

姫川の河道特性に関する実証的研究*

A Positive Research on the Channel Characteristics of the Hime River

岩屋 隆夫**

By Takao IWAYA

In order to clear the channel characteristics of the Hime river, the history of the hydroelectric power development and the disaster were examined based on the consideration on the topography, the geology, and the disaster in 1995. In the Hime valley, a vast channel is clearly noticed on the mid-stream through the field investigation, it's considered that the channel characteristics are divided into several classes. As the results, the function as the sediment storage area of the vast channel on the mid-stream was confirmed. Furthermore, two following contribution of the existence of the channel characteristics were found: 1) For prevention of the deposited silt to the lower valley in the mountain disaster. 2) For stabilizing the main river-bed evolution for several years after the disaster.

1 はじめに

長野県白馬村佐野坂を水源として、同県小谷村、新潟県糸魚川市を経て日本海に流出する姫川は、南から北へとほぼ直線状に北流し、列島の大断層の一つ、糸魚川-静岡構造線に沿って流下する。流域面積は722km²、流路延長60km、平均河床勾配13/1,000と小流域、短距離、急勾配の河川である。

1995(平成7)年7月、姫川流域は白馬岳で48時間連続雨量が814mmを記録する等、短時間の集中豪雨の結果、支川群が大量の土石を押し出し、過去に例を見ない未曾有の被害が発生した。被災し断線したJR大糸線や国道148号、また堆砂により河床が著しく上昇した本川河道等は、半年後の1996(平成8)年1月、ようやく本格復旧に向け始動したばかりである。

本論では、姫川の本川中流部に存在して、広大な面積と幅を有する河道区間に着目し、これが特徴的な河道特性を持つと考え、まず流域の自然条件、す

なわち河道状況、地質状況、そして1995年水害の被災状況を考察したうえで、水力発電開発史並びに災害史に検討を加え、姫川の河道特性を実証的に明らかにすることを試みた。

2 姫川本川の河道状況と河道の特徴

(1) 糸魚川静岡構造線と姫川

日本列島の西南日本とフォッサマグナを区画する糸魚川-静岡構造線(以下、糸静線と言う。)は、列島を南北に縦断し、列島地質構造上の重要な位置を占めるもので、その形成は二千四百万年前の新第三紀に生じたと言われる¹⁾。この糸静線北部地域では、諏訪湖、松本盆地、仁科三湖、白馬盆地、姫川が南から北へと一直線上に並び、各々は糸静線と大きく関係する。そして、本論で考察する姫川は、図1のとおり、ほぼ糸静線に沿い、本川流路は地溝状の地形を流下する。

姫川と同様、列島の主要構造線に沿って流下する河川は、糸静線南部の安倍川、中央構造線の天竜川、紀ノ川、吉野川等が挙げられる。これら構造線に沿

* Keywords : 水力発電, 山地災害, 河床変動
**正会員 東京都労働経済局農林水産部農地緑生課
(〒163-01 東京都新宿区西新宿2-8-1)



図1 姫川流域の地質略図(平林照雄, 『フォッサマグナ』(1988年)の原図に修正・加筆)

い流下する各河川の本川流路は、流路方向が構造線に支配され、概ね地溝状地形の形成を認めるが、中下流部には、河岸段丘や河川氾濫原等が連続して存在する。しかし、姫川には連続した河岸段丘や河川氾濫原が見られず、それらは概して狭小である。そして、本川流路両岸には山域が迫り、流路地形は狭きで溪谷幅が狭く、全体的には溪谷河状を呈する。

(2) 姫川河道の区間分類と河道の特徴

全体的に溪谷河状を持つ姫川河道は、地形分類上、7区間に区分することが可能である。以下、姫川河道の7区間分類を試みる。

①区間=水源域から中部電力姫川第2発電所取水堰；水源域の神城地区は断層湖の名残と言われる湖岸段丘や窪地が存在し²⁾、また左支平川、松川は扇状地地形を形成する等、溪谷河状が認められない。

②区間=姫川第2発電所取水堰から左支浦川合流点；有力な支川の合流はなく、概ね溪谷河状を呈して川幅も狭く、両岸には山域が迫る。新屋、下里瀬などに不連続で小規模な河岸段丘を見る。

③区間=左支浦川合流点から電気化学工業大網発電所取水堰；砂礫堆の広い河原を形成し、本川は広い河原を乱流する。来馬河原と呼ぶ堆砂区間となる。

④区間=大網発電所取水堰から左支小滝川合流点；両岸には山域が迫り、川幅が狭く、溪谷河状を呈する。特に姫川温泉から左支小滝川合流点の間は姫川溪谷と呼ぶ。姫川温泉集落に小規模な河岸段丘を見る。

⑤区間=小滝川合流点から山本地点；再び砂礫堆の広い河原を形成し、本川流路は乱流する。

⑥区間=山本地点から水崎地点；両岸に低い小規模な河岸段丘を形成し、段丘に挟まれた河道は広く、砂礫の河原を見る。渚筋は定まらず乱流する。⑤と⑥区間との関係では、山本地点が狭窄部を形成する。

⑦区間=水崎地点から河口；水崎地点は姫川扇状地の扇頂部に相当し、水崎からはほぼ3kmという短距離で日本海に至る。従って、姫川扇状地の規模は極めて小さい。

以上の姫川本川流路の7区間分類を図化したものが図2であり、区間分類の結果、姫川河道の特徴は、次の3点にまとめることが出来る。すなわち、第1には、河川氾濫原が極めて狭小で、両岸の河岸段丘の形成も貧弱である等、全体的には溪谷河状を呈する。しかし、第2には、①及び③、⑤～⑦区間に、広い河原を形成する堆砂域が存在する。そして第3には、この堆砂域と溪谷河道が交互に存在することである。特に、第2～3区目が姫川の河道特性に関する事項である。

