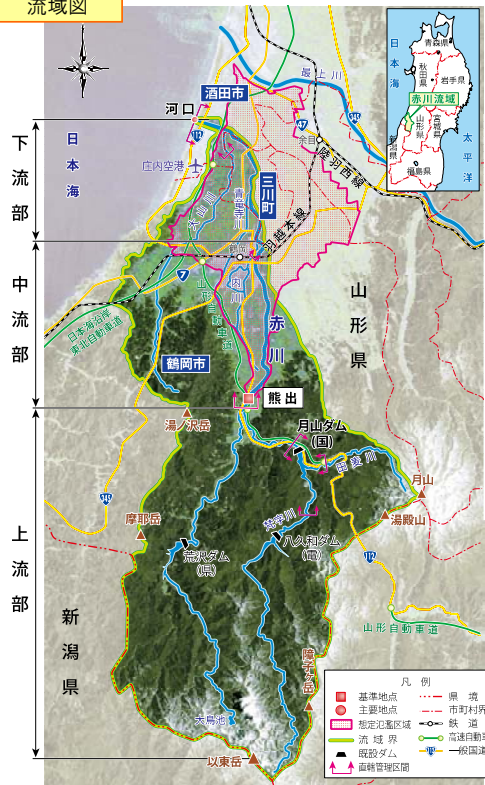


- 年平均降水量は約2,700mmで全国平均(約1,700mm)の約1.6倍。山地部は冬期に降雪が多く、全国有数の豪雪地帯
- 中流部から扇状地が開け、庄内平野を貫流。海岸沿いには庄内砂丘が広がる
- 庄内平野は「はえぬき」を代表する有数の米の生産地。また、ブランド農作物として「庄内柿」や「だだちゃ豆」を生産

流域及び氾濫域の諸元

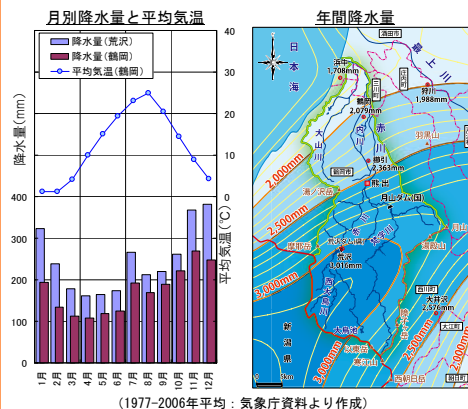
流域面積(集水面積)	: 856.7km ²
(基準地点熊出上流)	: 551.5km ² (64%)
幹川流路延長	: 70.4km
流域内人口	: 約11万人
想定氾濫区域面積	: 約306km ²
想定氾濫区域内人口	: 約12万人
想定氾濫区域内資産額	: 約1.7兆円
流域内市町村	: 鶴岡市、酒田市、三川町

流域図



降雨特性

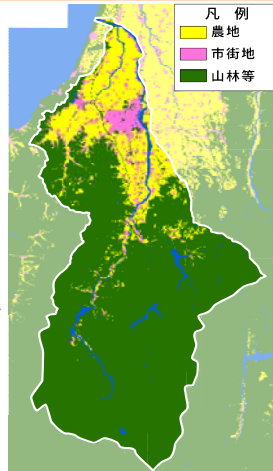
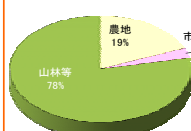
- 年平均降水量は2,700mmで全国平均(約1,700mm)の約1.6倍
- 山地部は月山などの豪雪地帯を抱え、冬期に降雪が多い



土地利用

- 流域の土地利用は山林等が約78%、農地が約19%、市街地が約3%
- 中下流部の鶴岡市街地に流域内人口の約7割が集中

流域の土地利用

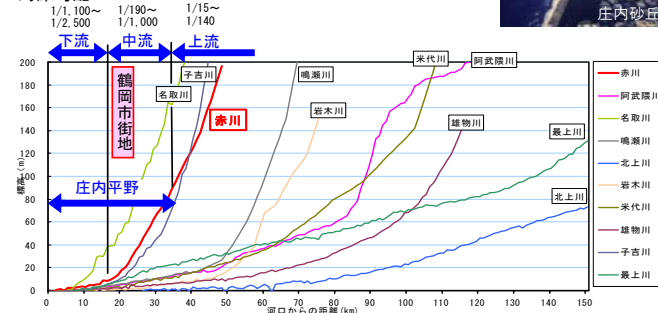


地形・地質特性

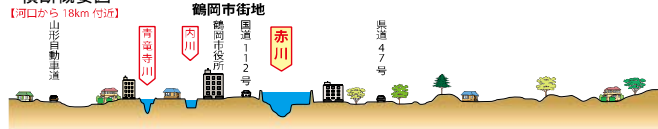
- 山地部は月山等の火山噴出物が広く堆積したもろい地質のため、地滑りや山腹崩壊等が発生しやすい
- 中流部から扇状地が開け、庄内平野を貫流。海岸沿いには庄内砂丘(南北に33km)が広がる
- 河床勾配は上流部が1/15～1/140程度、中流部は1/190～1/1,000程度、下流部は1/1,100～1/2,500程度



