

洪水の話

あおもりの川を愛する会

水木 靖彦

1. 洪水の様相

1) 小本川の被害状況（平成28年8月29日～30日）

死者9名

流域面積 731 km²

幹川流路延長 65 km

県管理河川



写真1 整備済み区間とその上流区域の氾濫状況（国土院撮影）



介護老人福祉施設はまるで河川敷に建っているように見える

写真2 介護福祉施設の立地概況



高齢者グループホーム楽ん楽ん

写真3 流木による被害状況



写真4 土砂の堆積状況

(写真2～写真4は、防災システム研究所山村武彦氏の現地調査レポートから転載したものです)



旧地図 (stanford.maps.arcgis.com)



現在の地図 (国土地理院)

図 岩泉町乙茂地区における旧地図と現在の地図との対比
(逢見祥平氏のネットへの投稿「大正6年発行地図と災害年表マップから岩泉町の過去の水害を読み解く」からの転載)

2) NHK 30分番組の紹介

洪水発生1ヶ月後の9月30日夜のNHK30分番組では、登場した解説者や研究者は、次のような特徴点などを語っていた。

- ・今回の台風は、東北地方では初めて上陸した台風で、経験のない大雨をもたらした。前期降雨により土壌雨量指数が高い状況下で記録的な大雨があった。
- ・支流清水川の橋梁が大量の流木により閉塞されている状況を放映し、山元に存置されていた伐採木のみならず、河畔林も根こそぎ洗掘され、根や枝がついた状態で流下している。流木が被害を拡大しているのではないか。
- ・小本川は山地河川で、洪水の流速が速いうえ、水深も大きいので破壊力を増し被害が拡大。
- ・上流から流出してきた洪水のピーク流量に、中流域での集中豪雨が加わり、流量がさらに増大したのではないか。などの特徴があったと報じていた。

(私のコメント)

私は、番組を見ていて、指摘されたこれらの特徴は、今回の小本川洪水で初めて見られた特徴なのか。自然災害が多発する我が国では、これまでも各地で、何回となく体験し、水害の悲惨な状況を目の当たりにしてきたのではなかったのか、という疑問がわいた。

人は、負の重圧やストレスから解放されるために、一刻も早く、悲しかったこと、つらかったこと、苦しかったことなどの記憶を忘れ去るといふ生体防御機能を本能的に備えているといわれている。水害の悲惨な記憶が忘れ去られるのは当然である。

なお、参考までに紹介するが、9月6日の毎日新聞は、「小本川は1990年11月にも大雨による氾濫で住宅など10棟が床上浸水し、102棟が床下浸水した。2011年9月にも氾濫し「楽ん楽ん」は床下浸水したが、入所者を隣の3階建て高齢者施設「ふれんどりー岩泉」に約5分かけて避難させていた」と報じていた。

洪水へ適切に対処するためには、すでに忘れ去られている事実を過去の資料から発掘し、洪水への認識を新たにすることが必要ではないのかと思った。今から63年前の実例から紹介する。

3) 白川の被害状況（昭和 28 年 6 月 26 日～28 日）

熊本市、死者・行方不明者 422 名、負傷者 1077 名
流域面積 480 km²、幹川流路延長 74 km
被災時は県管理河川、昭和 30 年から直轄改修河川へ移行

写真 5 子飼橋の閉塞状況



4) 本明川（ほんみょうがわ）の被害状況（昭和 32 年 7 月 25 日～28 日）

長崎県諫早市、死者・行方不明者 630 名、負傷者 1547 名
諫早大水害といわれ、近代日本水害史の中で最も大きな惨事
として記録に刻まれている。

流域面積 249 km²、幹川流路延長 28 km

被災時は中小河川改修事業施行中、昭和 32 年から直轄改修
河川へ移行。現在の 1 級水系 109 水系のうち、下から 5 番目
の流域面積の河川。

写真 6 めがね橋にひっかかった流木の山



5) 狩野川（かのがわ）の被害状況（昭和33年9月26日～27日）

静岡県伊豆半島、死者684名、行方不明者169名、負傷者735名。これらのほとんどが中流部の萑山村、大仁町、修善寺町の住民。河口が沼津市。

流域面積852km²、幹川流路延長46km。なお、千歳橋地点の流域面積は約350km²程度である。

被災時は直轄改修河川

写真7 千歳橋を埋め尽くした流木



6) 加治川の被害状況（昭和41年7月17日、同42年8月28日）

新潟県新発田市他、流域面積346km²、幹川流路延長65km
被災時も現在も県管理河川

写真8 7.17の西名柄・向中条の破堤

「羽越本線鉄道橋（河口より5.8km上流）下流の氾濫状況」



7) 浅瀬石川の被害状況（昭和50年8月20日）

流域面積 344 km²、幹川流路延長 44 km



写真9 黒石市浅瀬石地区と石名坂地区の氾濫状況（河岸段丘下の家屋は流失全壊）

8) 大畑川の被害状況（昭和33年9月26日～28日、平成11年9月16日）

流域面積 169 km²、幹川流路延長 32 km



写真10 上大畑橋が流失する瞬間（昭和33年9月28日午前5時20分）



写真11 上大畑橋流失後の写真（昭和33年9月28日）



写真 12

河口近くの左岸の孫次郎間における流木の堆積状況
(平成 11 年 9 月 16 日)

9) 平川の被害状況

(被害写真を入手できないため、大鰐町の平川右岸に建立された水害記念碑の碑文を掲載)

水害記念碑

時維昭和十年八月二十二日夜来ノ豪雨未歇マス平賀川ノ水位刻々ニ高マリ午後四時ニ至リ俄然大増水ヲ来シ見ル見ル沿岸ノ巨木橋梁等悉流失シ住家四尺之至丈餘ノ水中ニ没シテ家財食料既ニ其用ヲ為サズ住民皆色ヲ失ヒ辛シテ難ヲ羽黒八幡両社及日精寺専稱院並ニ大鰐蔵館ノ両小學校ニ避クルモノ幾千深更十二時ヲ過クル頃水勢益加ハリ遂ニ此地ヨリ相生橋ニ至ル堤防決潰ノ為一瞬時ニ幾多建物ノ流失ハ勿論暗夜ノ裡ニ阿鼻叫喚救ヲ求ムル聲悲絶又凄絶翌二十三日ニ至リ怒濤狂浪尚止マス悲クモ終ニ二十三ノ人命ヲ奪ハレ且重軽傷者五十一被害金額實二百九万八千餘圓ノ多キニ及ベリ而シテ此ノ異變ニ際シ本縣及各町村ハ何レモ時ヲ移サス先ヲ争ヒテ應急ノ策ヲ執ラレシヲ以テ各自漸其堵ニ安スルヲ得タリト雖當時ヲ追想スルモノ誰力戰栗ヲ感セサラン余等分団員茲ニ相謀リ大方ノ贊助ヲ請ヒ永久ニ町民ノ記念ニ供フルト共ニ所謂治ニ居テ亂ヲ忘レサランコトノ意ニ於テ此ノ一碑ヲ建ツト爾云



青森縣知事小林光政題字

藜軒小笠原保雄書

昭和十一年八月二十三日

2. 洪水とは

1) 「洪水特論」(矢野勝正、昭和33年、理工図書)からの抜粋

・著者はここで洪水の定義を、頭をひねくって決めようというような試みを敢えてしようとするものではないが、洪水の議論を始めるにあたって、「洪水とは何か」ということを考えるのは、何といても基本的な問題なので、洪水についての基礎理念について、若干の考察をしておきたいと思う。