なお、河川氾濫原の土地利用は、①及び⑥～⑦区間や小規模な河岸段丘上を除き、その展開を見ない。

3 姫川流域の地質

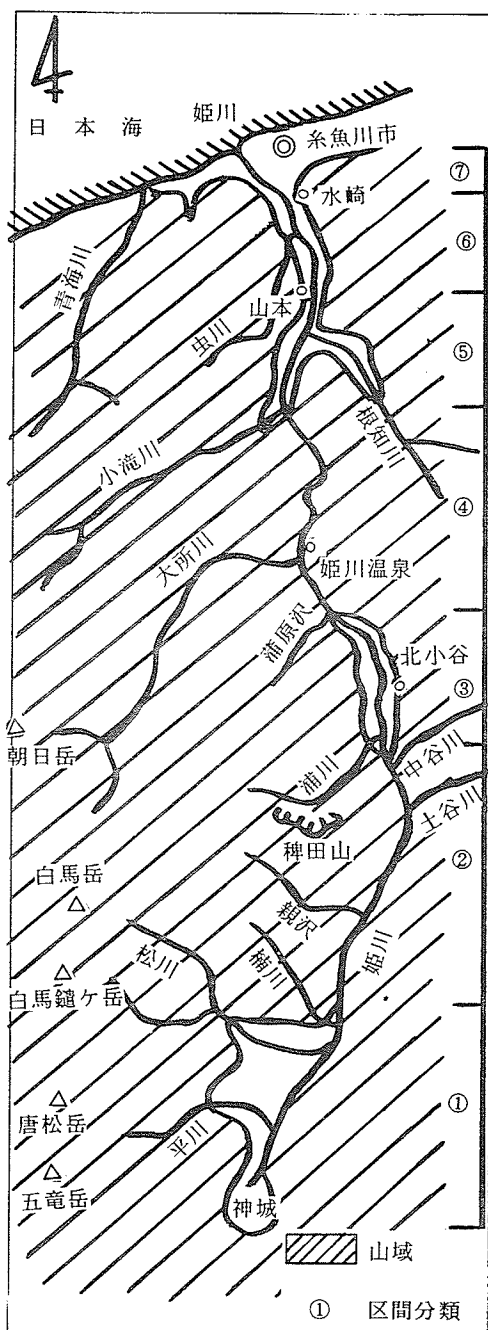


図2－姫川流域図（作製：岩屋）

他方、兩岸に低平な平坦地が存在しないことから、長野県北西部と新潟県西部を結ぶ交通幹線、JR大糸線、国道148号線は、姫川の渓谷河状の山裾を縫った開設を見る。

列島第1級の構造線＝糸静線に沿う姫川は、糸静線とこれに伴う南北方向の複数の断層、これを切る幾つかの南西－北東或いは南東－北西方向の断層が存在し、流域内の断層密度が非常に高い²⁾。この糸静線の形成は、グリーンタフ変動と関係が深いと考えられ¹⁾、地質年代の上では比較的新しい新第3紀に属し、そして構造線に沿い大規模な地向斜や断層活動などを伴う特徴がある²⁾。

姫川流域の地質は、図1のとおり、右岸側が新第3紀層、左岸側が古期岩類及び第4紀火山に大別出来る。まず右岸側の新第3紀層は、グリーンタフ地向斜に伴う層厚の砂岩、泥岩層が卓越し、各層は堆積過程で幾つかの背斜軸・向斜軸・褶曲軸・断層線の影響を受け、堆積層が褶曲して地入り地形の形成をみる²⁾。そして、右岸沿岸や右支川流域（一部に左岸沿岸を含む）一帯に展開する棚田の多くは、こうした3紀層地入り地に相当する。例えば、右岸側では野平、青鬼、上田村、清水山、阿原、蒲池等、左岸側では宮の下、虫尾等がそれである。

一方、左岸側は砂岩・泥岩・チャートを主体とする古生層、砂岩・泥岩を主体とする中生層、濃尾流紋岩類や第4紀火山砕屑物が分布し、中生層中には多量の蓮華変成岩類や蛇紋岩が介在する²⁾³⁾。そして、糸静線及び地向斜や各断層活動の結果、これら岩体の多くは、破碎、変成作用を受けている。

まず、基岩の中古生層上に堆積する第4紀火山砕屑物は、白馬乗鞍岳、風吹岳一帯に分布し、砕屑物の多くは温泉余土等の変成を受け⁴⁾、山地崩壊が発生し易く、後述する蒲川上流の稗田山等の大崩壊を見る。次に、後立山連峰の白馬岳、白馬鍾ヶ岳、唐松岳などは、花崗岩系岩体が真砂化作用を受けて表層侵食が発生し、左支平川、松川へと真砂を押し出す。また基盤岩の中古生層も、多くの断層や火山岩、変成岩類の介在の結果、千枚岩等に変質する箇所が挙げられる²⁾。そして八方尾根や左支大所川、小滝川に分布する蛇紋岩についても、その岩質の脆い箇所が存在する。

このように、姫川流域の地質岩体は、著しく破碎、変成作用を受けて岩体強度が脆く、左岸、右岸側とも極めて脆弱である。従って、姫川は流域の地質を

見る限り、融雪或いは豪雨等による山地崩壊等の災害の潜在ポテンシャルが高い河川と言うことが出来、事実、後述するように、有史以来、多くの山地崩壊や地じりの経歴を持つ。

4 姫川災害史と河道特性の検証

流域内の脆弱な地質状況を反映し、姫川は表1のとおり、山地崩壊が起因となる災害が絶えない。そこで、ここでは2章で指摘した河道の特徴、つまり姫川本川河道の堆砂域の存在と、そして河道特性を災害史を通して検証する。

(1)左支浦川・稗田山の災害

記録によると、1726(享保19)年、左支浦川稗田山では、金山沢が崩壊し、土石が姫川本川を堰止め、姫川洪水の発生を見る。この時以来、当土石流を「浦川の鉄砲」と呼ぶようになったと言われ、その後、数回の崩壊を繰り返し、1911(明治44)年、決定的な山地崩壊が発生する^{4) 5)}。いわゆる稗田山の大崩壊であり、わが国の三大崩れの一つに数えられるものである。なお、三大崩れと言う場合、稗田山崩れ、安倍川大谷崩れの2箇所と、他の1を常願寺川嵩山崩れ、山梨県のビジョのガレ、名立崩れ、佐喜浜崩れ等を挙げるものがあるが、本論では小出博が言う三大崩れに従い⁶⁾、稗田山崩れ、大谷崩れ、ビジョのガレを三大崩れとして扱う。

さて、1911年の稗田山の大崩壊は、崩壊の4日前、8月4日～5日にかけて中部地方を台風が横断し、姫川流域の観測雨量は記録的なものであった。松本では8月4日の日雨量が155.9mm、南小谷では3日61mm、4日が41mmである⁴⁾。崩壊の誘引はこうした豪雨と考えられ、8月9日、中古生層基岩上の火山砕屑物が突然に崩壊し土石流となり、左支浦川河道を押し下った。この結果、姫川は60mの高さで堰止められ、自然のダムが出現した⁴⁾。崩壊面積は180ha、土石流堆積物は1.5億 m^3 、浦川河道の土石堆積高は推定で最大180m、平均50mという膨大な土石量であった⁴⁾。姫川を堰止めた土石流のダムは、その後、人工的に開削され、一部通水を見るが、翌1912(同45)年7月の出水により一気に決壊することとなる。すなわち、前年の稗田山崩壊後の2次災害であり、この1912年災では、23名が死亡し、姫川・浦川合流点下流左岸で

