

鳥居川流域の河川災害と地形

松 岡 保 正*

(平成7年10月2日 受理)

Characteristics of Geomorphological condition and Hydrospheric Disaster in the basin of the Torii River.

Yasumasa MATSUOKA

There lie two quiescent volcanoes and three canyons in the basin of the Torii River. In time of heavy rainfall, driftwoods and gravels are produced in these areas. Sometimes they cause hydrospheric disaster.

On the other hand, these areas are kept in relatively good condition. So we must pay due regard to natural river ecosystems.

A good cooperation between engineers, ecologists, and similar experts paired with the work of good service team is essential to water resources management and maintainance.

1. は じ め に

平成7年7月11日から12日にかけて県北に降った記録的な豪雨は、県関係では姫川、土尻川、鳥居川等の水系で大きな被害をもたらした。小谷村で観測された24時間最大雨量の357mmは数百年に一度の確率雨量に相当するものであった。最大日雨量の値が大きな九州、四国、紀伊半島では1000mmを超えるものも観測されており、日本全体からすればそれほど大きな記録ではない。しかし、災害の規模や内容は雨量だけでは決まらない。

今回の豪雨災害に見舞われた流域のうち、鳥居川流域では、近代工業化社会になってから初めてと言える雨を経験した。あえて雨量と表現しない理由は、梅雨末期の湿舌を伴う豪雨という典型的パターンであった事や、千曲川流域全体にわたる豪雨ではなかった事等、量的側面以外の部分が深く関わっている事による。当然の事ながら、河川災害は降雨条件のみでは決まらず、流域の地形的特徴や土地利用形態が大きく反映される。

流域の河川災害の特徴に関する研究や報告はこれまでも数多くなされてきているが、そうしたものの多くは大河川或いは直轄河川が対象である。特別な企画でもない限り、鳥居川のような中小河川について総合的に扱われる事は殆どない。近年、河川の近自然化が叫ばれ始め、県や地元住民の間でもそうした事に目を向けるようになってきた矢先の今回の災害である事から、流域の特徴を総合的に把握し、河川への関わりかたを再検討する事が急務とされる。

* 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 助教授

本文では、鳥居川流域の地形と土地利用の特性について報告し、今回の河川災害との関わりについて言及する。更に、そうした地形的特徴を考慮した河川防災と近自然化についての可能性と問題点の検討を行う。

2. 流域の土地利用と地形

2.1 地形形成の概要^{1),2),3)}

地質構造の上からすると本流域は、いわゆる北部フォッサマグナに属し、中新世以降一部第四紀にいたるまで断続的な火山活動を伴いつつ、沈降と隆起が繰り返されてきている。大地形的には、新第三紀に厚く堆積した基盤が褶曲を受けた信越褶曲帯と、それを切る形で発達した高位浸食平坦面、基盤を貫いて形成された飯縄・黒姫の両火山及びその火山活動に起因する諸地形により特徴づけられる。図1に、等高線間隔50mの流域の地形図を示す。

