

不連続堤の機能と分類に関する研究*

A Study on Classification of Flood control function of Discontinuous levees

寺村淳**・大熊孝***

By Jun TERAMURA・Takashi OKUMA

Abstract

There are many types of discontinuous levee on alluvial plain rivers. However, a lot of discontinuous levees are scheduled to be closed by flood control plans.

In recent years, there is a change in flood control plan by the land price falling and the change in social sense of values for nature. The possibility that discontinuous levees remain has come out by the change in flood control plans. In the meantime, the definition of discontinuous levee is vague. For instance, tow types of discontinuous levee that the functions are different have the same name. The difference of recognition to the function of discontinuous levee has a possibility of disturbing right evaluation for discontinuous levees.

In this paper, discontinuous levees are classified by comparing geographical features, levee-shape transition, the functions and historical background of the levees.

1. はじめに

不連続堤は現在、各地に数多く残っている。しかし、これらの多くは改修過程の暫定的なものとなされ、計画上は連続堤に改修される運命にある。その中で、一部の河川では不連続堤を存置する事が検討されている。

一方、不連続堤の定義や評価は意外に曖昧で、土木用語辞典等にも明確な記載がない¹⁾²⁾。霞堤を不連続堤の総称として扱ったり、機能や地形条件が異なる不連続堤を同一の種類の不連続堤として定義している場合がある。加えて豊川の事例は霞堤で、手取川の事例は霞堤ではなく鎧堤であるとする著作もある³⁾。

こうした霞堤を巡る状況下で、筆者は北陸扇状地河川の霞堤を対象に、その形成最盛期が明治後期から昭和初期にあることを明らかにしてきた⁴⁾。しかし、地形条件を異にする不連続堤の比較研究は未だ十分に行なわれていない⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

そこで本論では、地形条件の異なる河川における不連続堤について、堤防の形状や成り立ちなどの考察を通し不連続堤の分類を行なう。このことは、不連続堤に関する研究を進める上で、意義ある考察であると考えている。

2. 各河川の堤防の形状変遷

不連続堤とは文字通り、堤防が不連続になったものであり、堤防が重複しているが連続していないものや、越流堤などの様に堤防が部分的に低くなっているものも洪

表-1 対象河川諸元一覧表⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾

河川名	所在地(県)	流域面積(km ²)	流路延長(km)	対象区域平均勾配(河口又は本川合流まで)	分類
黒部川	富山	682	85	1/97	急
片貝川	富山	168.5	47	1/64	急
早月川	富山	133.5	32	1/47	急
常願寺川	富山	368	56	1/106	急
庄川	富山	1180	115	1/228	急
手取川	石川	809	72	1/186	急
豊川	愛知	724	77	1/1148	緩
雲出川	三重	550	55	1/974	緩
渋海川	新潟	327	82	1/672	段

*急：急流河川 緩：緩流河川 段：河岸段丘河川

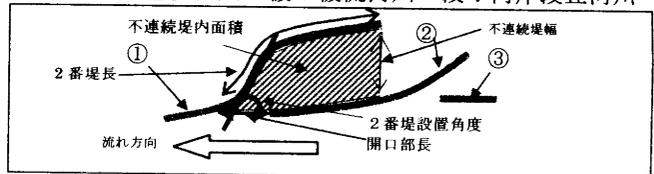


図-1 不連続堤に関する定義

水流の連続性が断たれるという観点から含める。

また、本研究では図-1を例とし、②を本堤または1番堤、①を副堤または2番堤とする。この①・②を一式として1つの不連続堤とする。同様に②・③の一式も1つの不連続堤として扱う。さらに、開口部から①堤の先端と②堤との最短距離を結ぶ線で囲まれた斜線部を不連続堤内面積、開口部に対する①堤の開口部付近の角度を2番堤設置角度とする。

この堤防の不連続区間にどのような意味があるか、意味があるとするれば、不連続区間にはどのような役割があり、これはどのように分類されるかという事が本論の考察

Keywords : 不連続堤、霞堤、遊水地

**学生会員 新潟大学大学院自然科学研究科

(〒950-2102 新潟県新潟市五十嵐二の町 8050 番地)

***フェロー会員 新潟大学自然科学系教授(建設学科)

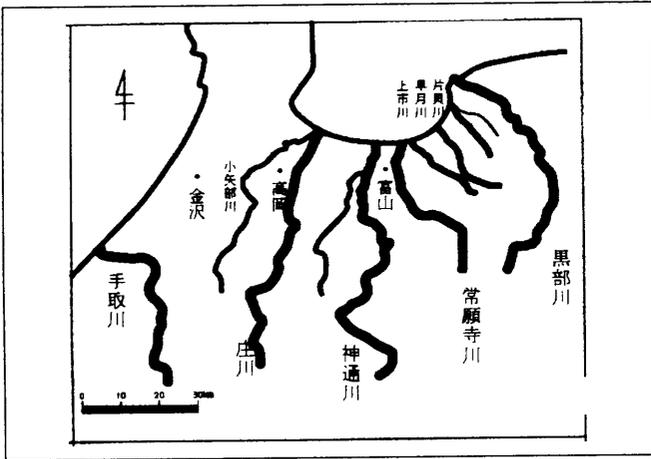


図-2 北陸扇状地河川位置図

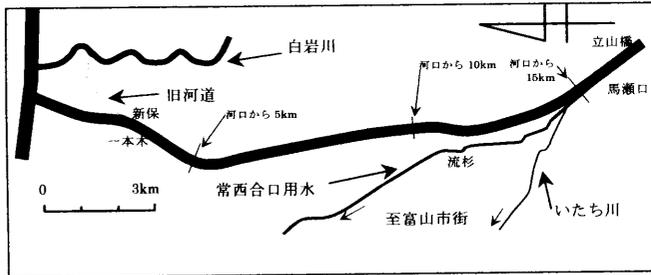


図-3 常願寺川概要図



図-4 庄川両縁用水取入絵図(享保3(1718)年)「千保柳瀬合口用水史」より¹⁶⁾

の目標である。

(1) 対象河川

対象河川は、ここでは次の3つの地形条件下の河川としている。つまり、①急流河川、②緩流河川、③河岸段丘河川である。この3つの地形条件は不連続堤を考える上で最も基本的な条件であると考えている。その理由は、以下、本論を述べるなかで明らかにする。

各河川の研究対象区域は、不連続堤が存在する平野部において、河川が平野に出た場所から河口までとしている。ただし、澁海川は、平野に出た場所から信濃川本川との合流点までとする。以下、3つの地形条件ごとに不連続堤の機能と分類について述べることにする。なお、表-1が対象河川の諸元一覧表である。

(2) 急流河川(北陸扇状地河川群)

急流河川としては、まさに国内河川において急流河川の代表といえらるとともに、距離的に調査がしやすかった

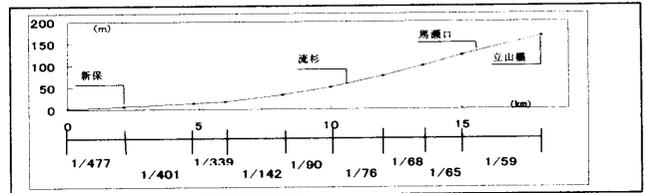


図-5 常願寺川縦断面図

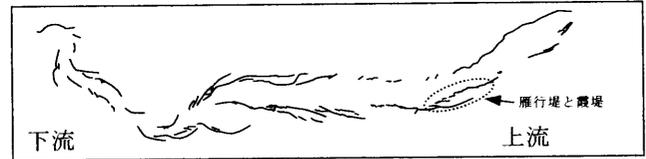


図-6 常願寺川(天保7(1836)年頃)

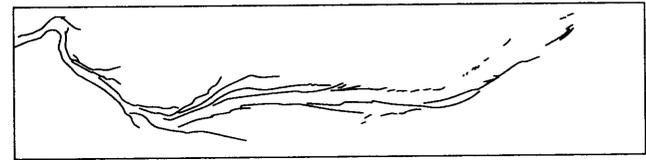


図-7 常願寺川(デ・レイケ改修前(明治24(1891)年以前))

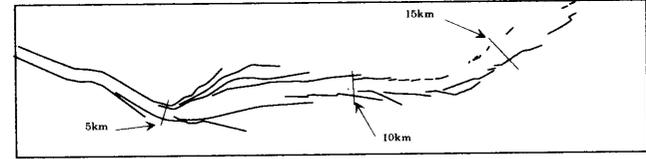


図-8 常願寺川(デ・レイケ改修計画(明治24(1891)年))

