

台風9719号に伴う豪雨による大分県八坂川の氾濫実態 - 氾濫原における洪水流の流動痕跡調査 -

FIELD OBSERVATION OF FLOOD DAMAGES CAUSED BY HEAVY RAINFALL ASSOCIATED WITH TYPHOON 9719 ALONG THE YASAKA RIVER IN OITA PREFECTURE

宇多高明¹・清野聡子²・三波俊郎³

Takaaki UDA, Satoquo SEINO and Toshiro SAN-NAMI

¹ 正会員 工博 建設省土木研究所河川部長 (〒 305-0804 茨城県つくば市旭 1)

² 正会員 農修 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科助手 (〒 153-0041 東京都目黒区駒場 3-8-1)

³ 海岸研究室 (有) (〒 160-0011 東京都新宿区若葉 ロイヤル若葉 208 号)

Field observation of flood damages caused by heavy rainfall associated with Typhoon 9719 occurred on September 16, 1997 was carried out along the Yasaka River in Oita Prefecture as well as aerial photographing of inundated areas. In this flood, maximum discharge of around $1,500\text{m}^3/\text{s}$, which exceeds planned flood discharge of $1,250\text{m}^3/\text{s}$ of this river, was measured. Inundation height was measured at 66 points and relation between distribution of submerged houses and morphology around the river was studied. The direction of flood flow was read from the falling direction of paddy field and deposition of sand was observed behind dense bamboo forest due to the roughness effect of the forest. Aerial photographs show that flood flow went straight while causing inundation and scouring just behind the dike at meandering areas.

Key words : *Yasaka River, T9719, flood, field observation, aerial photograph, inundation height, flood damages.*

1. まえがき

1997年および1998年には全国各地で規模の大きな洪水氾濫が頻発しているが、これらの洪水被害の軽減には各地で生じた洪水の特徴を十分分析し、それを今後の対策に活かすとともに、都市化の進展などによって新たな形態で生じるであろう災害についても日頃から検討しておくことが必要である。1997年9月16日、大分県杵築市を流れる二級河川八坂川では台風19号に伴う豪雨により著しい氾濫が生じ、杵築市では床上浸水118戸、床下浸水72戸、田畑の冠水210haの被害が出た¹⁾。八坂川にとってこの洪水は1960年における梅雨末期の集中豪雨以来の大洪水であったが、昼間に洪水が起きたことから洪水時の状況がかなり詳しく写真に残されている。本研究では八坂川を研究対象として選び、洪水後の1997年9月30日に流域の空中写真撮影を行うとともに、氾濫域の痕跡水位の絶対標高、および浸水域調査を実施した。さらに、10月1日には洪水氾濫域の現地調査を、そして1998年8月8日には洪水氾濫の被害者からの聞き込み調査を行った。本論文の目的は、これらの現地データ

を整理して洪水特性について総合的な分析を加えることにある。数回実施した現地調査のうち、10月1日実施の氾濫域の事後調査では、洪水の水位痕跡を確認したにとどまらず洪水流の流動痕跡の観察も行った。この洪水におけるピーク流量は、ピーク直前まで行われていた流量観測地点(出原(いでわら)橋:河口から7.2km地点)での観測結果と、杵築駅上流湾曲部の水位痕跡から約 $1,500\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。この値は八坂川の計画高水流量($1,250\text{m}^3/\text{s}$:1/100確率)を上回るものであった¹⁾。