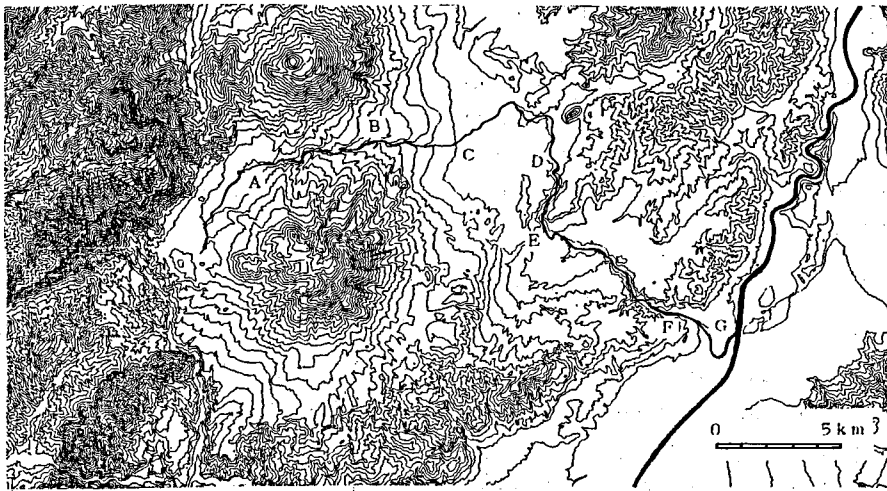


図1 鳥居川流域及び周辺地域地形図

本流域の源流部左岸は、戸隠山塊東縁部断層崖の崖錐及び扇状地堆積物からなっている。この平坦地は、中新世初期に始まる海進と続いて起きたグリーンタフの活動の賜であると考えられている。中新世後期には中央隆起帯が隆起に転じ、本流域を含む西側地域と完全に分離した。更に鮮新・最新世の猿丸期にはいと海退が始まり、東西圧縮型テクトニクスによる褶曲・断層構造が形成された。この猿丸期変動によって形成された構造は、第四期初め頃の大峰小起伏面で切られ、その後は垂直的隆起による構造盆地の形成が顕著になる。

時代が下り数十万年前になると、先ず飯縄山が火山活動を開始する。飯縄山からの降下火砕物質は偏西風に流されて東方に降下し、牟礼・三水の丘陵地を形成した。飯縄・妙高に続き、約15万年前になると黒姫山も火山活動を開始した。活動開始年代は古い方から、飯縄1期→妙高1期→飯縄2期→黒姫1期→妙高2期→妙高3期→黒姫2期→妙高4期と考えられている。これらの火山群はいずれも多世代火山であり火山体形成過程も、円錐形成層火山体形成→馬蹄形爆発カルデラ形成→中央火口丘形成、という同じ順序をたどっている。

鳥居川の源流から千曲川への合流点に到る間には、地形図上で同じように等高線間隔の広

い平坦地が巨視的には4箇所存在する。それらは上記の地形形成史を特徴的に反映しており、災害や土地利用と密接に関係している。

2.2 土地利用形態^{4),5),6),7)}

鳥居川流域全体でみると、中世以前にも人口規模や技術水準に応じた土地利用はされており、太田荘や芋河荘等には水田が存在した。しかし、現在の集落や農林業とりわけ稲作面の土地利用の基礎が確立されたのは、戦国から江戸初期にかけてであると言える。築城技術や鉱山採掘技術等が戦国時代を通じて急激に進歩し組織化され、そうした技術の転用が、この地域の大規模開発を可能にした。

用水開発技術者に着目してみると、中流域では小笠原長詮の庶子清水戸右衛門あたりの時代に開発が顕在化し、江戸時代に入って飯山藩川除奉行野田喜左衛門の時代にピークを迎える。そうした開発が引き金となり、自然のままでは水利に乏しい鳥居川流域に次々に新田が誕生した。加賀の前田の参勤交代ルート、佐渡の金山と江戸を結ぶルート、北の護りの情報ルート等の役割を果たす街道維持の意味合いもあり、上越から北信濃にかけては、既に大久保長安による熊坂開発の許可あたりから異例とも言える開発が行われたわけである。

図2に鳥居川流域及びその周辺の現在の土地利用状況を示す。源流域は戸隠山塊東山麓・飯縄山・黒姫山に囲まれた地域であるため、殆どが山林である。2.1で述べた理由から戸隠山塊東側が急崖即平坦地になっているため、一般的な場合と異なり水源地まで山の奥深く入らない。水源の比較的近くに畑や宅地が存在している。

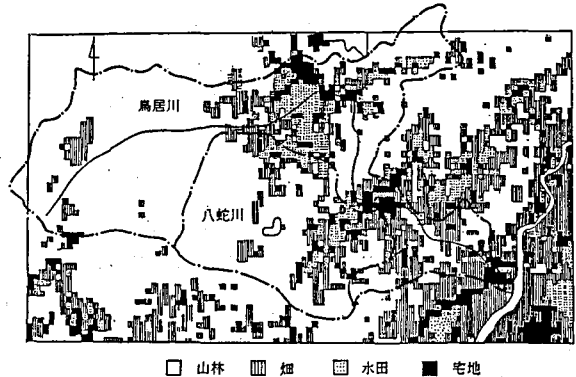


図2 鳥居川流域と周辺地域の土地利用

黒姫と飯縄に挟まれた峡谷を出た辺りから牟礼村小玉あたりまでを上

流域と呼ぶことにする。信濃町に於ける鳥居川扇状地には熊倉、仁之倉、原、落合、御料、板橋等江戸時代初頭に大規模開発された一大穀倉地帯が広がる。昭和40年代後半には構造改善が行われ、水路や農道の整備が行われている。