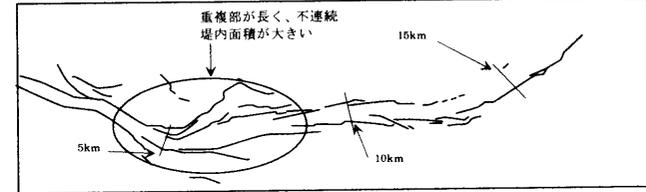


図-9 常願寺川(明治44(1911)年頃)

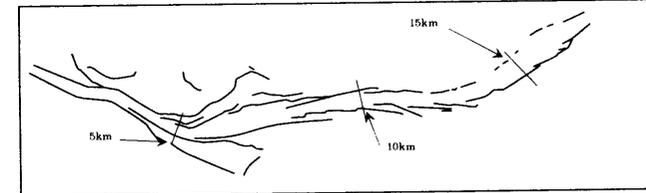


図-10 常願寺川(昭和5(1930)年頃)

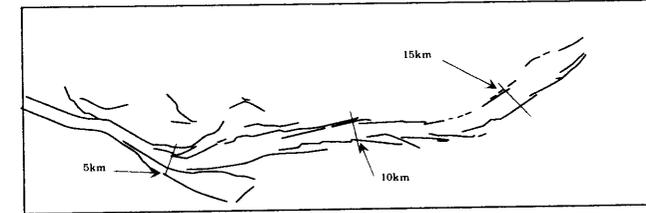


図-11 常願寺川(昭和23(1948)年頃)

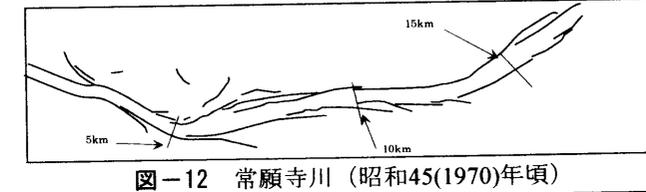


図-12 常願寺川(昭和45(1970)年頃)

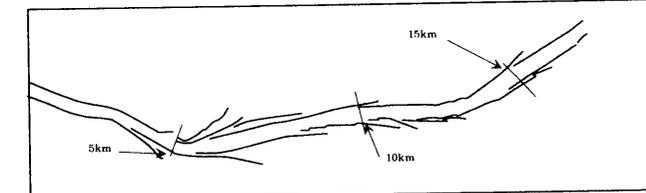


図-13 常願寺川(平成12(2000)年頃)

北陸扇状地河川群を取り上げる。つまり、表-1に挙げる黒部川・片貝川・早月川・常願寺川・神通川・庄川・手取川である¹⁷⁾。これらの河川の研究対象区間の河床勾配は、表-1に示すように1/47~1/228で文字通り急流河川である。この北陸扇状地河川の地形上の最大の特徴は、上記の通り河床勾配が急であることと、各河川が平野へ出たところから扇状地を形成することにある。

こうした地形条件下における各河川の築堤の歴史は拙著「北陸扇状地河川における霞堤の変遷とその役割に関する研究」(土木史研究論文集VOL.24)で詳述しているが、特記すべきは、各河川の堤防の形状変遷が類似していることにある¹⁸⁾。各河川の築堤の端緒は、微高地に立てられた住居の周囲を囲った堤防、すなわち船形屋敷や囲堤である。北陸扇状地河川の堤防は、戦国時代から江戸時代にかけては河道を固定することを目的として、扇頂付近を中心に築堤がなされてきた。常願寺川扇頂には佐々堤が佐々成政(1536~1588)によって築堤され、庄川では加賀藩三代目藩主前田利常(1593~1658)が松川除を設置している¹⁹⁾²⁰⁾。また、これら扇頂における河道制御用の堤防は、常願寺川では富山市街方面に伸びるいたち川などを、庄川では高岡市街方面に伸びる千保川を締切っており、その目的は主要な城下町の洪水被害を防ぐことであつたと考えられる。

これらの派川締切りで用いられた堤防は、図-4の庄川の事例のように、雁行堤と呼ばれる小さな堤防を重ねて設置しているものが多く、河道を固定するための水制としての役割が強かつたと考えられる²¹⁾。さらに雁行堤の様な堤防は北陸扇状地河川においては扇頂に近い場所ほど多い傾向にある。

一方、図-6や図-7を見てわかるように、雁行堤の下流後方には受け皿のような形で比較的長い堤防が配置されていた。これらの堤防は雁行堤が受け切れなかった洪水や隙間から溢れた水を受け止め、氾濫水を河道に還元する役割を果たし、霞堤の原型となっていた。

そして、明治以降の堤防改修で、雁行堤など上流部に配置されていた小型の堤防は、徐々に連続化されていく。特に、ヨハネス・デ・レイケは常願寺川改修計画をたてる際、開口部を一部締め切る理由として、堤防先端が水衝部を引き寄せることと先端部の洪水時の欠損をあげ、堤防の平面形状を鉤型にすることで、先端水衝部の強化と、流路を安定させる必要があるとした²²⁾。この結果、北陸扇状地河川の不連続堤の水制としての機能が排除され、洪水時、越流や決壊によって上流で溢れた氾濫流を下流側の堤防で受け止め、さらにそこでも受け止めきれない場合はさらに下流の堤防で受け止めることで氾濫の拡大を防ぎ、受け止めた氾濫流を開口部から河道へ押し戻すことのできる様な二重三重の氾濫還元機能を持った形状となった。こうした形状になるのは、北陸扇状地河川では明治から昭和初期にかけての場合が多い。霞堤は、純粹に氾濫還元機能に特化した役割を持つ不連続堤として、この時、最も完成された形状になったと言える。

他方、明治以降、黒部川など、現在一級河川に指定されている河川に比べ、二級河川の片貝川、早月川とでは堤防の形状変遷が約30年遅れている。

一級河川では、早い時期から国の直轄河川に指定されるなどして、大規模な改修事業が行なわれた。これと同時に、霞堤の開口部の一部締め切りや重複部や控堤の撤去などが急速に進んだ。控堤や重複部の撤去には土地利用の効率化が関係しており、手取川流域では控堤の撤去と土地改良事業の完了の時期が一致している²³⁾。

以上のように、北陸扇状地河川における不連続堤は、河道を固定することや主要部を防護するための小型の堤防から始まり、現在の霞堤の形状に変遷したことがわかる。さらに、霞堤は、上流で破堤や越流などによって生じた氾濫流を折り重なった不連続部で受け止め、開口部から河道へ押し戻す氾濫還元型の不連続堤といえることができる。

なお、現在では各河川ともに、霞堤内に洗砂場や工場等があり、十分に氾濫還元機能を発揮できなくなっているものが多い。

(3) 緩流河川

緩流河川は、洪水時に支川などに逆流現象が強い影響を与える河川で、河床勾配としてはおおむね1/1000以下となるような河川を考えている。ここでは、緩流河川でありながら不連続堤が残されている豊川と雲出川を研究対象とした。この緩流河川の地形上の特徴は、河川が平野に出た場所から河口に至る間、扇状地を形成しないことにある。

a) 豊川

豊川は愛知県設楽町の段戸山(標高1152m)を源流とし、豊川市、豊橋市内を流れ、三河湾に注ぐ一級河川である²⁴⁾。平野部に出た後は平均勾配が約1/1150と急流河川と比べると緩勾配で、大きく蛇行を繰り返して河口へと至る。

また平野部には、河道周辺を中心としてやや離れた場所に河岸段丘があり、左右両岸は氾濫原が限定される構造になっている。近隣の中心都市、豊橋市と豊川市の中心市街地は、この河岸段丘の上であり、豊川の氾濫原より高い位置にある。

豊川の築堤に関する資料は近世においても非常に乏しい。主だったものとしては、慶長9(1604)年に犬の子(現豊川市院之子:豊川放水路分流付近)に堤があつたとされている²⁵⁾。その他にも築堤、破堤、補修等の記録はいくつか残っている²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾。しかし、いつ、誰が、どのような意図で設置をしたかは明確ではなく、戦国時代末期、吉田城主であつた池田輝政によるとする論など諸説があり、明確には解っていない²⁹⁾。江戸時代までの堤防は、二重三重に集落や田畑を囲った形状をしており、豊川では一般的に鎧堤と呼ばれ、羽衣堤、養堤などと呼ぶ記述もある³⁰⁾³¹⁾³²⁾。また、近年では鎧堤と呼ばず、霞堤と呼ばれている。