・先ず第1に洪水は水と木と土の三態の混合流であるということを最初に強調しなければならない。洪水といえば大水という観念は少なくとも我国の河川については間違っている。昭和28年の西日本一帯から近畿地方にかけてのあの大洪水の様相を思い出していただければ、この問題はすぐ理解出来ることと思う。あの時著者は熊本の白川の実状をみて、つくづく洪水は水だけの流動ではないと今更のように痛感した。

熊本の街を埋め尽くした阿蘇の「ヨナ」の泥害と、子飼橋に引っかかった莫大な流木の山を見て、洪水は「水と土と木」の流動だとしみじみと考え直した。

これは洪水を処理しようとする河川技術者にとって、非常に重要なことで従来ともすれば、クッターの平均流速公式一点張りの洪水流量計算法によって、河川改修が出来ると思っていた考え方を根底から改める必要があることを意味している。

・第2に洪水の破壊力という問題である。即ち洪水は暴風の破壊力や地震の破壊力と同じように、自然の暴力の一つである破壊力であるということである。即ち洪水の大小を表示するものは洪水流量ではなくて、洪水のもたらす破壊力であるということである。決してジメンションでいう $[L^3 T^{-1}]$ という流量ではなく、洪水のジメンションは $[ML T^{-2}]$ で表される力であるということである。私はこの意味で、河川改修の基準としている「計画洪水流量」というものにある種の疑問を抱いている。「計画洪水破壊力」というものを基準にして、河というものを Dynamically に考えていくべきではないかと信じている。以下一部省略。

・最近では洪水調節という問題が取扱われているが、この機能を解明するにはどうしても、全流量[L³]の観念が必要になってきている。以下一部省略。

勿論、洪水のピークを表示する最大流量は重要な一要素であるが、それのみで解決することには色々の意味で支障が生じてきている。結局、洪水曲線 Flood -Hydrograph の形態が問題視されるようになってきている。

しかし私はそれだけでは未だ不完全だと思うのである。即ち、更に元のもう一つの要素である[M]の観念を付加して[MLT⁻²]で表される力を以って洪水の基準とすべきものであらうと思っている。

要するに、洪水という理念は[L]から[L³T⁻¹]に、更に[L³]に、又更に[MLT⁻²]に改められるべきものであると信じる。

(以下省略)

(私のコメント)

「洪水特論」には、[MLT⁻²]の次元で表される力が具体的にどのような物理量から構成されているかについては触れていないが、多分、流体力(F)のことを指しているのではないかと推測している。流体力は一般に、

$$F = \rho \times Q \times V$$

で表される。ここに、

F=単位幅あたりの流体力 (t/m)

ρ =流体の密度 デイメンション[ML⁻³]

Q=単位幅あたり流量(m³/s) デイメンション[L³T⁻¹]

V=流速 (m/s) デイメンション[LT⁻¹]

したがって、

流体力のデイメンションは、[ML⁻³] × [L³T⁻¹] × [LT⁻¹] = [MLT⁻²]

となり、「洪水特論」に記載しているデイメンションと符合していることから、[MLT⁻²]で表される力は、密度と流量と流速の積で求められる流体力を指していると解釈できそうである。

ただ、現段階では、堤防を計画するに際して、流体力を具体的に対象とした手法が策定されてはいないので、「洪水の破壊力」を感性的に理解するにとどまらざるを得ない。

2) 私の考え方

私は、在職中、昭和41年災害の平川、清水川、小湊川、47年災害の赤石川、追良瀬川、笹内川、48年災害の田名部川、三保川、50年災害の浅瀬石川、土淵川、蔵助沢(百沢土石流災害)、相坂川(奥入瀬川の旧名)、52年災害の寺沢川(土淵川の支流)、十川、本郷川、56年災害の川内川などの改良復旧事業などについて、初期には現地調査や資料の収集・解析、47年災害以降は災害査定への随行や改良復旧計画の策定などを通じて、さまざまな形でかかわってきたが、これらの体験や、先に紹介した「洪水特論」やその他の様々な文献・報告書から得られた知見などに基づいて、

「洪水とは、大雨に起因して発生する自然現象で、流水が土砂石礫や流木などの流下物と一体になったもので、河川の上流部や中流部などの急流区間では直進性のある混合流体ともいえるべき特徴を有している」と考えるようになり、洪水被害が発生した現地を見るたびに、前記の「洪水特論」の見解の正しさを実感してきた。

3. 洪水と水害の区分

・ 洪水や水害が発生すると登場するマスコミ用語

水害を伝える第一報には、「集中豪雨」、「猛烈な豪雨」、「記録的な大雨」、「記録破りの大雨」、「観測史上最多の大雨」、「未曾有の大雨」、「想定外の大雨」、「豪雨まるでバケツの水」などの用語が決まって登場し、新聞の見出しには、「集中豪雨、青森で215戸浸水」、「記録的豪雨、浸水452棟」、などと、「集中豪雨」や「記録的豪雨」と「浸水被害」が横並びで表現されるケースが多い。

これでは、「集中豪雨」や「記録的豪雨」がストレートに「浸水被害」、つまり、水害を引き起こしたと受け取られるのは当然である。洪水と水害の関連性を追求しようとする視点に欠ける報道のされ方がよくみられるのである。

・ 洪水とは、自然現象である「大雨」や「豪雨」によって河川の水量が著しく増大すること、場合によっては、川から流水が氾濫する自然現象のことであり、一方、水害とは、自然現象である洪水が、人間が生活している土地で氾濫して人命を奪い、また、社会や経済、あるいは産業、文化などに被害をもたらすという現象のことをいう。言い換えれば、河川の氾濫区域内に人間社会が存在しているがために発生する災害であり、社会現象でもある。

・私は、治水対策を効果的、かつ、効率的に進めるためには、二つの視点が大切だと思っている。

①行政当局や地域社会、マスコミは、その前提として、「大雨」や「豪雨」が「洪水」を引き起こし、「洪水」が人間社会とのかかわりあい如何によって「水害」に転化するという認識を共有するとともに、これまで、どのように洪水に対処してきたのかを確認しあうこと。

②水害発生の態様は、その河川や地域社会の特性などにより一様でないので、ハードやソフトの面を含めて、当該の洪水への対応上どのような問題点によって水害が発生したのかを具体的に検討すること。

水害の多面性について一例を紹介する。

青森市は、平成19年11月12日の大雨(11日10.5mm、12日208.0mm)で大きな被害を受けた。

東奥日報は、13日に「青森市で観測史上最多 1日降水量200ミリ超す」との見出しを掲げ、「市はその後、雨水対策を進めているが、今回は大雨が続いたため当時を大幅に上回る雨量となり、逃げ場を失った雨水が道路などにあふれ出した」と報じ、14日には、「想定外の雨—お手上げ—」とし、「市内4地区で調査を開始し、13日午後9時現在、住宅の床上浸水は81棟、床下浸水は336棟だった」と報じている。

15日になると、「県消防防災課が14日正午現在でまとめた大雨の被害状況によると、住宅の床上浸水は89棟、床下浸水は363棟に増加した。県全体の被害額は判明しているだけで約3,400万円。農林水産関係が2,820万円で、内訳はのり面崩壊など農地・農業用施設が1,600万円、漁船の沈没など水産関係が720万円、漁港関係が500万円。一方、**県のまとめでは、農作物関係の被害報告は入っていない。全農県本部によると、上北地域の一部で、収穫期のナガイモ、ゴボウなどが冠水したが、「今後の出荷量に大きな影響が出るものではないだろう」とみている**」と報じている。

ところで、この大雨で、同市の西部を流れる沖館川の支流西滝川の細越地区などでは、沿川の水田が広範囲にわたって冠水したが、稲の収穫後に発生した洪水による冠水であったため、農家が被害を受けたという報道はなかった。