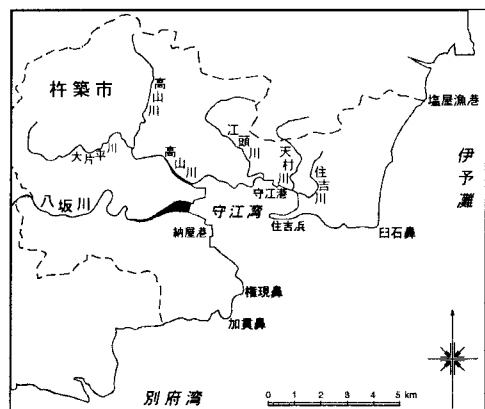


図-1 八坂川の流域

2. 八坂川の概況と洪水氾濫状況

八坂川は図-1に示すように大分県北部の山香町に源を発し、東流して杵築市において守江湾に注ぐ流域面積147.4km²の二級河川である。1997年9月30日、八坂川流域の氾濫域調査を行った。氾濫域では66地点の痕跡水位の絶対標高と浸水域分布を調べた。図-2には氾濫域の平面分布を示す。氾濫域については外水氾濫域と内水氾濫域を区別して示しているが、内水氾濫域は八坂川下流部の錦江橋付近の左右岸でのみ見られ、それ以外は外水氾濫域である。また、図-3には特に大きな洪水被害を受けた区域内の60地点における痕跡水位の絶対標高を示す。なお図中には樹木などの植生の倒伏状況から判断した洪水流の流れの向きも記入してある。

図-2によれば、外水氾濫域はまず河口から10kmに位置する県道の大左右（だいそう）橋から沈み橋（9.5km地点）間の湾曲部内岸側で生じている。沈み橋付近では左岸側に洪水が乗り上げ、そこからJR杵築駅方向へと流下した。八坂川の左岸側、杵築駅の手前である生桑（いくわ）区では、図-3によれば県道とJRの盛土区間を挟んで南北で1.69mもの水位差が生じた。このため、両

者をつなぐボックスカルバートを通って線路の北側から南側へと洪水流が激しい勢いで流出し、ボックスカルバートの出口周辺では水田が大きく洗掘された。これは人工構造物が洪水の流況を大きく変え、それに合わせて被害状況にも大きな相違をもたらす例と言える。

JR日豊本線は、杵築駅を出発してまもなく八坂川を横断して南へと向かう。JR日豊本線の八坂川に架かる橋梁の直下流には、JRと平行して走る道路橋（出原橋）がある。ここではJRの盛土区間が堤防のように洪水流の流下を阻害したために、盛土区間の上流では貯水池状に氾濫水が停滞している。図-3に示したように、特に右岸側では盛土区間の上流の水位は下流側と比較して約1mも高く、盛土区間の存在によって水位の堰上げが生じたことが分かる。

写真-1はJRの盛土区間の線路上から八坂川を北東向きに望んだ状況である。写真には堤防と出原橋の位置を示すが、これによれば兩岸の堤防はほとんど水没していることが分かる。