表1－姫川の山地災害年表^{2) 4) 5) 7)}

左支浦川稗田山	清水山地じり	その他
1726(享保19)	1726(享保19)	1879(明治12)
1842(天保13)	1872(明治5)	1880(" 13)
1844(" 15)	1887(" 20)	1898(" 31)
1911(明治44)	1890(" 23)	1905(" 38)
1936(昭和11)	1891(" 24)	1939(昭和14)
1948(" 23)	1907(" 40)	1971(" 46)
1955(" 30)	1911(" 44)	1995(平成7)
1964(" 39)	1912(" 45)	
1965(" 40)	1913(大正2)	
	1926(昭和1)	
	1934(" 9)	
	1960(" 35)	
	1979(" 54)	
	1995(平成7)	

は来馬旧集落が埋没する等の被害が発生する⁵⁾。

その後、稗田山や隣接する風吹岳の大崩壊は、表1のとおり断続的に発生し、その都度、左支浦川を流下した土石流は姫川合流点で堆積し、長瀬湖という自然のダムが出現し、そして決壊をみている。このように、左支浦川の稗田山崩壊は反復性が高く、且つ2次災害を伴う特徴がある^{4) 5)}。

(2)清水山地じり、その他

他方、右岸側では、右支中谷川の清水山地じりの規模が大で、地じり面積は1,368haを数える。地じりの発生は、稗田山崩壊と同年、すなわち1726(享保19)年以来、幾たびも活動し、中谷川の堰止めや、住居・耕地埋没の記録を残すが^{2) 5)}、本川河道への影響は不明である。

その他には、1939(昭和14)年の左支親沢の風張山の崩壊、1971(同46)年の左岸側の小土山地じり、また場所が特定出来ない地じりや山地崩壊があり、土石が同様に姫川本川を堰止め、下流の糸魚川市で流水が途絶後、大出水を見る^{4) 5) 7)}。

(3)稗田山崩壊に伴う河床変動と河道特性

度重なる姫川の山地災害のなかで、姫川本川に与える影響が最も大きいものが、左支浦川の山地崩壊である。すなわち、姫川・浦川合流点に出現した自然ダムの決壊という2次災害の発生と、流出土石による本川河床の著しい上昇である。1.5億 m^3 と推定された1911年災の土石流堆積物は、主に来馬河原(2章の区間分類中、③区間)に堆積をみた。そして、こ

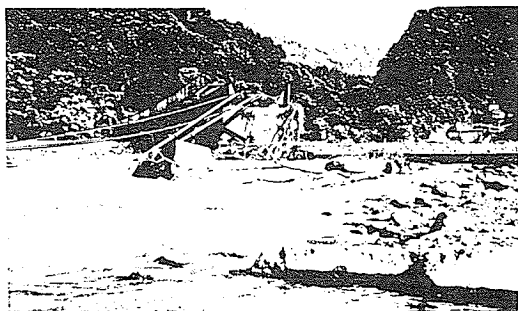


写真1-破断したJR鉄橋・中土地点(撮影:岩屋, 1995)

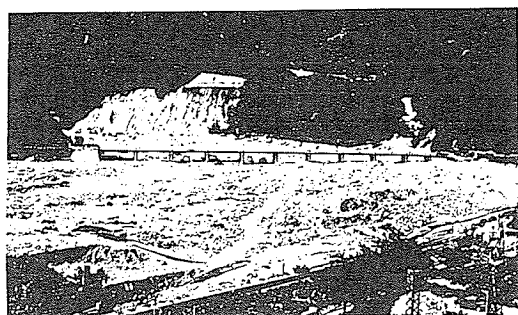


写真2-小谷橋地点の姫川堆砂(撮影:岩屋, 1995)

の結果、河床は約20m上昇し、また国道148号と兼用の姫川堤を有する下寺集落地点は、堤外地の河床が集落より数メートル上昇する等を記録する⁴³⁾。

それ以降の稗田山崩壊、例えば1964(昭和39)年～1965(同40)年災では、大量の流出土石の堆積域は、主に来馬河原(③区間)、並びに姫川下流(⑤～⑦区間)であった⁴⁴⁾。そして、1964～1965年災の河床変動は、本川河床高が浦川土石流発生後、一気に上昇するが、年数が経過するに従い、河床上昇は微増で落筋が下刻することが判明している⁴⁵⁾。すなわち、1964～1965年災の事例に従えば、災害時に浦川から供給される膨大な流出土石は、主に堆砂域に堆積し、堆砂域河床が著しく上昇変動するが、河床高はそれ以降、上昇傾向を示すことなく、数年を経て河床変動が安定化に向かう訳である。これが災害史の検証で得られる姫川の河道特性、つまり、第1に支川からの流出土石を堆積させ得る明確な堆砂域の存在、第2が災害後の本川河道の河床変動安定化である。

5 1995年7月の姫川水害と河道特性の検証

姫川の山地災害は、表1のとおり、各年・各支川

毎、1ヶ所の崩壊、すなわち単発の山地崩壊であったが、1995年7月水害は、多くの支川群で群発性の山地崩壊が発生し、未曾有の被害に遭遇した。

(1)1995年7月豪雨

1995年(平成7)年7月に発生した姫川水害は、幸いなことに人的被害が無かったが、過去の災害史を塗り変える記録的な被害をもたらした。建築物の全半壊は100棟を超え、公共土木施設被害は200箇所以上、そして交通幹線であるJR大糸線と国道148号が途絶し、地域交通が不通となった。また、水力発電施設の幾つかは壊滅的被害を被り、本川流路は著しい堆砂と河床上昇が生じる一方、支川群には不安定な崩壊堆積物が残された。

1995年水害は、梅雨前線に伴う豪雨が契機となったもので、まず7月7日夕から8日にかけて、梅雨前線が活発化し、姫川流域一帯の強雨では、白馬岳で連続雨量101mmを記録する。そして7日～8日強雨により、姫川流域では数ヶ所の道路崩壊が発生し、また姫川洪水水位が小谷地点で警戒水位を突破している。その後、2日間の小康状態を置き、同月11日、新潟、長野県域に停滞した梅雨前線は、南からの湿舌の刺激を受け、両県に再び局地的な豪雨をもたらした。豪雨は翌12日も継続し、11日の時間最大雨量は白馬岳で123.5mm、白池62mm、南小谷48mm等、11～12日の48時間連続雨量は白馬岳で81.4mm、白池43.5mm、南小谷40.4mm等、年降雨量の1/3から過半が流域各地点にて記録されるに至った⁴⁶⁾。