信濃町戸草から牟礼村小玉までの間は再び峡谷になるため、両岸は山林となっている。信濃町と三水村の間には標高700m内外の里山が横たわり、その南側に展開する水田とともにのどかな農村地帯の原風景を形成している。鳥居川を挟んだ標高500m台の三水・牟礼の丘陵地帯の畑の大半は果樹である。特に三水村では、昭和40年代以降の転作奨励期に、条件の良くない水田を中心に果樹への転作が進んだ。

牟礼村小玉から三水村倉井の釜淵の間を過ぎると、豊野町大倉まで、谷の深さはさ程ではないが再び峡谷となるため、河沿いに山林が続く。

下流の豊野町は、土地利用が千曲川とはほぼ並行になっている。千曲川沿いの果樹園は、もともとは水田であった。宅地が線状に伸びているのは、古くから飯山街道沿いに集落が発達

していた事による。近年は、国道18号沿いに商業地区としての開発も進んできている。図2中の、鳥居川が千曲川に合流する直前に展開している宅地は、先の水害で冠水した豊野町蟹沢の堀・中島地区で、江戸時代からの飯山藩の西の玄関口として栄えた所である。

2.3 河道の特徴

鳥居川の平面線形については、図1に示した通りである。この地域全体が北東—南西の褶曲軸を持った信越褶曲帯に属しているため大局的にはその褶曲・断層構造を忠実に反映している。水源は戸隠村大字戸隠字燕尾3606番地先暗渠下流端、流路延長は34.8kmで、豊野町東島（堤外地）において千曲川へ合流している。

図3に鳥居川の縦断曲線を示す。図中のA～Gは図1中のA～Gに対応している。A地点で佐渡山・黒姫山西山麓からの流れを合流させて流れは東進しつつ、最初の峡谷に向かって徐々に河床勾配を増していく。峡谷出口近くのB地点辺りまでで生産される石礫の径は、流域中最大である。

鳥居川扇状地に出た後から最初の大きな湾曲は、小玉堰の取り入れ口直下流である。現河道は左へ下りながら湾曲しているが、昔は現在の用水のルートを通っていた時もあったらしく、用水沿線の工事をすると巨石が大量に出るといふ。ここから一つ下流側の原・落合用水の取り入れ口にかけては、縦断勾配の変わり目にあたり扇頂区域という事になる。ここから流れは北寄りのコースをとる。地質

年代での昔には、そのまま北流して現在の関川に合流して日本海へ流れ込んでいた形跡もある。県道仁之倉線を過ぎると河床勾配も緩やかになり、石礫の径は急激に小さくなる。古間で東に大きく向きを変え更に約2.5km東流した後、諏訪の原地区で南に流れを変える。

信濃町戸草から牟礼村小玉までは峡谷となり、河床勾配も急になる。当然の事ながら、河床の石礫の径は増す。出水時の土砂や流木の生産量も多い。峡谷出口の小玉川入地区で若干流路は広がるものの、扇状地を形成するほどの空間的ゆとりはない。

巨視的には、流れはここから南東に向きを変える。牟礼村本町手前には、狭窄部を伴った強烈なS字形の湾曲が存在する。約1.5km市街地を流下して、流れは再び峡谷に入る。戸草一小玉間程深い谷ではないが、JR信越線と国道18号線に挟まれて流れているため、特に右岸JR側はコンクリート護岸の博物館の様相を呈している。

豊野町大倉の諏訪社を過ぎて峡谷から出ても、河床勾配は急には緩やかにはならず、暫くは大粒径の砂礫の河床が続く。明治橋を過ぎ、昭和橋上流の緩やかなS字形湾曲部にさしかかると河床勾配は急激に緩やかになる。明治橋以下は兩岸ともコンクリート或いは検地石積護岸となる。