出原橋から手前側に伸びる舗装道路の路面高は出原橋から次第に低下する。出原橋の上流部で河川堤防を越水した洪水流は、道路の盛土区間によって東向き流れを

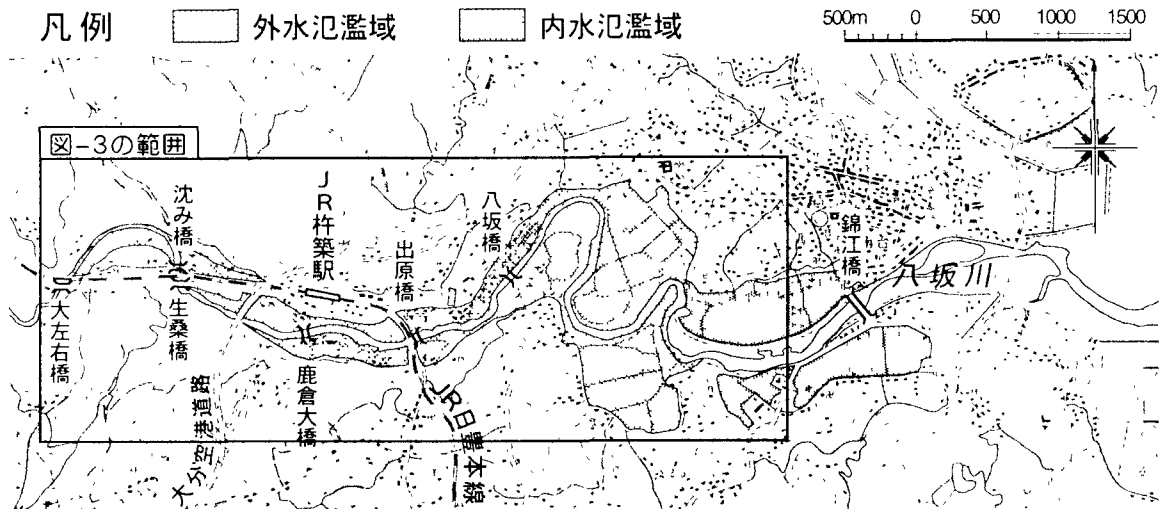


図-2 八坂川氾濫域

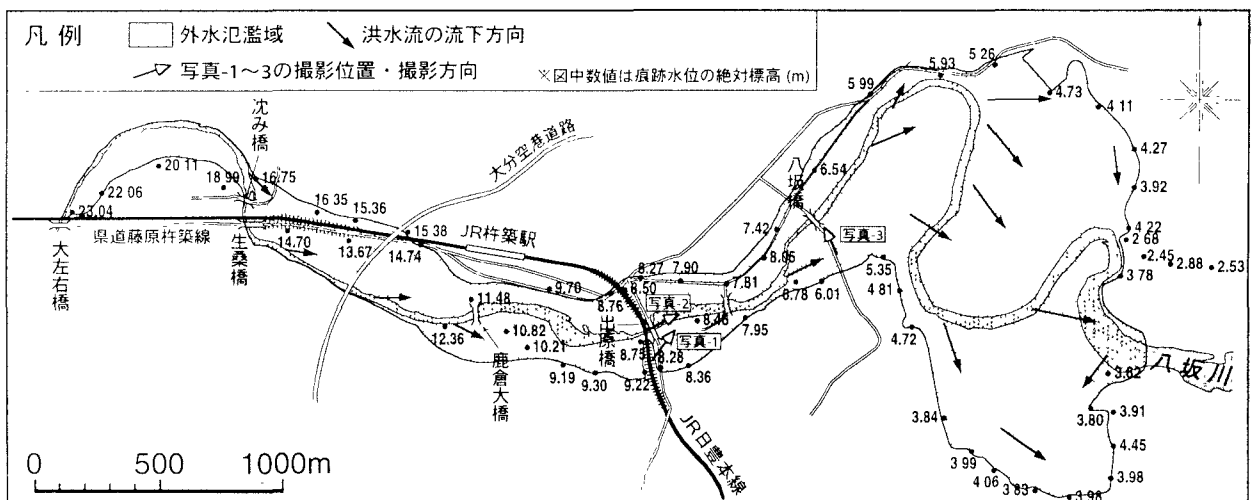


図-3 洪水氾濫域における痕跡水位の絶対標高

妨げられたために、JR日豊本線と道路の盛土区間の間を通過して手前側へと流れ、写真右端にある高原建設（株）の作業所の北側区域で道路面を越流し、一部は作業所の壁を壊して下流側へと流下した。作業所のすぐ左側では水面が乱れているが、これは道路面から下流側へと洪水流が流れる際、段落ち流れとなったことを表している。

写真-2は、JR日豊線の橋梁上から出原橋下流の洪水状況を撮影したものである。この地点では洪水時流量観測が行われた。左岸堤防が不連続に見えることから分かるように、堤防はほとんど水没しており洪水流は堤内地に激しく氾濫している。

図-3に示したように大蛇行部の直上流に位置する八坂橋の南側にある集落と八坂橋の間には水田地帯が広がっている。写真-3は水田地帯よりやや地盤高が高い集落上から八坂橋方面を望んだ写真である。写真中央には2本の太い電柱が立っているが、これらの電柱は八坂橋から手前側に伸びる道路に沿って立っている。また、写真左寄りには一時停止の道路標識があるが、これは八坂橋から続く道路と細い農道との交差点に立てられて

