

足羽川山地流域における2004年水害について

上野鉄男・石垣泰輔*

* 関西大学工学部

要 旨

足羽川流域においては、2004年7月に梅雨前線の集中豪雨によって河川の流下能力を大幅に超える洪水が発生し、流域の各所で激甚な被害を被った。本研究においては、足羽川中流部の水害の実態を詳細に調べ、山地河川の水害の発生構造を検討した。その結果、谷底平野の形態、河道湾曲部における土地利用、橋梁や取水堰などの河道内の構造物、土石の堆積による河床上昇、各地区内にある道路や鉄道線路の状態が水害の発生に大きな影響を与えることがわかった。また、得られた知見に基づいて考えられる治水対策について述べた。

キーワード：足羽川，洪水災害，超過洪水，現地調査，航空写真，土地利用

1. 概 説

最近、中規模の河川や大河川の支流などの中小河川において激甚な水害が頻発するようになった。

足羽川流域においては、2004年7月18日に梅雨前線の集中豪雨によって河川の流下能力を大幅に超える洪水が発生した。足羽川中流部にある美山観測所では、時間最大雨量が87mm/h、最大6時間雨量が254mm、総雨量が285mmの降雨が記録された。また、天神橋地点上流の流域平均雨量は、最大6時間雨量が228.9mm、総雨量が268.8mmと報告されている。総雨量はそれほど大きくはなかったが、短時間の集中豪雨によってピークの鋭い洪水が発生したことが注目される。

このような洪水によって、流域の各所で激甚な被害が発生した。とりわけ、左岸側の春日地先の破堤による水害はよく知られているが、中流部の谷底平野においても大きな被害が発生した。山地河川の流域には人口が少ないため、河川改修が遅れており、流域をこのような記録的な豪雨が襲うと、激甚な水害が発生することになる。

本研究は、足羽川中流部の水害の実態を詳細に調べることによって、山地河川の水害の発生構造を検討し、山地河川の治水対策を講ずるための基礎資料を提供しようとするものである。上野(2003, 2004)は余笹川

流域の1998年水害の実態を詳しく調べて報告した。本研究においては、上記の余笹川流域の水害に関する研究の結果を踏まえて、足羽川中流部における水害について検討を加えた。

2. 研究の方法

本研究においては、足羽川中流部において被害が大きかった天神橋(日野川との合流点から12.6km地点)から松ヶ谷橋(35.9km地点)までの約23kmの区間を調査対象範囲とした。

2004年7月24日に予備調査を行い、その後2004年9月29,30日と2005年4月21~24日に詳細な現地調査を行った。現地調査においては、集落内の浸水深と住宅の被害の状況、農作物の被害状況、洪水の氾濫経路、洪水時の橋梁の影響、河床の変化などについて住民から聞き取り調査を行い、河道内の土石の堆積状況、破堤箇所と破堤の状況、農地の洗掘と土石の堆積状況、土地と河床との標高差、各地区内の農地の高低の関係、河川の左右岸の土地の高さの比較、堤防や道路の高さ、取水堰とその上流の土石の堆積状況などを調べた。

また、足羽川の災害後の航空写真を立体視して各地区の被災状況、土地と河床との標高差および河道内の

土石の堆積状況を把握した。なお、航空写真は水害から5日後の2004年7月23日に国際航業株式会社によって撮影されたものである。

さらに、明治42年測量の5万分の1の地図と最近の地図とを比較することによって、足羽川の河道変遷について調べた。

なお、被害の発生状況、谷底平野の形態や河道勾配などを考慮して、調査区間を羽生川合流点より上流区間(26.0~35.9km区間)、羽生川合流点より下流区間(12.6~26.0km区間)の2区間に分けて水害発生の地域特性について考察した。

3. 足羽川流域の特徴

3.1 足羽川流域の概要

足羽川は一級河川九頭竜川(流域面積; 2,930km²)の支流で、流域面積が415.6km²、幹線流路延長が61.7kmの中規模の河川である。

足羽川流域の概要をFig.1に示す。図においては調査対象範囲の両端にがつけられている。調査区間においては、足羽川は標高500~700mの山地に囲まれた谷底平野を蛇行しながら流下しており、流れは羽生川合流点より上流区間では南から北へ、羽生川合流点から小和清水までの区間では北西方向へ、小和清水から下流では西方向へと方向を変えながら流下している。

Fig.2に谷底平野の幅と河道勾配の変化を示す。谷底平野の幅は200~800mで、松ヶ谷橋(35.9km地点)から羽生川合流点(26.0km地点)までの区間においては、平野の幅は広い場所でも300~400m程度であり、羽生川合流点から下流の区間においては、それが400~800mと大きくなっている。

調査区間の河道勾配に関しては、羽生川合流点より上流では河道勾配が1/150程度と大きく、羽生川合流点より下流ではそれは1/250~1/200と小さくなって

いることが注目される。

3.2 中流部の谷底平野の特徴

足羽川中流部の谷底平野の形態について述べると、調査区間の谷は蛇行しており、谷底平野の中を足羽川が蛇行して流下している。ほとんどの場所で湾曲河道の外岸が山腹にぶつかっており、そのため谷底の平地は川と山によって小さく分断されている。河道と山に囲まれた平地は流下方向に0.5~1.5km、横方向には100~500mの円みを帯びた三角形に近い形状になっている。さらに、個々の平地の断面形状には場所ごとに特徴があり、羽生川合流点を境にして、その上流と下流とで谷底平野の形態が異なっていることがわかった。



Fig.1 Map of the Asuwa River basin

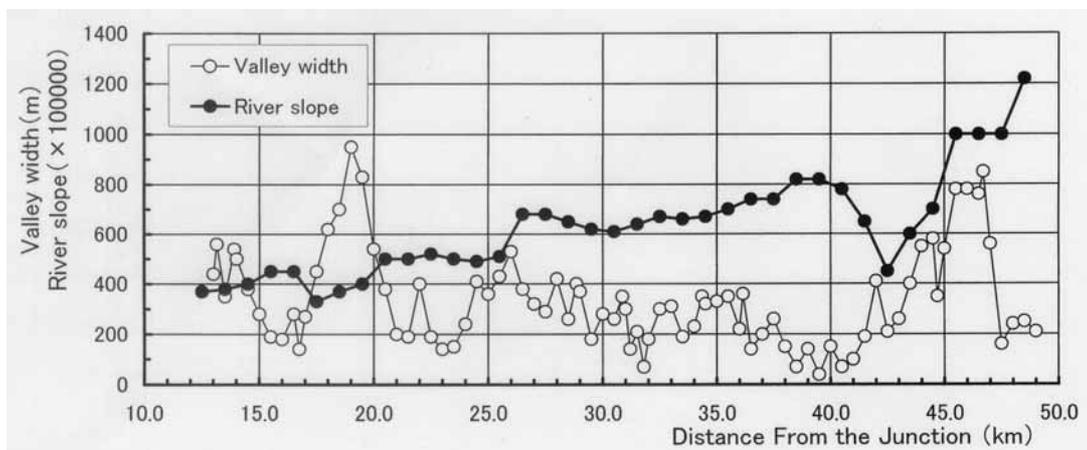


Fig.2 The variation of valley width and slope of river channel

羽生川合流点から上流の調査区間において、谷が蛇行している場所では、河道と山に囲まれた三角形の平地の上流側では多くの場合に土地と河床との標高差が小さく、下流側ではその標高差が大きくなっている。すなわち、河道と山に囲まれた平地は谷底平野全体を一つの流路として形成される砂州のような形状を持っている。

この状況を Photo 1, Photo 2 および Photo 3 に示す。写真において流れは紙面の下から上に向かっていいる。平地が砂州の形状を持っているのは、横越地区の平地、下折立地区の平地、東河原の集落の上流の平地、西河原地区の平地、上味見川合流点の下流右岸の平地、鮎見橋の上流右岸の平地、蔵作地区の平地、小宇坂島地区の平地、小宇坂地区の平地である。