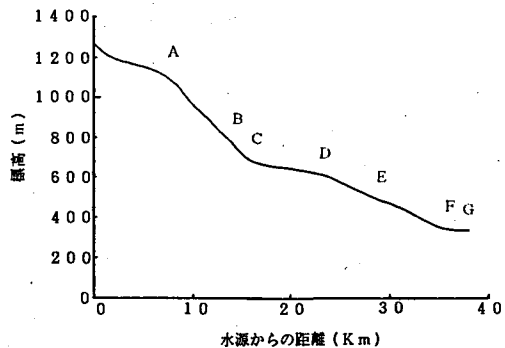


図3 鳥居川の縦断形状

3. 平成7年7月11・12日災害

3.1 降雨条件

図4に、信濃町の7月11日から12日にかけての、ハイエトグラフを示す。データは、長野地方気象台観測局のものを用いた、雨量のピークは午後7時から8時の間に現れている。累計雨量はこの時点で69mmであり、特に豪雨と言うほどの雨量ではない。しかし、隣の姫川流域の小谷村では、2時間前に1時間当たり48mmを記録し、午後8時までの累計雨量は

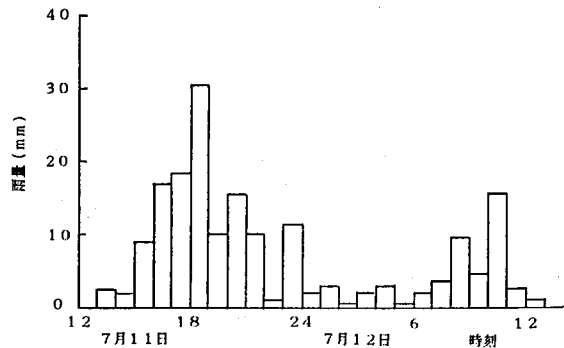


図4 信濃町の雨量

205mmに達している。上流域では、観測地点よりも強かったらしい事が等雨量線図からも推察される。

鳥居川流域及び近隣の24時間最大雨量は、信濃町が183.5mm、小谷村が357mm、白馬村が298mm等となっている。FRICS観測局のデータでは、同じ白馬村でも猿倉で487mmを記録している。小谷村での値は、2位の雨量が197mmという事で、岩井法による推定では、数百年以上に一度の確率であるとの結果が得られている。

今回の降雨の特徴は、一降雨としての雨量もさることながら梅雨末期の豪雨という、長野県のような褶曲・断層地形が多く、変成作用を受けている地域にとっては斜面災害の起こり易い条件が整った事にある。図5に天気図の推移を示す。太平洋上の高気圧が勢力を増して、梅雨前線を北に押し上げる様子が良く分かる。この最終段階で、高気圧から暖かく湿った空気が供給され続けて湿舌が出現し、豪雨をもたらした。

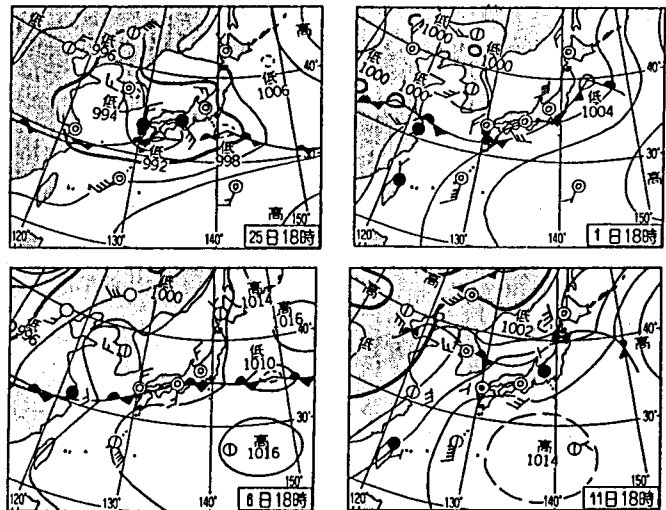


図5 天気図の推移 (信濃毎日新聞)

3.2 土石流

信濃町で最大雨量強度を記録した直後の午後8時頃、長水地区が土石流に襲われた。黒姫開拓北側の薬研沢上流での斜面崩壊が引き金となって、沢筋に厚く堆積した火山噴出物が大量の水に運ばれてきた。長水地区に到達するまでに、途中2箇所でき大きく林内に広がってお

り、そうした所では直径3 m以上の岩が置いて行かれている。長水地区を襲った土石流は最大粒が1 m程度以下であった様であるが、相当量の水が流れたらしく、集落東側の林内には新しい流路ができた。そのため、通常は湯之入川から鳥居川へ流れ込む筈の水が赤川へ流れ、六月地区で橋の一部損壊や鉄道線路及び水田の冠水等を引き起こし、関川へ流入した。