河床勾配



横断概要図



主な産業

- 庄内平野では、「はえぬき」を代表とする稲作が盛ん。鶴岡市の米の産出額は全国第5位
- 庄内を代表するブランド農作物として、「庄内柿」や「だだちゃ豆」を生産



- 2

- 既定計画の策定以降に計画を変更するような洪水は発生していないが、既定計画では、当時の水文データの蓄積状況等を踏まえ、一部流域から離れている山形の時間雨量データを使用するなど、現在一般的ではない方法で基本高水のピーク流量を算出。このため、工事実施基本計画策定以降に蓄積された時間雨量データの蓄積状況等を踏まえ、流域内及び近接する酒田の時間雨量データを使用して基本高水のピーク流量を検討
- 流量データによる確率からの検討、既往洪水による検討に加え、雨量データによる確率からの検討、1/100確率規模モデル降雨波形からの検討等を実施
- これらの検討を総合的に判断して、基本高水のピーク流量を熊出地点において5,300m³/sと設定

工事実施基本計画(S51.3)の概要

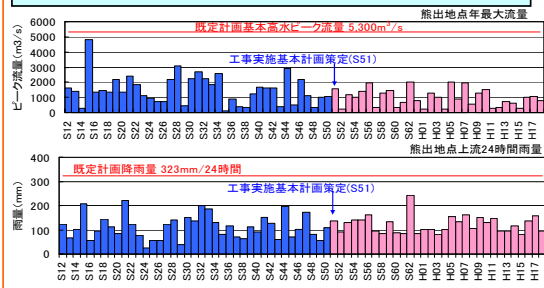
基準地点	熊出地点
計画規模	1/100
計画降雨量	323mm/24hr
基本高水のピーク流量	5,300m ³ /s
計画高水流量	3,000m ³ /s



工事実施基本計画では、基本高水のピーク流量の算出にあたって、当時の水文データの蓄積状況等を踏まえ、一部流域から離れている山形の時間雨量データを使用するなど、現在一般的ではない方法で基本高水のピーク流量を算出。

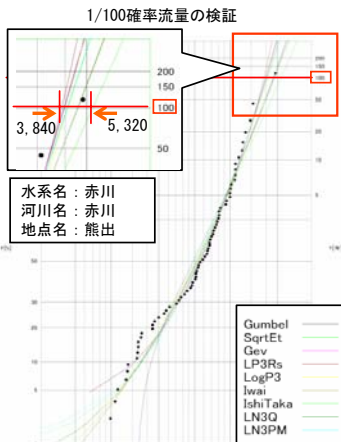
年最大雨量及び年最大流量の経年変化

- 既定計画(昭和51年)策定以降、計画を変更するような洪水は発生していない



流量データによる確率からの検討

- 昭和12年～平成18年(70年間)の流量データを用いた確率流量から検討
- 熊出地点における1/100確率流量は3,840～5,320m³/sと推定

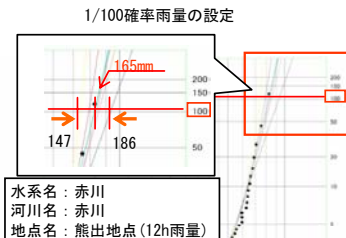


時間雨量データによる確率からの検討

- ① 計画降雨継続時間の設定
洪水到達時間や洪水のピーク流量と短時間雨量との相関関係、短時間での降雨の集中状況等から計画降雨継続時間を12時間と設定
- ② 降雨量の設定
12時間雨量: 昭和12年～平成18年(70年)を統計処理し、一般的に用いられている確率分布モデルの平均値165mmを採用
- ③ 基本高水のピーク流量の算出
主要な実績降雨群を1/100確率降雨量まで引き伸ばし、貯留関数法により洪水のピーク流量を算出