7月7日～8日の強雨と、それを上回る11日～12日の集中豪雨の結果、姫川流域では11日～12日の間、各所で山地崩壊、地切り、河川氾濫の災害が発生した。

(2)1995年7月水害の被災状況

7月11日～12日に発生した1995年姫川水害は、現地調査により、流域各所で多数の被災箇所を挙げる事が出来るが、ここでは支川群の流出土石と河床変動に着目し、先述した流路の7区間分類に従い被災状況等を見ていく。

①区間＝水源域から中部電力姫川第2発電所取水堰；左支松川、平川に水害発生が見られず、本川河道には大きな変化がない。

②区間＝姫川第2発電所取水堰から左支浦川合流

点；左支楠川，松沢，親沢，右支中谷川等が土石を押し出し，JR大糸線鉄橋は中土地点で流失(写真1)。特に中谷川の流出土石により，中部電力姫川第3発電所取水堰は，湛水域が全面堆砂し，また中土集落に氾濫。

③区間＝左支浦川合流点から電気化学大網発電所取水堰；右支光明沢，左支塩沢で巨礫を伴う土石流が発生し，JR大糸線埋没，国道148号線が壊滅的被害を受ける。小谷橋地点の姫川本川が全面堆砂し，多数の流木が残るが(写真2)，大網発電所取水堰湛水域では全面堆砂が認められない。また，過去に姫川水害の元凶と言われた左支浦川は，土石の押し出しが見られない。

④区間＝大網発電所取水堰から左支小滝川合流点；左支湯原沢，蒲原沢，大所川で巨礫を伴う土石流が発生し，姫川温泉地点で国道148号線基礎が崩落。JR大糸線鉄橋は小滝地点にて流失し，同地点の河床が約7m上昇。姫川温泉集落の一部家屋が流失。本川水衝部斜面が，多くの箇所で見掘崩落。

⑤区間＝小滝川合流点から山本地点；左支小滝川，右支根知川の土石の押し出しが見られ，本川は土石の堆積と流木が著しい。

⑥区間＝山本地点から水崎地点；本川は土石の堆積と流木が著しい。

⑦区間＝水崎地点から河口；扇頂部の本川右岸水崎堤が山付き箇所で見掘。本川は土石の堆積と流木が著しい。

(3)1995年水害と河道特性の検証

以上の被災状況を踏まえ，1995年姫川水害の特徴は，以下のように説明することが出来る。

まず第1には，1995年水害は，②区間より下流域で発生したものが中心であり，記録的な豪雨と流出水に加え，多くの支川群にて土石流が発生した。

第2には，③区間と⑤～⑦区間は，河道内構造物の被害は余り見られないが，河床が著しく上昇し，特に⑤～⑦区間では計画高水流量に応じた河道断面の確保が困難になった。

第3には，②区間及び④区間の渓谷河道は，多くの堆砂が見られないが，その反面，河道内構造物＝鉄道や道路橋梁及び道路基礎工が崩壊した。

第4には，本川筋の水力発電施設のなかで，取水

表2 姫川流域の水力発電所

本支川	発電所名	事業社名	開発年	出力
本川	姫川第2	中部電力	1935	14,400
本川	姫川第3	"	1955	11,500
本川	北小谷	黒部川電力	1982	10,500
本川	大網	電気化学	1938	24,500
本川	姫川第6	黒部川電力	1935	24,500
本川	姫川第7	東京発電	1955	43,200
南股川	南股	中部電力	1930	2,200
松川	二股	"	1930	5,200
楠川	新楠川	"	1989	2,200
中谷川	横川第1	電気化学	1965	10,000
中谷川	横川第2	"	1964	16,000
大所川	大所川第1	東北電力	1962	13,500
大所川	大所川第2	"	1959	26,000
大所川	大所川第3	"	1962	9,000
大所川	大所川	電気化学	1923	8,400
小滝川	長楸	黒部川電力	1962	5,000
小滝川	小滝川	電気化学	1921	4,200
小滝川	新小滝川	東京発電	1955	3,200
西俣川	滝上	黒部川電力	1961	14,600

発電所計19箇所 (出力；最大出力KW)
出典：日本ダム協会，『ダム年鑑1990』¹⁰⁾

堰は倒壊或いは土石埋没が見られない，

第5には，本川沿いに開設を見る鉄道，道路，発電用導水路等は，多くの支川群の流出土石や本川斜面崩壊の土石に直撃され，壊滅的被害を受けた。

第6には，堆砂域＝河床上昇地点は，支川群から供給された巨礫を伴う砂礫が堆積し，特に③区間の堆砂域河床は，災害発生の1ヶ月後時点で，載荷性の高い砂礫盤の形成を見，車両走向が可能で圧密を受けた状態に化した。

こうした1995年水害の特徴のなかで，姫川の河道特性に関係すると考えられる現象が，③区間が堆砂域に機能したこと，③区間堆砂河床が圧密状に変化すること，そして，渓谷河道には堆砂を見ないことの3点である。

6 姫川の包蔵水力と水力発電開発史

さて，災害史及び1995年水害を通して検証した姫川の河道特性は，水力発電開発史の経過から，それはより明らかとなる。以下，姫川の包蔵水力，そして水力発電の開発経過を考察する。

(1)姫川の包蔵水力

反復性の高い左支浦川の稗田山の巨大崩壊を始め，

1995年水害に至るまで、数多くの山地崩壊と災害を記録した姫川は、災害後の河床変動が著しいという経歴を持ち、この結果、「古くから、難治の河川」と言われて来た⁹⁾。しかし、姫川は難治の河川と言われながら、多くの発電水利開発を見ることが出来、流域内には現在、表2のとおり、19箇所の発電所群を数えるに至っている。但し、これらは全て水路式の自流発電である。一方、それ以外の水利、すなわち農業水利や都市用水は、何れも小規模であり、姫川水利に与える影響が小さく、また河床変動を中心とした姫川災害との関係が希薄である。従って、本川河道の河道特性をテーマとした本論では、農業水利や都市用水開発の考察は割愛し、以降、発電水利開発を中心に、姫川水利の検討を行う。

そこで、まず姫川の発電水利の実態把握を目的に、全国諸河川の包蔵水力の比較を表3で試みた。対象河川は、第5次包蔵水力¹¹⁾で10億KWh以上の31河川とし、開発率、包蔵水力／流域面積比、包蔵水力／流路延長比を算出し、同時に比率が高いものから各順位を表現した。開発率は水力発電の開発進捗を現し、また包蔵水力／流域面積比、包蔵水力／流路延長比は、各河川の面積及び延長単位当たりの包蔵水力の大きさを現わすと判断した。この結果、3項目が共に全国の10位以内に入るものが、姫川、常願寺川、庄川、手取川の4河川で、共に北信越河川である。そして、このことから、姫川の発電水利は、はからずも、全国諸河川のなかで有力な河川であると説明することが出来る訳である。