土石流に関しては、黒姫山よりも飯縄山の方が開析が進んでおり、過去の実績は多い。昭和60年には、飯縄山東側の屏風沢で土石流が発生し、大井地区に多大の被害を与えた。災害後に砂防ダムが建設された事、黒姫、妙高側に比べて飯縄山側の降雨量が少なかった事もあって今回は大事に至らなかった。

3.3 河道閉塞

今回の出水では、河道内に橋脚を持つ古いタイプの橋の何カ所かで、流木と土砂による河道閉塞に近い状態が生じた。上流から県道仁之倉線の鳥居川橋、古間の下島橋、富士古橋、牟礼の鳥居橋、豊野町の川谷橋、昭和橋、飯山線鉄橋等である。

豊野町大倉の幟橋は上部がばらばらにならずに流され、大倉橋、明治橋を通過し、昭和橋で真横になり河道の狭窄化に一役買った。グラップルタイプの重機が無かったので、丸太等の効率的除去ができなかった。

牟礼村の鳥居橋は箱型断面曲線桁という、当時としては珍しいタイプの橋である。橋の右岸側上流の水裏部分への土砂の堆積と大木の漂着によって右岸側が閉塞。左岸側に流れが集中した結果、橋台上流側の国道18号線の一部が流失した。

今回の出水で河積の減少を引き起こしたのは漂着した流木だけではない。河道内に堆積していた土砂と、側岸の洗掘や斜面崩壊で新たに生産され運搬した土砂が、水裏や緩勾配地点に堆積して河積の減少を招いた。昭和橋上下流の堆積状況を示す(写真1, 2)。

3.4 局所洗掘

前述したように、今回の出水は記録的なものであり、大量の土砂と濁流は護岸や橋脚等の周囲の洗掘を招いた。特に、湾曲部や不連続部の護岸の被災が多く見受けられた。釜淵～大倉間は、J Rと国道18号線に挟まれる様に流れてお



写真1 昭和橋上流の堆積状況



写真2 昭和橋下流の堆積状況



写真3 洗掘による斜面崩壊

り、住民の足への影響は大きかった。国道18号線の川谷地区の被災状況を写真3に示す。同所は14日午前9時35分に崩壊した。路面から河床までかなりの高さが有るため、復旧に手間取り、仮橋による片側通行の状況が続いている。

戸草～小玉間の峡谷部でも、洗掘による大規模な斜面崩壊が有った。写真4は、普光寺用水取り入れ口下流左岸の被災状況である。普光寺用水は流失し、その上の倉井用水がかろうじて残っている。航空写真でみると、大きな湾曲の水衝部であるのが良く判る。大量の土砂と流木が生産されたと推察される。

斜面崩壊を伴わない中小規模の護岸の倒壊や流失は、湾曲部に限らず特に中流域以下では多数発生した。典型的な例を写真5に示す。護岸下流端不連続部の水平渦による侵食と、護岸の根入れ部分の洗掘により、下流側から順に足元をすくわれる形で崩壊が進行した事を物語っている。



写真4 洗掘による斜面崩壊

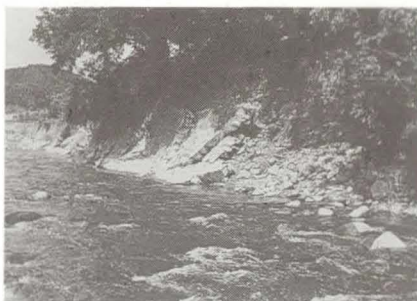


写真5 護岸の連鎖的崩壊

3.5 氾濫

一口に氾濫と言っても、原因は同じとは限らない。ここでは、今回氾濫した地点のうちの、代表的な3地点について報告する。

写真6は、原・落合用水取り入れ口直下流右岸の状況である。11日の20時を回った時点で決壊した。大地形的には扇状地の扇頂部に当たり、ピーク時には旧河道を流れて、北川養魚場の養魚地、原地区の水田に土砂と流木を運んだ。道路も水路と化し路盤材を流失させたため、アスファルト舗装が大きく波打ち通行不能となった。

写真7は、12日の13時の時点の昭和橋上流S字型湾曲部上流の状況である。前日午後10時7分から始まった昭和橋での溢水を監視し、水防活動が続けていた住民は、7時の時点で、重大な決断を下した。7時7分に破堤した後は、水位が下がり始めるが正午過ぎても溢水は収まらず、14時過ぎには再び鳥居川の水位が上昇する。避難命令が解除されたのは、13日の午前7時30