もし、この洪水が、稲の開花期や収穫直前に発生したのであれば、「一年間の努力がフイに、農家は呆然自失」という見出しが新聞には登場するはずであった。

洪水には様々な側面がみられることを象徴した洪水であったと考えている。

4. 降雨記録をどう評価すべきなのか

この8月30日に発生した岩手県の小本川流域での大雨を例にして話を進めるが、隣の県の出来事を選んだ理由は特にはない。高齢者グループホームで9名がなくなったというかなり衝撃的な映像が飛び込んできたこともあって、皆さんの記憶にまだ残っている事例だと考えたからである。

小本川は北上高地を東西に隔てる分水嶺の東側斜面を流下して太平洋にそそぐ流域面積731 km²、流路延長65 kmの二級河川で、流域内には2カ所(岩泉、小本)、流域外の近傍の地域では南北にそれぞれ2カ所(南側-宮古、川井、北側-普代、下戸鎖)、計6カ所の雨量観測所が配置され、データが比較的良好に収集されている。

1) マスコミの報道

・岩手日報(9月3日)

「岩泉町の降り始めからの雨量は平年8月の1カ月分を上回った。浸水前は1時間70ミリを超す**猛烈な雨**が降り、水位は急上昇した」

・同(10月1日)

「8月29~31日の**岩泉の降水量は248ミリで、平年の8月1カ月分の降水量を90.6ミリ上回り**、支流や沢も氾濫や土石流の被害が発生した」

・東奥日報(9月2日)

研究者の見解として、「**記録的な雨**だったため、曲がった箇所から水があふれ、遮る物がない山沿いの国道を伝わって施設をのみ込んだのではないか」と報じている。

・朝日新聞(9月7日)

「台風10号は1951年の統計開始以来、初めて東北の太平洋側に上陸した。湿った東風が北上山地にぶつかり、太平洋側を中心に**猛烈な雨**をもたらした。8月29~30日の総雨量は248.0ミリ。**8月1カ月分の降雨量を90ミリ上回った**。30日夜の1時間雨量は70.5ミリで、それまでの観測史上1位の50.0ミリを大きく上回った」

2) 私の考え方

8月30日の洪水時の大雨と過去の降雨記録とを対比したのが、表1、表2である。

表1 2016年8月30日の大雨(日降水量)と過去の降雨記録との対比

観測所	観測項目	2016.8.30の記録	8.30洪水前の観測史上1位	同2位	同3位	同4位	同5位	観測期間
岩泉	日降水量	194.5	199 (2007.9.7)	194 (1990.11.4)	173 (2000.7.8)	167.5(降雪) (2010.12.31)	167 (2006.12.27)	1976.4 2016.9
	日最大1時間降水量	70.5	50 (1990.10.26)	47 (2007.9.7)	46 (1990.11.4)	43 (1989.7.16)	38 (1999.10.28)	1976.4 2016.9
小本	日降水量	67.0)※	272 (2000.7.8)	243 (1987.9.17)	226 (1986.8.5)	220 (2006.12.27)	209 (1989.10.13)	1977.1 2016.9
	日最大1時間降水量	40.5)※	65 (1989.10.13)	62.5 (2012.9.5)	56 (2006.12.27)	56 (1994.9.30)	55 (2009.11.14)	1977.1 2016.9
宮古	日降水量	126	319 (2000.7.8)	285.4 (1899.10.29)	241 (1986.8.5)	236.6 (1918.9.24)	233 (2006.12.27)	1883.3 2016.9
	日最大1時間降水量	80	72 (2010.12.23)	68 (2010.12.22)	63.6 (1959.10.10)	62.5 (1982.5.21)	60 (2008.8.29)	1937.1 2016.9
川井	日降水量	183	166 (1998.9.16)	166 (1990.11.4)	159 (2007.9.17)	156 (2007.9.7)	123 (2010.12.22)	1977.12 2016.9
	日最大1時間降水量	44	67.5 (2015.8.11)	47 (1988.8.29)	43 (1994.9.16)	39 (1999.7.14)	36 (2007.6.25)	1977.12 2016.9
普代	日降水量	95.5)※	290 (2006.12.27)	263 (2000.7.8)	258 (2009.10.8)	225 (1987.9.17)	220 (2004.9.30)	1976.11 2016.9
	日最大1時間降水量	49.0)※	65 (2012.9.5)	63 (2006.12.27)	55 (2000.7.8)	53 (1990.10.26)	52.5 (2009.10.8)	1976.11 2016.9
下戸鎖	日降水量	223.5	316 (1999.10.28)	306 (2000.7.8)	219.5 (2009.10.8)	196 (1990.11.4)	192 (2011.9.21)	1978.12 2016.9
	日最大1時間降水量	80	62 (1999.10.28)	55 (2011.7.12)	52 (2000.7.8)	44 (1996.8.1)	40 (1990.10.26)	1978.12 2016.9

※ 気象庁の説明) : 統計を行う対象資料が許容範囲で欠けていますが、上位の統計を用いる際は一部の例外を除いて正常値(資料が欠けていない)と同等に扱います(準正常値)。

表2 2016年8月29日～30日の大雨(2日降水量)と過去の降雨記録との対比

観測所	2016. 8. 29～30の	8. 30洪水前の	同2位	同3位	同4位
	記録	観測史上1位			
岩泉	248	206 (2007. 9)	198 (1990. 11)	197 (2007. 9)	196 (1999. 10)
	29日 53.5	6日 7	4日 194	17日 160	27日 30
	30日 194.5	7日 199	5日 4	18日 37	28日 166
小本	79.0)※	296 (1987. 9)	279 (2000. 7)	252 (2011. 9)	250 (1986. 8)
	29日 12.0	16日 53	8日 272	20日 50	4日 24
	30日 67.0)	17日 243	9日 7	21日 202	5日 226
宮古	146	341.5 (1899. 10)	327.0 (2000. 7)	260.5 (1986. 8)	245.5 (2006. 12)
	29日 20.0	29日 285.4	8日 319.0	4日 19.5	26日 12.5
	30日 126.0	30日 56.1	9日 8.0	5日 241.0	27日 233.0
川井	206	180 (2007. 9)	174 (1998. 9)	174 (1990. 11)	159 (2007. 9)
	29日 23.0	17日 159	15日 8	4日 166	6日 3
	30日 183.0	18日 21	16日 166	5日 8	7日 156
普代	117.5)※	297 (2006. 12)	281 (1987. 9)	272 (2000. 7)	258.0 (2009. 10)
	29日 22.0	26日 7	16日 56	8日 263	8日 258.0
	30日 95.5)	27日 290	17日 225	9日 9	9日 0.0
下戸鎖	278.5	346 (1999. 10)	314 (2000. 7)	226.0 (2011. 9)	220.5 (2009. 10)
	29日 55.0	27日 30	8日 306	20日 34.0	8日 219.5
	30日 223.5	28日 316	9日 8	21日 192.0	9日 1.0

※ 気象庁の説明) : 統計を行う対象資料が許容範囲で欠けていますが、上位の統計を用いる際は一部の例外を除いて正常値(資料が欠けていない)と同等に扱います(準正常値)。

これらの表から指摘できることは、

①表1をみると、8月30日の**日降水量**が、洪水発生前の観測史上1位の記録を上回ったのは、6カ所の観測所のうちの、流域外に設置されている川井観測所の183.0mmのみであり、従来の記録の166mmに対し17mmオーバーした。

②表1の**日最大1時間降水量**については、流域内の岩泉(70.5mm)、及び流域外の宮古(80.0mm)、下戸鎖観測所(80.0mm)の計3箇所で観測史上1位の記録を更新しているが、従来からも小本川流域周辺では岩泉観測所を除く5箇所の観測所において1時間雨量が62~72mmの集中豪雨が観測されている。