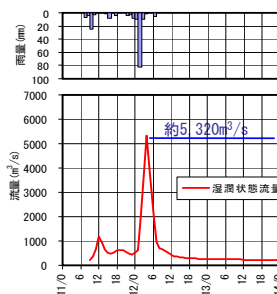
洪水名	引伸率	熊出地点 ピーク流量 (m ³ /s)	洪水名	引伸率	熊出地点 ピーク流量 (m ³ /s)
S15.7.12	1.269	5,230	S33.7.25	1.727	2,740
S18.8.12	1.557	2,920	S33.7.28	1.484	2,600
S19.7.20	1.901	4,090	S34.7.22	1.313	3,470
S21.6.10	1.255	3,000	S44.8.8	1.163	3,280
S27.7.17	1.424	3,270	S46.7.16	1.829	5,250
S28.8.14	1.125	3,790	S55.6.18	1.499	2,380
S30.6.25	1.708	3,330	S56.6.22	1.385	2,960
S31.8.5	1.292	4,100	S62.8.29	1.210	2,520
S32.7.8	1.000	2,360	H5.7.14	1.303	2,970

- 12時間雨量を1/100確率まで引き伸ばし、流出計算を行った結果、熊出地点における流量は2,360～5,250m³/s

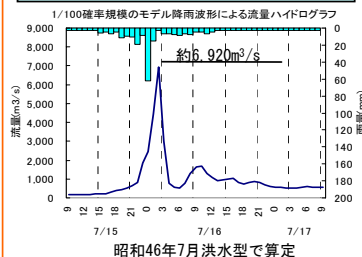


既往洪水による検討

- 昭和44年8月洪水の湿潤状態で昭和15年7月洪水の降雨があった場合、熊出地点で約5,320m³/sと推定

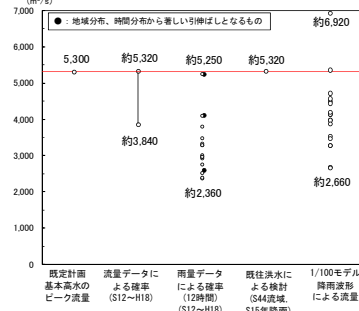
1/100確率規模
モデル降雨波形による検討

- 1/100確率規模のモデル降雨波形による流量計算では、熊出地点流量は2,660～6,920m³/sと推定
- 1/100確率規模のモデル降雨波形は、一連の降雨期間において実績降雨波形に近くなるよう降雨波形を作成し流出計算を実施



基本高水のピーク流量の設定

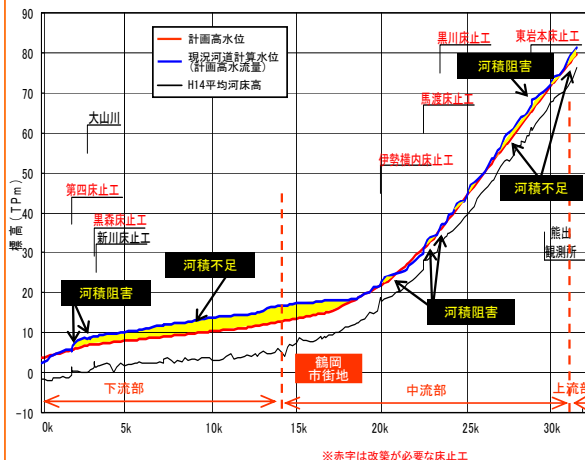
- 既定計画策定以降、計画を変更するような出水は発生しておらず、流量データによる確率からの検討、時間雨量データによる確率からの検討、1/100確率規模モデル降雨波形による検討等を総合的に判断し、基本高水のピーク流量は既定計画の5,300m³/sを妥当と判断



- 既設洪水調節施設の有効活用により $2,100\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節が可能であり、洪水調節量を $2,100\text{m}^3/\text{s}$ に設定
- 熊出赤川橋（30.6k）付近は、幹線道路である国道112号が並行して走っていることに加え、大規模構造物である赤川頭首工や山形自動車道が横断している。社会的影響を勘案し、これらの施設に影響を与えない範囲で、河道掘削を行うと、 $3,200\text{m}^3/\text{s}$ （熊出地点）の流下能力の確保が可能。このため、計画高水流量として熊出地点で $3,200\text{m}^3/\text{s}$ と設定
- 堤防の質的強化を実施するとともに、洪水の流下阻害の要因となっている床止めの改築を実施

現況流下能力（水位縦断面図）

- 河積不足、床止による堰上げにより流下能力が不足



洪水調節施設による対応

- 効果的な操作ルールへの変更等既設洪水調節施設の有効活用により $2,100\text{m}^3/\text{s}$ （熊出地点）の洪水調節が可能であり、洪水調節量を $2,100\text{m}^3/\text{s}$ と設定