写真6 原地区での決壊



写真7 昭和橋上流湾曲部

分である。

豊野町における鳥居川や浅川に関係した水害は、これまで千曲川の増水による合流部からの堰上げ背水に伴うものに注意が向いていた。今回の水害パターンは、その盲点を突かれた形であった。今回の出水は雨量の確率規模の割には大規模で、河床が急勾配から緩勾配に変化する地点では、予想をはるかに超える土砂の堆積が生じていた。また、土地利用的側面からみると、一部千曲川の堤防をも兼ねた国道18号線の盛り土と鳥居川の堤防で当該地域を取り囲み、堤池を形成した形になっている。幸運にも今回は、千曲川の立ヶ花における水位が12日午前7時の時点で4.14mという、昭和58年の出水時と比べてかなり低い値であったため、思い切った措置が効を奏する結果となった。

4. 近自然型河川管理と河川防災

今回の水害で冠水した地区の住民からは、橋に大量の流木が漂着したことから、上流の河道の樹木を伐採せよとの声も聞かれる。確かに、河道内及び河道に撮接した斜面から流木の大半が生産されてはいるが、伐採すべきかどうかは一考を要する。

近年、水域の環境改善への関心が急速に高まる中、近自然型（或いは多自然型）河川工法による河川改修が行われ始めている。近代工業化社会になってからの建設省の具体的な取り組みとしては、平成3年の日独河川技術シンポジウムが、一つの大きな契機になっていると考えられる。勿論それ以前からも、各地で蛍水路設置等の努力はされてきている。

江戸時代までの農業社会に於いては、それぞれの地域的特性に応じて、概ね再生産可能な自然のサイクルの範囲内で、里山まで含めた川及び用水の水と関わってきた。日本は西欧諸国と異なり、急峻な国土に用水を引き水田を展開して食料の安定供給を図ってきた。地方の農村部では、近代工業化社会に移行した後も昭和30年代あたりまでは、自然や風景の基本的な所は維持されていた。その後の経済構造の変化等により、川・里山・用水を取り巻く状況は激変し、水質汚染や種の絶滅の形になって現れている。

これからの河川改修は、洪水対策のみに重点を偏らせる事なしに、地形や土地利用形態と災害パターンや生態系との関わり方の特徴を明らかにして、流域全体として多様な河川環境の創出と維持に貢献する姿勢も要求される。

4.1 土砂対策

先に述べたように、鳥居川には比較的急勾配の峡谷が3箇所あり、新たな流木と土砂の大半はそこで生産されたと言って良い。河道内の砂礫粒径に着目すると、一般的に河川で観察されるような、流下するにつれてほぼ一様に粒径が小さくなる傾向を示さない。峡谷で生産された土砂のうち、粒径の大きな岩或いは石は、峡谷内から峡谷出口付近に留まっているため、その先の平地では一旦粒径が小さくなる。そして、次の峡谷では新たに生産された土砂により再び粒径が大きくなる。

最下流の昭和橋上流のS字型湾曲部では、河道の幅が広がり、河床勾配も急激に緩やかになる。そのため、今回の出水では水裏に中程度以下の砂礫が大量に堆積した。写真1では、河道を確保するため、応急措置として左岸寄りに土砂をよせてあるが、河積がかなり減少していたであろう事は容易に想像がつく。

以上の事から、峡谷内に存在している土砂及び新たに生産されるであろう土砂は、緩勾配の住宅地まで流してから処理するのでなく、河床勾配や土地利用形態の変わる峡谷出口近くで対処する事が望ましいと言える。具体的には、巨石の組み合わせを基本とした、川幅の広い緩勾配の近自然型土砂礫捕捉エリアの設置が考えられる。緩やかな維持管理や親水目的の為には、建設機械や一般車両等の為の、ある程度の便宜も考慮する必要がある。

4.2 河道内樹木

前述のように、峡谷部では出水時には大量の土砂と流木を生産する。複断面で管理するような大河川における河道内樹木の伐採方法は、指針等により指導されているが、都市化が進んでいない流域まで一様に適用するかどうかは、一考の余地がある。