鎧堤は、左岸下流部の豊橋の主要地域を守るため、そ

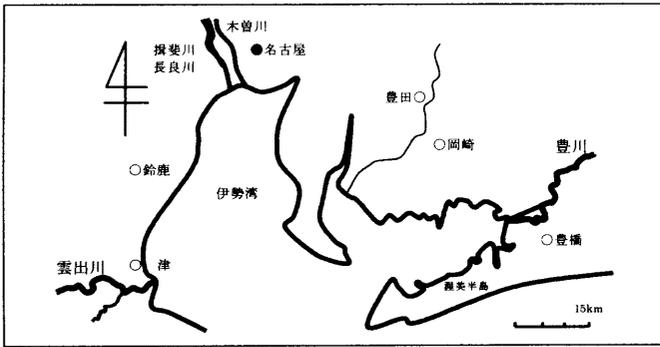


図-14 豊川・雲出川位置図

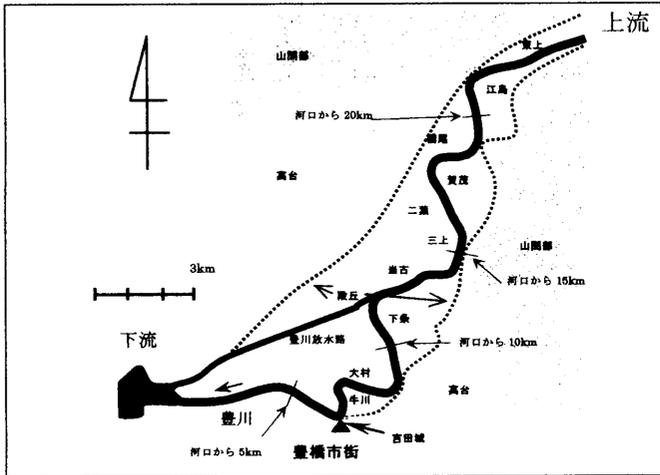


図-15 豊川下流域概略図

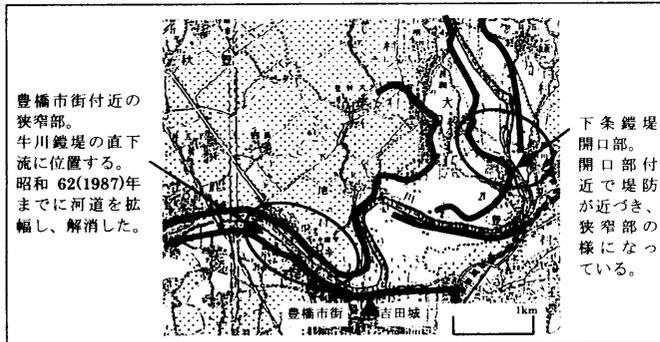


図-16 明治23年豊川下流拡大図³³⁾

の上流で洪水を氾濫させ、遊水させることによって、豊橋市街への洪水の負荷を軽減するシステムとなっている。吉田城付近は狭窄部になっており、直上流の右岸大村と左岸牛川にある開口部から遊水地に逆流氾濫させ、左岸下流部の豊橋市街の安全を確保するシステムとなっていた。さらに、大村の鑿堤には越流堤があり、水位が7尺(2.1m)以上になると越流するようになっていた³⁴⁾。寛文11(1671)年には左岸下流に位置する馬見塚村庄屋を中心に、右岸清須新田の堤防を自主決壊させ、その後も左岸豊橋側に優位な形で右岸側の堤防を決壊させてよいという取り決めが行なわれている³⁵⁾。これらの鑿堤による遊水地は明治時代には9箇所(下流から牛川・大村・下条・当古・三上・二葉・賀茂・江島・東上)あった³⁶⁾。豊川では、明治の初めまで河道沿いに十分な築堤がなされていなかったため、明治9(1876)年～明治18(1885)年に鑿堤の改修を行ったが、逆に水害被害が増大したとされている³⁷⁾。

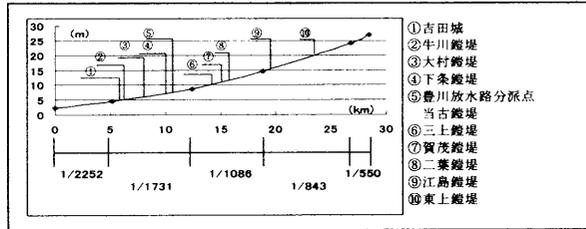


図-17 豊川縦断面図

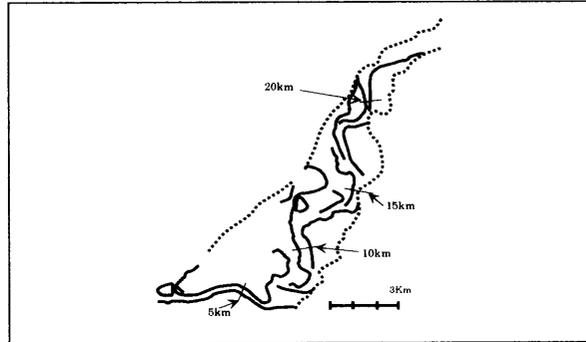


図-18 豊川(明治23年頃)

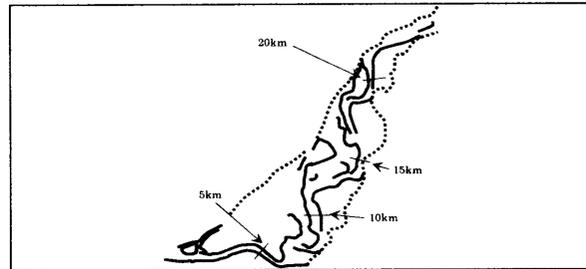


図-19 豊川(昭和2年頃)

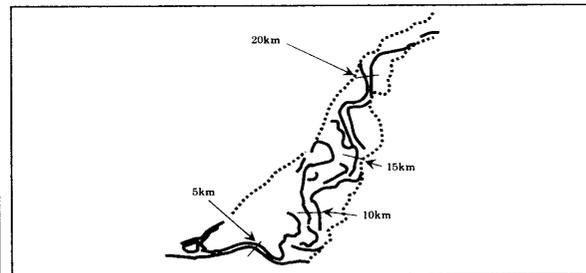


図-20 豊川(昭和25年頃)

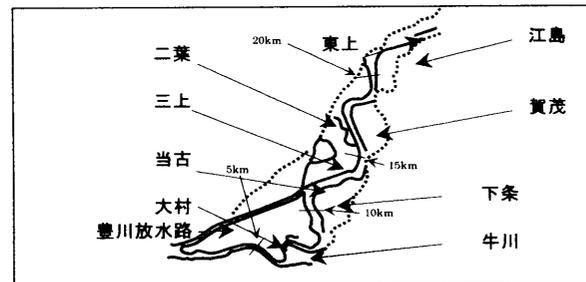


図-21 豊川(昭和46年頃)

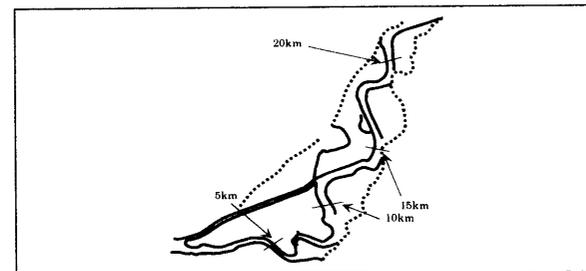


図-22 豊川(平成9年頃)

明治以降の豊川の治水は、この鎧堤をいかに締切るか
を主要課題として治水事業が順次進められてきた。鎧
堤を締切するためには計画高水流量を鎧堤による遊水以外
の手法で流下させる必要があった。さらに、豊橋付近は
早くから市街化されており、大幅な引き堤などによる河
積の確保は困難となっていた³⁸⁾。そのため、昭和
13(1938)年から豊橋より上流、河口より約 11.5km 付近当
古地先から前芝地先へと 6.6km の豊川放水路が計画され、
昭和 40(1965)年に完成している³⁹⁾。この放水路の完成に
より、昭和 39(1964)年～41(1966)年の間に、図-21 の様
に右岸側にあった 4 箇所の鎧堤(大村・当古・三上・二葉)
が締切られた⁴⁰⁾。一方で、左岸側に現存する牛川・下条・
賀茂・江島の 4 箇所の鎧堤は、全面的に締切ることをせ
ず、現在より高い位置に小堤を設置し、遊水機能は維持
する計画となっている⁴¹⁾。また、図-16 に示す豊橋市街
付近の狭窄部は昭和 62(1987)年までに解消され、最上
流部の東上の鎧堤は平成 9 年 3 月に締切られている⁴²⁾⁴³⁾。