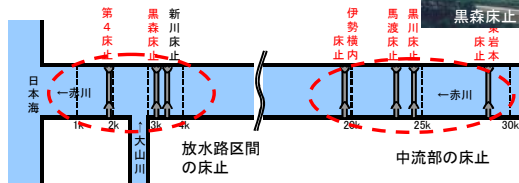
- ・平成13年10月竣工
- ・目的:洪水調節、流水の正常な機能の維持、上水道、発電
- ・治水容量: $3,800\text{m}^3$



- ・昭和31年3月竣工
- ・目的:洪水調節、かんがい用水、発電
- ・治水容量: $1,757\text{m}^3$

床止の改築

- 洪水をせき上げし、流下能力の不足要因となっている床止は、河床の安定を図りつつ、改築を実施
- 床止の改築方法等については、洪水時の河床変動状況等をモニタリングし、検討

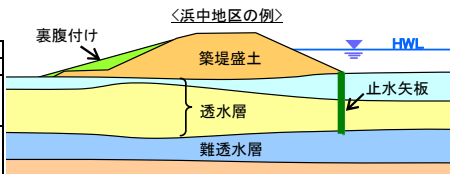


※赤字は改築が必要な床止工

堤防の質的強化

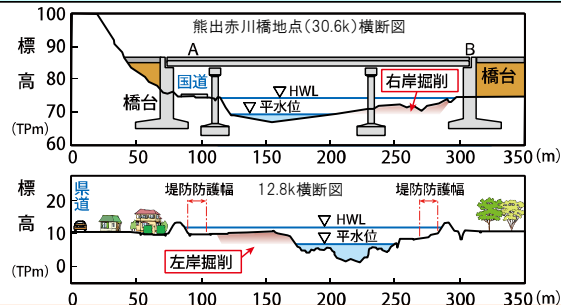
- 築堤年代が古い堤防は過去から嵩上げや拡幅等の補強により堤体材料が不均一となり、浸透による堤防の破壊が懸念。また、旧川跡に築堤を実施しており、基盤漏水による堤防の破壊が懸念
- 止水矢板や裏腹付けなど堤防の質的強化対策を実施

浸透に対する堤防の安全点検状況 (H20.3月)	
点検が必要な区間	60.8km
点検が終了した区間	56.2km
浸透に対して安全性照査基準以上の区間	44.0km
浸透に対して安全性照査基準未満の区間	12.2km

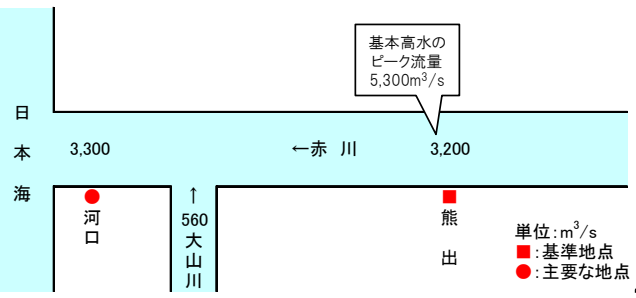


河道での対応

- 熊出赤川橋（30.6k）付近は、幹線道路である国道112号が並行して走っていることに加え、大規模構造物である赤川頭首工や山形自動車道が横断している。社会的影響を勘案し、これらの施設に影響を与えない範囲で、河道掘削を行うと、 $3,200\text{m}^3/\text{s}$ （熊出地点）の流下能力の確保が可能
- このため、計画高水流量として熊出地点で $3,200\text{m}^3/\text{s}$ と設定
- 河積確保にあたっては、堤防防護幅を確保の上、平水位以上相当の掘削を実施



河川整備基本方針流量配分図(案)



特徴と課題

- 上流部は、イワナ、ヤマメなどの清流を好む魚類が生息する渓流環境の保全に努める
- 中流部の扇状地間には良好な瀬・淵が連続する。河道掘削にあたっては、魚類の生息・繁殖環境等に配慮し、平水位以上相当で掘削を実施し、瀬・淵の保全に努める。また、外来種であるハリエンジュの駆除・拡大防止に努める
- 下流部は蛇行が大きい緩やかな河道で、ワンドや淵が形成されている。河道掘削にあたっては、魚類の生息環境等に配慮し、平水位以上相当で掘削を実施し、ワンドの保全に努める