写真8は、戸草～小玉間にある倉井用水取り入れ口下流の、余水吐対岸側前面の河道内樹木である。十分に張った根は洗掘にもしなやかに対応したものと推察される。

峡谷内には狭窄部と広拡部が適当に分布しており、洪水時広拡部の河道内林を流れる流れは巨石や流木を置いていく。正確には、その前面に漂着し溜まっている。写真9にこの状態を示す。通常の流路は写真左側であり、ピーク時には右側に流れた為、右岸側へは巨石が運ばれ水田が一部流失した。

樹木のみならず、葦等有する浄化能力等も近年見直され始めており、既に諏訪湖や野尻湖等では実施段階に入っている。また、水性生物全般にとって沈水植物も重要な役目を果たしており、これら河道内植生との上手な付き合い方が求められている。



写真8 河道内樹木の効果



写真9 流木と河道内樹木

4.3 流路形態と堰⁸⁾⁹⁾

多自然型河川に取り組む場合、日独河川技術シンポジウムにおける水野信彦教授の言葉を借りれば、「魚に成り代わって河川技術者にお願い」される事が幾つかある。

第一は、良好な瀬と淵の保存或いは創出である。トロを淵に変えての、魚の密度と現存量の変化の調査結果は、重量比で100倍のオーダーとなっている。これまでは、護岸の洗掘防止等の面から改修に当たっては、一様断面平坦河床が良いとされてきたが、今後は敢えて瀬と淵がバランス良く存在する河道の設計が必要とされる。

第二は、泳力の強い大型の魚から、蟹やエビ等泳力の弱いものまでの移動の自由の確保である。その最大の障害は、ダムや堰、床固めである。コンクリート上の、浅く速い流れや、下流部の水深が十分ではない段落ち等は、汀線とジャンプに必要な淵を具備した構造に改善する方向で改修を進める必要がある。

第三は、三面コンクリートの改善である。北信地方でも、昭和40年代終盤には、三面コンクリート化した用水から動植物が消えた。最も身近な水辺である用水の近自然回復は、水利権等がからみ非常な困難を伴うが、地域住民の意識改革に大きな効果が期待される。

以上、主に構造面について述べたが、良好な水質と安定した水量が大前提である事は言うまでもない。

5. あ と が き

平成7年7月11日から12日にかけての梅雨末期の豪雨は、長野県北部と新潟県西部に大きな被害をもたらした。姫川流域の被害は甚大で、JR大糸線は全線復旧の見込みが立っていない。姫川、関川ともに元の河床位置に復旧させるという方針が打ち出され、5年にかかる見込みである。地方分権が地方切り捨てにならぬよう、一刻も早い復旧が待たれる。

今回の豪雨災害を機に、流域住民の一人として鳥居川流域の河道災害を調査した。鳥居川には、清流で知られる四万十川や鮎で知られる長良川のようなネームバリューも大きな産業価値も無い。そうした、ごくありふれた山地河川の近自然回復にあたっては、地域住民サイドからの、きめ細やかな息の長い取り組みが必要不可欠である。そのために筆者等は、鳥居川本川・里山・用水を一体として、流域全体で取り組むための基本調査に着手している。

最後に、災害資料の収集に快く協力して頂いた県土木部河川課の方々、町村役場の職員の方々、聞き取り調査に協力して頂いた数多くの流域住民の方々に感謝申し上げる。

本調査・研究は、一部平成7年度河川整備基金助成事業「鳥居川と33用水の流域診断」の助成を受けて行ったものである。

参 考 文 献

- 1) 八木貞助、八木健三：上水内郡地質誌，古今書院，1958
- 2) 松木重一郎：上水内郡誌（自然篇），上水内郡誌編集会，1970
- 3) 早津賢二：妙高火山郡—その地質と活動史—，第一法規出版，1985
- 4) 上水内郡誌編集会：長野県上水内郡誌（歴史篇），上水内郡誌編集会，1976
- 5) 信濃町誌編集委員会：信濃町誌，信濃町役場，1960
- 6) 三水村誌編纂委員会：三水村誌，三水村役場，1980
- 7) 倉石義次：豊野町誌，豊野町公民館郷土調査部，1960
- 8) 水野信彦：瀬・淵の生態，日独河川技術シンポジウム講演集，PP62-65，1991
- 9) 中村俊六他：河川形態変化影響調査報告書，全国内水面漁業協同組合連合会，1991