豊川の堤防の形状を見ると、図-16 の明治 23 年の時点
で、鎧堤の開口部付近では堤防が河道に近づき、狭窄部
となり、氾濫原を限定するための堤防は段丘に接続する
ように設置されているものが多い。また、氾濫原にある
集落は、集落周辺を堤防で囲い、輪中堤、囲堤の設置、
または住宅地部分を盛土によって嵩上げするなどし、対
策をとっている。つまり、この時点で豊川の鎧堤として
のシステムはある程度完成しているといえる。

また、下流部が相対的に狭窄部となり、その上流で洪
水が遊水地に氾濫するシステムは、利根川の中条堤や揖
斐川 2 次支流相川などで用いられてきた治水手法と類似
している。なお、北陸扇状地河川の霞堤など他の不連続
堤と同様に、牛川、下条、当古、賀茂など開口部で支川
が合流している。

鎧堤の締め切りの要望は多く、明治から昭和初期を中
心に陳情書が多数出されている⁴⁴⁾。鎧堤の開口部が締め
切られた箇所では、鎧堤は土地改良の妨げになるとして、
昭和 40 年代～50 年代を中心に、圃場整備時に多くが撤
去されている⁴⁵⁾。

以上のことから、豊川の鎧堤は、下流左岸の豊橋の市
街地を守るために、それより上流の平野部で堤防の不連
続部から洪水を逆流氾濫させる遊水システムであった。
治水上の特徴として挙げられるのは、堤防と河岸段丘で
氾濫原を限定していること、不連続部の直下流で川幅が
狭くなっていること、鎧堤による氾濫区域内の集落が浸
水に対する対策を取っていることである。

b) 雲出川

雲出川は三峰山(標高 1235m)を源に、平野部では久居
市、松阪市、津市などの境となり、伊勢湾に注ぐ三重県
中部の一級河川である⁴⁶⁾。

平野部の平均勾配は約 1/970 と豊川同様、北陸扇状地
河川と比べて緩勾配で、最下流部では雲出古川を分派し
デルタ地帯となっている。また、平野部左岸側は丘陵状
になっており、氾濫原より高い位置に久居市街が広がっ

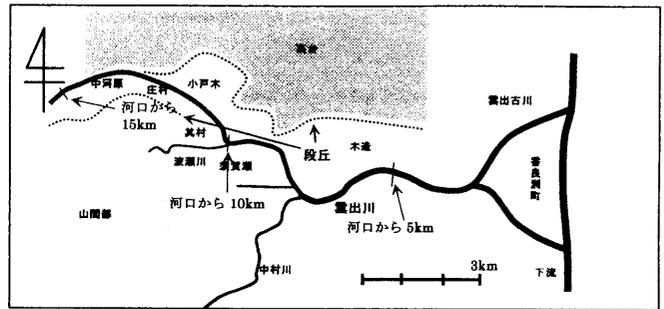


図-23 雲出川下流概略図



図-24 大正 2 年中村川・波瀬川合流点拡大図⁴⁷⁾

ている。

雲出川流域の農耕の歴史は古く、用水や井堰、溜池に
関する歴史資料は大変豊富で詳しい⁴⁸⁾。しかし、近世以
前の雲出川に対する築堤、治水に関する資料は乏しい。
ただし、寛保元(1741)年や安政 2(1855)年など、破堤の
記録が残っており、築堤等の治水事業が行なわれていた
と見られる⁴⁹⁾。

明治以降の治水に関する記録は、明治 35(1902)年の波
瀬川最下流部の蛇行箇所の直線化を行なった川替工程程
度である⁵⁰⁾。

戦後、昭和 28(1953)年の台風 13 号による水害を受け、
昭和 31(1956)年より中下流部の改修工事が行なわれる
ようになった⁵¹⁾⁵²⁾。戦後の雲出川における治水事業の工
程は建設省三重工事事務所編の「五十年のあゆみ」(1982
年)に詳しいが、昭和 35 年以降、下流部での治水対策は、
引き堤と掘削による河積の増大と無堤部への堤防の新築
を中心に行なわれてきた⁵³⁾。昭和 41(1966)年には一級河
川に指定され、その後も着々と治水事業は進められてき
ているが、図-29, 30 で見て取れるように、中村川合流点、
波瀬川合流点などの不連続部は締切られておらず、今後
の計画ではこれらを遊水地として維持していくことが検
討されている⁵⁴⁾⁵⁵⁾。

雲出川の治水は、中村川合流点(河口より約 7km)上流
部を中心とした、限定された地域を氾濫原として他の地
域の被害を軽減していた様に見受けられる。つまり、左
岸側の丘陵と河道の間と右岸側の中河原から庄村までの
丘陵と河道の間、波瀬川と雲出川の合流点付近、中村川
の合流点付近を遊水地とし、遊水地下流端の堤防の不連
続部から洪水を逆流させている。雲出川のハザードマッ
プを見ても、左岸側の地域は河道から少し離れたところ
に丘陵が張り出しており、氾濫域はそこで制限される。

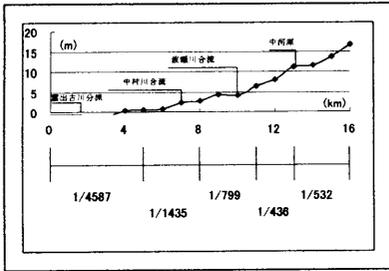


図-25 雲出川縦断面図

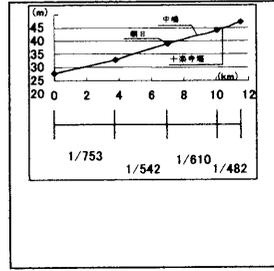


図-31 渋海川縦断面図

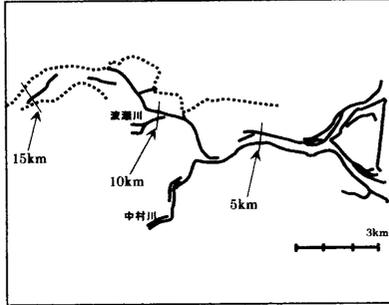


図-26 雲出川(大正2年頃)

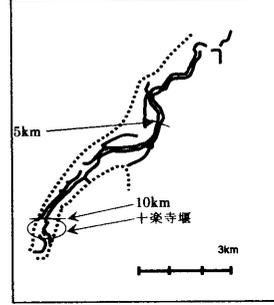


図-32 渋海川(大正3年)

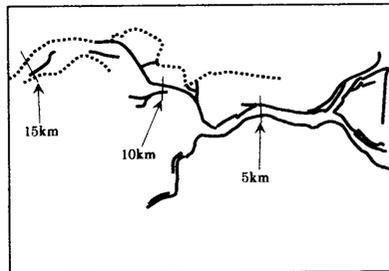


図-27 雲出川(昭和7年頃)

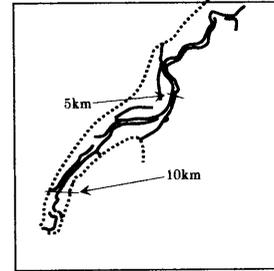


図-33 渋海川(昭和6年)

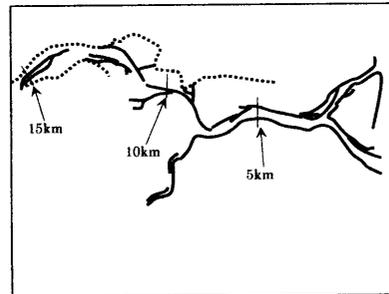


図-28 雲出川(昭和25年頃)

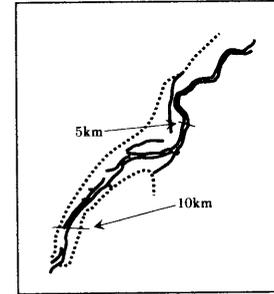


図-34 渋海川(昭和27年)

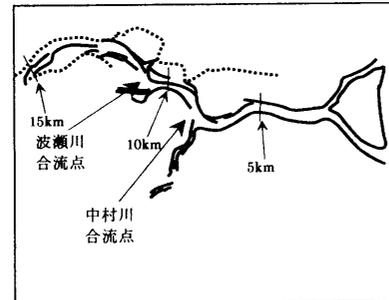


図-29 雲出川(昭和45年頃)

