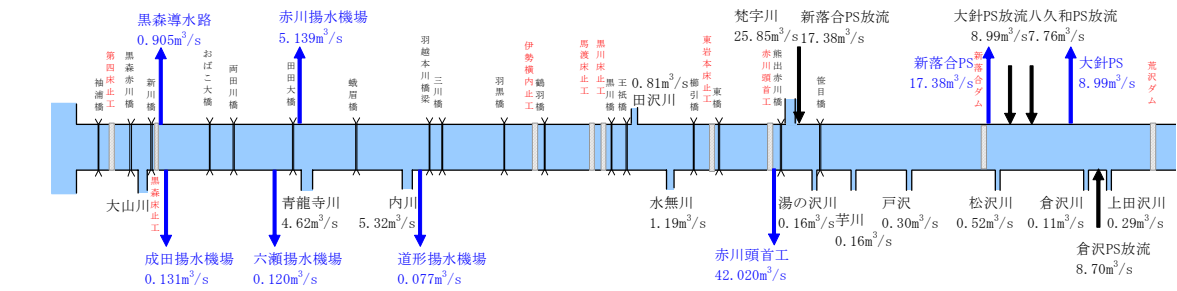


図-6.1 赤川 正常流量縦断面図 (かんがいがい期 : 5月～8月)

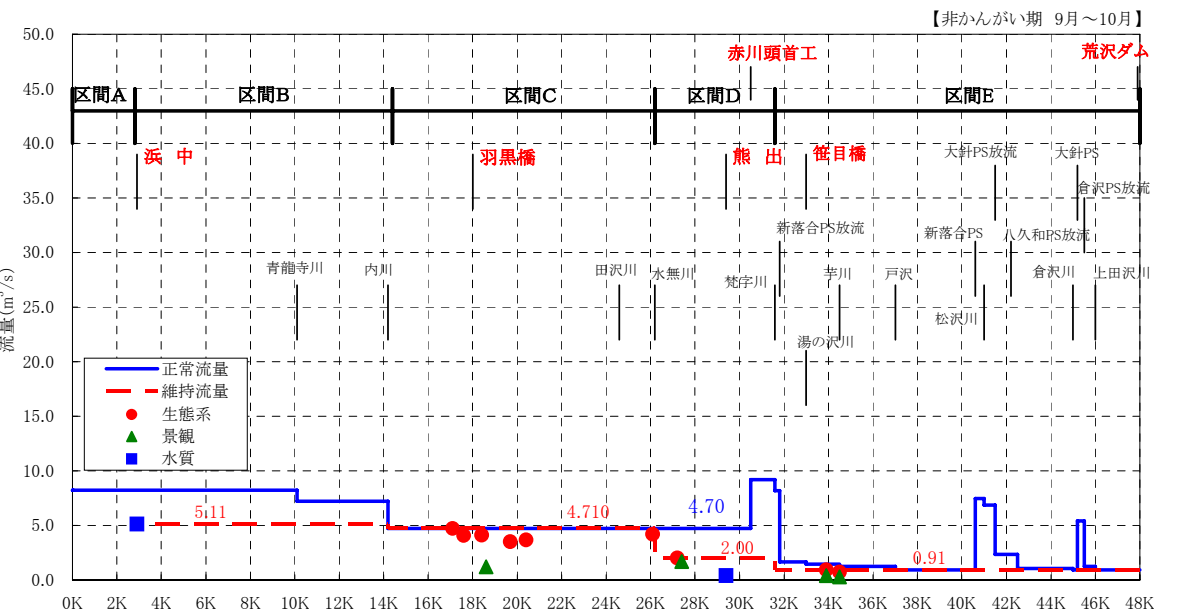
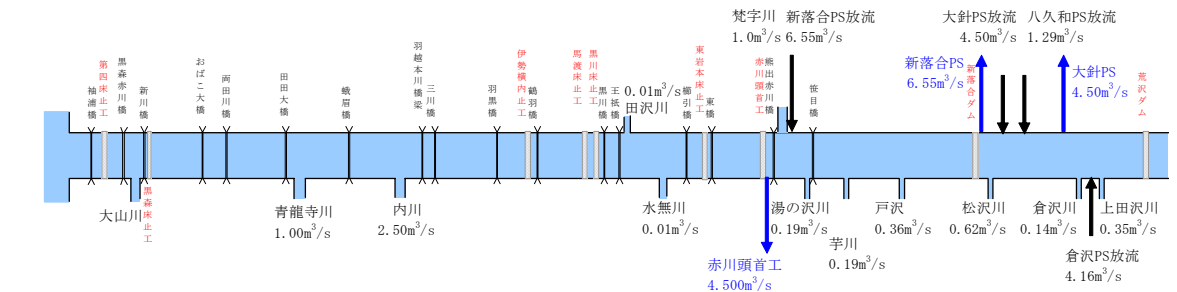