③表2をみると、**2日降水量**については、岩泉、川井の両観測所で史上1位の記録を更新したが、今回の岩泉観測所の248.0mmを大きく上回る296~346mmの2日降水量を既に4箇所の観測所で記録していたことを見落とすわけにはいかない。

④上記の特徴を踏まえると、今回の大雨は、8.30洪水前の観測史上1位の記録をオーバーした観測所があることから、マスコミが報道するように「記録的な雨」であり、また、「猛烈な雨」であることは言うまでもないが、**8.30洪水以前の記録を、先入観なしに、かつ、謙虚に分析していれば、記録破りとか、空前の豪雨であったと即断することはできないと考えている。**

⑤河川整備計画は、流域の実状や降水状況、地方自治体の財政能力などを踏まえた実現可能な計画規模であることが求められるが、一方で、地域住民の生命の安全を確保するという地域防災計画の視点からみれば、248mmという降水量は想定できないほどの降雨だったとは言いきれない。当然予想される程度の降水量であったのではとの思いがするのである(資料1「青森県内の実績既往最大雨量の記録」参照)。

なお、地元紙「岩手日報」の9月3日の社説の一節に、「予想できない増水で町の対応は難しかったに違いない。だが周辺状況に加え、あらゆる事態を見越して住民の生命と財産を守る自治体の責務から言えば、甘さがあったことは否定できない」とあった。

3) 「平年の〇〇月の1カ月分を上回った大雨」という報道について

①近年、「平年の〇〇月の1カ月分を上回った大雨」というような報道の仕方が目立つようになっている。

気象庁は、岩泉観測所における降水量の8月の平年値(月ごとの値)を、統計期間を1981～2010年として算定し、157.4mmと公表している。

この平年値は、かなりのバラツキがみられる30年間の8月の降水量を機械的に平均したもので、当然のことであるが、平均的で、かつ、平穏な「日常の気象現象」をあらわした数値である(資料4)。

従って、「非日常の現象」である洪水において、どのような情報が住民の避難行動などに有効かという視点からみると、「平穏さ」を象徴する平年値と対比した数値にはあまり有意性はないと思っている。

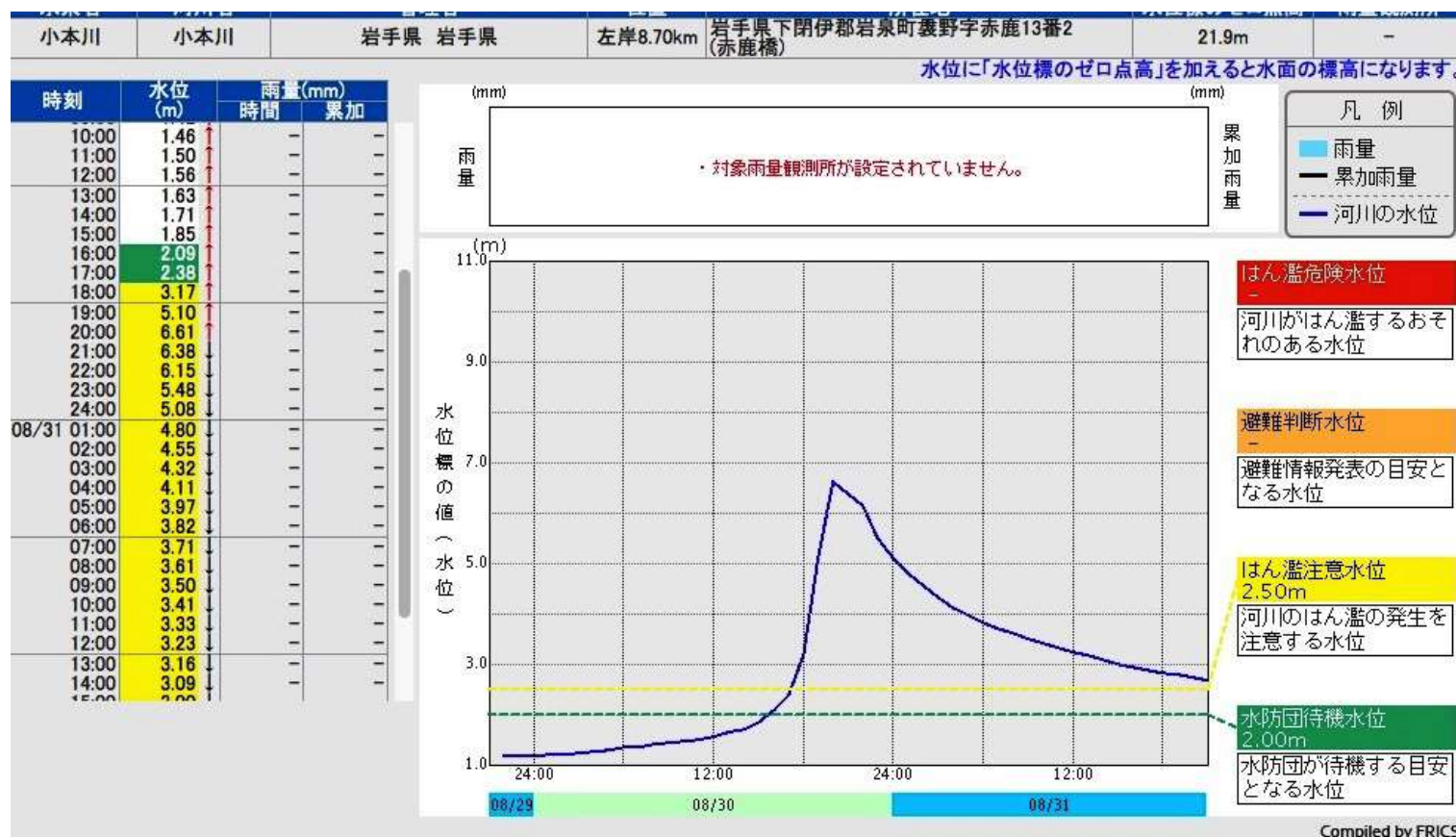
②どのように対比すべきなのか

岩手日報(10月1日)は、「岩泉の降水量は248ミリで、平年の8月1カ月分の降水量を90.6ミリ上回り」と報道し、降水量が248.0mmと極めて多かったことを強調した。多分、異常な降雨が起こりうることを伝えたかったと思われる。

表3 岩泉観測所の2016年8月29日～30日の降水状況(1時間ごとの値)

単位 mm

時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	計	2日 降水量
29日	0	1.5	2	1.5	2	2	4	3	3	3.5	3.5	4	2	1.5	1.5	1.5	3.5	2.5	2	1.5	1.5	1	1.5	3.5	53.5	248
30日	1.5	3	3.5	2.5	0	1	3.5	2.5	0	1	0	1.5	2.5	6.5	5	33.5	29	62.5	35	0.5	0	0	0	0	195	



小本川の赤鹿橋水位観測所の洪水時の記録(乙茂地区から約4km下流地点)

表3によると、今回の洪水では、岩泉で30日の12時から19時までの7時間に174.0mmが降っており、この集中的な降水量が、同日の20時前後をピークとする洪水流出量に直接的にかかわったもので、29日の53.5mmと30日の0時から12時までの20mmの前期降雨の影響は二次的なものではないかと思っている(ただし、流出解析を行っていないので私の推測である)。

そうすると、実際は7時間に降った174.0mmという集中豪雨が急激に増大した洪水の原因であったにもかかわらず、248.0mmを強調しすぎると、地域住民は248mmの降水量と自ら体験した洪水の様相をリンクさせて認識することになり、危機を予測するうえで、逆に、マイナスの認識を与えることになることを危惧するのである。