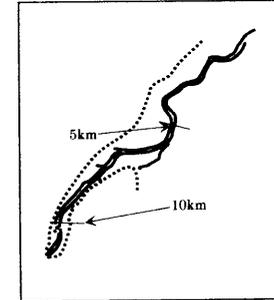


図-35 渋海川(昭和47年)

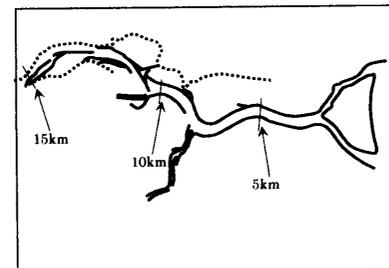


図-30 雲出川(平成6年頃)

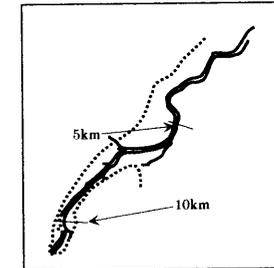


図-36 渋海川(平成16年)

また、中村川合流点より上流の右岸側に関しても、氾濫原はある程度限定されている⁵⁶⁾。逆に右岸下流部は平坦な地形となっており、洪水が氾濫した場合、広域での被害が予測される。雲出川の水害の記録においても、被災地の多くは中村川合流地点より上流にあり、それより下流では左岸側に被害記録が多い。逆に、中村川合流点より下流右岸側では水害の記録があまり見受けられず、被害の多くが限定した場所でのみ繰り返されている⁵⁷⁾⁵⁸⁾⁵⁹⁾。また、このような地域の水害に頻繁にあった集落は高台に住居を移すか、集落の周りに輪中の様に築堤するなどし、最低限の安全性は確保する工夫をしている⁶⁰⁾⁶¹⁾。

雲出川では氾濫域を大まかに区別すると、右岸3箇所、左岸4箇所の遊水区域があり、築堤等の関係で遊水地の数は6~8箇所へ変動する。ただし、遊水地となる限定された氾濫原の大きさはほとんど変わっていない。中村川合流点、波瀬川合流点にある遊水地では、従来では、豊川の鎧堤同様に直下流部で狭窄しており、遊水地への逆流氾濫が誘導される形になっていた。しかし、これらの箇所では戦後、引き堤による河積の確保を実施し、狭窄部を解消している⁶²⁾。

(4) 河岸段丘河川

河岸段丘河川は、急流河川でもなく、緩流河川でもなく、その中間の河床勾配の河川事例として取り上げ、不連続堤が残されていることが確認された信濃川左支川渋海川を研究対象とした。渋海川が山間部を離れ河岸段丘に挟まれた沖積平野に出てきた付近の河床勾配は約1/670である。この特徴は、不連続部から逆流氾濫させるのではなく、上流の越流堤から氾濫させ、下流の霞堤部分から氾濫流を還元させる構造となっていることであり、急流河川と緩流河川の中間的特徴を持っているといえる。

a) 渋海川

渋海川は新潟県東頸城郡松之山町の三方岳(1139m)を源流とし、長岡市で信濃川と合流する、信濃川左支川である⁶³⁾。流路の大部分は山間部を大きく蛇行しながら流れ、平野部はごくわずかである。渋海川では、この蛇行部を農地開拓や治水対策を目的としてショートカットした箇所が多数見られ、この川の特徴となっている。

対象区間となる最下流平野部は流路延長約12km、上流端の岩田から来迎寺付近までは兩岸を山に阻まれ平野部は狭い。対象区間の最下流部は信濃川の氾濫原に含まれるが不連続堤がないので考慮しない。

渋海川下流部は他の河川と比較して平野部河川が短い事も要因と考えられるが、他の河川より治水に関する記録が非常に少ない。十楽寺と飯塚に、江戸時代から堰があり、それより下流の多数の村で灌漑されていた記録があるため、河道に対する築堤等の処理も行なわれていたと見られるが、詳しい資料は

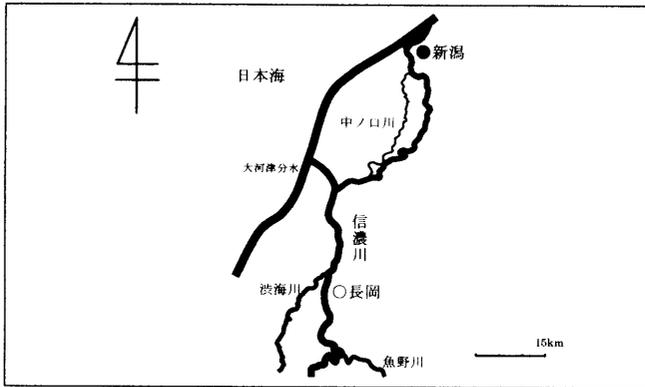


図-37 澁海川位置図

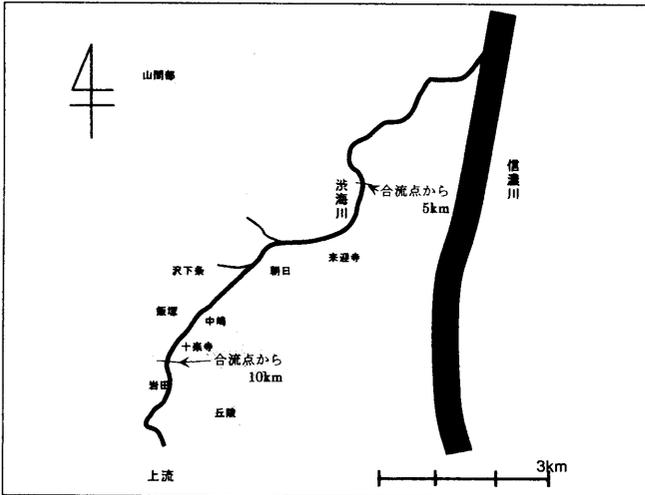


図-38 澁海川下流概略図

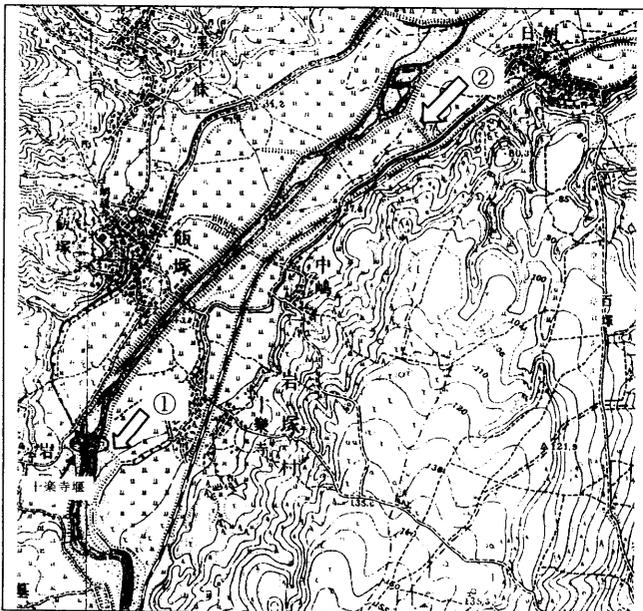


図-39 大正3年十楽寺付近 1/25000 地形図⁶⁴⁾

ない⁶⁵⁾。

また、図-32 の様に大正3年の地形図にはほぼ現状と同じ位置に堤防があり、無堤部の築堤と一部の流路変更以外大幅な改修は見受けられない。

澁海川の不連続堤で注目する箇所は、右岸上流部の十楽寺～朝日にかけての不連続堤である。十楽寺地先には以前より用水取り入れのための十楽寺堰があったが、これは現在でも可動堰として残っている。ヒアリングによると、この堰の右岸上流側には越流堤があり、水が溢れ

そうになると、堤防表面に藁を敷き、堤防が決壊しないようにしていた。この場所は従来、流路が右岸側に大きくよる形で蛇行していた。図-39 の大正3年の1/25000の地図を見ると、この蛇行部の下流端の右岸堤防には流路や前後の堤防線と異なった形状の堤防があり、越流堤(矢印①)と見られる。出水の場合、ここから洪水を溢れさせる処置がとられていたと思われる。直下流にある十楽寺と中嶋の集落は山際に近い微高地にあるため、氾濫水による被害は大きくなかったと予想される。また、中嶋とその下流の朝日の間には氾濫流をせき止める形の堤防(矢印②)が設置されており、河道に面する堤防はこの堤防の直上流で不連続になっていた。そのため、十楽寺から溢れた洪水はこの堤防で堰き止められ、河道に戻るため、朝日まで被害が及ばない形状となっていた。この不連続堤は現在でもそのままの形で残っている。