図-6.2 赤川 正常流量縦断面図 (非かんがいがい期 : 9月～10月)

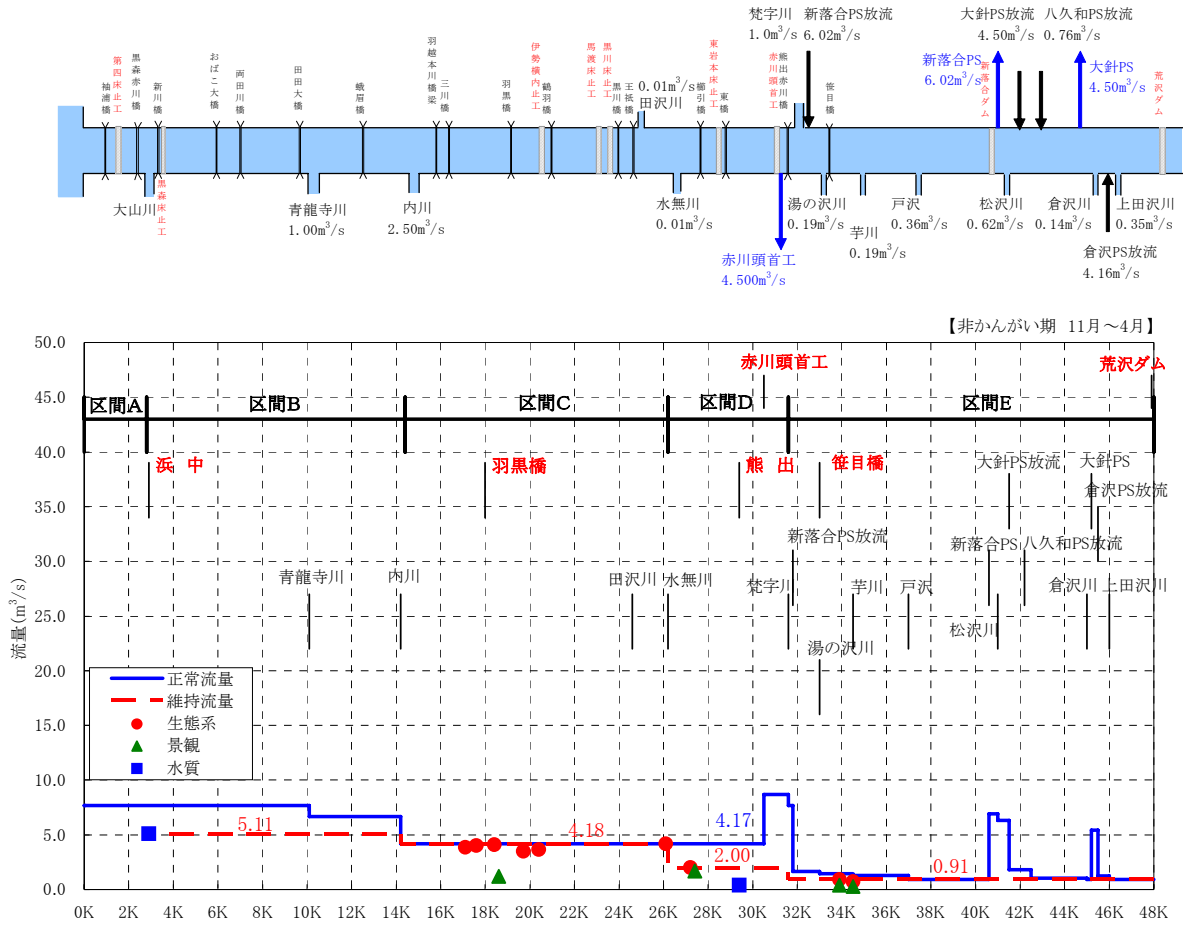


図-6.3 赤川 正常流量縦断面図 (非かんがい期 : 11月~4月)