「平年の8月1カ月分の降水量を90.6ミリ上回り」と報道するよりも、今回の洪水時のデータを踏まえて、「**集中的に降ると170mm程度で危険な状態が再来する**」とか、あるいは、過去に小本川流域で起きた豪雨と対比して伝えるべきではないのか。過去に起きた洪水については、「日降水量」、や「2日降水量」、あるいは「日最大1時間降水量」などの水文諸量がすでに整理されており、過去の「非日常の現象」と同じ条件の下で対比して、今回の大雨の規模などを評価すべきと考える。

5. 洪水の発生頻度の分布

1) ここに記載している事項は、昭和36年の建設省土木研究所報告(第106号)に掲載された木村俊晃氏(土木研究所水文研究室長)の「狩野川洪水の検討—異常洪水に如何に対処するか」から抜粋したものである。

・そこで、対策の対象とすべき洪水はどのようなものであろうか。これは、いまさら筆者がこと新らしくのべるまでもなく、その最大の特徴は、それが自然現象であって、一定の頻度で、ある幅の間において発生することである。この発生頻度分布は、一般に、資料の不足のため、定量的にはかならずしも明確ではないが、定性的には、その状況は水文統計学の示すとおりであり、たとえば、洪水の頂点流量は、概念的には、図-10のようであって、起りうる最大流量と流量ゼロの間に分布している。そして、計画高水流量および堤防の流過可能流量はともにその中間に位置している。われわれが目的とするのは、このような頻度分布で発生する全洪水群から受ける被害を軽減することであり、決して、堤防の流過可能流量以下の洪水群のみを対象とするのでもなく、計画高水流量以下のそれでもないことは明らかである。

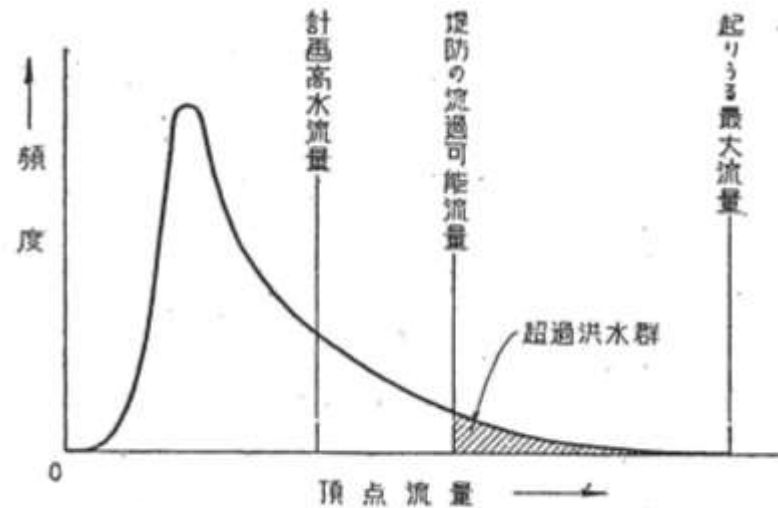


図-10 洪水頂点流量の頻度曲線

・ところが、すでに述べた従来の計画高水流量に対する考え方では、堤防の超過可能流量以上の頂点流量をもつ洪水群、すなわち、図-10のハッチした部分の洪水群—以下超過洪水群という—については、計画上まったく考慮されていない。なぜなら、溢水をまったく前提としない従来の堤防では、これらの超過洪水群に対して無力であることは、今度の狩野川の出水をまつまでもなく、明らかであるからである。

・したがって、安芸皎一氏が計画高水流量は起りうる最大ではないと主張したとき、また、石原藤次郎氏らが、洪水頻度の非対称分布を認め、計画高水流量に数10分の1の超過の確率があることを明らかにしたとき、われわれは計画高水流量以上の洪水群にこそ注目すべきであったし、これに対する対策が科学されるべきであったと考えられる。

・超過の確率が数10分の1の河川が、かりに数10カ所独立にあれば、全体のいずれかで超過する確率は1であって、この確率は決して無視できる程度に微小とは言い切れない。

治水安全度等の国際比較

国名	河川名等	治水安全度の目標 [※]	整備率
アメリカ	ミシシッピ川下流	概ね1/500程度 [※]	約94% [※]
イギリス	テムズ川下流	1/1,000 [※]	100% [※]
オランダ	国の中枢を含む沿岸部	1/10,000 [※]	約94% [※]
韓国	国家河川 [※]	1/100~200 [※]	約95% [※]
日本	荒川	1/200	約47% [※]

※ 治水安全度の目標：治水施設の整備の目標としている洪水の年超過確率

出典：日本の治水を考える—持続可能なレジリエント社会を目指して—

(東日本大震災、近年豪雨災害の教訓に学ぶ)

2013年3月18日

京都大学客員教授 関 克己

2) 計画高水位を上回る洪水の発生頻度

「これからの河川整備の方向」(「河川」、福田昌史、1999-12月号)からの抜粋

昨年及び本年の水害を振り返ってみると、多くの河川で警戒水位以上の出水が発生している。特に、計画高水位を上回っている一級水系が109水系中3水系あるなど、広域的かつ極めて厳しい水害が発生していることが分かる。これは、異常気象等気象条件の厳しさがある一方で、現在の我が国の河川の整備水準の状態を顕著に表しているものとも言える。

表1 全国の109水系のうち警戒水位を越えた一級水系

年度	H10	H11
水系数	96 (5)	80 (3)

平成11年11月1日現在 建設省治水課調べ

※ () は計画高水位を上回った水系数

3) 「水理公式集」(土木学会、平成11年版、p-3)からの抜粋

「異常水文現象の発生頻度評価」

$$P(X \leq x_T)_N = F_N(T) = (1 - 1/T)^N \quad (1-1.3)$$

$$P(X \geq x_T)_N = W_N(T) = 1 - (1 - 1/T)^N \quad (1-1.4)$$

ここに、

$P(X \leq x_T)_N$ 、 $P(X \geq x_T)_N$: それぞれ、**T年確率事象が特定の期間N年間に一度も起こらない確率(安全率)と、少なくとも1回以上起こる確率**

【解説】

式(1-1.3)と(1-1.4)は河川構造物の耐用年限内の安全性を評価するためにしばしば用いられ、以下に示す異常水文現象の生起頻度を評価するための重要な指標になる。

(i) 100年確率雨量以上の雨が10年間に少なくとも1回起こる確率は、 $T=100$ 、 $N=10$ を式(1-1.4)に代入すれば、約10%であり、決して小さい確率とはいえない。すなわち、異常降雨がいつどこで起こっても不思議でない。また、 T 年確率事象が1回起こるかあるいはまったく起こらない半々の確率0.5となる期間は $N=0.7T$ となる。(以下略)

(私の計算とコメント)

式(1-1.4)を用いて、確率年 T と期間 N を組み合わせて試算すると次の表のようになる。

T 年確率雨量が特定の期間 N 年間に少なくとも1回以上起こる確率 (%)

確率年 期間	10	20	30	50	100	200
10	65	40	29	18	10	5
20	88	64	49	33	18	10
30	96	79	64	46	26	14
50	99	92	81	64	40	22
100	100	99	97	87	63	39
200	100	100	100	98	87	63

この表には記載していないが、 $T=100$ 、 $N=1$ とした場合、 $P(X \geq x_T)_N = 1 - (1 - 1/T)^N = 1 - (1 - 1/100)^1 = 0.01$ となり「100年確率雨量以上の雨が1年間に少なくとも1回起こる確率は1%である」ということになる。

6. 計画を超過する洪水への対応

(1)～3)の要約)