いる。この道路標識では水位の上昇が見られるだけではなく、右側（下流側）には後流渦が見られること、また八坂橋に続く道路の下流側では、水流にジャンプが見られることから、かなり速い流速で洪水流が流れていたことが分かる。図-3によれば八坂橋周辺のうち右岸側では水位が7.95mから5.35mまで狭窄部の通過とともに急速に低下し水面勾配が急である。このため写真-3に示したような流れの状況となったと考えられる。

3. 八坂川の洪水氾濫の事後調査

八坂川の河道は大左右（だいそう）橋で右回りに大きく湾曲している。写真-4は9月30日撮影の空中写真である。湾曲部内岸側の地区は大左右区と呼ばれ、またこの湾曲部に沿っては竹林が密に分布している。湾曲部から直線河道への変化点付近にはJR日豊本線と県道の橋梁が平行して架かっている。大左右区では3軒が浸水した。うち2軒が床上浸水、1軒が床下浸水であった。被災家屋はいずれも竹林近傍に位置している。この地区に住む工藤啓氏によれば、「家の裏手の竹林から水があふれ出

てきて、裏の水田に浸水が始まったら危険」ということを知っていたが、今回そのような状況であったので避難したとのことである。

この区は湾曲部内岸側に位置しているが、写真-4、5に示すように内岸側に沿って幅広い竹林がある。内岸側では流速が小さいと同時に、この竹林が洪水の流速を低下させるため、洪水のたびに土砂が堆積する環境にある。そして過去にも洪水の経験を有している。写真-6に示すように住家に隣接する土蔵には過去の水位痕跡が明瞭に残されており、その時の状況について住人が十分な記憶を有していた。写真-6の上部は1997年洪水の、そして下部は1976年洪水時の水位痕跡である。過去の洪水の記憶は今回の洪水に対処する際に役に立ったと考えら