Photo 1 Aerial photograph taken after the flood around 32.3 ~ 36.1km section

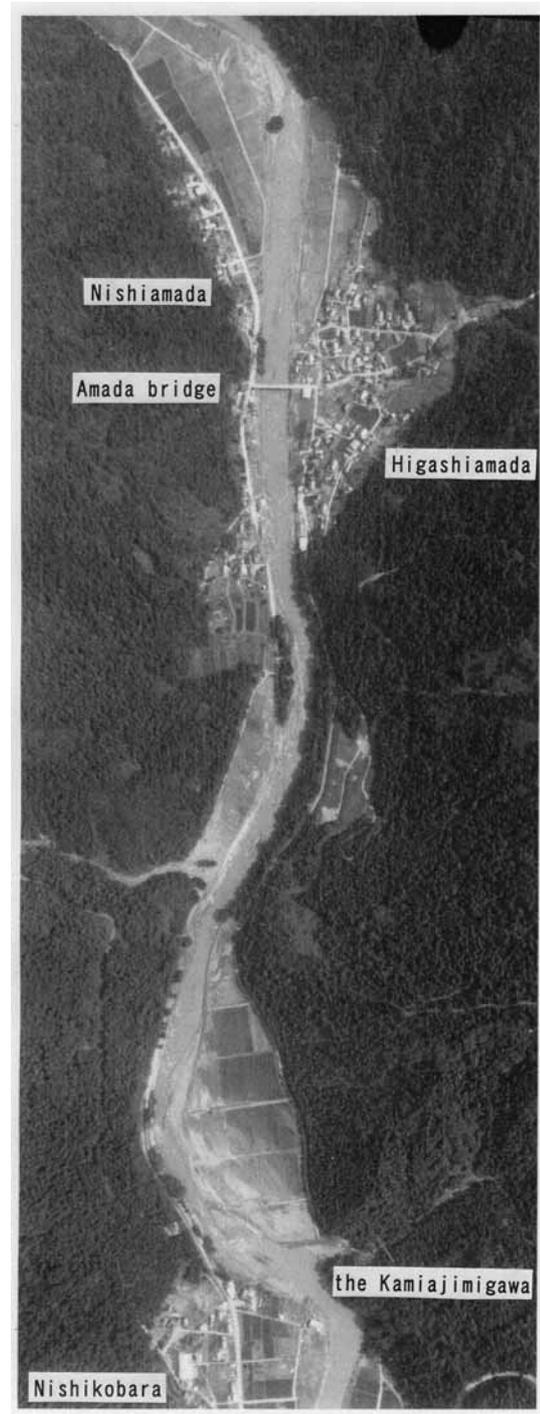


Photo 2 Aerial photograph taken after the flood around 30.3 ~ 32.7km section

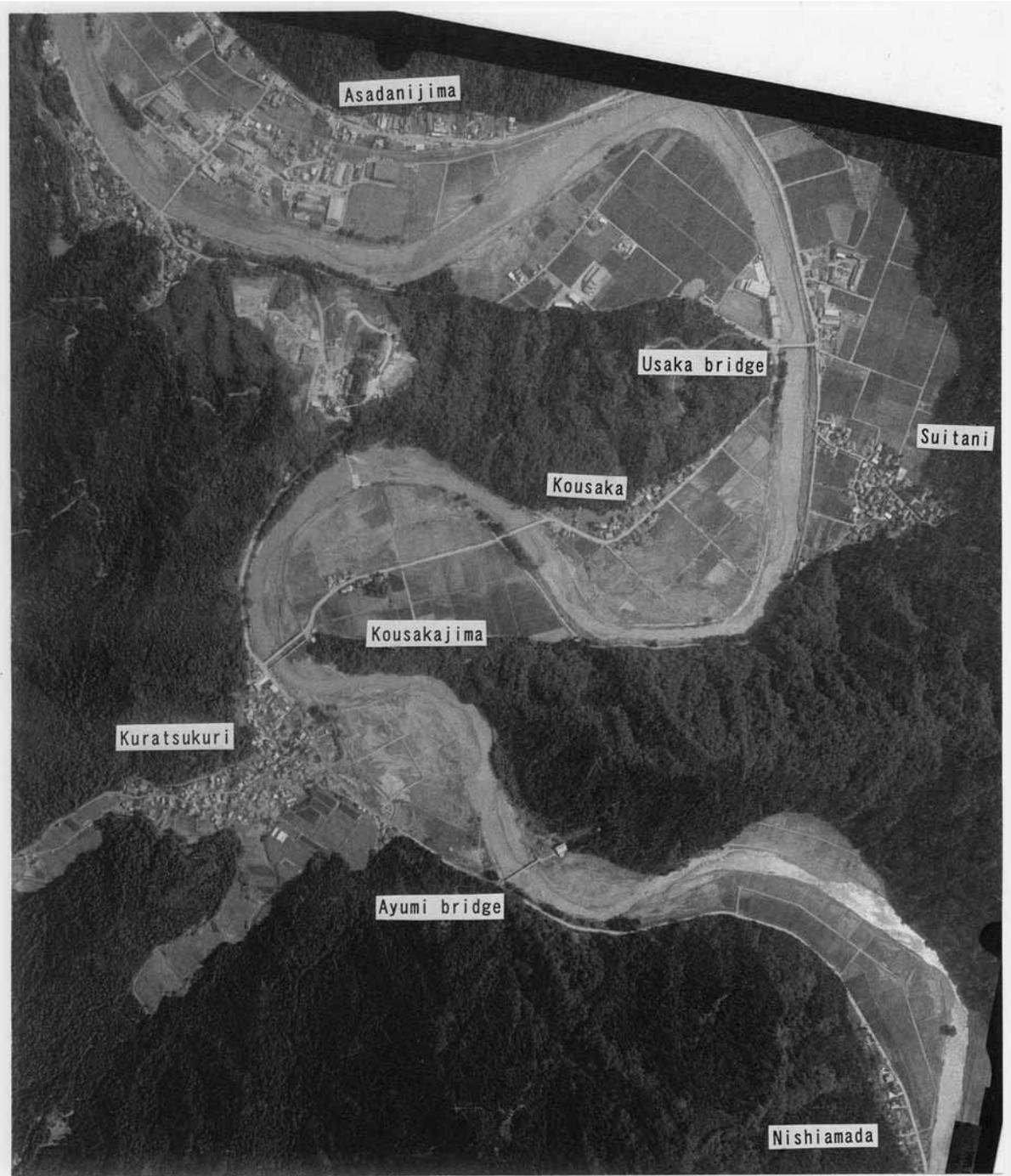


Photo 3 Aerial photograph taken after the flood around 24.3 ~ 30.8km section

このような平地の形成に関しては、現在の谷底平野が形成される過程で、谷幅 200 ~ 400m の谷底平野をかなりの水深で流下するような巨大洪水が発生し、そのときに谷底平野全体を一つの流路とする交互砂州が形成されたと推察することができる。

このように考えると、次のような考察が可能である。一般には谷は蛇行しているが、谷の蛇行波長と屈曲角度が一定の条件を満たす場合には巨大洪水が繰り返し

発生しても上記の砂州は移動しないということが、木下・三輪（1974）の砂レキ堆の位置が安定化する流路形状の研究から推察される。移動しない砂州の前縁の低い部分を通常の洪水が繰り返し流下した結果、ここでの河道の位置が固定されて現状の河道と特徴的な谷底平野の形態が造りだされたのではないかと考えられる。したがって、このような場所では、河道の左右岸の河岸の高さが異なっている。明治 42 年測量の 5 万分

の1の地図と最近の地図とを比較することによって、羽生川合流点上流の谷が蛇行している場所では河川の移動がほとんどないことがわかった。

一方、羽生川合流点から上流の調査区間において、谷が直線に近い区間があり、ここでは巨大洪水時に砂州が形成されても、それは下流へ移動する。したがって、このような区間では河道も移動するので、谷底平野内の土地の河川との相対高さはほぼ一樣になると考えられる。Photo 1 および Photo 2 に見られるように、東河原地区と東天田地区にこのような区間がある。明治 42 年測量の地図と最近の地図とを比較することによって、このような区間でも河川の移動がほとんどないことがわかった。また、天田橋の下流の左へ湾曲する河道湾曲部の内岸側では砂州形状は認められないが、その区間では谷の蛇行波長が長くなっている。

足羽川の羽生川合流点から下流の調査区間においては、Fig.2 に示すように谷底平野の幅が相対的に大きくなっており、ここでは砂州形状の微地形は認められず、河道が移動を繰り返して谷底平野の土地の高さを一様化したと考えられる。ただし、多くの場合に河道湾曲部で湾曲頂点付近の内岸側の土地が若干低くなっており、近年河道の外岸側への移動が生じたことを示している。明治 42 年測量の地図と最近の地図との比較から、この間に羽生川合流点から下流において河川の移動がほとんどないことがわかったが、大久保橋下流の湾曲部の河道が外岸側へ最大で約 50m 移動したことが確かめられた。ここでは、湾曲部内岸側の土地が低くなっていた。この状況を Photo 4 (下側) に示す。写真において流れは紙面の下から上に向かってい