計画を超過する洪水への対応策の一つと考えられる「耐越水堤防」にどう取り組むかは、現在の治水行政当局の考え方や財政状況、さらに、その時点での土木技術の水準などを踏まえて、現役の皆さんたちが議論し、決定するテーマであると思っている。従って、以下の話は、全くの個人的な見解と受け取っていただきたい。また、時間の関係で、私がこれまでに知ることができた過去の三つの動きを簡単に紹介するにとどめ、堤防の構造についての説明は省略する。

その一つは、今から 55 年前の昭和 36 年に発表された建設省土木研究所水文研究室長の木村俊晃氏の提言。要約すると、「**計画を超過する洪水群が存在し、堤防だけで人命を 100%防護することができない以上、人命対策と施設対策を分離したうえで、人命については、洪水が予想される場合には、あらかじめ待避させるとか、危険な地区には居住を禁止するなどの対応をし、施設(堤防)については、超過を予想した工法による経済的規模の改修工事を実施すべきである**」と提言している。

その二つは、25 年前の平成 3 年に発表された土木研究所土質研究室長の久楽勝行氏と河川研究室長の山本晃一氏の提言。「昭和 51 年度から実施してきた**実物大の模型実験による堤防の耐越水化調査の結果などを踏まえ、河川管理者の責務として、計画高水位以上の洪水に対応できるアーマ・レビー(鎧をかぶった堤防)を整備すべきである**」と提言している。

いずれも、建設省の研究機関からの提言であったが、河川局が採用することはなかった。

三つめは、20 年前の平成 8 年から 12 年までの 5 年間、建設白書に掲載され続けた「フロンティア堤防整備計画」で、河川局の中から出てきた動き。同 9 年白書に、「**越水に対し耐久性が高く破堤しにくいフロンティア堤防の整備を進める**」と明記。これは、「越水に対する難破堤堤防の設計」に正面から取り組んだ「河川堤防設計指針(第 3 稿)」を策定したうえでの、本格的な「耐越水堤防の整備計画」であった。

しかし、平成 13 年白書から「フロンティア堤防」についての記述は消える。その理由は白書に書かれていない。

取材に対し、国交省は「効果が定量的にはっきりしなかったため、予算を使ってまで事業化するには至らなかった」と繰り返した、とマスコミは報道している。

1) 昭和 36 年の建設省土木研究所報告「狩野川洪水の検討—異常洪水に如何に対処するか」から抜粋

・われわれは計画高水流量に対する超過確率を、単に計算上のことであるかのように、軽々にあつかいすぎていたようである。たとえば、狩野川のそれが 1/30 であり、淀川のそれが 1/80 であるといってもほんとうに、30 年なり、80 年に 1 回、今回の狩野川洪水のような事態が起るものとして、これをうけとっていたであろうか。もし、**本当に、この意味を理解していたとすれば、筆者がここで提案するような超過洪水群に対する対策はすでに準備されていたであろう。**

・**従来の河川改修に対する考え方のもっとも大きい盲点の一つは、人命と施設をはっきりと分離しなかったことであろう。**—筆者は、ここに、経済的制約の中で、とても堤防ではカバーできない超過洪水群から、少なくとも、人命は 100%防護するために、人命対策と施設対策を分離することを提案する。

たとえば、**人命については、洪水が予想される場合には、あらかじめ待避させるとか、洪水予報を強化するとか、ときには非常に危険な地区には居住を禁止することも考えられよう。そして、施設については、超過を予想した工法による経済的規模の改修工事を実施するのである。**

2) 建設省土木研究所土質研究室長・久楽勝行氏と河川研究室長・山本晃一氏の論文「堤防の設計」（「河川・平成 3 年 3 月号、特集—これからの河川技術を模索する—」）から抜粋

・構造令（第 18 条・構造の原則）では、「堤防は、護岸、水制その他これらに類する施設と一体として、計画高水位（高潮区間にあつては、計画高潮位）以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とするものとする」と規定されている。**これは計画高水位を基準としてこれ以上の洪水に対しては、構造上の安全に責任が取れないと言っているのと同様である。**実際に土でできた堤防は、越水が始まると、僅かの時間で裏法が侵食され破堤してしまう。

・責任が無いと言っても、計画高水位以上の洪水は、発生することがありうる洪水であり、高規格堤防でない普通の堤防においても、計画高水位以上の洪水に対して配慮しておくことは、河川管理者として当然考えておくべきことであろう。

・土木研究所では昭和 51 年度より実物大模型実験（堤防法面勾配 2 割、堤高 2m）により堤防の耐越水化の調査を行い、その設計法の検討を行ってきた。この耐越水堤防を**アーマ・レビー（鎧をかぶった堤防）**と呼んでいる。

・耐越水堤防（アーマ・レビー）は、いわゆる超過洪水に耐えることはできず、超過洪水対策としては、抜本的な高規格堤防の整備を考える必要があり、また技術的検討課題も多く残されているが、堤防に少しでも越水に対する抵抗力を持たせることは重要であり、引き続き検討を深めていくべきであると思われる。

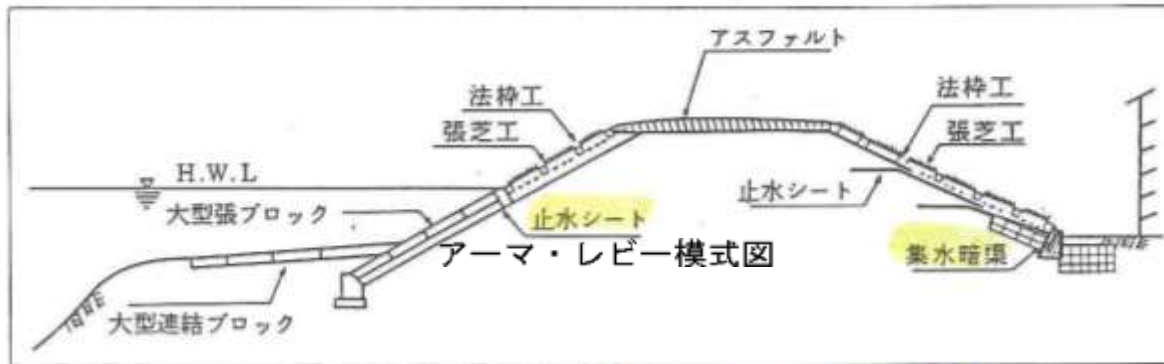


図-9 アーマ・レビーの構造の例（ジオメンブレンによる堤防補強工法）

（私のコメント）

土木研究所が開発したアーマ・レビーは、兵庫県の一級河川・加古川（1730 km²）で具体化され、昭和 63 年には同研究所が「加古川堤防質的強化対策調査報告書」を出している。このなかで、アーマ・レビー工法が加古川において「十分な耐越水能力を持つことが確認された」とされている。上記の論文は、こうした経緯を踏まえて執筆されたものと思っている。

3) 幻に終わったフロンティア堤防

・平成 8 年、建設省は、建設白書で、「**計画規模を超えた洪水による被害を最小限に押さえ、危機的状況を回避するため、越水や長時間の浸透に対しても耐えることができる幅の広い高規格堤防（スーパー堤防）や、破堤しにくい質の高い堤防（フロンティア堤防）の整備が求められる**」という認識を示した（註：スーパー堤防は平成 4 年から着手）。

・同 9 年、白書では、「**平成 9 年度を初年度とする第 9 次治水事業 5 箇年計画（案）においては、越水に対し耐久性が高く破堤しにくいフロンティア堤防の整備を進めることとしている**」と明記。