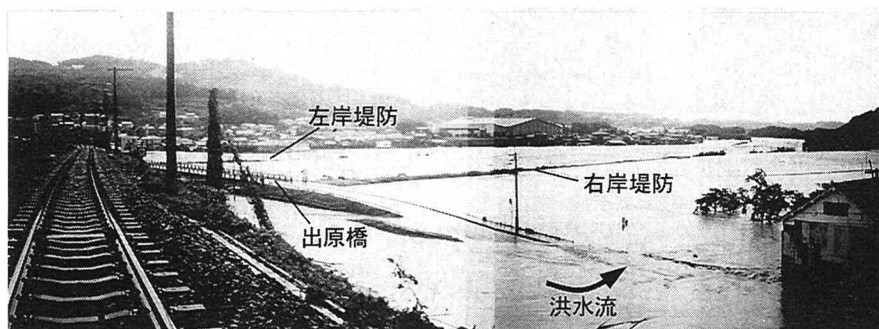


写真-1 八坂川右岸、出原橋下流の洪水状況（撮影位置は図-3参照）

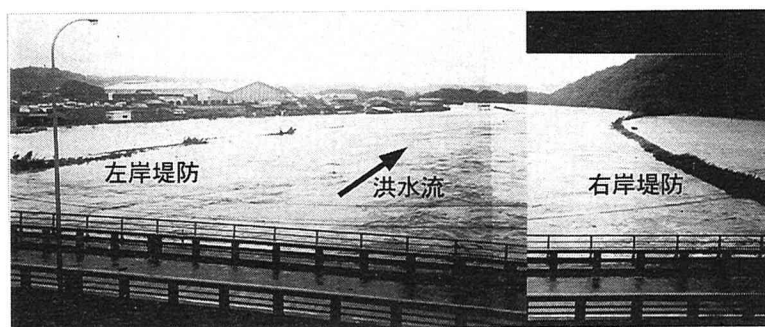


写真-2 洪水流観測を実施した出原橋とその下流の洪水状況（撮影位置は図-3参照）

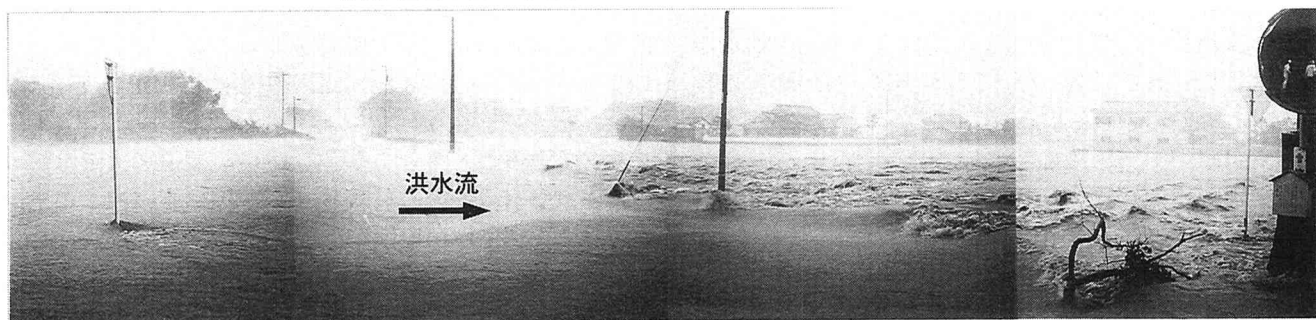


写真-3 八坂橋の右岸側の集落から八坂橋方面を望む（撮影位置は図-3参照）

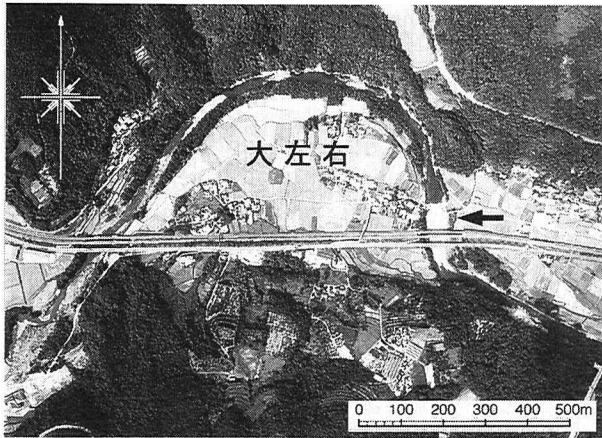


写真-4 大左右区の空中写真 (1997年9月30日撮影)



写真-5 大左右区の湾曲部に沿って生育した竹林とその背後の水田



写真-6 大左右区の工藤 啓氏宅の土蔵についての水位痕跡
上部は1997年洪水、下部は1976年洪水時の水位痕跡



写真-7 江戸時代の庄屋の米倉用の土蔵

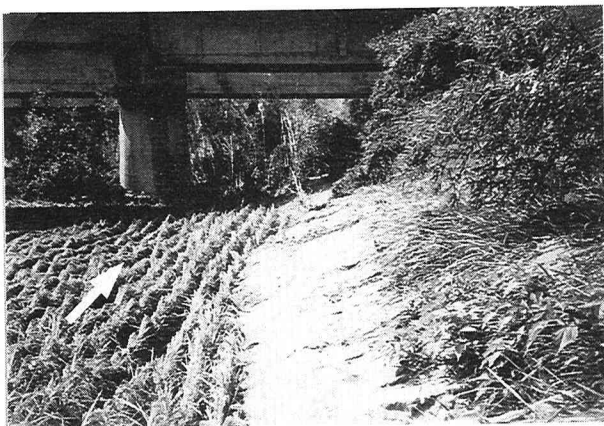


写真-8 日豊本線の橋梁手前側の竹林と水田の間における砂の堆積



写真-9 出原橋に続く県道から南側を望む

れる。なお、この家は江戸時代には庄屋であったために、家の裏手には写真-7に示すような村の種モミ保存用の土蔵があったが、この土蔵の地盤高は今回の洪水でも浸水しない高さにあった。この事実は、長い水害の歴史のもとでの知恵の結集として興味深いことである。