る。以上のように、足羽川の羽生川合流点から上流の調査区間においては、特徴的な谷底平野の形態が造りだされているが、谷底平野の形態に上記のような違いが生じる原因は、河道勾配にあると推察される。

一般に河川の河道勾配は上流から下流へと行くにつれて小さくなるが、この場合には洪水によって運ばれる土砂が河道周辺に堆積しやすいので、河道が移動しやすくなり、河道の移動によって谷底平野の土地の高さが一様化されると考えられる。足羽川の羽生川合流点より下流の谷底平野はこのような条件の下で形成されたと考えられる。

一方、足羽川で特徴的な谷底平野の形態が造りだされている羽生川合流点より上流の調査区間においては、Fig.2 に示すように、その下流よりも河道勾配が大きいが、その区間のさらに上流側には河道勾配がかなり小さい場所(41~45km 区間)があることが注目される。河道勾配が小さい場所で土砂が堆積するので、調査区間の河道への供給土砂は少なくなり、河道は移動し難くなる。これに河道勾配がある程度大きいという条件



Photo 4 Aerial photograph taken after the flood around 16.9 ~ 21.2km section

が加わって、特徴的な谷底平野の形態が造りだされたと考えられる。

以上においては、谷底平野の形態を河道勾配と関連づけて説明したが、河道は年月が経過すると変遷するから、河道よりも変化が小さい谷の勾配と関連づけて谷底平野の形態を説明する方が合理的である。

足羽川の谷の最下流地点を 13km 地点とし、それより上流について谷底平野の中央線に沿う累加距離に対する谷底平野の標高を 1/25,000 の地図から求め、これらから谷の勾配を計算して、谷底平野の幅と合わせて

Fig.3 に示す。本図と Fig.2 とを比較すると、ほとんどの区間で谷の勾配と河道勾配の変化はよく対応していることがわかる。したがって、谷の勾配に基づいて上述の議論が成り立つ。

4. 足羽川中流部の水害の実態

上述のように谷底平野の形態や河道勾配などが異なることを考慮して、以下においては調査区間を羽生川合流点より上流区間と下流区間の2区間に分けて水害の発生状況を記述する。

4.1 羽生川合流点より上流区間

今回の洪水は河川の流下能力を大幅に上回るものであり、そのため氾濫流は河道湾曲部をショートカットする方向に流下し、氾濫流が大きい水深で流下した場所で大きな被害が発生した。この場合に、河道湾曲の頂点付近の河道幅の大きさがその周辺の河道における土石の堆積や洪水の氾濫状況に影響する。

羽生川合流点より上流の調査区間における河道幅の変化と湾曲頂点の位置を Fig.4 に示す。なお、河道幅は航空写真から読み取ったものである。

1) 折立地区 (35.1~35.9km 区間左岸)

折立(おりたて)地区の水害の発生状況は前掲の Photo 1 に示されている。

松ヶ谷橋(35.9km 地点)の下流では平地の標高が急激に低くなっており、河床との標高差が小さい。すなわち、河川が浅くなっている。また、2004 年洪水で折立の集落付近の足羽川の河床は 1m 以上上昇した。

折立地区では、河川沿いに国道(476号)が通っているが、松ヶ谷橋より約 200m 下流の 35.6~35.8km 区間付近では国道と河床との標高差が小さくなっている。その付近から氾濫水が大量に流入し、国道より 20~50cm 低い水田を約 300m 流下して折立の集落に押し寄せた。折立の集落の川沿いは地盤が低く、そこでは浸水深が 1.5~2m となり、住宅の床上に浸水した。集落周辺の足羽川の水位も国道よりかなり高かった。

めがね工場が集落より上流側にあり、敷地は国道よ

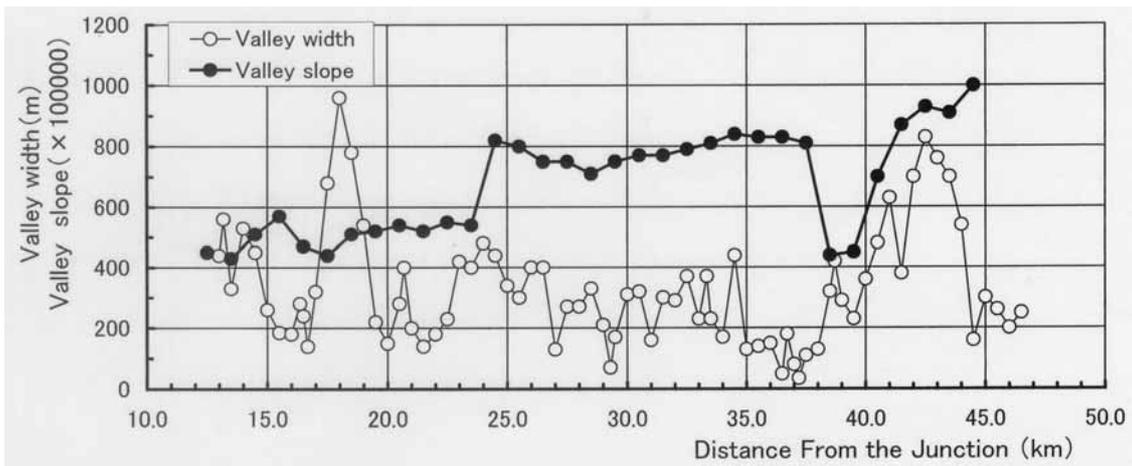


Fig.3 The variation of valley width and valley slope

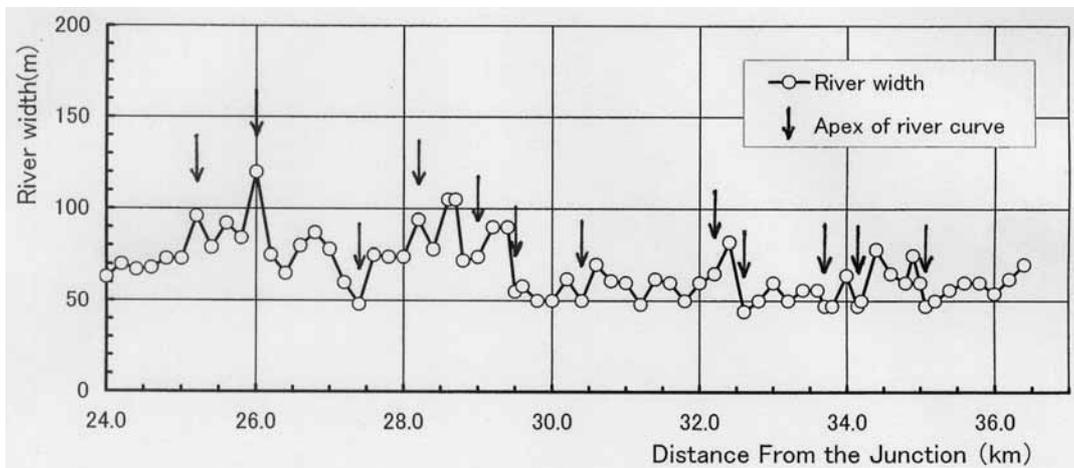


Fig.4 The variation of width of river channel in upstream area of the junction with the Hanyu River

り 50～60cm 低かったが、1～1.5m 浸水し、多くのめがねの杵が集落内に流れてきた。

2) 横越地区 (34.4～35.4km 区間右岸)

横越(よこごし)地区の水害の発生状況は前掲の Photo 1 に示されている。

横越地区の平地は全体的に高かったが、その上流側での土地と河床との標高差は、下流側の標高差よりも小さくなっている。また、河道湾曲の頂点付近(35.1km 地点)では河道幅(47m)が小さくなっており、河道湾曲の頂点付近の河道に土石が堆積していた。集落周辺の足羽川の河床は 1m 以上上昇し、集落の周辺の 2 箇所にあった淵が埋まってしまった。

横越地区の平地の上流側には、川沿いに道路があり、それは農地より 30～60cm 高いが、堤防ではない。上記の道路の最上流から約 50m までの間の農地に土砂が堆積しており、この部分からの洪水氾濫が大きかったことがわかる。河道湾曲の頂点付近の河道幅が小さいことが、洪水氾濫を大きくしたと考えられる。

上記の道路の最上流地点から約 100m 下流の地点を起点としてこの地区を縦断する道路があり、道路は山側の農地より約 30cm 高く、川側の農地より約 70cm 高かった。氾濫流の多くはこの道路に阻まれて、道路より山側の農地を流下して平地の下流にある横越の集落に押し寄せた。河道湾曲の頂点付近の農地はそれに接する山側の農地より約 1m 低かったため、この道路が低いか、なかったならば、氾濫流は湾曲の頂点方向に向かったと考えられる。