・同 12 年 6 月、「フロンティア堤防」の設計で最も重要な「**越水に対する難破堤堤防の設計**」を含む「**河川堤防設計指針（第 3 稿）**」を全国の出先機関に対し通知。また、**同年度に、那珂川・筑後川・雲出川・信濃川の堤防の一部で「フロンティア堤防」に着手している。**

・同 13 年、白書から「フロンティア堤防」に関する記述が消滅。翌 14 年 7 月に、この「設計指針(第 3 稿)」を廃止する旨の通知がされた。

・その後、国土交通省は、平成 17 年度から「堤防強化対策の推進」に着手しているが、これは、越流対策を封印したうえで、河川堤防は土堤を原則とし、河川管理施設等構造令に基づくこと、および、遮水シートやドレーン工、護岸の設置等により浸透や侵食に対する安全性を確保するという従来からの方針に回帰したものと考えている。

以下の記述は、今から 15 年前に、水管理・国土保全局に拒絶されたものであるが、過去を振り返る意味において、国土技術研究センターなどの関係者が長年にわたって研究・議論を重ねてきた耐越水堤防についての基本的な視点と耐越水構造の一部だけを抜粋して紹介する。

・設計の方針及び手順

「最近の河川をとりまく環境は厳しさを増し、堤防の高さが確保されたとしても、洪水調節施設や河道掘削等の遅延により計画規模以下の洪水であっても容易に計画高水位を上回り、さらには越水する可能性を否定することはできない状況となっている。

このことから、河道の特性、地形の特性等からみて越水の可能性の高い区間については、被害の最小化(減災)、特に人的な被害の回避という危機管理上の観点から、背後地の土地利用状況を勘案し、必要に応じて越水に対しても一定の安全性を有するような堤防(以下、難破堤堤防という)の整備すべき区間を設定し、このような区間については短時間の越水であれば耐えられるような構造となるよう堤防を設計する必要がある」

・ 断面構造の設定 (p-164)

越水に対する難破堤堤防は、原則として、裏のり保護工、天端保護工およびのり尻工を備えた構造とする。

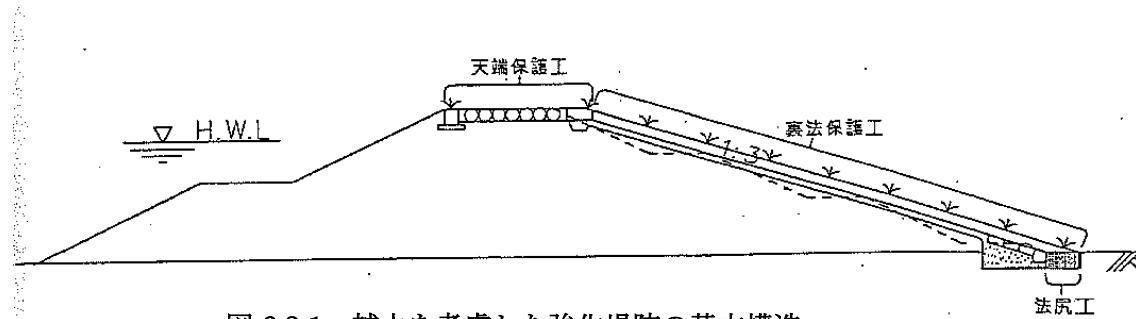


図 6.3.1 越水を考慮した強化堤防の基本構造

・ 天端保護工の機能と構造 (p-165)

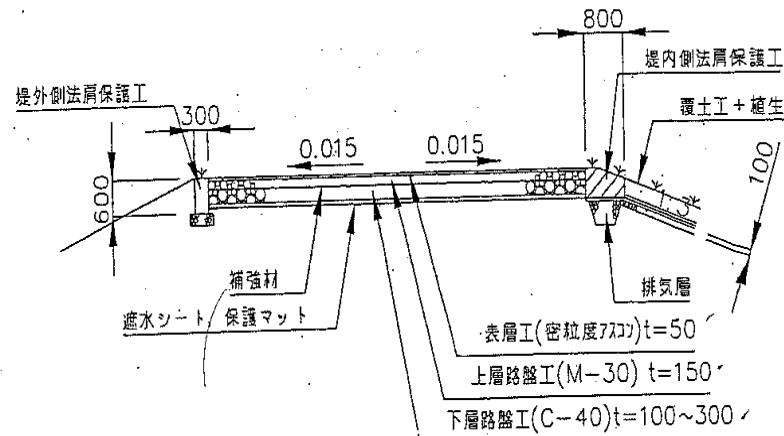


図 6.3.2 天端保護工の基本構造例

・裏のり保護工の機能と構造 (p-166)

越水による裏のりの侵食を防止するため、裏のり保護工は原則として遮水シートを用いる構造とする。

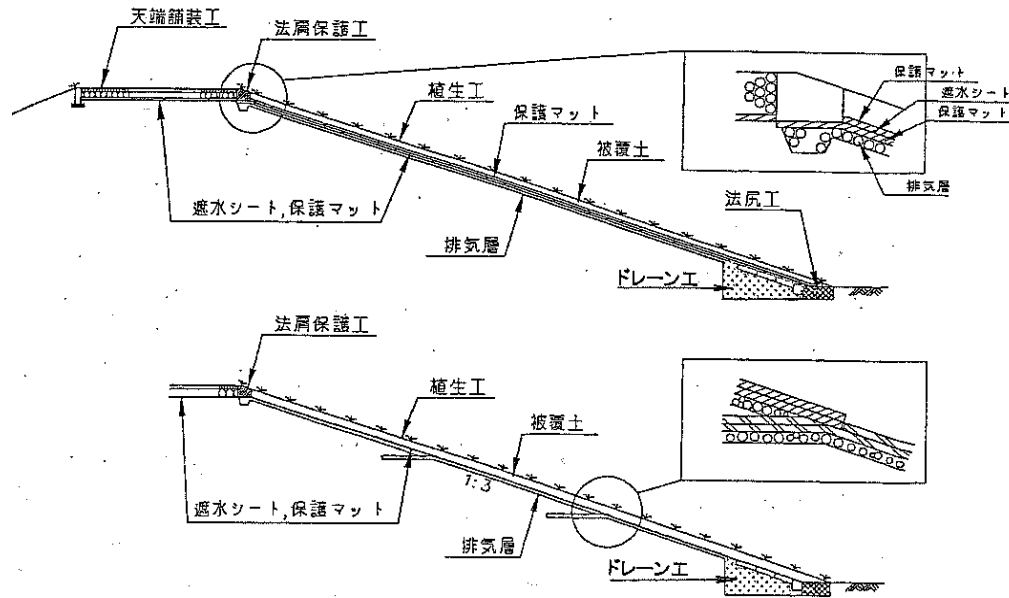


図 6.3.3 裏のり保護工の基本構造例

・ のり尻工の機能と構造 (p-167)