写真-4において、湾曲部の最下流端付近の左岸側にも竹林がある(写真-4の矢印)が、写真-8はこの竹林とその前面に広がる水田の間を撮影したものである。竹林から水田に向かって大量の細砂が带状に堆積している。写真に示す水稲は前方に見える日豊本線の橋脚方向

へ全体的に倒伏していることから、この地区への氾濫流の主流は写真に矢印で示す方向に流れたが、写真に示す砂層は竹林と水田の間の段差を埋めるようにして堆積しており、しかもこの段差に沿って带状に分布していることから、竹林を越流した流れによって右側から運ばれたものであることが分かる。すなわち、粗度の大きな竹林により洪水流の流速が低下したために、竹林内とともに竹林背後にも砂が堆積したと考えられる。このような土砂の堆積は大洪水のたびに繰り返され、そのことが竹林の生育を促してきたと考えられる。

洪水は出原橋に続く県道を冠水し下流側へと流下した。写真-9に示すように前方に見える高原建設(株)の作業所の手前付近で道路の標高が最も低いために、そこで洪水が道路を越えて流れ、歩道のフェンスをなぎ倒した。また、道路の右側にある水田では写真の右端から前方へ向けて稲が倒伏していることから、洪水流はこの方向を流れ下ったことが分かる。写真-10からは、道路を越流した流れが道路左側の水田に落下して段落ち流れとなったために、フェンスが壊れると同時に水田に滝壺のような洗掘を生じ、その後写真の手前側へと流れたことが明瞭に観察される。これらの特徴は、いずれも洪水状況を示す写真-1からもよく説明される。なお、高原建設(株)の高原勝太郎氏は次のように述べた。「洪水時30分未満で床上35cmの浸水が起きた。台風の来襲直前に洪水のことを予想し、水中ポンプ3台を借り、洪水直後に作業所を始めとして浸水した事務所内を水流で



写真 -10 洪水により倒された柵とその手前側に形成された洗掘

掃除し、貯まったヘドロの洗い流しを行った。家財道具を守るためぎりぎりまでねばり、いよいよだめになったとき2階へ逃げた。過去の洪水経験から家自体は流れることはないと思っていた。」

八坂川は、八坂橋の上流では右岸側に山が迫っているため、そこで河道が固定されている。しかし、その直下流より、過去から氾濫を繰り返してきた氾濫原に入る。そこが大蛇行部である。写真-11には大蛇行部の空中写真を示す。Q点の南西側に黒々と写されているのは山地であり、左下から流れてきた八坂川の河道はこの山地と接して流れたあと蛇行部に入る。その場合、大蛇行部には写真中C1,C2,C3,C4で示すように少なくとも4列の縞模様が見える。これらは、八坂川の蛇行に伴い、湾曲部の内岸側に土砂が堆積して蛇行が発達していったことを表していると考えられる。その場合、最も南側に存在する縞(C1)は、八坂橋上流の山付き部から集落をかすめるようにして下流河道に達している。現地踏査によれば、集落に沿って県道とほぼ直交して走る道路の右側では約2mほど地盤が高くなっている。今回の洪水では写真のQ点の位置から洪水流はほぼ直進して流れ、堤防を乗り越えて旧河道C1へと侵入した。写真-12は、Q点付近の右岸堤防を撮影したものである。畦道の右側で稲が右方向に倒伏していることから洪水流の流下方向が分かるが、それ以上に興味深いのは、写真中の2カ所に矢印で示す堤防越流の跡である。越流が生じた場所は、右岸堤防に沿って連続的に存在するのではなく、写真に示すように集中的に起き、そこでは植生が全て倒伏している。しかし植生は倒伏したものの破壊は免れた。