この十楽寺上流の不連続部は、昭和29年に蛇行部が改修され、直線化された後も越流堤として、少なくとも昭和53年までは残されていた。しかし、現在では十楽寺堰の可動堰化とともに堤防が強化され、連続堤化されている。しかし、この改修でショートカットされた蛇行部右岸側は下流端が不連続になっており、現在では遊水地としての機能を持っている。

このように澁海川では、かつて上流側の決まった場所で越流させることによって洪水を溢れさせ、下流で排水するシステムがとられていた。この不連続堤の主要な機能を特定することは難しいが、決まった場所で洪水を氾濫させることによって、氾濫被害の軽減につながることや、遊水による下流への負担の軽減などが考えられる。

この澁海川の事例は、先の急流河川や緩流河川における事例とは異なり、上流で越流氾濫箇所を特定し、下流の不連続部から氾濫流を排水させるもので、急流河川と緩流河川の中間の河床勾配における事例として注目される。

3. 不連続堤の機能と形状による分類

(1) 不連続堤の経年変化

これまで、地形条件を指標として、各河川の堤防の形成過程と特徴についてみてきた。これらの河川について1/50000 地形図の得られる明治後期から現在までの不連続堤の増減を図-40に整理した。

これによると北陸扇状地河川群の霞堤は昭和初期(片貝川は昭和40年代)まで、数が増えていることがわかる。これは無堤箇所の解消などで新たに築堤した際に霞堤の形をとったことに起因することが多い⁶⁶⁾。また、北陸扇状地河川群における戦後の霞堤の急激な減少は、手取川では土地改良事業の完了と一致するなど、農地開発や土地利用の変化によるものが多い⁶⁷⁾。一方で豊川、雲出川、澁海川では明治後期以降、戦後まで不連続堤の数は大きく変化しない。その後、豊川と澁海川では不連続堤の数が減少し、雲出川ではわずかではあるが数が増えている。豊川の場合、昭和40年に放水路が完成したことによって右岸側4箇所の鎧堤が締切られるが、この背景には農地

整備に対する地元の要望が大きかった⁶⁸⁾。渋海川の場合、戦後になり県の改修事業が入り、蛇行部のショートカットや不連続部の連続化が行なわれ、不連続堤の数は減少しているが、改修事業後も、越流堤がしばらく残されていた。雲出川の場合、戦後、表面上は不連続堤の数が増えているが、従来遊水地であった無堤の箇所新たに築堤した事によるものであり、これによる雲出川の不連続堤の遊水機能に大きな変化は見られない。

このようなことから、急流河川の北陸扇状地河川群では戦後、連続堤化が進み、霞堤の数が減少しているのに対し、豊川、雲出川、渋海川では、豊川の右岸鎧堤の締め切りは例外として、ある程度遊水地としての機能が維持される形で現在に至っているといえる。

(2) 機能と形状による分類

北陸扇状地河川と豊川や雲出川、渋海川では地形条件が大きく異なる。表-1でも分かるように北陸扇状地河川は急流河川である。治水工法としては霞堤と呼ばれる不連続堤を重ねる様に配置し、上流で破堤や越流によって溢れた洪水を堤防の重複した部分で受け止め、開口部から河道に戻す形となっている。一方、豊川や雲出川は緩流河川である。治水工法としては、豊川は鎧堤といわれる手法で、守りたい箇所の上流に狭窄部をつくることによって遊水し、下流の主要市街地を守っていた。雲出川においても鎧堤の様な特別な呼び名はないが同様の手法がとられ、限定された氾濫原で遊水することによって他の場所を氾濫から守っていた。渋海川に関しても類似した手法が用いられ、限定箇所に洪水を氾濫させることで他の箇所を守っていた。このことから北陸扇状地河川の霞堤と豊川の鎧堤等とは明らかに、形成過程や従来担ってきた役割が異なることがわかる。しかしこれまで、その区別は曖昧にされてきた。

まず、勾配に関しては、一般的に霞堤は急流河川に設置されており、北陸扇状地河川群では1/450より勾配の緩い箇所には現存しない。一方で豊川や雲出川では不連続堤を有する区間の勾配は1/1000前後が多く、逆に1/450より急な箇所には存在しない。

また、勾配以外の指標として図-1に示した様に、開口部の長さ、2番堤(下流側の堤防)の長さ、不連続堤の幅、面積、2番堤の設置角度などを地図から測定した。年代によって不連続堤の数や形状が異なるため、測定の対象とした時期は、図-40で不連続堤が最も多い年代を採用した。この中で、設置箇所の勾配と不連続堤内の面積、及び2番堤の設置角度との関係性について図-41、42を作成した。

この結果、図-41、42から北陸扇状地河川群のような急流河川の霞堤は、緩流河川に比べ不連続堤の重複部内の面積が非常に小さく、洪水時に逆流で一時的に貯留できる貯水能力が小さいことがわかった。逆に勾配が緩い場合、事例数が少なく、やや分散している傾向にあるものの、急流河川に対し面積が広く、貯水機能に優れている傾向にある。各河川単位で比較しても、図-43のよう

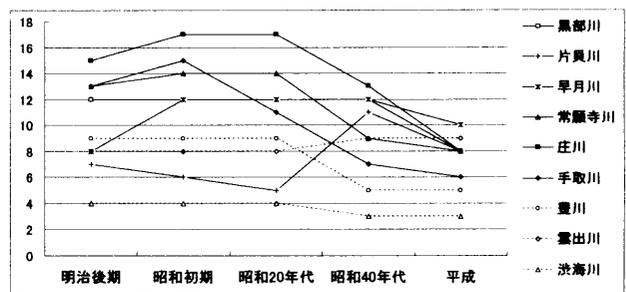


図-40 不連続堤の増減

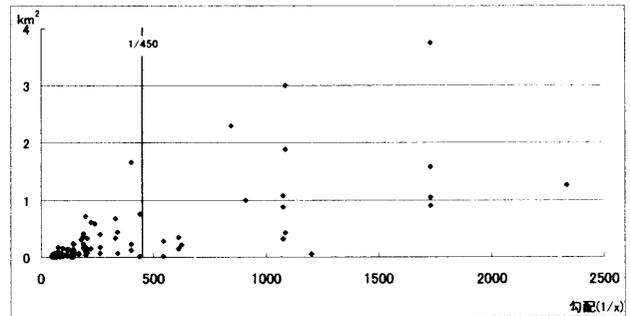


図-41 河床勾配と不連続堤内面積

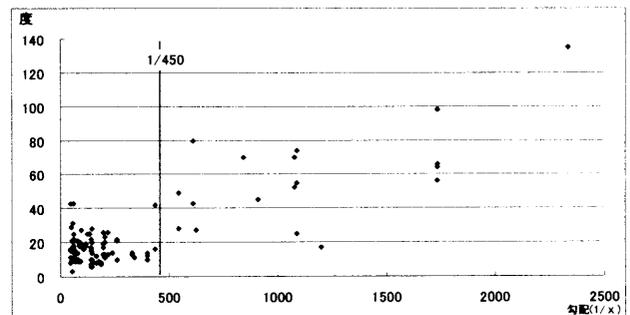


図-42 河床勾配と二番堤設置角度

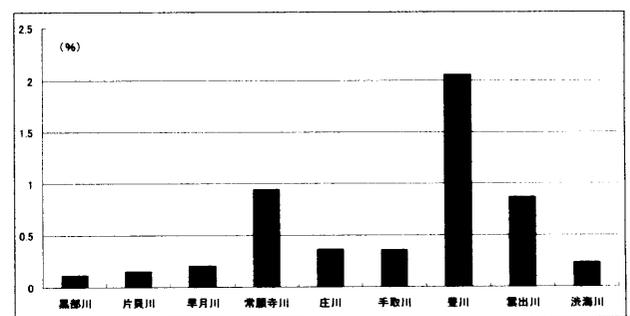


図-43 流域面積に対する遊水地面積の割合

に北陸扇状地河川より、豊川・雲出川のほうが遊水地の割合が大きい。北陸扇状地河川で、常願寺川のみ突出して遊水地の割合が高いが、これは図-9でわかるように、一部の霞堤の重複部が長く、不連続堤の面積を大きくしているもので、重複部先端まで、そのまま貯水できるわけではない。よって、実質的な貯水能力は遊水地の割合より小さいといえる。