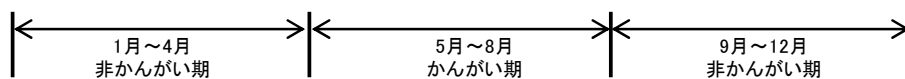
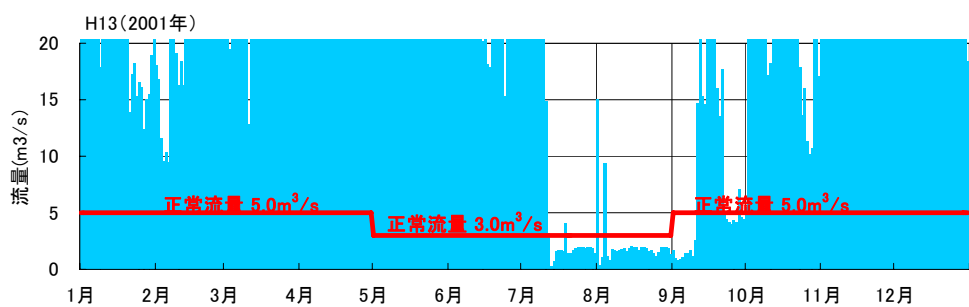
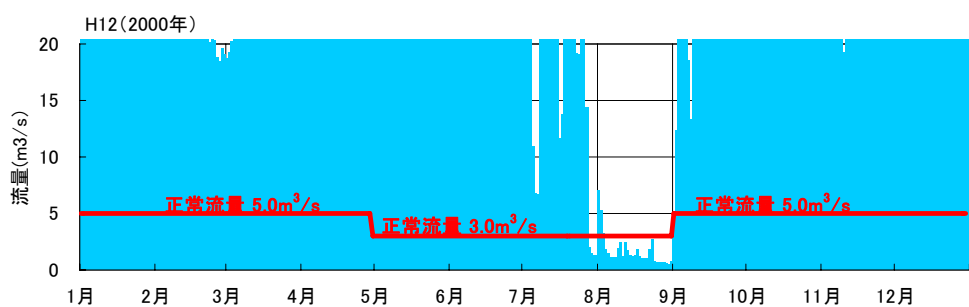
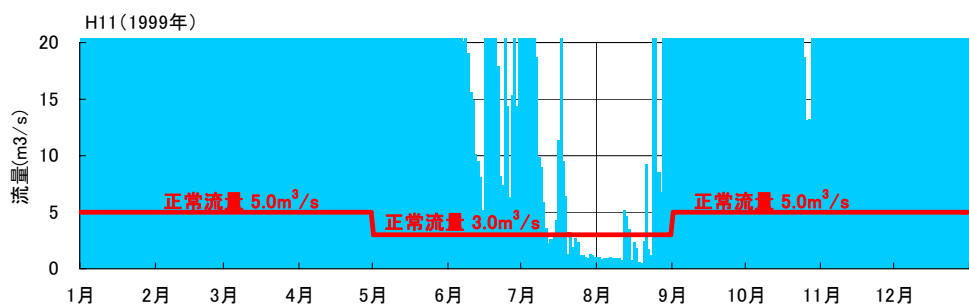
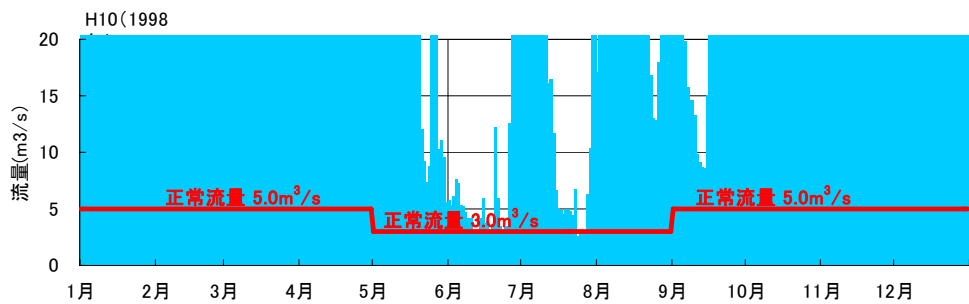
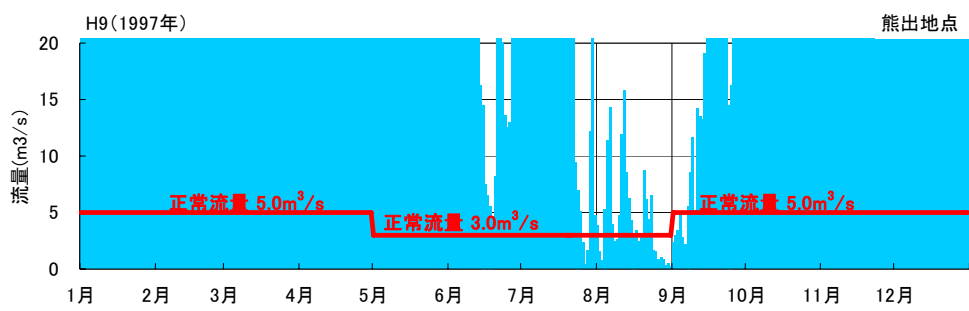