(2) 姫川流域の水力発電開発史

古くから「難治の河川」と言われる姫川は、発電水利では単位当たりの包蔵水力が大きく、且つ開発率が高い河川であった。この姫川の高い開発率とは、水力発電開発進捗が高いことを意味する訳であり、姫川は以下にみるとおり、姫川固有の水力発電開発史が存在し、姫川災害と密接な関係を持つ。

a) 1911年災と初期発電所壊滅

1910(明治43)年の逓信省臨時水力調査局設置、翌1911(同44)年の電気事業法制定等、1910年代は、我が国の水力発電政策の確立期に当たり、全国諸河川の発電水力調査が実施されている。逓信省臨時水力調査局による水力発電調査は、早くも1911(同44)年

にその速報を残す。

逓信省臨時水力調査局業務記録では、姫川は以下のようにその記録を見ることが出来る。すなわち、同報告では、逓信省東京支局担当の吉原技師は、報告の多くを信濃川に割き、最後に姫川について「其外山林状態/良好姫川ナリ遺憾ナキ有望/箇処ハ出願中若ハ許可ニ属ス」とした¹²⁾。この吉原報告で注目される点は、その報告が、支局管轄河川のなかで、特に信濃川と姫川の2河川に限定したところである。言い換えれば、逓信省は姫川を有望視し、一方姫川は「状態/良好」河川であり、災害経歴が認め難い河川であった訳である。この結果、同年の逓信省調査結果では、姫川は発電候補地点13箇所、36,530馬力の出力が得られるとし、それは、黒部川の5地点、32,239馬力を超えるものであった¹³⁾。

一方、吉原報告が「遺憾ナキ」と言うように、1911年当時、姫川を対象とした水力発電計画は既に着手するに至っていた。すなわち日本窒素肥料社(後の日窒コンツェルン)による水力発電所建設である。

わが国の水力発電開発は、言うまでもなく1890(明治23)年、京都・蹴上発電所及び足尾銅山・間藤発電所の開設が嚆矢となる¹⁴⁾。そして姫川を含む北信越諸河川では、1899(明治32)年、神通川・大久保発電所及び九頭竜川・宿布発電所に始まる¹⁵⁾。姫川の水力発電開発は、これらに遅れ、1910(明治43)年、日本窒素肥料社による小滝村の発電所建設が最初の記録である¹⁶⁾。

日本窒素肥料社の姫川開発は、鹿児島県川内川流域の曾木発電所と余剰電力利用の水俣工場に続く2次プランで¹⁷⁾、姫川に西隣する青海川下流に石灰窒素製造用の青海工場を設け、その動力源とし姫川発電所を建設するものであった¹⁷⁾。この姫川開発の背景は、全国の石灰岩の約1割の規模を持つ¹⁸⁾ 青海川流域の豊富な青海石灰岩の存在と、北アルプスの融雪が期待出来る姫川の包蔵水力に着目するところが大きかったと考えられる。ところが着工の翌1911(明治44)年、姫川左支浦川は、先述したように、稗田山大崩壊が発生し、続く1912(同45)年は、稗田山崩壊の2次災害、すなわち大水害が発生する。そして建設中の姫川発電所現場は流失、工場用地は冠水、物資輸送の県道壊滅という事態に遭遇する¹⁷⁾。姫川の水力発電開発の萌芽とも言えるこの初期発電所

表 3－第 5 次包蔵水力の河川比較（包蔵水力10億KWh以上の河川）

河 川 名	包 蔵 水 力	開 発 水 力	開 発 率	同 左 順 位	包蔵水力／ 流域面積比	同 左 順 位	包蔵水力／ 流路延長比	同 左 順 位
石狩川	2,917	1,556	53.3	27	20.36	29	115.30	19
十勝川	2,103	1,282	61.0	23	25.04	27	140.86	16
雄物川	1,198	632	52.8	28	25.48	26	92.30	24
最上川	2,219	702	31.6	31	31.52	25	98.84	22
北上川	1,899	1,186	62.5	21	18.53	30	82.60	27
阿武隈川	1,148	541	47.1	29	21.26	28	49.00	31
阿賀野川	9,044	6,672	73.8	14	123.24	9	380.32	5
信濃川	10,578	7,102	67.1	18	87.78	13	288.62	9
姫川	1,754	1,469	83.8	3	242.94	5	355.78	7
黒部川	4,679	3,071	65.6	19	686.07	1	607.66	1
常願寺川	2,074	1,807	87.1	1	563.43	2	401.16	4
神通川	5,497	3,853	70.1	16	202.27	7	473.06	3
庄川	4,186	3,503	83.7	4	354.15	3	374.42	6
手取川	2,060	1,612	78.3	8	252.61	4	313.55	8
九頭竜川	2,554	1,834	71.8	15	87.17	14	229.26	11
利根川	6,643	4,965	74.7	11	36.28	23	227.27	12
相模川	1,008	812	80.6	7	61.05	18	92.73	23
富士川	3,409	2,569	75.4	10	44.55	20	62.55	30
大井川	3,091	2,299	74.4	12	241.48	6	192.95	13
天竜川	6,012	4,662	77.5	9	118.11	11	281.99	10
矢作川	1,164	653	56.1	26	63.61	17	99.49	21
木曽川	11,157	7,633	68.4	17	122.60	10	491.07	2
新宮川	2,288	1,344	58.7	25	94.62	12	141.41	15
淀川	1,408	873	62.0	22	17.09	31	187.48	14
太田川	1,278	1,101	86.2	2	75.62	15	124.20	18
江の川	1,360	605	44.5	30	35.14	24	70.10	29
吉野川	1,385	872	63.0	20	37.92	21	71.54	28
仁淀川	1,065	791	74.3	13	68.27	16	86.30	26
筑後川	1,041	860	82.6	5	36.40	22	87.70	25
球磨川	1,081	648	59.9	24	57.44	19	101.41	20
耳川	1,145	944	82.4	6	129.97	8	125.69	17

包蔵及び開発水力出典：資源エネルギー庁，『水力開発地点計画策定調査報告書』，1986年。

水力単位：100万KWh，流路延長は幹川延長を指す

包蔵水力／流域面積比：億KWh/km²，包蔵水力／流路延長比：千万KWh/km

表 4－自家発電企業の水力発電出力（全国の上位 3 位）

企 業 名	河川名	発電所箇所数	最大出力計
J R 東日本	信濃川	2	243,000
日本軽金属	富士川	6	136,200
電気化学工業	姫川	5	78,100
	海川	4	
	青海川	1	
黒部川電力	早川 1， 姫川 4		64,800
	電気化学工業に 27,150 供給 ¹⁾⁹⁾		
電気化学工業計			105,250