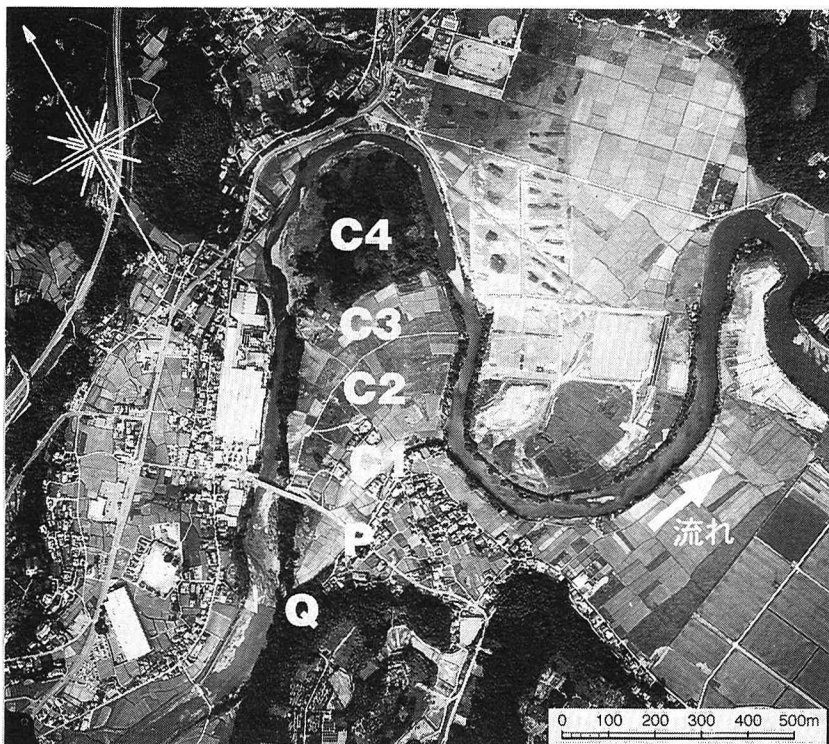


写真 -11 八坂橋下流側の蛇行部の空中写真 (1997年9月30日撮影)

前出の写真-3は、写真-11のP点付近から八坂橋方向を望んだものであって、C1地区への洪水の侵入状況を示したものであるが、同じ箇所の洪水直後の状況を示すのが写真-13である。八坂橋から続く県道を越えた洪水流は、そこで段落ち流れとなり、著しい洗掘を起こしている。道路の端部が削り取られ、水田が洗掘されている。また稲の倒伏状況から洪水流が勢いよくさらに下流方向へと流れたことが理解され、これは洪水時の状況を示した写真-3とよい調和を示す。

4. 考察

今回の八坂川の洪水では、八坂橋の下流側に広がる大蛇行部の上流端から堤防の越流が起こり、旧河道と推定される流路に沿って洪水流は下流へと直線的に流れた。この地点より下流側でも溢水