また、不連続堤の開口部に対する2番堤の設置角度に関しても勾配によって大きく分かれ、急流河川ではほとんどの場合が30度より鋭角となっている。一方の緩流河川においては40度より広い角度となっているものが多く、急流河川と大きな違いを見せている。この違いは開

口部における水の流れについて、堤内への流入か堤外への排出のどちらに主眼をおいているのかの違いとすることができる。不連続堤の遊水機能について考えると、開口部に対する2番堤の角度が広い場合、洪水が開口部から流入する際に流入経路を阻害せず、より多く貯水できる。一方、2番堤の角度が狭い場合、洪水の流入を阻害し、角度の大きい場合に比べ貯水容量が減少するだけでなく、流入してくる水が堤防に垂直に当たるため、堤防への負荷がより大きくなる。また、氾濫還元機能について比較すると、上流で溢れた氾濫流を受け止め開口部から河道にすみやかに還元するためには、開口部に対して2番堤の角度が大きいと、堤防が氾濫流を垂直に受けることとなり、堤防には大きな負荷がかかることとなる。逆に、2番堤が鋭角に設置されている場合、氾濫流は2番堤に沿って河道に速やかに還元されることとなり、効果的に排水することが可能となる。また、洪水貯留を目的としていないので不連続堤内の面積は必要ない。

つまり、北陸扇状地河川のような急流河川の霞堤は上流から溢れてきた氾濫流の河道還元や内水排除を主目的としているため、1番堤に対し2番堤が鋭角に設置され、不連続堤内の面積が狭い形状になり、豊川の鎧堤などの緩流部に設置されている不連続堤は、洪水を開口部から限定された氾濫原へ貯留し、下流を守る遊水機能を主目的としているために、2番堤の設置角度が緩く、不連続堤内の面積も広いとすることができる。

(3) 不連続堤内の土地利用

北陸扇状地河川と豊川・雲出川とでは、不連続堤の開口部から堤防が重複している末端までの氾濫区域内の土地利用について、大きな違いが見られる。注目すべき点は、不連続堤の氾濫区域内の宅地利用についてである。

急流河川の北陸扇状地河川では、不連続堤の氾濫区域内に住宅はほとんどない。手取川の場合、明治初期までは霞堤の重複部は荒地で土地利用がされず、その後、田畑として利用されるようになるが、集落は霞堤や控堤のすぐ裏に形成されていることが多い⁶⁹⁾。

一方、緩勾配の豊川や雲出川では不連続堤の氾濫区域内に集落が形成されていることが多い。豊川では、右岸当古～二葉にかけて、集落を囲むように堤防が続いており、左岸側の下条・賀茂・江島の現存する鎧堤では、住宅の敷地が嵩上げされており、最大で3m程度の盛土がされている。賀茂町におけるヒアリングによると、かつては嵩上げた住宅が、年2回程度床下浸水し、床上浸水することも度々あったが、ここ10年は盛土されている住宅のすぐ手前まで水が迫る程度であるとのことであった。また、下条西町では、現在でも新規宅地が盛土をしたうえで販売されている。雲出川においても、浸水区域内にある集落は全体的に嵩上げされたり、輪中堤がつくられるなどしている。

このような住宅の有無に関する違いは、不連続堤の機能の違いによると考えられる。急流河川の北陸扇状地河川では、勾配が急なため、下流からの浸水被害はほとん

どないと考えられる。一方で、上流から溢れた氾濫流は強力で、直撃すると集落や家屋に大きな被害を与えると考えられる。そのため、氾濫還元を目的とする、北陸扇状地河川の霞堤では、霞堤のなかに住宅がないといえる。

豊川や雲出川では、洪水は下流の開口部から逆流し、時間をかけて浸水する。そのため、輪中堤の設置や宅地の嵩上げをすれば、床下浸水が頻繁に起こっても、家屋の損壊には至らない。このことは、豊川におけるヒアリングにおいて、上流からの破堤などによる浸水被害と、鎧堤の開口部からの逆流による浸水被害とでは、逆流による浸水の方が、被害が大幅に小さいという話があったことからわかる。

つまり、急流河川の不連続堤は上流から溢れてきた氾濫流を受け止める機能のため、不連続堤内を宅地利用できない。緩流河川の不連続堤では開口部からゆっくり逆流してきた氾濫流のため、浸水対策をある程度とっておけば甚大な被害には及ばないため、不連続堤内の宅地利用が可能ということである。

4. 不連続堤の名称と機能

北陸扇状地河川群などにある霞堤は、不連続堤の総称として扱われることが多い。しかし、不連続堤には設置箇所や機能に応じて様々な種類があり、霞堤を不連続堤の総称として用いることには疑問を感じる。

霞堤の形態は釜無川の信玄堤の一部がその始まりとされているが、その呼称は明治24(1891)年に、当時富山県で新聞記者として働いていた西師意がデ・レイケの常願寺川改修案に反論する形で出版した「治水論」において、常願寺川の不連続堤を「霞形堤」と記したことが始まりとされている⁷⁰⁾⁷¹⁾。

一方で、豊川の不連続堤は、現在では霞堤と呼ばれ、現存する遊水地に関しても下条霞、賀茂霞等と呼ばれているが、本来、豊川の地元では鎧堤という呼び名が一般的で、霞堤と言う言葉は用いられてこなかった。

郷土資料を調べたかぎりでは、豊川に関する資料において最も早く「霞堤」という言葉が用いられているのは、大正5(1916)年の「豊川改修陳情決議宣言」で豊川の堤防を「霞堤ノ如キ」としており、豊川の堤防を霞堤と表現しているのは大正12(1923)年の「豊川改修速成請願書」において「霞堤又ハ羽衣堤ト名ヅクル」という文章からであった⁷²⁾。一方「鎧堤」に関しては、祐林寺の所蔵する災害記録において、明治8(1875)年の水害について豊川の鎧堤を改修したことによって下流で被害が出たという記録があり、その他の資料においても従来から鎧堤と呼ばれていたという資料が目立つ⁷³⁾。また、「豊川町水害陳情書」(昭和12(1937)年)には「鎧堤防」、「広報とよかわ」には昭和25(1950)年の資料で「鎧堤」としている。昭和30年代から郷土資料にも「霞堤」という表現が主流となり、鎧堤は霞堤の別名扱いとして表現されることが多くなっていく。これらのことから、豊川の不連続堤は「鎧堤」が従来からの名称で、「霞堤」は近代になってか

ら広まった呼び名であることがわかる⁷⁴⁾。

この様に北陸扇状地河川群と豊川という、まったく機能の異なった不連続堤について「霞堤」と表現されるようになったのは、これまで「霞堤」について、明確な定義がなされてこなかったことに起因すると考えられる。

河川工学書においても、「霞堤」の機能については急流河川で用いられる、遊水機能を持った不連続堤として表現されていることが多い⁷⁵⁾。特に、宮本武之輔の「治水工学」においては、直前の「副堤」の項で手取川を事例に上げ、急流河川における氾濫還元機能について述べているものの、「霞堤」については、急流河川において不連続部からの逆流による遊水機能を持つものとしている⁷⁶⁾。また、「明治以前日本土木史」に豊川の不連続堤は「霞堤」として記載されている⁷⁷⁾。この様な著書が元となり、豊川の「鎧堤」は「霞堤」と呼び名が変えられていったと考えられる。近年の土木工学書には霞堤について氾濫還元機能を持った不連続堤で、主に急流河川に設置されていると表現されているものが増えてきている⁷⁸⁾。

この様な事から、「霞堤」について、北陸扇状地河川群をはじめとする、急流河川で用いられる不連続堤の名称であるとするならば、その主要な機能は氾濫流の河道還元であり、豊川の様に遊水機能を持つ不連続堤は「霞堤」に当てはまらないといえる。

豊川の不連続堤には「鎧堤」という固有名詞があり、同様に固有名詞のある不連続堤による治水システムは、釜無川の信玄堤や、緑川に加藤清正が設置した轡塘など多様にあるため、「霞堤」のくりに含めてしまう事は不適切であると考えられる。また、雲出川や渋海川の不連続堤の様に、遊水機能を持っていると考えられるが、特段、堤防の名称がないものは、機能が異なるため「霞堤」に含めず、単に遊水機能を持った不連続堤、又は不連続堤を用いた遊水地と表現すべきであると考えられる。