出典：日本ダム協会，『ダム要覧1990』。出力単位：万KW

建設は、こうして敢えなく壊滅し、この結果、日本窒素肥料社は発電所と工場建設を放棄し、その用地等は地元企業の北陸水電社と高砂水力電気社の手に渡ることとなる¹⁶⁾。災害が頻発する姫川を象徴する出来事である。

b)電気化学工業(株)による水力発電開発

日本窒素から発電所用地と水利権を継承した高砂水力電気社は、その後、糸魚川市にて化学工業を計画し、併せて左支小滝川で小滝川発電所建設に着手するが、その着工年は不明である¹⁸⁾。そして、北信越に登場した電気化学社(後の電気化学工業(株))は、1921(大正10)年、北陸水電社と高砂水力電気社を合併し、同年、小滝川発電所を完成させるとともに、青海地区に工場を建設、カーバイド製造を開始することとなる¹⁸⁾。

このように、姫川流域の初期水力発電建設を巡る目まぐるしい変転は、電気化学社の青海工場の稼働に伴い、それ以降、電気化学社、すなわち電気化学工業(株)による姫川水利開発が軸となり、その展開を見る。小滝川発電所建設の2年後、1923(大正12)年、同社は引き続き左支大所川で大所川発電所建設に着手する。そして、これらの初期発電水利の常時使用水量は、小滝川2.9mm/日、大所川3.0mm/日²¹⁾と、湧水流出高が比較的大で、常時出力も各々1,600KW、3,400KW²¹⁾と、当時の北信越河川の発電所中、大出力であった。

電気化学工業(株)は、上記2発電所の発生電力を動力源に、青海工場の石灰窒素生産を増産し、1927(昭和12)年には、石灰窒素の国内総生産量の50%以上を同社が占める¹⁴⁾等、その後、同社の主力工場へと拡大していく。そして、それ以降、同社が保有する発電所は、表2及び表4のとおり、姫川流域内に5箇所、また姫川に隣接する海川、青海川に計5箇所と、自家発電企業へと成長を続けた。

c)姫川の発電水利と自家発電企業

こうした電気化学工業(株)の成長と同時に記録されるのが、黒部川電力という同社と密接な関係を有するパートナーである。すなわち、電気化学工業(株)の動力源の一部を支え、同社への電力供給を経営課題とする黒部川電力の存在である。

黒部川電力は、表2中、姫川流域に4箇所の発電所を保有する発電事業社である。この黒部川電力は、

1923(大正12)年の設立と同時に、黒部川第1及び第2発電所から電気化学工業(株)の青海工場へと送電を開始する一方¹⁵⁾、1932(昭和7)年の北陸電力業界の再編成過程で黒部川から撤退し、資本及び会社役員を日本海電気(後の北陸電力)と電気化学工業(株)に参加を求め、電気化学工業(株)の関連会社となる経歴を持つ¹⁹⁾。そして、同社の発生電力の約半分(27,150万KW)は電気化学工業(株)へと供給されることとなり¹⁹⁾、この結果、電気化学工業(株)の関係発生電力は、表4のとおり、全国の自家水力発電企業中、第3位を占めるに至る。

このように、電気化学工業(株)を軸に展開を見た姫川流域の発電水利開発は、一方で関連企業を育て、同社自らが自家発電の有力企業へと成長し、姫川流域への依存を高めてきた訳である。他方、同社と黒部川電力の存在により、姫川流域に占める自家発電事業社の割合は、表2のとおり、50%以上を占め、姫川は9電力会社の占める比率が低い河川となった。姫川の発電水利の特殊性である。そして、姫川本川に限れば、中下流域の発電所は、全て自家発電事業社である。こうして、自家発電事業社が主体となり展開を見た姫川は、近隣の北陸諸河川と比べ、稗田山崩壊等の開発リスクが大きく、それ故、9電力会社が入り込む余地が少なかったと考えられるが、この点は今後の検討課題として挙げておく。

d) 姫川災害史と水力発電開発史の相関

さて、電気化学工業(株)による小滝川、大所川の2発電所建設後、1924(大正13)年、逓信省臨時水力調査局は、次のような報告を行う。同調査報告書では、姫川本川に7地点の発電所建設の候補地点を挙げ、そして「沿岸地質一般=軟弱シテ崩壊罅裂ヲ来シ易ク工事困難ナルヲ免レサル中流以下支流ヨリ土砂ノ排出夥シキ為操業上支障ヲ生シ易キ缺点アリ」²⁰⁾と、姫川流域の水力発電開発の難点を指摘した。1911年の同省報告「山林状態ノ良好ニ姫川ナリ」とは、認識が異なる説明である。1912年と1924年で異なる逓信省報告の原因が、1911年及び1912年災であることは言うまでもない。すなわち、連年災を経て、姫川が「土砂ノ排出夥シキ…缺点」のある河川に変貌した訳である。そして、姫川流域の山地災害は、左支浦川の山地崩壊等が、表1のとおり、断続的に発生して来たことを見る。しかしながら、水力発電開発がそれ以降も継続した

ことは、先述したとおりである。

このように、断続的に発生する災害と、しかし継続して進められた水力発電開発は、1911年災と日本窒素の初期発電所壊滅という経過を想起すれば、それは矛盾する出来事である。つまり、「土砂ノ排出夥シ…缺点」のある姫川を対象に、水力発電開発を可能としたものが、災害史等で検証した河道特性—明確な堆砂域の存在と災害後の河床安定経過—である。そして、この点は次の左支浦川稗田山崩壊と水力発電開発年代との相関から明確となる。

まず、流出土石の影響を受け、左支浦川の稗田山崩壊と関係する発電所は、姫川本川では浦川合流点以下、北小谷、大網、姫川第6及び第7の4発電所が存在する。そして、これらの開発年代は、表1から、各々、1935(昭和10)～1938(同13)年、1955(同30)年、1982(同57)年の3グループに分類出来る。一方、各々の開発年代と稗田山崩壊年は、1935～1938年が1911(明治44)年の稗田山大崩壊から20数年の経過を見、1955年は1948(昭和23)年の同崩壊から7年、1982年は1965年の同崩壊から17年の経過を認める。ところが、支川筋ではその傾向がなく、災害史との相関が認められない。すなわち、これが姫川本川の河道特性を解く鍵で、姫川災害発生後、水力発電開発に至る経過年数と、災害後の河床安定経過の関係である。