自然環境①

赤川水系



上流部の自然環境

【梵字川合流点 ～源流（31.6k～源流）】

【現状】

- 磐梯朝日国立公園の出羽三山や朝日連峰が連なり、ブナ・ナラ等の広葉樹が分布し、ニホンツキノワグマ・ニホンカモシカ・イヌワシ・クマタカ等、数多くの動物が生息している
- 河床勾配は1/15～1/140程度と急流で、深い渓谷にはイワナ、ヤマメなど清流を好む魚類が生息している



あさひ月山湖（月山ダム）から見た月山



- 【対応】
- ◎現状の渓流環境の保全に努める

中流部の自然環境【内川合流点～梵字川合流点（14.0k～31.6k）】

【現状】

- 扇状地を流れ、河床勾配は1/190～1/1,000程度となっており、全区間に渡って礫河原を形成している。
- 良好な瀬・淵が連続し、アユ・ウグイ・カジカなど魚類の生息・繁殖場となっている
- 水際には、タコノアシ、ミクリなどの湿地性植物、ヤナギ群落が生育している

【課題】

- ◆ 治水上、流下能力が不足するため、河道掘削が必要
- ◆ 瀬・淵やタコノアシ等の植物重要種への配慮が必要
- ◆ 近年、砂州の固定化により、外来種であるハリエンジュ等が拡大
- ◆ 中流部の代表的な景観となっている礫河原が減少傾向にある

【対応】

- ◎アユ等の魚類の生息・繁殖環境となっている瀬・淵を保全するために、平水位以上相当で掘削を実施
- ◎タコノアシ等の植物重要種への影響を回避・低減するために、必要に応じて、ミチゲーション等に対応
- ◎外来種であるハリエンジュは伐開し、伐開後の萌芽防止効果をモニタリングしながら、駆除・拡大防止に努める
- ◎中州の切り下げ等により、礫河原の再生・保全に努める



扇状地を流れる赤川 (26k付近)

ハリエンジュの拡大 (28.2k付近)



下流部の自然環境【大山川合流点～内川合流点（2.8k～14.0k）】

【現状】

- 河床勾配は1/2,500程度と緩やかで蛇行が大きい。舟運の航路維持のために設置された古い水制工（粗朶単床等）が数多く残されており、その周辺にはワンドや淵が形成されている。
- ワンドには、魚類重要種であるジュズカゲハゼが生息している。
- 水際にはタコノアシ、ツルアブラガヤなどの湿地性植物、ヤナギ群落が生育している
- 大山川の支流湯尻川では、イバラミヨの生息が確認されている



平成18年8月撮影

赤川8.6km付近（平成18年8月撮影）【平成8年に右岸側を掘削】



河川区分と自然環境

区分	河口部	下流部	中流部	上流部
区間	河口～大山川合流点	大山川合流点～内川合流点	内川合流点～梵字川合流点	梵字川合流点～源流
地形	汽水域	汽水域・放水路	瀬・淵	山地
河床材料	砂	砂	砂	砂・礫・玉石
勾配	1/1,100	1/2,500	1/1,000～1/190	1/140～1/15
植物相	ハマナス、ハマニシク、コマツナギ、ノダイオウ、クロマツ林等	タコノアシ、ツルアブラガヤ、オオイヌタデ、ヨシ、ヤナギ類等	タコノアシ、ミクリ、ササモダカ、オギ、ヨシ、ヤナギ類、ススキ、オニグルミ、ハリエンジュ等	ブナ、チシマザサ、ミズナラ等
動物相	カモ類、コアシサシ、カマキリ、サクラマス、サケ、テナガエビ等	タモロコ、ジュズカゲハゼ、アユ、ウグイ、ゴイシ、サクラマス、テナガエビ、モリアラガイ、オオタカ、オジロワシ、アオジ、オオヨシキリ等	アユ、ウグイ、カジカ、ジュズカゲハゼ、スナヤツメ、カウヤツメ、サギ類、ヤマガリ、アオゲラ、カジカガエル、ニホンリス等	イワナ、ヤマメ、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

【課題】

- ◆ 治水上、流下能力が不足するため、河道掘削が必要
- ◆ ワンドやタコノアシ等の植物重要種への配慮が必要

【対応】

- ◎ジュズカゲハゼ等の魚類の生息場となっているワンドを保全するために、平水位以上相当で掘削を実施
- ◎タコノアシ等の植物重要種への影響を回避・低減するために、必要に応じて、ミチゲーション等に対応