集落に入ると道路より山側の土地が高くなるため、氾濫流はこの道路を乗り越えて川の方へと流下し、横越橋(34.5km 地点)の上流で川に戻った。このために、横越地区内の 5 軒ほどの住宅では床下に浸水し、あと 2～3cm で床上に浸水するところであった。浸水した住宅の前の道路の流れは水深 40～50cm で、歩くと流されるほどの流速があった。

農地には泥が堆積したが、米は採れた。この地区の平地は相対的に高かったために、他の地区に比較すると被害は小さかった。

3) 下折立地区 (33.9～34.7km 区間左岸)

下折立地区の水害の発生状況は前掲の Photo 1 に示されている。

横越橋下流の湾曲部左岸の平地は砂州の形状を持っており、平地の上流側では土地と河床との標高差が相対的に小さくなっている。したがって、農地の上流側から洪水が流入して流下したため、農地の上流側が洗掘されて低くなり、そこから大量の土石が流入して広い範囲に堆積し、大きな被害が発生した。ここでは、河道湾曲の頂点付近(34.2km 地点)で河道幅(47m)が小さくなっているため、その上流側河道に大量の土

石が堆積して、河床を約 2m 上昇させ、農地への土石の流入を容易にした。流入した石の大きいものは長径が 40～50cm に達している。

氾濫流は下折立地区の農地全体を流下したが、平地が砂州の形状を持っているため、被害が大きい範囲は平地の上流側で河川に近い場所に限られた。浸水だけで土砂の堆積が少なかった場所では、コシヒカリなどの米は被害が小さかったが、品種によっては全く価値がなくなった作物もあった。

横越橋は流失しなかったが、橋の左岸側の土地が大きく侵食された。

横越橋上下流の住宅は山際にあり、盛土して農地より地盤が高かったが、かなりひどい浸水被害を受けた。集落内の国道は路面から約 80cm 浸水し、国道沿いの住宅は床上に浸水して大量の泥が住宅内に堆積した。横越橋より約 200m 上流で赤谷(34.7km 地点)が足羽川に流入するが、その付近から氾濫した洪水が国道を流下して下折立の集落に押し寄せた。その時に、赤谷から流出した大量の土砂が洪水とともに国道を流下して住宅内に流入した。

4) 東河原地区 (32.6～34.0km 区間右岸)

東河原(ひがしこうばら)地区の水害の発生状況は前掲の Photo 1 に示されている。

東河原の集落の上流にあるゆるい湾曲の内岸側の狭い平地(33.6～34.0km 区間右岸)は砂州の形状を持っており、土地の上流側では土地と河床との標高差が相対的に小さくなっている。この場所の農地は全体的に低くなっており、そこを洪水が流下したため、農地の洗掘や土砂の堆積により、広い範囲にわたって被害を受けた。ここには、住宅はなかった。ここでは、河道湾曲の頂点付近(33.7km 地点)で河道幅(47m)が小さくなっていた。低い農地を守るため、高さ約 0.5m の堤防があるが、堤防は下流側ほど低くなっている。洪水はこの堤防を全面的に越流したが、平地の上流端から 3 分の 1 ほどの場所で約 10m 破堤した。その少し下流で破堤寸前の箇所もあった。

平地の上流端から 5 分の 1 ほどの場所(33.85km 地点)に氾濫流の流下方向と直交する道路があり、道路は下流側の農地よりも約 1.5m 高かった。この上流側の農地は洗掘されず、道路の高さまで土砂が堆積した。この道路が災害を軽減したと言える。

農地には全面的に土砂が堆積したが、石の流入は少なかった。河道の湾曲がゆるいことが農地の洗掘や石の流入を少なくしたと考えられる。

河原橋(33.1km 地点)の上流側にある古い橋(33.3km 地点)は流失した。東河原の集落は、その背後の山および谷から流出した土石の堆積で形成された地盤の高い場所にあり、概括的には被害が小さかったと言える。

しかし、流失した橋の上下流の川沿いの住宅は地盤が低く、深刻な浸水被害を受けた。流失した橋の直下流の住宅は鴨居まで浸水し、家の中を洪水が通り抜けたため建具や家財が流失し、1階は柱以外何も残らなかった。また、川側の柱が流木の衝突などによって失われた。2005年4月の調査時点では、同住宅の改修が完了していた。流失した橋の上流の川沿いの住宅は床上1.5mの浸水被害を受けた。同住宅の横を通る道路の浸水深は約1.3mであった。

流失した橋の約170m下流には河原橋があり、両橋とも洪水時には洪水を塞ぎ上げて周辺の氾濫水の水位を高くした。また、流失した橋の上流側に土石を堆積させて河床を約2m上昇させたそうである。これらが災害を大きくしたと考える。

東河原の集落から下流は河道が直線的であり、谷底平野内の土地と河床との標高差は上下流でほぼ一様に近い。河原橋の下流側にある農地は相対的に高く、川沿いの11区画の水田のうち3区画だけに洪水が流入した。それらの2区画には全面に土砂が堆積した。川沿いの11区画の水田は近年約1m嵩上げされたが、嵩上げが少ない水田が被害を受けた。

5) 西河原地区 (32.4~33.1km 区間左岸)

西河原地区の被害の発生状況は前掲の Photo 2 に示されている。

河原橋下流の湾曲部内岸の平地は砂州の形状を持っており、平地の上流側は土地と河床との標高差が相対的に小さかったが、そこに集落があったことが問題である。この集落の川側では過去に1m程度の嵩上げをし、護岸の上にパラペットも造られていた。それでも、対岸の東河原地区の農地よりも約1m低いそうである。河道湾曲の頂点付近(32.6km 地点)では河道幅(44m)が小さくなっている。河原橋の下流の河道の直線部では土石の堆積が少なく、河道湾曲の頂点付近より下流の河道で土石の堆積が多かった。

集落内では、県道(2号)沿いの川側の住宅の被害が大きく、道路の浸水深は70~90cmで、上流側ほど浸水深が大きかった。洪水後に、県道や住宅の敷地内には多数の流木が残っていた。一方、県道から川側に入った場所の住宅は、県道よりも敷地が低かったにもかかわらず、県道沿いよりも浸水深が20~30cm小さく、基礎を高くしていた住宅では床下浸水のみですんだところもあった。川に近い場所では、パラペットを乗り越えて洪水が流入し、浸水深が1mを超えた。集落周辺では、護岸やパラペットの破損はなかった。河原橋に流木がかかって洪水を塞ぎ上げたため、橋上流で道路に溢れた洪水が県道を通って下流し、標高が高い県道沿いで被害が大きかったことが注目される。

西河原の農地は大部分が浸水し、土砂が堆積したが、

石は流入せず、大きな被害はなかった。ただし、河道湾曲の頂点付近の川沿いでは護岸が崩壊して農地が一部侵食された。農地は湾曲の頂点付近に近づくほど低くなっていた。2005年4月の調査時点では、集落の川側のパラペット天端と同じ高さのコンクリート護岸が完成して、農地に土も入れられていた。今後護岸の上にパラペットが造られる予定であるということであった。

河原橋上流の流失した橋周辺の川沿いに6~7軒あった住宅は地盤が低かったため、軒並みに天井まで浸水し、深刻な被害を受けた。敷地が低い住宅は2階まで浸水した。住宅の前を通る国道は流失した橋の下流が破壊されて流失した。橋による洪水の塞ぎ上げと土石の堆積による河床上昇がここでの災害を大きくした。

6) 上味見川合流点下流右岸(31.8~32.5km 区間右岸)
この区間の被害の発生状況は前掲の Photo 2 に示されている。

上味見川合流点(32.5km 地点)下流の河道湾曲部の内岸側の平地は上流側が低くなっており、砂州の形状を持っている。この平地には住宅はなかった。ここでは、河道湾曲の頂点付近(32.2km 地点)の河道幅(65m)は小さくはなかったが、河道湾曲の頂点付近とその上流の河道に土石が堆積して河床がかなり浅くなっていた。この土石は上味見川と足羽川の両方からもたらされた。上味見川の合流の影響もあって、農地の最上流部が侵食されると同時に、洪水が流入した上流側の農地は洗掘されて低くなり、そこから大量の土石が流入して広い範囲に堆積した。流入した石の大きいものは長径が40~50cmに達している。

氾濫流はこの平地全体を流下したが、土石が堆積した範囲は平地の上流側で河川に近い場所に限られた。この理由としては、平地が砂州の形状を持つこと、農地が湾曲の頂点付近に近づくほど低くなっていること、平地内に氾濫流の流下方向と直交する道路があり、道路が農地よりも約50cm高かったことなどが挙げられる。土石が堆積していた場所では上記の道路が破壊されていたが、この道路が災害を軽減したと言える。