図-6.4(1) 日平均流量図(熊出地点:H9~H13)

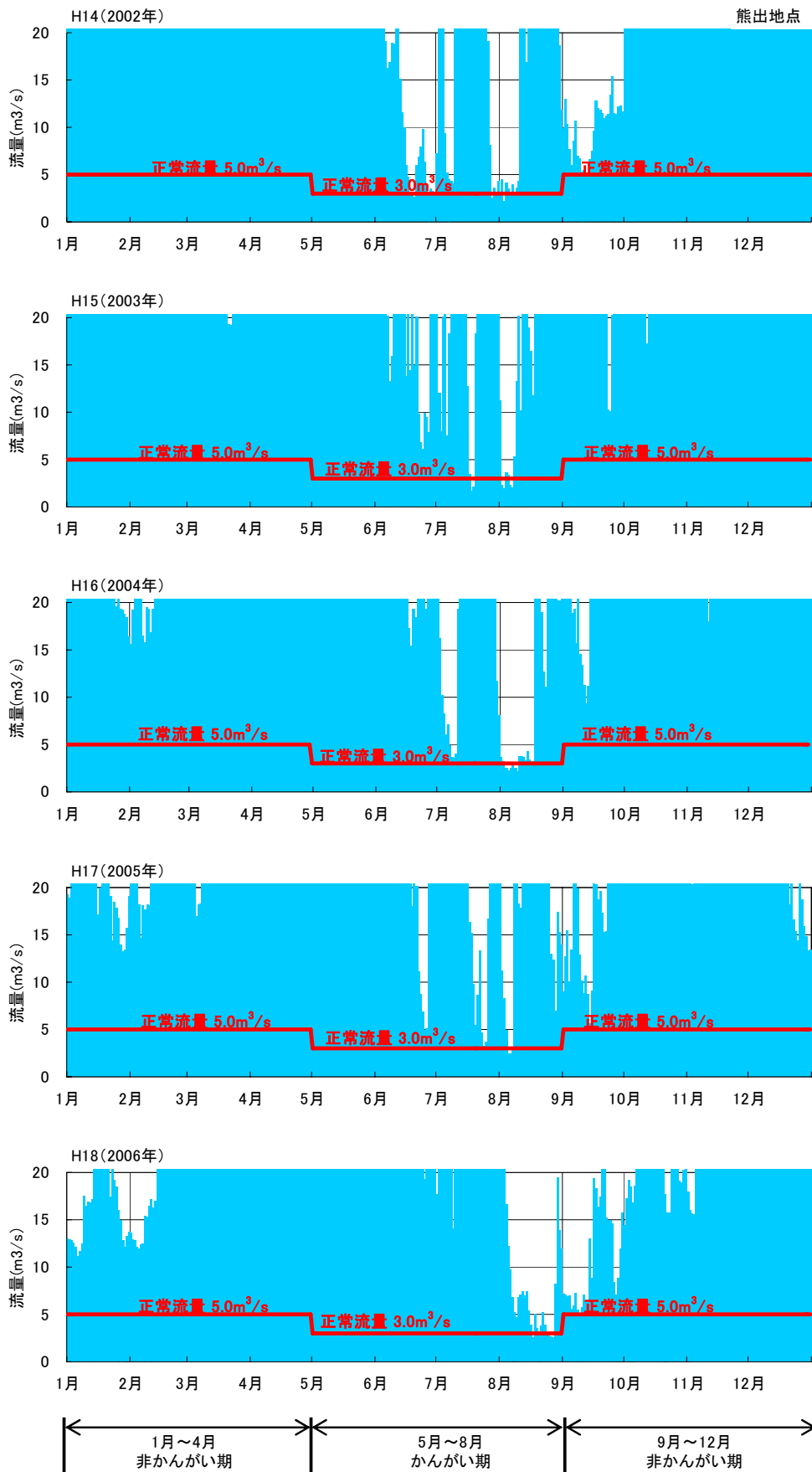


図-6.4(2) 日平均流量図(熊出地点:H14~H18)