- 河口部は庄内砂丘を開削した放水路区間で、汽水環境となっている。河道掘削に当たっては、汽水環境に配慮し、平水位以上相当で掘削を実施し、カマキリ等の生息環境の保全に努める。
- 平成17年度より「赤川自然再生事業」に着手し、①適正な樹木管理等による赤川らしい植生と河原環境の保全・創出、②多様な流れの形成による様々な生物が生息できる水域環境の保全・創出、③水生生物の生息域拡大に向けた河川連続性の確保を目標に、ハリエンジュ伐開、床止工に魚道の設置、中州の切り下げ、水制工の設置等を検討・実施

河口部の自然環境【河口～大山川合流点(0.0k～2.8k)】

【現状】

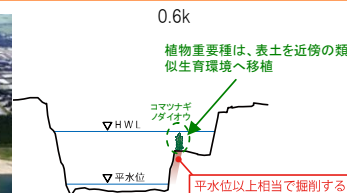
- 庄内砂丘を開削した放水路区間で、汽水環境となっており、河床勾配は1/1,100程度。周辺はクロマツ林により防風林地帯を形成している
- 河口付近は、ハマナス・ハマヒルガオ・ハマニク等の海岸特有の植物や、コマツナギ、ノダイオウ等が分布している
- 水域はカモ類の集団越冬地や、汽水域に生息するカマキリ(魚類)、テナガエビなどが生息している

【課題】

- ◆ 治水上、流下能力が不足するため、河道掘削が必要
- ◆ 汽水環境、コマツナギ等の植物重要種への配慮が必要

【対応】

- ◎ 汽水域に生息するカマキリ等の魚類等の生息環境を保全するために、平水位以上相当で掘削を実施
- ◎ コマツナギ等の植物重要種への影響を回避・低減するために、必要に応じてミチゲーションで対応



自然再生事業

現状の課題

床止め等により土砂移動が阻害される中、ダムによる攪乱頻度の低下や砂利採取による河床の低下により、中州・寄州の固定化や滞筋の固定化が進行している。

上流域でハリエンジュ等が植林されており、洪水等により種子が運ばれ、固定化された中州・寄州で外来種であるハリエンジュが繁殖し、固定化を助長するとともに礫河原や在来植物が減少している。また、滞筋の固定化に伴い、河川の流れが単調化し、アユやウグイ等の生息・繁殖に重要な瀬・淵環境が減少している。

また、床止めには、落差があり魚類等の遡上・降下の障害となり、赤川を代表するサクラマスが減少している。

自然再生の目標

在来の多様な生物を育む、赤川らしい豊かな流れの再生

～昭和30年代後半から昭和40年代前半の姿を目指す～

整備の目標

- ① 適正な樹木管理による赤川らしい植生と河原環境の保全・創出
- ② 多様な流れの形成による様々な生物が生息できる水域環境の保全・創出
- ③ 水生生物の生息域拡大に向けた河川連続性の確保

目標達成に向けた取組

① 適正な樹木管理による赤川らしい植生と河原環境の保全・創出

ハリエンジュ伐開

河原に繁茂した樹木群の伐開、伐根等を行う。

特に外来種であるハリエンジュの拡大を防止するため、試験施工を実施し、伐開後の萌芽状況のモニタリングを実施

ハリエンジュ伐開と合わせ、一部で礫河原再生の試験施工(切り下げ)を実施。
伐開後の状況をモニタリング中



② 多様な流れの形成による様々な生物が生息できる水域環境の保全・創出

水制工の設置による瀬や淵の再生

過去に良好な瀬が形成されていた箇所、規模が縮小、あるいは機能が低下していると考えられる瀬を対象に、水制工の設置等による瀬の再生を検討



③ 水生生物の生息域拡大に向けた河川連続性の確保

床止工の改築・魚道の設置

魚類の遡上障害となっている伊勢横内床止、黒川床止、東岩本床止に対して魚道を設置



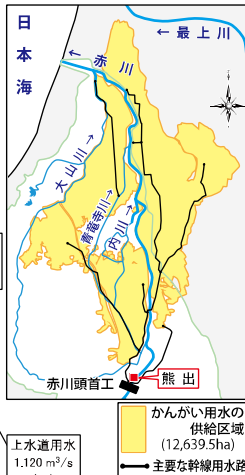
赤川自然再生事業 対象区間



- 赤川では、発電利用水が76%を占め、かんがい用水は24%で赤川頭首工により安定的に供給されている
- 水質環境基準は、A類型に指定され、近年いずれの地点においても環境基準値を満足している
- 水辺利用は中・下流域では河川敷を利用したスポーツ、散策等に利用されている他、イベントや伝統芸能等、幅広い利用がなされ、上流域は大鳥池等の景勝地における観光等に利用されている