この平地の最下流部(31.8km 地点付近)では、河道幅(50m)が小さくなっていたために、そのすぐ上流側の農地では洪水の氾濫によって土砂が堆積した。

7) 東天田地区 (30.5~31.2km 区間右岸)

東天田(ひがしあまだ)地区の被害の発生状況は前掲の Photo 2 に示されている。

東天田地区周辺の河道は直線に近い。東天田の集落は、住宅地の背後の谷から流出した土石の堆積で形成された地盤の高い場所にあり、概括的には被害が小さかったと言える。しかし、天田橋(30.9km 地点)の上流の川沿いの住宅は地盤が低く、橋に流木がかかって

洪水を塞ぎ上げたために、床上 10cm の浸水被害を受けた。洪水位は土間から 70cm、床上 40cm であったが、家屋の水密性がよかったことと、洪水の増水と減水が速かったために、実害は床上 10cm の浸水にとどまった。住宅横の道路上を、約 30cm の水深で洪水が流木を伴って流下した。住宅周辺の河床の高さは災害前と変わらないということで、河床に岩盤も見えていた。明治 19 年 9 月にも同程度の洪水があったそうである。

天田橋下流の農地では、洪水氾濫によって地区を縦断する道路より川側で農地の全面に土が堆積し、山側でも農地の一部に土が堆積した。

8) 西天田地区 (29.6 ~ 30.9km 区間左岸)

西天田地区の水害の発生状況は前掲の Photo 2 および Photo 3 に示されている。

天田橋上流の川沿いで県道より山側にある住宅は、敷地がかなり高かったが、床下に浸水した。天田橋に流木がかかって洪水を塞ぎ上げたために、住宅横の県道の浸水深は 120cm になった。

天田橋下流の湾曲部の内岸側の平地は川側が少し低くなっている。また、河道湾曲の頂点付近 (30.4km 地点) の河道幅 (50m) が小さく、この周辺の河道に土石が堆積して河床が上昇し、河道湾曲の頂点付近の川沿いで農地が侵食された。ここでは、農地への土砂の堆積があり、狭い範囲で石も堆積していた。この周辺では、河岸より 10 ~ 15m 内側に川沿いに杭が打たれており、その後には河道を拡幅する復旧がなされるものと推察される。農地の最下流部 (29.8km 地点) は河道幅 (50m) が小さかったために、農地の川側が洗掘され、洪水の氾濫によって農地に大量の土砂が堆積した。

9) 鮎見橋上流右岸 (29.3 ~ 29.7km 区間右岸)

この区間の水害の発生状況は前掲の Photo 3 に示されている。

発電所に通じる鮎見橋の上流の湾曲部内岸側の平地は全体的に低くて小さいが、砂州の形状を持っており、平地の上流側では土地と河床との標高差が小さくなっている。ここでは、河道湾曲の頂点付近 (29.5km 地点) で河道幅 (55m) が小さくなっており、湾曲部内岸側の河道に大量の土石が堆積していた。

洪水は農地全体を浸水させて流下したが、上流側の地盤の低い部分から流入した洪水によって、農地の川側が洗掘されて低くなり、そこから大量の土石が流入して広い範囲に堆積した。この平地を縦断する道路があったが、道路より川側の農地が低くなっており、川側のほとんどの場所で土石が堆積しており、山側の農地でも道路に近い場所には土石が堆積していた。ここでは、河岸より約 10m 内側に川に沿って杭が打たれており、その後には河道を拡幅する復旧がなされるものと推察される。

10) 蔵作地区 (28.7 ~ 29.4km 区間左岸)

蔵作 (くらつくり) 地区の水害の発生状況は前掲の Photo 3 に示されている。

新蔵向橋 (28.6km 地点) 上流の湾曲部内岸側の平地は砂州の形状を持っており、平地の上流側では土地と河床との標高差が小さくなっている。このため、平地の最上流部には高さ 1 ~ 1.5m の堤防があったが、上流側の約 80m を残して約 70m が破堤した。さらにその下流には護岸の上に約 60cm のパラペットが造られていたが、上流側の約 30m と中間の約 80m が破壊された。堤防とパラペットが破壊された場所から洪水が流入したため、農地の川側が洗掘されて低くなり、そこから大量の土石が流入して川側の大部分の農地に堆積し、大きな被害が発生した。流入した石の大きいものは長径が 40 ~ 50cm に達している。

平地の下流部に取水堰 (28.8km 地点) があったが、上記のパラペットは堰のすぐ下流までしかなく、それより下流の約 70m は護岸だけしかなかった。氾濫流はパラペットのない場所に向かって流下したため、平地全体に土砂堆積などの被害が及んだ。また、取水堰はそのほぼ半分が右岸側で破壊された。河道湾曲の頂点付近 (29.0km 地点) の河道幅 (74m) は小さくはなかったが、湾曲部内岸側の河道に大量の土石が堆積して、河道の流下能力を小さくしたため、このような広い範囲に大きな被害が発生したと考えられる。河道湾曲部の土石の堆積に取水堰が関与していると考えられる。

新蔵向橋のすぐ上流で蔵作川が合流 (28.7km 地点) しており、蔵作川周辺では山地からの土砂流出によって甚大な被害が発生した。

11) 小宇坂島地区 (27.5 ~ 28.6km 区間右岸)

小宇坂島 (こうさかじま) 地区の水害の発生状況は前掲の Photo 3 に示されている。

新蔵向橋下流の湾曲部内岸側の平地は砂州の形状を持っており、平地の上流側では土地と河床との標高差が小さくなっている。相対的に低くなっている上流側の農地には 1.5 ~ 2m の堤防があった。この堤防は小宇坂橋 (27.75km 地点) の近くまで続いており、小宇坂橋に近づくほど低くなり、小宇坂橋の近くでは農地よりも少し高い道路になっている。小宇坂橋より下流には堤防はない。また、地区の上流から約 450m のところに発電のための取水堰 (28.15km 地点) があったが、この取水堰の少し下流から堤防が急に低くなっていた。取水堰の上流側の湾曲部内岸側の河道には大量の土石が堆積していた。

上記の堤防が取水堰より上流側で約 250m にわたって破堤し、大量の土石が堤内地に流入して広い範囲に堆積した。現地調査の際に、修復された堤防の上に立つと、内岸側の河床と堤内地の地盤高さとの差がほと

んどないように感じた。ここでは、河道湾曲の頂点付近(28.2km 地点)の河道幅(94m)は大きかった。上記の破堤には取水堰が何らかの形で関与していると考えられる。

氾濫流によって平地全体が浸水したが、土石の堆積などの被害が大きかったのは小宇坂島地区を縦断する道路よりも川側であった。この道路の左右の農地はほぼ同じ高さであり、道路は農地よりも30~40cm高かった。また、道路の川側の住宅で約20cmの床上浸水があり、道路の山側の住宅は床下浸水ですんだ。

12) 小宇坂地区(26.6~27.8km 区間左岸)

小宇坂地区の水害の発生状況は前掲のPhoto 3に示されている。

小宇坂橋下流の湾曲部内岸側の平地は砂州の形状を持っており、平地の上流側では土地と河床との標高差が小さくなっている。ここでは、河道湾曲の頂点付近(27.4km 地点)の河道幅(48m)がかなり小さくなっていた。この地区の農地は山側と川側との高低差が非常に小さい。河床との標高差が小さい上流側の農地には約1.5~2mの堤防があり、河床との標高差が大きい下流側の農地には堤防がなかった。

洪水により、上記の堤防の上流端から約70mのところから下流の約80mが破堤し、そこから土石や流木が流入した。氾濫流は農地全体を流下したが、土石の堆積などの被害が大きかったのは平地の上流側で河川に近い場所に限られた。ただし、流木が大量に流入し、この地区の広い範囲に堆積した。

集落は平地の上流側の山際にあったが、集落の上流側の3軒ほどの住宅が床上に浸水し、他は床下浸水の被害を受けた。地区の最上流にある小宇坂橋が洪水を塞ぎ上げ、橋上流にある低い道路を乗り越えて洪水が集落内に流入したために、上流の住宅ほど被害が大きくなった。

13) 梶谷地区(25.9~27.0km 区間右岸)

梶谷(すいたに)地区の水害の発生状況は前掲のPhoto 3に示されている。

梶谷地区の谷底平野内の農地は、山側と川側との高低差がほとんどない。梶谷の集落は、平地の上流側にあり、住宅地の背後の谷から流出した土石の堆積で形成された地盤の高い場所にあったため、足羽川の洪水による被害はほとんどなかった。