他方、「難治の河川」姫川に対し、流域内の各発電事業社は、幾つかの課題を技術力で克服している。つまり、取水源となる姫川河水には、取水地点における沈砂池の設置、また水車の摩耗に伴うオーバーホールが随時実施され、脆弱な地質岩体に対しては、導水路の安全性から計画線の見直し等の技術的措置が図られている。^{16) 18) 19) 22)}。しかし技術的措置以上に、姫川本川の水力発電開発を可能としたものが、上述した河床安定経過＝河道特性の存在である。

7 安倍川の山地崩壊と水力発電開発

反復性の高い崩壊地＝稗田山を有する姫川と同様、山地崩壊に伴い河床が大きく上昇した河川は、これ以外に、十津川、有田川、酒匂川、利根川右支神流川等、幾つかの河川がこうした経歴を持つ。しかしながら、これらの河川は、姫川流域の稗田山に代表される単発の山地崩壊ではなく、群発性の山地崩壊、或いは火山噴火の降灰を伴ったものである。そして、

これら河川は、断続的、継続的な崩壊の経歴を持たない。従って、本論では、単発で、すなわち単一箇所の崩壊で且つ反復性の高い崩壊地を流域内に有し、姫川に類似する河川として安倍川を取り上げ、本論の比較対象河川とした。

わが国の三大崩れの一つに数えられる大谷崩れを源頭に有する安倍川は、姫川と同様、糸静線に沿い、大谷崩れから静岡市へと直線状に南流する。流域面積570km²、流路延長50.8kmの小流域、短距離河川である。本川流路は、源頭の大谷崩れから渡地点までがほぼ渓谷区間であり、渡地点以下、河口までが砂礫の堆積が著しい堆砂区間である。従って、姫川河道に見られるように、堆砂区間と渓谷区間が交互に存在しない。

源頭の大谷崩れは、1605(慶長9)年、東海地震を契機に発生し、これ以降、安倍川は砂礫の生産が著しい荒廃河川に変貌したと言われる²³⁾。1907(明治40)年には決定的な崩壊が発生し、藤代集落が埋没、23名の死者を見ている²⁴⁾。そして、上流河床は約1.6m上昇する等²⁴⁾、下流河道には大量の土石が押し出た。以降、1914(大正3)年、1966(昭和41)年等と大崩壊が断続的に反復する。この結果、本川下流河道は著しい河床上昇に転じるが、源頭からの流出土石は、常時押し出す傾向があり、土石の堆砂は、上流域の渓谷河道から河口に至るまで、河道区間の区別なくその堆積が認められる。

一方、安倍川の発電水利は、包蔵水力が2.5億KWh¹¹⁾、開発率2%、包蔵水力／流域面積比44(億KWh/km²)、包蔵水力／流路延長比5(千万KWh/km)とその値が低い。そして、安倍川の本川筋の発電水利開発は、1929(昭和4)年、静岡市が大谷崩れの約7km下流地点から3ヶ所の水力発電計画を策定するが、安全性の論議等で市議会は大荒れに荒れ、結果、安倍川本川の発電水利開発を断念し、富士川系の既設電力購入へと計画変更を行っている²⁴⁾。そして現在に至るも、本川筋の水力発電開発は陽の目を見ていない。

このように、姫川と同様、反復性の高い崩壊地を有する安倍川は、発電水利という点では、後進的な河川であると言えよう。勿論、姫川とは積雪の有無等、河川流況は異なり、この点は割引いて考える必要があるが、安倍川の開発率2%は極端に数値が低く、反面、姫川が示す開発率83.8%は、その値が飛び抜け

て高率である。この開発率の差異が、姫川と安倍川が異なる河道特性を持つことを表現するものである。

8 堆砂域の存在と姫川の河道特性

本論では地形・地質条件、また災害史、1995年水害状況を通して、姫川の河道特性―堆砂域の存在と機能、災害後の河床安定経過―を考察、検証し、次に水力発電開発史の経過のなかで災害史との相関を計り、安倍川との比較論を展開してきた。そして、以上の考察に基づき、課題とした姫川の河道特性は、次のようにまとめることが出来る。

(1)河道特性その1-下流河道の堆砂防止効果

姫川本川の河道は、2章で述べたとおり、7区間に区分され、渓谷河道の②区間と④区間、また堆砂域の①区間と③区間、⑤～⑦区間に分類出来、各々は交互に存在する関係であった。すなわち、堆砂域①区間と③区間は、各々が渓谷河道の②区間と④区間の直前に位置することとなる。一方、特に砂礫の広い河原を有する③区間は、1911年災、1964～1965年災、また1995年災害事例では、支川群から押し出した大量の流出土石の多くが当区間に堆積を見、堆砂域として機能した。しかし、反面、渓谷区間は、対称的に土石の堆積が余り認められなかった。

姫川河道のこうした堆砂域とは、換言すれば地形上の自然のポケットであり、堆砂域自体は河道内の砂礫帯と異なり、移動することがない。そして、こうした堆砂域に支川群からの流出土石が堆積し、この結果、直下流の渓谷河道では、逆に掃流効果が現れる訳である。従って、渓谷河道の堆砂が減少し、排砂が促進されることとなる。すなわち、固定された堆砂域の存在自体が、非堆砂域＝渓谷河道の形成に寄与していると言えよう。

他方、安倍川では、堆砂域と渓谷河道が交互に分布しない。従って、堆砂傾向は、上流の渓谷河道から中下流の堆砂域に至る迄、その差異がないことを見て来た。すなわち、明確な堆砂域が存在しないため、河道内の砂礫帯が移動する訳である。姫川河道と大きく異なるところである。取り分け、水力発電開発では、源頭の大谷崩れからの断続的な流出土石とその堆砂傾向が、発電所取水堰開発の命運を分けることとなる。安倍川本川筋の発電水利が、姫川

と比べ開発難度が高く、実際、本川筋の水力発電が未開発となる理由がこの点である。

一方、姫川では、本川筋に設置された発電所の各取水地点は、③区間で上流側（姫川第3）発電所取水後の姫川本川残流を取水する北小谷発電所以外、全て渓谷河道区間に位置する。すなわち、河床変動が大きい堆砂区間から取水地点を避け、安定的な取水量確保を図った訳である。そして、実際、1995年災害では、支川群からの大量の流出土石は③区間に堆積し、④の渓谷河道の各発電所取水堰は土石による埋没から免れることが実証されることとなった。

姫川の河道特性の1とは、こうした姫川河道の堆砂域の存在と、それに伴う非堆砂域＝渓谷河道の存在である。すなわち、本川中流部に位置する堆砂域は、山地災害に際して流出土石の堆積・貯留に機能すると同時に、下流渓谷河道への土石堆積を防止し、発電所取水堰埋没を防ぐ効果を発現する。これが河道特性の1点目である。