水利用

- 【現状】
- 水利用は、発電用水が76%を占め、最大129,360kWを発電
 - かんがい用水は24%を占め、赤川頭首工等から庄内平野に供給
 - 上水道用水については、月山ダムにより、伏流水から表流水に転換（平成13年10月給水開始）



空間利用

- 【現状】
- 流域には、出羽三山信仰とも縁の深い文化財や史跡等が存在し、赤川の高水敷にある鶴岡市櫛引総合運動公園では国指定の重要無形民俗文化財の黒川能などが執り行われている
 - 中・下流域の高水敷は、赤川花火大会(35万人)や秋の風物詩である芋煮会などのレクリエーションの場として広く活用されている他、農業用地(庄内柿等)として生産の場にも活用されている
 - 市民ボランティアによる魚捕りやカヌー体験のように、赤川の自然に親しむための活動や環境学習の場として利用されている
 - 河川空間の利用形態としては、散策、スポーツがその多くを占め、高水敷を活用した利用が多い
 - 上流域は大鳥池やセツ滝等の景勝地における観光に利用されている

三川町緑地公園



赤川河川公園



赤川花火大会(8月)



鶴岡市櫛引総合運動公園(黒川能)



毎年、赤川の高水敷で行われる伝統芸能「黒川能」水焰(すいえん)の能(7月)

大鳥池

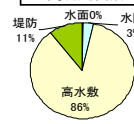


セツ滝

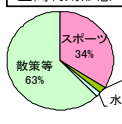


湯殿山に赴く修験者が身を清めたという名瀑(日本の滝100選)

空間利用箇所



空間利用形態



出典:平成18年度河川空間利用実態調査



環境学習の様子

【対応】

- 生活の基盤や歴史、文化、風土を形成してきた赤川の恵みを活かしつつ、人を育む場として、子供、高齢者や身障者など誰でもが安心して親しめるような自然とのふれあい、歴史、文化、環境の学習ができる場等の整備、保全を図る

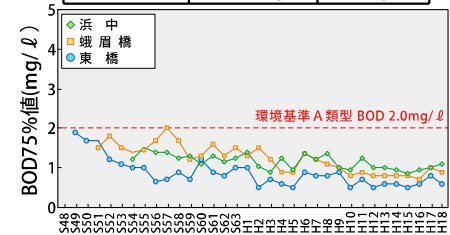
水質

- 【現状】
- 全川にわたり環境基準(A類型)を満足
 - 地域からの要請もあり、支川内川の水质浄化を目的として、環境用水導水(4.5m³/s、9~4月)を実施
 - 鶴岡公園のお堀の水質浄化を目的として、環境用水導水(0.05m³/s、通年)を実施



赤川の水質現況

水質観測地点	環境基準	BOD75%値 10ヶ年平均*
浜中	A類型(2mg/l)	1.1mg/l
蛾眉橋	A類型(2mg/l)	0.9mg/l
東橋	A類型(2mg/l)	0.6mg/l



【対応】

- 下水道等の関連事業や関係機関との連携・調整、地域住民との連携を図り、良好な水質管理に努める

- 広域のかつ合理的な水利用の促進を図るなど、今後とも関係機関と連携して必要な流量を確保する
- 熊出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量は、5月～8月を概ね3m³/s、9月～4月を概ね5m³/sとする

正常流量の基準地点

基準地点は以下の点を勘案し「熊出」とする

- ・主たる取水施設である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り、
- ・潮位や堰等の湛水域に位置しておらず、流量把握が可能であり、過去の水文資料が十分に備わっている

水利の歴史的経緯

【工事実施基本計画】

工事実施基本計画での正常流量は、「還元の実態、河道の維持及び水質の保全等について、さらに、調査検討のうえ、決定するものとする。」としている

区間の設定

A区間：感潮区間
B区間：支川内川の合流後
C区間：支川水無川の合流後
D区間：支川荒川合流後
E区間：荒沢ダム下流区間

期間の設定

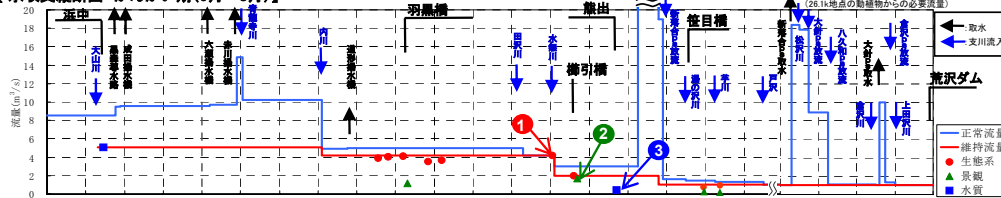
かんがい期
(5月1日～8月31日)
非かんがい期
(9月1日～4月30日)