しかし、宇坂橋(26.55km 地点)の直下流の川沿いの住宅と保育所は地盤が低い場所であり、橋に流木がかかって洪水を塞ぎ上げたため、橋の上流からの氾濫流によって住宅は床上90cmの浸水被害を受けた。これらの住宅と保育所の下流には工場があり、広い範囲を盛土していたために氾濫流が滞留し、被害は比較的小さかった。宇坂橋の周辺では、最近河床が高くなりつつあり、2004年の洪水によって1m近く河床が上昇したということである。

梶谷地区では洪水の氾濫はあったが、農地の土砂堆積による被害は小さかった。

4.2 羽生川合流点より下流区間

羽生川合流点より下流区間における河道幅の変化と湾曲頂点の位置をFig.5に示す。

1) 宇坂橋下流左岸(25.2~26.55km 区間左岸)

この区間の水害の発生状況は前掲のPhoto 3に示されている。

この平地の上流側に美山啓明小学校があり、学校の敷地はかなり高くなっている。学校の下流から約50cmの高さの堤防が下流の山裾近くまで続いていた。堤防の最下流に近い場所で約210mが破堤(25.6km 地点付近から下流)し、農地が洗掘され、流木と大量の土砂が堆積したが、石の堆積は少なかった。ここでは、農地の山側と川側との高低差がほとんどないが、河道湾

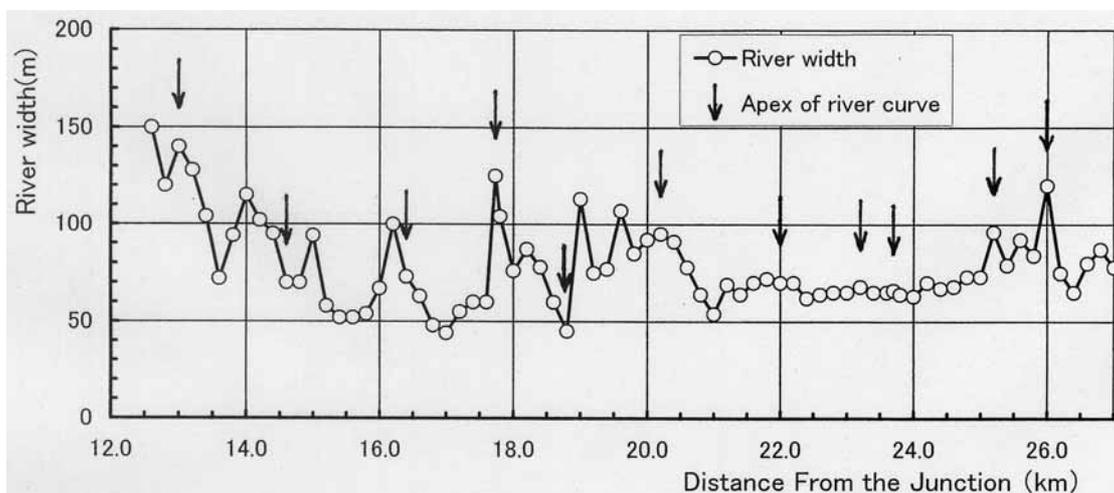


Fig.5 The variation of width of river channel in downstream area of the junction with the Hanyu River

曲の頂点付近の農地がわずかに低くなっている。

破堤箇所の周辺では、河道幅が減少しており、下流の湾曲部河道の内岸側には大量の土石が堆積していた。

2) 朝谷島地区 (23.6~25.7km 区間右岸)

朝谷島(あさだにじま)地区の水害の発生状況は前掲の Photo 3 に示されている。

この地区には美山町役場がある。美山町役場は過去に農地として利用されていた川近くの低地にあり、その上流側川沿いには美山中学校、下流側には林業センター、町立図書館などがある。これらの美山町役場や町立図書館などの敷地は盛土されて高くなっている。

美山橋(24.75km 地点)から上流には堤防があり、美山中学校より上流では堤防の高さが70~80cm、中学校の裏ではその高さが約1.3mであった。洪水はこの堤防を越流したようであり、堤防の表法面に木が生えていた場所(25.45km 地点)を挟んですぐ上流側で7~8m、下流側で5~6mが破堤し、洪水とともに土砂が流入して農地や市街地に堆積したが、石の堆積は破堤地点周辺で僅かにあっただけである。堤防材料には石が含まれており、その石が堆積したものと推察される。

上述のように、上記の破堤箇所の対岸においても破堤があり、その周辺では河道幅が減少している。破堤地点の100m上流で92mであった河道幅が50m上流では88mとなり、破堤地点で80m、破堤地点の50m下流で78mであった。美山橋の上流の湾曲部では、河道湾曲の頂点付近(25.2km 地点)の河道幅(96m)は大きかったが、湾曲部内岸側の河道には25.4km地点付近より下流で大量の土石が堆積していた。

この氾濫によって、役場前の道路の浸水深は1.2~1.5mとなり、車が流されるほどの流速があった。役場の敷地は高かったため、そこでの水深はフロアーより50~60cmであったが、建物の水密性がよかったことと、洪水の増水と減水が速かったために、フロアー上約20cmの浸水被害にとどまった。

美山橋の下流は十分な整備がなされておらず、橋直下流には約150mにわたって堤防がなく、その下流には堤防があったが、下流にいくほど低くなっていた。無堤の場所や堤防が低い場所から洪水が流入し、流入場所近くの農地を洗掘し、かなりの広い範囲に土砂を堆積させたが、石の堆積はほとんどなかった。美山橋の下流に取水堰(24.1km 地点)があった。

3) 小和清水地区 (21.4~22.7km 区間左岸)

岩屋橋(22.1km 地点)上下流の湾曲部内岸の平地は、岩屋橋付近より上流が高く、下流がかなり低くなっている。ここでは、河道湾曲の頂点付近(22.0km 地点)の河道幅(70m)は小さくはなかったが、河道湾曲の頂点付近より下流の内岸側の河道に大量の土石が堆積していた。小和清水(こわしょうず)の集落は地区の上

流側の山際の高い土地にあったので、被害がなかった。

下流側の低い農地は水田であったが、そこには地区を縦断する道路があり、道路より川側の水田は70~80cm低かった。氾濫流はこの農地全体を流下し、農地のの上流部分と下流部分の川側の水田で土砂の堆積が多く、かなりの被害が発生したが、その中間での被害は小さかった。ここでは、石の堆積は僅かであり、山側の水田には流木が堆積していた。

小和清水の対岸の獺ヶ口(おそがくち)で、芦見川が合流しており、芦見川の最下流の左右岸に集落がある。芦見川沿いの住宅の敷地は低かったため、足羽川と芦見川の洪水が合わさって、8軒が天井まで浸水した。岩屋橋の直上流で足羽川と芦見川の合流点下流にあった公民館は、洪水が建物の中を通り抜けたため、悲惨な状態になった。

4) 大久保地区 (18.9~21.0km 区間右岸)

大久保地区の水害の発生状況は前掲の Photo 4 に示されている。

大久保橋(20.75km 地点)から上流側は河道幅(54m)が小さく、大久保橋は欄干が水没して部分的に破損したが、流失はしなかった。洪水後、橋の欄干の間が流木で満杯になっていた。橋下流の川沿いの敷地が低い住宅は床上1mまで浸水し、氾濫流の流速が大きかったために襖、障子、家財が一切流された。横の道路上の水深は約70cmであり、道路より山側の住宅は床下浸水寸前であった。

大久保橋下流の湾曲部内岸側の湾曲の頂点付近の農地は相対的に低かったため、氾濫流によって川沿いの農地に土砂が堆積したが、石の堆積はほとんどなかった。ここでは、河道湾曲の頂点付近(20.2km 地点)の河道幅(95m)は大きかったが、湾曲部河道の内岸側に土砂が堆積していた。

この地区の農地は、JRの線路より下流の方が上流よりも2m以上高くなっており、福島橋のすぐ下流の川沿いの一部を除くと、JRの線路よりも下流における浸水被害はなかった。

5) 市波地区 (17.8~20.0km 区間左岸)

市波(いちなみ)地区の水害の発生状況は前掲の Photo 4 に示されている。

市波地区は国道(158号)より山側の市街地を除く大部分が浸水した。市波地区の農地は河道湾曲の頂点付近(18.8km 地点)に向かって徐々に低くなっている。農地を護るために、福島橋から下流に高さ約1.5mの堤防があり、河道湾曲の頂点付近まで続いている。河道湾曲の頂点付近では、堤防の外にも畑があり、河道幅(45m)を極端に小さくしている。河道湾曲の頂点付近より上流の湾曲部内岸側の河道には大量の土石が堆積していた。この周辺の河床は年毎に上昇しているそう