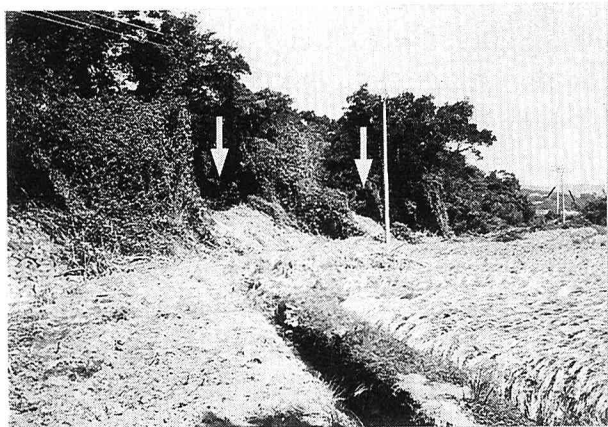


写真-12 堤防からの越流痕跡



写真-13 八坂橋に続く県道上から下流方向への洪水流の痕跡

氾濫が起こったが、そこでは氾濫流速が小さかったために水田の稲は倒伏しておらず、しかも氾濫水の水位は急速に低下したために水田にはそれほど大きな被害は生じなかった。しかし、蛇行の上流部に位置する八坂橋の上下流付近では洪水流の流速が著しかったために、堤防越流に伴い周辺の水田にかなり大きな被害が出た。この付近では水田の土壌が流出し、基盤の砂礫層が露出した状況が多く観察された。

洪水の氾濫状況と洪水痕跡を考え併せると、地形的に見て洪水が激しく走る、すなわち洪水の流速が速く、そこで洗掘などが起きて被害が出やすい場所と、洪水がゆったりと湛水する場所とに分かれることが明らかである。八坂橋の南側の山付き流路より大蛇行部へと変わる地点付近から堤内地に流れ込んだ洪水が道路を横断したあとの段落ち流れ、出原橋の右岸側での同様な条件下での段落ち流れが前者の典型例である。一方、流れが弱く、湛水傾向を示した場所には、写真-11に示した大蛇行部の下流側の地区や、出原橋直上流のJR橋の盛土区間で流れが阻止された地区があげられる。これらの区域に住む住民は、過去の洪水の経験から家屋が洪水に流されることよりも、浸水被害の軽減と、洪水により運び込まれた大量のゴミ・ヘドロが家屋内に残されないよう

にすることに注意を払っていた。このため、多くの人々は洪水が引き始めると同時に家屋内の清掃作業を行ったことが分かった。これは洪水の避難を考える際に注意すべき事項の一つである。

氾濫時の流速の大小は、基本的には流域の勾配に依存するが、それと同時に流れの急縮によって加速される場所や、段落ち流れの生じる場所では顕著な被害が出ると言える。堤防の場合は植生があって粗度が大きいために流速が低下するが、舗装道路では表面がアスファルト舗装されているため粗度が小さく、このため高流速となりやすく、そのことが相対的に低い段落ち流れでもかなり著しい洗掘などをもたらしたと推定される。

八坂川では、各所に河畔林として竹林があったが、それらの堤内地側では洪水によって堆砂が助長され、そのことが竹林の生育を促してきたことが見いだされた。また、現象的に興味があることとして、洪水氾濫が稲刈りの前に生じたために、稲の倒伏状態から洪水流の流向が明瞭に読み取れたことがあげられる。

5. あとがき

本研究では、大分県八坂川の1997年洪水を対象として、洪水状況、洪水後の氾濫調査の結果をまとめた。洪水時の流況についてはしばしば空中写真撮影が行われており、それによって有効な情報が得られるが、空中写真が撮影されなくても、氾濫区域の植生の倒伏状況や各種施設周辺での洗掘状況などを現地で調べることができれば、洪水の流況について有効な情報を得ることが可能なことを強調しておきたい。また本研究では浸水域分布と60地点における浸水高の絶対標高を明らかにしたが、これらの定量的データは今後洪水氾濫域の予測計算法の検証データとして有効と考えられる。

なお、本研究を進めるに際しては、水位痕跡データの収集・整理には大分県土木建築部河川課および(財)リバーフロント整備センターの協力をいただいた。ここに記して感謝します。また、本研究のうち洪水被災者へのヒアリングについては著者の一人(清野聡子)が(財)河川情報センターから助成を受けた研究の成果の一部であることを付記する。

参考文献

- 1) 清野聡子・前田耕作・宇多高明(1998): 地域固有の価値観・歴史性・稀少生物の保全と河川改修, 第4回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム論文集, pp.189-194.

(1998.9.30 受付)