5. まとめ

本論の結果、次のような事が明らかになった。

- ① 北陸扇状地河川群と豊川・雲出川、または渋海川とでは不連続堤の機能が異なる。
- ② 豊川・雲出川・渋海川の遊水機能は氾濫原を限定できる条件の下に設置され、効果的な機能を発揮してきた。
- ③ 各河川ともに戦後不連続堤が減少する傾向にあるが、北陸扇状地河川では霞堤の機能が衰退してきているのに対し、豊川、雲出川の遊水機能はある程度維持されて現状に至っている。
- ④ 急流河川と緩流河川では、不連続堤内の面積と不連続堤の開口部と2番堤との角度が異なる。
- ⑤ 急流河川と緩流河川では、不連続堤内の宅地利用の状況が異なる。
- ⑥ 豊川の不連続堤は現在、霞堤と呼ばれているが、従来は鎧堤と呼ばれており、霞堤の定義の曖昧さが原因で霞堤と呼ばれるようになった。

これらのことから、急流河川と緩流河川では不連続堤の持つ役割が異なる事が確認できた。また、機能のみでなく形状的にも差異が認められ、急流河川と緩流河川の不連続堤の違いの裏づけともなった。

今後の課題としてはこれら以外の地域の不連続堤についても調査が必要である事と、今後、どの様な位置付けで不連続堤を扱っていくかを考察する必要があると考えられる。特に、遊水地は近年、多数事業化が進められているため、不連続堤による遊水に関しても、地形条件など明確な定義付けが必要であると考えられる。

また、霞堤が不連続堤の総称として扱われている問題に関しても、語源などを考えると好ましいことであるとはいえないので、不連続堤に関して明確な定義付けをする必要があるといえる。

6. 謝辞

本論文をまとめるにあたり、東京都土木技術センターの岩屋隆夫氏に細部にわたり、御指導頂きました。また、東洋大学松浦茂樹教授より貴重なアドバイスをいただきました。また、国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所及び三重河川国道事務所からは貴重な河川資料と今後の治水に関する方針などについて丁寧に説明いただきました。末筆ではありますが、御協力いただきました皆様に感謝いたします。

7. 参考文献

- 1) 社団法人土木学会：「土木用語大辞典」，1999年。
- 2) 社団法人土木学会：「第四版土木工学ハンドブック」，技報出版株式会社，1989年。
- 3) 藤田佳久：「生きている霞堤」，あるむ，2005年。
- 4) 寺村淳・大熊孝：「北陸扇状地河川における霞堤の変遷とその役割に関する研究」，土木史研究論文集 VOL. 24，pp. 161～171，2005年。
- 5) 大熊孝：「霞堤の機能と語源に関する考察」第7回日本土木史研究発表会論文集，pp. 259～266，1987年。
- 6) 建設省土木研究所河川部総合治水研究室：「霞堤の現況調査報告書－緩流部の事例調査を含めて－」，土木研究所資料，1986年。
- 7) 建設省土木研究所河川部総合治水研究室：「緩流部霞堤の保全手法に関する調査報告書－段階的改修と自然遊水機能の保全－」，土木研究所資料，1986年。
- 8) 建設省土木研究所河川部総合治水研究室：「鬼怒川霞堤の現況調査報告書－急流部霞堤の現状と機能－」，土木研究所資料，1987年。
- 9) 日本河川協会 HP，<http://www.japanriver.or.jp/>
- 10) 建設省北陸地方整備局富山工事事務所：「常願寺川治水史」，p. 1，2000年。
- 11) 富山県河川調書(富山県調べ)。
- 12) 国土交通省豊橋河川事務所：「豊川管内図」，2003年。
- 13) 国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所：「雲出川流域図」，2004年。

- 14) 国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所調べ, 2002年.
- 15) 野口寛人:「洪海川における瀬替えに関する研究」, 新潟大学大学院自然科学研究科平成16年度修士論文, p.2, 2004年.
- 16) 建設省富山工事事務所:「常願寺川沿革誌」, p.99, 1962年.
- 17) 小出博:「日本の国土(上)-自然と開発-」, 東京大学出版, p.201, 1973年.
- 18) 寺村淳・大熊孝:「北陸扇状地河川における霞堤の変遷とその役割に関する研究」, 土木史研究論文集VOL.24, pp.161~171, 2005年.
- 19) 礪波市史編纂委員会:「礪波市史」, pp.435~449, 1965年.
- 20) 橋本規明:「新河川工法」, 森本出版, p.200, 1956年.
- 21) 千保柳瀬合口用水史編纂委員会/編:「千保柳瀬合口用水史」, 巻頭, 2000年.
- 22) 前掲18, p.162.
- 23) 手取川七ヶ用水土地改良区HP
<http://www.shichika.or.jp/>.
- 24) 国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所:「豊川」, 2005年.
- 25) 一宮町誌編纂委員会編:「一宮町誌本文編」, p.130, 1976年.
- 26) 前掲25, p.130.
- 27) 豊橋市史編集委員会編集:「豊橋市史第2巻」, p.690, 1975年.
- 28) 前掲27, p.494.
- 29) 豊橋工事事務所:「豊川」, 建設省中部地方建設局豊橋工事事務所, p.6, 1970年.
- 30) 前掲29, p.7.
- 31) 建設省中部地方建設局豊橋工事事務所:「豊川放水路」, p.4, 1965年.
- 32) 新編豊川市史編集委員会編集:「新編豊川市史第8巻」, p.620, 2002年.
- 33) 1/50000地形図(豊橋)明治23年製版を加工.
- 34) 前掲29, p7.
- 35) 豊橋市史編集委員会編:「豊橋市史第1巻」, p.691, 1973年.
- 36) 中部地方建設局豊橋工事事務所:「五十年のあゆみ」, p.166, 1988年.
- 37) 建設省中部地方建設局豊橋工事事務所:「豊川放水路工事誌上巻」, p.52, 1967年.
- 38) 前掲36, p.250.
- 39) 前掲36, pp.250~251.
- 40) 前掲37, p.52.
- 41) 国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所:「とよかわの川づくり」, pp.11~14, 2005年.
- 42) 前掲41, P3.
- 43) 国土交通省中部地方整備局豊川河川事務所調べ.
- 44) 新編豊川市史編集委員会編集:「新編豊川市次第7巻」, pp.845~862, 2003年.
- 45) 前掲44, pp.654~659.
- 46) 国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所:「雲出川流域図」.
- 47) 1/50000地形図(二本木)大正2年製版を加工
- 48) 大西源一ほか:「一志郡史下巻」, 一志郡町村会, p.500, 1955年.
- 49) 岡田文雄著:「久居市史上巻」, 久居市役所総務課, pp.371~377, 1972年.
- 50) 一志町役場企画課編集:「一志町史下巻」, p.310, 1981年.
- 51) 建設省三重工事事務所/編:「五十年のあゆみ」, p.316, 1982年.
- 52) 前掲51, p.228.
- 53) 前掲51, pp.229~245.
- 54) 前掲49, p.323.
- 55) 国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所:「雲出川」.
- 56) 国土交通省三重河川国道事務所HP
<http://www.cbr.mlit.go.jp/mie/index.html>.
- 57) 前掲51, p.89.
- 58) 前掲50, p.312.
- 59) 梅原三千・西田重嗣:「津市史第2巻」, 津市役所, p.668, 1960年.
- 60) 前掲49, pp.376~377.
- 61) 前掲50, p.213.
- 62) 前掲51, pp.235~236.
- 63) 前掲15, p.2.
- 64) 越路町/編「越路町史通史編上巻」, pp.350~363, 2001年.
- 65) 前掲4.
- 66) 1/25000地形図(片貝・塚野山)大正3(1914)年製版を加工.
- 67) 前掲23.
- 68) 前掲32, pp.612~659.
- 69) 川北町史編纂専門委員会/編:「川北町史第1巻」, p.340.
- 70) 前掲5.
- 71) 西師意:「治水論」, 清明堂, p.84, 1891年.
- 72) 前掲44, pp.858~863.
- 73) 前掲44, p.831.
- 74) 前掲32, pp.601~645.
- 75) 前掲6, pp.18~38.
- 76) 宮本武之輔:「治水工学」, 修教社書院, p.162.
- 77) 社団法人土木学会:「明治以前日本土木史」, 岩波書店, p.98, 1936年.
- 78) 前掲2, p.1823.