であり、これらの畑の岸には護岸がなかった。河道湾曲の頂点より下流には取水堰（18.5km 地点）があり、その約 20m 上流の地点から下流に護岸が施工されている。河道湾曲部の土石の堆積に取水堰が関与していると考えられる。

福島橋から上流には堤防がなく、JR 橋のすぐ上流で別所の谷からの洪水を流下させる水路（19.76km 地点）が足羽川に合流している。この辺りでは地盤が低くなっており、また水路に樋門がないことから、この水路とその周辺から地区内に洪水が流入した。このようにして、水路を逆流した洪水は市街地に溢れ、川の近くの道路上の浸水深は 1.5m に達し、多数の住宅が浸水した。氾濫流は国道と JR の線路との間を西方向に流下した。国道の浸水深は約 50cm であった。

福島橋から下流にある堤防は 19.28km 地点より下流側で約 30m 破堤した。破堤地点周辺では農地に土砂が堆積したが、石の堆積はほとんどなかった。河道湾曲の頂点付近では、堤防の外の畑地に湾曲部をショートカットする新しい流路が形成された。新流路の幅は 20m を超え、その長さは約 100m であった。また、無堤部の上流側から多量の洪水が流入して、かなり広い範囲の農地に大量の土砂が堆積した。石の堆積はほとんどなかった。

この地区では、山側が水田、被害を受けやすい河道湾曲の頂点に近い場所が畑というように分けて、土地が利用されていた。

6) 高田地区（16.8～18.55km 区間右岸）

高田地区の水害の発生状況は前掲の Photo 4 に示されている。

高田地区は上流側の少しの高い農地と下流側の集落の周辺を除くと、ほぼ全面的に浸水した。集落においても、小面積ではあるが、地盤が低い場所が浸水した。高田地区では、上流側の川側と河道湾曲の頂点付近（17.7km 地点）の農地は僅かに低くなっている。農地を護るために、地区の上流から高田大橋（17.3km 地点）まで天端幅 3.7m、高さ 2m 以上の堤防がある。地区の中央部を JR が地区を縦断する方向に通っており、その盛土の高さが 3m 以上あるために地区の風景が 2 分されている。ここでは、河道湾曲の頂点付近の河道幅（125m）は大きかったが、湾曲河道の内岸側に大量の土石が堆積して河道を浅くし、河道内岸側の土石の堆積部と堤内地の地盤の高さがそれほど変らなかった。

JR の線路より上流側では、堤防が上流端に近い場所です約 30m 破堤し、かなりの土石が流入して堆積した。流入した石の大きいものは長径が約 50cm に達している。JR の線路より下流側では JR 鉄橋（18.14km 地点）のすぐ下流で約 120m にわたって破堤し、広い範囲の農地に大量の土石と流木が堆積し、大きな被害が発

生じた。さらに、上流側からの氾濫流が地区内を流下して高田大橋の上流に集中したため、高田大橋の直上流が約 30m 破堤し、氾濫流の河道への流出に伴って農地が洗掘された。2 箇所 JR の下を道路が通過しており、JR の線路より上流側の氾濫流はこれらの道路を通過して流下した。

高田大橋の下流では大谷川（17.2km 地点）が合流しており、橋から合流点までは堤防があったが、大谷川に堤防がなかったために、そこから洪水が流入して農地に土砂が堆積した。大谷川合流点より下流は堤防がなく、川沿いの低い農地が浸水して土砂が堆積した。

7) 安波賀地区（13.4～14.5km 区間左岸）

安波賀（あばか）地区の水害の発生状況を Photo 5 に示す。写真で流れは紙面の下から上に向かっており、安波賀地区には平地の中ほどの河川の近傍に資料館



Photo 5 Aerial photograph taken after the flood around 12.5～15.4km section

(13.9km 地点)がある。この周辺では、洪水が谷全体を流下し、多くの住宅が浸水した。安波賀地区の農地は山側が高く、川側が低い。地区内の農地はほとんどが浸水し、大量の土砂が堆積した。

県道(31号)が地区を縦断して足羽川から少し離れた場所を通っているが、県道から川側では農地が県道より約2m低くなっており、資料館はそこに県道と同じ高さまで盛土して建てられている。地区の上流から資料館の下流側の端近くまで、資料館の敷地とほぼ同じで約2mの高さの堤防があったが、洪水は堤防をはるかに越えて流入し、14.0km 地点付近から上流側の約190mが破堤した。資料館の主要な建物は敷地より少し高く、水密性がよかったため床から約70cm 浸水しただけであったが、床が同じ高さの収蔵庫はシャッターが破れて床から約1.5m 浸水した。

資料館の下流側約80mの場所にある県道より山側の住宅は床上から1m以上浸水し、氾濫流に戸が破られたため家財が流失した。住宅の横の県道の浸水深は約2mであった。

この地区の下流部の対岸の前波の集落でも多くの住宅が浸水した。

前波の集落の下流側に規模の大きい農業用の取水堰(13.3km 地点)があり、上記の破堤や洪水氾濫には取水堰が何らかの形で関与していると考えられる。

5. 足羽川中流部の水害の特徴

5.1 降雨のパターンと水害

2004年7月水害では、天神橋地点上流の流域平均の最大6時間雨量が228.9mm、総雨量が268.8mmと報告されており、総雨量はそれほど大きくはなかったが、短時間の集中豪雨によってピークの鋭い洪水が発生した。洪水流量は河川の流下能力を大幅に上回るものであり、谷底平野の大部分が浸水したが、洪水の増水と減水が速かったために、住宅や建物の水密性がよい場合には浸水被害は小さなものにとどまった。

このような例を挙げると、東天田地区の住宅、美山町役場、安波賀地区の資料館となる。

5.2 谷底平野の形態と水害

羽生川合流点より上流の調査区間において、河道と山に囲まれた平地が砂州の形状を持っている場所では、平地の上流側で土地と河床との標高差が小さく、下流側ではそれが大きいために、被害が大きい範囲が平地の上流側に限られた。また、平地の勾配は谷の勾配よりも小さいために、氾濫流の流下速度が小さくなり、ここでの被害が相対的に小さくなったと考えられる。3.2節において、このような場所を列挙した。

これらのうち、下折立地区の平地、上味見川合流点の下流右岸の平地、鮎見橋の上流右岸の平地、蔵作地区の平地では、農地の土流側が洗掘されて低くなり、そこから大量の土石が流入して広い範囲に堆積した。このような場所では、下流側の農地には土砂が堆積するので、上流側が低くなり、下流側が高くなる傾向にある。この状況を、砂州状の微地形が形成される営みの部分的な現れとも見ることができる。人力が小さいときのこのような地形の変形の積み重ねが現在の砂州形状の地形を造りだしたとも考えられる。

そして、農地の土流側が洗掘されて、土石が流入して堆積するのは主に羽生川より上流の調査区間であり、羽生川より下流の調査区間では、高田地区を除くと、農地への土石の流入は少なかった。

5.3 土地利用と水害

河道湾曲部においては、中小洪水、あるいは普通に言われる大洪水によって河道の外岸側が侵食されると同時に内岸側には土砂が堆積して、河道は外岸側へ移動する。土砂が堆積した場所は農地として利用されるが、洪水によって外岸側が侵食されるので、ある程度の河道幅が保たれる。ところが、湾曲部の外岸側が山にぶつかるところまで河道が移動すると、洪水によって外岸側はほとんど侵食されず、内岸側には土砂が堆積して、流路幅が減少する。この場合に、内岸側の土砂堆積部をどの程度まで利用するかが河道の流下能力を決定し、今回のような大洪水が発生する場合の被害の程度を左右する。上野(2003,2004)は1998年の余笹川流域の水害実態を調べた結果、河道湾曲部において湾曲の頂点付近の河道幅を小さくするような土地利用がなされている場合には大きな被害が発生し、特別な条件が加わらなければ、湾曲部の河道幅に対応して被害の大小が決まることを明らかにした。

Fig.4およびFig.5に見られるように、一部の例外を除くと、羽生川合流点より上流の調査区間においては河道湾曲の頂点付近の河道幅を小さくするような土地利用がなされており、羽生川合流点より下流の調査区間においては河道湾曲部の河道幅が大きく、ゆとりのある土地利用がなされていた。