(2)河道特性その2-災害後の本川河床変動の安定化

姫川の河道特性の2は、上記の堆砂域の存在と密接に関係するもので、山地崩壊以降の堆砂域の河床変動と堆積物の移動の問題である。既に、1911年災、また1964～1965年災の事例では、本川河床高は、浦川土石流発生後、一気に上昇を見るが、年数が経過するに従い、河床上昇は微増で滞りが下刻する等、河床変動が安定化することを認めた。これは、土石の供給源たる崩壊地が安定すること、そして、堆砂域河床の侵食が、以降、余り進行しないこと、すなわち河床変動の安定化である。他方、1995年災の1ヶ月後の実況見聞では、堆砂域河床は載荷性の高い砂礫盤の形成を見たところである。堆砂域の堆積物は巨礫を含む砂礫であり、堆積後は容易に流動しない性状に変化した訳である。しかも、堆砂域そのものは、前述したとおり、河道内の砂礫帯とは異なり、出水に伴う伴う移動を認めない。

こうした、山地崩壊以降の堆砂域の河床変動の安定化は、本川筋の水力発電開発史から実証することが可能である。まず、安倍川では、堆砂域と非堆砂域の明確な区分がなく、砂礫帯の移動と河床変動が全川河道に渡って認められ、この結果、発電水利開

発に際し、河床安定経過を待つことが困難であった。一方、姫川本川筋の発電水利は、開発年代から3グループに分けられ、各々が稗田山崩壊から7～20数年を経て建設に至ることを見て来た。すなわち、各発電所建設は、堆砂域の河床安定化を待ち、溪谷河道への土石流出が減少する時期に着手し、堆砂域からの流出土石に伴う施工難度を克服すると共に施工の安全性を獲得した訳である。これが、堆砂域の機能と効果発現の2点目、つまり河道特性の2であり、堆砂域を含む本川河道の河床変動が、山地災害後、数年を経て安定化するという特性である。

度重なる山地崩壊の経歴を有し、「難治の河川」と言われた姫川が、古くから発電水利の開発を見、そして、開発率83.8%という高率を示すのは、こうした河道特性に負うところが大きい。また、この姫川の河道特性は、これらの特性を持たない安倍川との比較からも明らかである。

以上、水力発電開発史並びに災害史を考察した結果、本川河道には明確な堆砂域が存在し、これに伴い溪谷河道は非堆砂域と成ること、そして堆砂域の河床変動は、災害後、数年を経て安定経過するという河道特性を有することを明らかにした。河道特性把握の方法論は、上記のとおり、水力発電開発史と災害史の双方向からのアプローチである。こうした双方向のアプローチは、河道特性把握に際しては、有用な手法と考える次第である。

なお、今後の課題では、姫川の水力発電開発史並びに災害史から得た河道特性を、姫川治水方策という枠組みのなかでも検討を進めることが考えられる。姫川中流部に存在する③区間、すなわち堆砂区間の来馬河原は、支川群の流出土石の堆積を計り、堆砂の移動を防ぐ等、姫川治水の安全弁として機能している点である。1995年の破壊的な災害を経験した今、姫川治水計画の検討では、堆砂域と溪谷河道を分けたかたちの治水方策が必要であろう。特に、③区間＝来馬河原は、姫川水利と治水の要であると考えられるが、姫川治水計画の策定は、何よりも、河川管理者、発電事業社等の利水者、地方自治体等関係機関、地域住民等で十分に議論され決定されることは論を待たない。

9 おわりに

姫川流域最初の発電所建設が、1911年及び1912年

災により壊滅し撤退した歴史は、わが国の水力発電開発史のなかでも、他に類例を見ないものである。そういう意味から、山地崩壊に遭遇した全国緒河川と河川水利という関係から、改めて姫川の位置するところを検証したく思う。

謝辞：本論をまとめるにあたり御教示を頂いた、関東学院大学・宮村忠教授に感謝を申し上げる。

参考文献

- 1) 山梨県：『山梨県土地分類基本調査総括報告書』，pp. 34～40，1973年。
- 2) 平林照雄：『フォッサマグナ―信州の地下を探る』，信濃毎日新聞社，pp. 61～69，pp. 131～135，1988年。
- 3) 横山次郎 et al.：『日本地質誌・中部地方』，朝倉書店，pp. 365～369，1975年。
- 4) 町田洋：『荒廃山地における崩壊の規模と反復性についての一考察』，水利科学，Vol. 11，No. 2，pp. 30～53，1967年。
- 5) 小谷村誌編纂委員会：『小谷村誌』，小谷村，pp. 410～433，1993年。
- 6) 小出博：『日本の国土(下)』，東京大学出版会，pp. 441，1973年。
- 7) 糸魚川市：『糸魚川史第6』，pp. 252～253，pp. 308，1984年。
- 8) 岩屋隆夫：『1995年7月姫川水害の特徴と問題点』，にほんのかかわ，NO. 71，pp. 53～69，1995年。
- 9) 建設省北陸地方建設局高田工事事務所：『姫川改修』(パンフレット)，1992年。
- 10) 日本ダム協会：『ダム年鑑1990』，pp. 627～713，1990年。
- 11) 資源エネルギー庁：『水力開発地点計画策定調査報告書(第5次発電水力調査)』，1986年。
- 12) 逓信省：『臨時発電水力調査局業務記録』，pp. 159，1911年。
- 13) 逓信省：『第2回発電調査概要報告』，pp. 調査付図，1911年。
- 14) 栗原東洋：『日本電気産業発達史』，交詢社出版局，pp. 32～60，pp. 258～265，1964年。
- 15) 正治清英：『北陸電気産業開発史』，国際公論社，pp. 41～49，1958年。
- 16) 電気化学工業(株)：『デンカの歩み50年』，pp. 140～142，1965年。
- 17) 吉岡喜一：『野口遊』，7ジ・インターナショナル・コンサルタント出版部，pp. 64～83，1962年。
- 18) 電気化学工業(株)：『デンカ60年史』，pp. 106～107，1977年。
- 19) 黒部川電力(株)：『黒部川電力の60年』，pp. 56～61，1985年。
- 20) 逓信省：『水力調査書第2巻』，(社)電気協会，pp. 653～660，1924年。
- 21) 日本ダム協会：『ダム総覧1969』，pp. 556～575，1969年。
- 22) 電気化学工業(株)：『電気化学工業(株)35年史』，pp. 211～215，1952年。
- 23) 小出博：『日本の河川研究』，東京大学出版会，pp. 335～336，1972年。
- 24) 富山昭・中村羊一郎：『安倍川』，pp. 23～37，静岡新聞社，1980年。