維持流量の設定

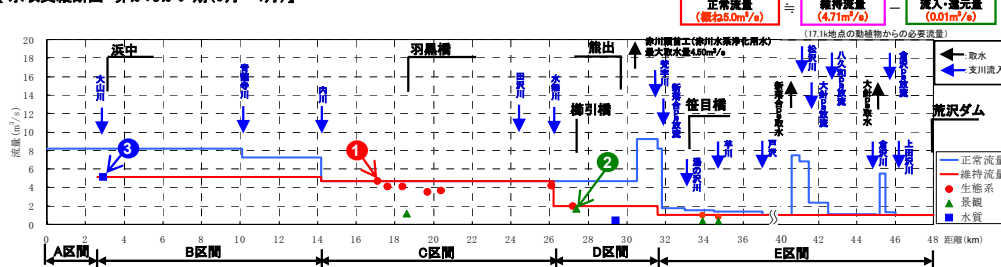
検討項目	決定根拠等
①動植物の生息地または生育地の状況	ウグイ、アユ、サケの産卵、サクラマス等の移動等に必要流量
②景観	アンケートにより過半数が満足する水面幅を満たす流量を設定
③流水の清潔の保持	環境基準(BOD75%)の2倍値を満足するために必要な流量を設定
④舟運	漁船等の船舶利用のある河口付近は感潮域であるため設定しない
⑤漁業	「動植物の生息地または生育地の状況」に準じる
⑥塩害の防止	塩水が遡上する放水路床止工下流には取水施設がないことから設定しない
⑦河口閉塞の防止	河口閉塞の実績が過去にないことから設定しない
⑧河川管理施設の保護	保護すべき木製の河川構造物はないことから設定しない
⑨地下水位の維持	既往渇水時においても特に問題が生じていないことから設定しない

正常流量の設定

【水収支縦断面 かんがい期(5月～8月)】

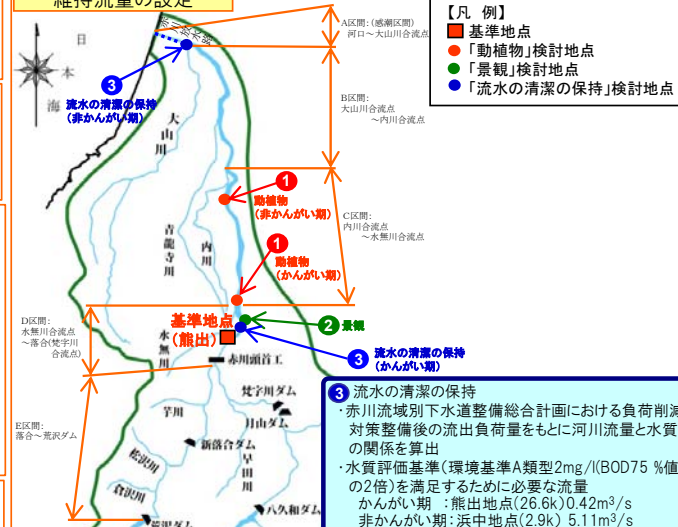


【水収支縦断面 非かんがい期(9月～4月)】



※熊出地点の過去31年間の(昭和51年～平成18年)における10年に1回程度の規模の渇水流量は約0.1m³/sである。
※月山ダムが運用されてからの過去5年間(平成14年～平成18年)の最小渇水流量は約3.2m³/sである。

維持流量の設定

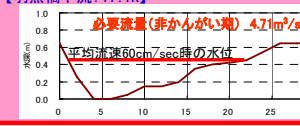


- 【凡 例】
- 基準地点
 - 「動植物」検討地点
 - 「景観」検討地点
 - 「流水の清潔の保持」検討地点

- ① 動植物の生息地・生育地の状況
・ウグイの産卵(5～6月)、サクラマスの移動(通年)、アユの産卵(9～10月)、サケの産卵(9～12月)に必要な水深30cm、流速60cm/secを確保するために必要な流量を設定
【水無川合流点下流:26.1k】



【羽黒橋下流:17.1k】



- ② 景観
【熊出地点下流(櫛引橋付近):27.4k】
・流量規模(4ケース)の異なるフォトモンタージュを作成
・アンケートを実施し50%以上の人が満足する流量を必要流量1.68m³/sとして設定



- 9