足羽川中流部の調査区間においては、土地と河床との標高差が場所ごとに異なることや被害の程度を左右する要因が他にも多くあるため、湾曲の頂点付近の河道幅と被害の程度とを直接関係づけることはできないが、湾曲の頂点付近の河道幅が小さい場所で被害が増大したことは間違いのないと言える。羽生川合流点より上流の調査区間で河道湾曲の頂点付近の河道幅を大きくするような土地利用がなされていたならば、被害は大幅に軽減されたと考えられる。羽生川合流点より下

流の調査区間の多くでは、河道湾曲部の河道幅が大きかったため、被害が小さくなるはずであった。しかし、災害後の河道においては湾曲部の内岸側に大量に土石が堆積しており、かなり大きい被害が発生した。土石の生産、流出と河道への堆積に対する対策を十分にしておれば、被害は軽減されたと考えられる。

平地が全体的に低い場所や砂州形状の平地で土地と河床との標高差が小さい上流側の土地は、ほとんど農地として利用されていた。しかし、西河原地区では、砂州形状の平地の上流側に集落があり、多くの住宅が被害を受けた。抜本的な対策が必要である。

5.4 河道内の構造物と水害

(1) 橋梁

今回の洪水は河川の流下能力を大幅に上回るものであったため、橋梁に流木がかかって洪水を塞ぎ上げた。そのため、橋梁の上流側では流速が小さくなって土石が堆積し、河床が上昇した。これらの相乗効果で、橋上流の水位が上昇し、川沿いの住宅が深刻な浸水被害を受けると同時に、氾濫流が道路を流下して下流の広い範囲に浸水被害を拡大した。

橋梁の影響によって大きな被害を受けた例を挙げると、東河原地区、西河原地区、東天田地区、西天田地区、小宇坂地区、梶谷地区、大久保地区となる。

橋上流で溢れた氾濫流が道路を流下して発生する浸水被害に対しては、橋上流側の道路を高くすることや道路の川側にパラペットを施工するなどの対策によって被害が軽減されると考えられる。

(2) 取水堰

取水堰は洪水を塞ぎ上げると同時に、その上流側では多くの場合に大量の土石が河道内に堆積し、洪水が堤防を越えて破堤した。洪水氾濫や破堤による被害には取水堰が何らかの形で関与していたと考えられる。

このような例を挙げると、蔵作地区、小宇坂島地区、市波地区、安波賀地区となる。

5.5 土石の堆積による河床上昇

河道に堆積した土石による河床上昇が水害に密接に関係していると考えられる。住民への聞き取り調査から、洪水時に多くの場所で河床が1m程度上昇しており、下折立地区や河原地区のように河床が2mも上昇した場所があることがわかった。今回の洪水では、足羽川上流と調査区間周辺の支流からの土石の流出が多かった。

土石の堆積状況を整理すると、湾曲部河道の内岸側に土石が堆積するケースが最も多く、湾曲部の頂点付近の河道幅が小さい場合に、湾曲部の上流側の河道に土石が堆積するケースもあった。橋梁に流木がかかって洪水を塞ぎ上げ、橋梁の周辺に土石を堆積させるケー

スが3例あり、取水堰の上流側で土石が堆積しているケースもあった。土石の堆積は河道の湾曲と橋梁、あるいは河道の湾曲と取水堰というように複合する条件の下で発生している場合が多かった。

また、近年は年ごとに足羽川の河床が上昇しているという話も聞かれた。土石の流出を抑制するような流域対策が必要である。それと同時に河道に堆積した土石の効果的な排出が重要である。

5.6 平地内の道路と水害

前章で述べたように、各地区内にある道路や鉄道線路の状態が足羽川中流部の水害に大きな影響を与えた。

東河原の集落の上流の平地や上味見川合流点の下流右岸の平地には、氾濫流の流下方向と直交する道路があり、道路が農地よりも高かったために氾濫による災害が軽減された。

小宇坂島地区を縦断する道路は農地よりも30～40cm高かったため、道路より山側の住宅で破堤による浸水被害が軽減された。一方、横越地区を縦断する道路は周辺の農地よりも高かったため、道路より上流側で氾濫した流れが道路に阻まれて、道路より山側の農地を流下して横越の集落に押し寄せ、5軒ほどの住宅が床下浸水した。市波地区では、地区の最上流部の地盤が低い場所から流入した氾濫流が盛土されたJRの線路に阻まれて国道とJRの線路との間を西方向に流下し、多数の住宅が浸水した。

この他に、下折立地区と西河原地区では、橋梁の上流の道路が低かったため、氾濫した洪水が道路を通過して集落内まで流下し、広い範囲に被害を拡大した。

大規模な氾濫を惹き起こした今回のような洪水に対しては、道路や鉄道に対して災害を軽減するような対策を講ずることが重要であると考えられる。

6. 結 語

足羽川中流部の水害の実態を詳細に調べることによって、山地河川の水害の発生構造を検討した。足羽川中流部の水害の特徴として、以下の事柄が重要である。現地においては、これらは複合して発生しており、それらを総合的に把握することが水害の発生構造を解明するために重要であると考えられる。

1) 降雨のパターン

2004年7月豪雨では、総雨量はそれほど大きくはなかったが、短時間の集中豪雨によってピークの鋭い洪水が発生した。洪水流量は河川の流下能力を大幅に上回るものであったが、住宅や建物の水密性がよい場合には、洪水の増水と減水が速かったために、浸水被害は小さなものにとどまった。

2) 谷底平野の形態

羽生川合流点から上流の調査区間で谷が蛇行している場所では、河道と山に囲まれた平地が砂州の形状を持っており、平地の上流側では土地と河床との標高差が小さく、下流側ではそれが大きい。このような場所では、被害が大きい範囲が平地の上流側に限られ、氾濫流の流速が小さいために被害が相対的に小さくなった。このような地形的特徴を活かす治水対策を考えることが重要である。

3) 土地利用

羽生川合流点より上流の調査区間では、多くの場合に河道湾曲の頂点付近の河道幅を小さくするような土地利用がなされており、湾曲部の河道幅を大きくしていたならば、被害はかなり軽減されたと考えられる。

砂州形状の平地の上流側の土地や全体的に低い平地はほとんどが農地として利用されていたが、西河原地区では砂州形状の平地の上流側に集落があり、多くの住宅が被害を受けた。抜本的な対策が必要である。

4) 河道内の構造物

今回の洪水では、河道内の構造物が水害に大きな影響を与えた。場所ごとの具体的な対策が必要である。

橋梁に流木がかかって洪水を塞ぎ上げ、橋梁の上流側に土石を堆積させて、河床が上昇した。このため、橋上流の水位が上昇し、川沿いの住宅が深刻な浸水被害を受けると同時に、氾濫流が道路を流下して下流の広い範囲に浸水被害を拡大した。

取水堰が洪水を塞ぎ上げ、その上流側では大量の土石が堆積し、洪水が堤防を越えて破堤した。

5) 土石の堆積による河床上昇

今回の洪水では土石の流出が非常に多かったため、大量の土石が河道に堆積し、河床が上昇して水害を深刻なものにした。近年は年ごとに足羽川の河床が上昇しているようであり、土石の流出を抑制する流域対策と土石の効果的な排出が重要である。

6) 平地内の道路

各地区内にある道路や鉄道線路の状態が水害に大きな影響を与えた。大規模な氾濫を惹き起こした今回のような洪水に対しては、道路や鉄道に対して災害を軽減するような対策が必要である。

謝 辞

本研究を進めるに当たって、福井県土木部河川課と美山町より各種の資料の提供をいただいた。未筆ながら深甚の謝意を表します。

参考文献

上野鉄男(2003): 余笹川の1998年8月水害と治水対策について, 京都大学防災研究所年報, 第46号B, pp.591-612.

上野鉄男(2004): 余笹川流域の1998年8月水害の研究, 京都大学防災研究所年報, 第47号B, pp.545-564.

木下良作・三輪 式(1974): 砂レキ堆の位置が安定化する流路形状, 新砂防, No.94, pp.12-17.

On the Flood Disaster in Mountainous Basin of the Asuwa River in 2004

Tetsuo UENO and Taisuke ISHIGAKI*

* Faculty of Engineering, Kansai University

Synopsis

Severe flood disasters due to heavy rainfall occurred in the Asuwa River basin on July 18, 2004. In this paper, the flood disasters in mountainous area of the basin are discussed by investigating the aerial photographs taken after the flood and the results of precise field surveys. The main conclusions are that the aspects of flood disaster are characterized by the following points; the characteristics of flood plains in valley, land usage around river channels, obstructing effect by bridges and barrages, sedimentation in river channels and the role of roads for inundation.

Keywords: the Asuwa River; flood disaster; excess flood; field survey; aerial photographs; land usage