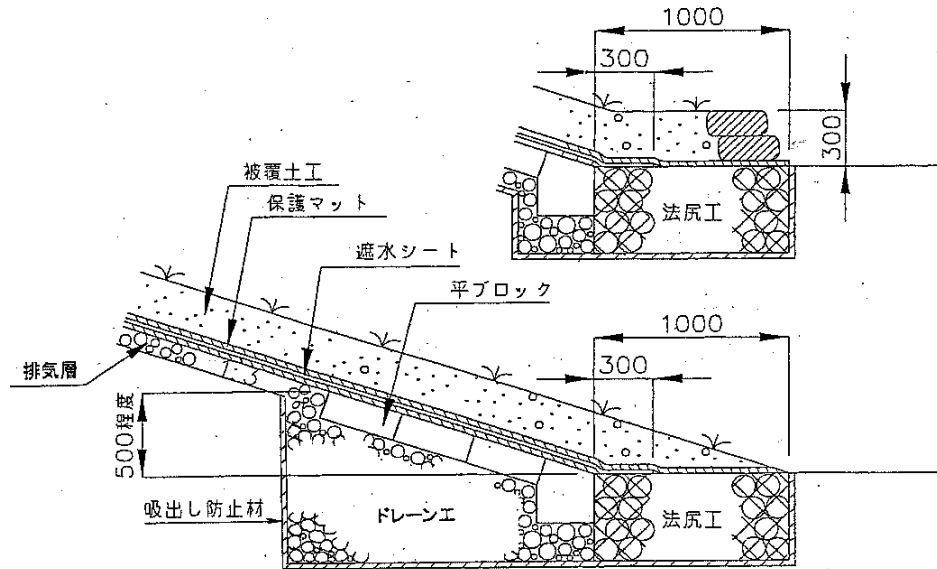


図 6.3.4 のり尻の基本構造例

4) 耐久性が高く破堤しにくい堤防に対する私の考え方

①洪水に対する地域社会の安全を確保するためには、河川の整備と水防活動が車の両輪であると昔から言い伝えられてきたのであるが、その一方の要である水防活動についていえば、都市への人口の集中や、人口そのものが減少する社会にあっては、水防団員の確保や補充が十分に出来ず、水防活動の確実な展開が困難な状況になってきている。

ところで、堤防のある個所が越水寸前という危機的な状況下にある時は、一般には、程度の差はあるが、同一河川の他の箇所でも危機が迫っており、また、別の河川においても同様の状況下にあるのが普通である。

こうした状況下では、これらの河川が存在している地域社会では、全域にわたって、内水などによる部分的な浸水、交通困難や途絶、通信機能の不全、負傷者や高齢弱者の移送の必要などの緊迫した事態が各地で同時に発生し、消防署員や消防団員はもとより、様々な団体や組織も、それぞれの緊急業務に動員されている。

国が管理する重要な鬼怒川の堤防が昨年(2022年)の9月10日に破堤したが、破堤前後の連続写真には水防活動の形跡を見ることができない。消防署員や消防団員が集中的に堤防上で土のう積み作業を行うことすら出来ないような状況にまで、事態はすでに、悪化しているのかもしれない。



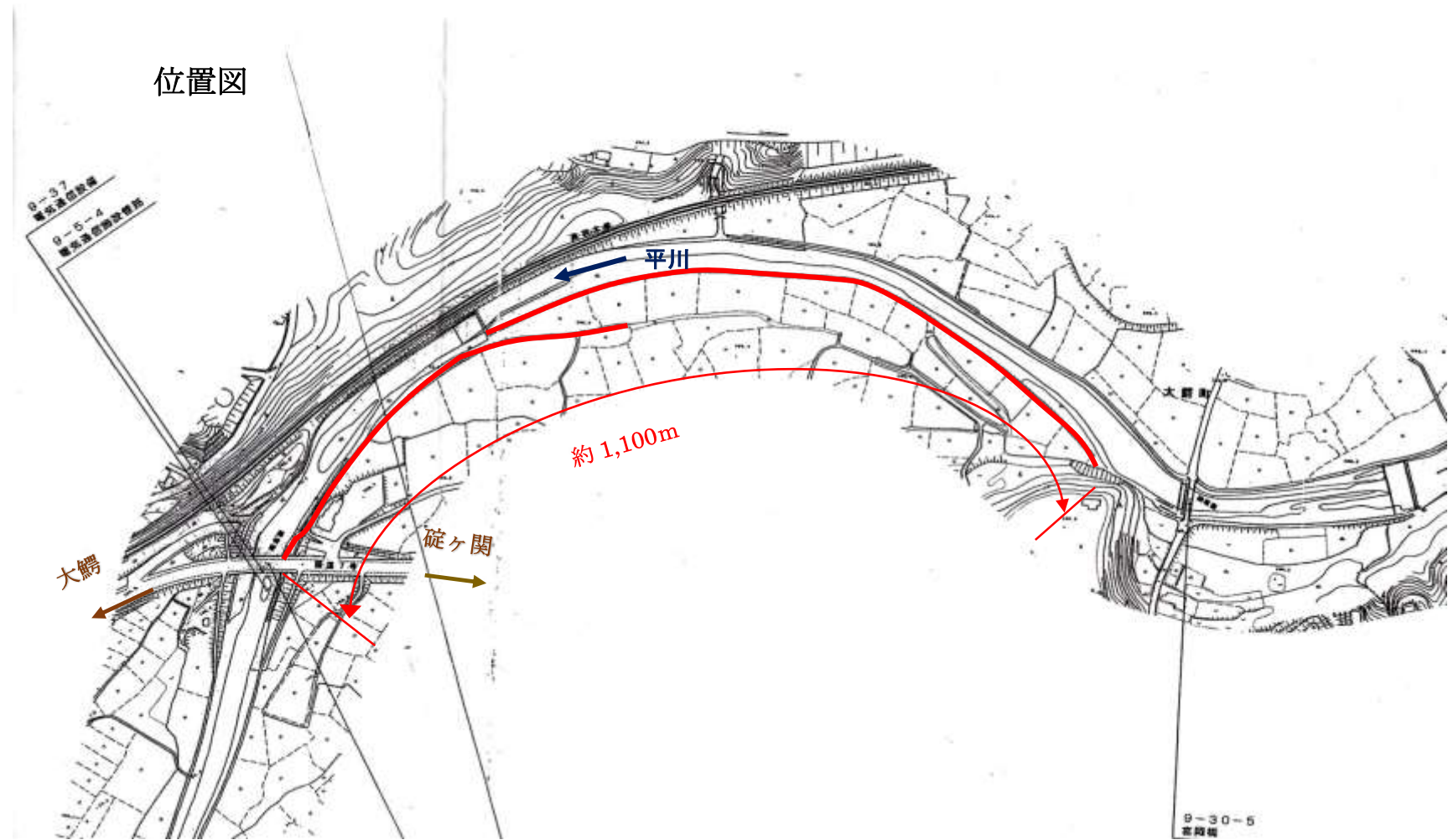
写真11 鬼怒川の破堤箇所付近の状況

②「水理公式集」が指摘するように、異常降雨がいつ、どこで起こっても不思議でなく、また、**計画高水位を突破し、堤防を越流するような超過洪水が必ず発生することが予測され、その一方で、水防活動による支援があまり期待できないとすれば、堤防は孤立無援の状況下で、独力で洪水に対応する必要がある。**

計画を大きく上回る洪水に対しては、地域住民が、早期に、かつ、確実に避難できるシステムを構築して対応する必要があることは言うまでもないが、少なくとも、現在の堤防を可能な限り強化し、「**〇〇cm程度の越水**」に耐えることができれば、相当数の悲惨な水害を避けることができると思われる。

従来から続けられている侵食や浸透による破堤を防ぐための対策とともに、越水に対しても耐久性が高く破堤しにくい堤防へと強化していくことが望まれる理由である。

7. 本県での越流に耐えた堤防と流木対策の実例紹介



①昭和 36～37 年頃に施工された平川の三面張り堤防

- ・ 国道 7 号福島橋上流の左岸(延長約 1.1 km)、川幅 30m 前後、河床勾配は 1/200(推定値)
- ・ 流域面積: おおむね 120 km²
- ・ 堤防の概略 天端幅 2.5m～2.8m、堤防の高さ 1.2～1.5m、表法勾配 1:1.5、裏法勾配 1:1、天端はコンクリート被覆、法覆工はブロック張工(ブロックの控え長、裏込めや胴込めコンクリート等の詳細は不明)
- ・ 当該箇所への河道の流下能力 堤防天端満杯: 300m³/s 前後、H. W. L. 200³/s 前後
- ・ 50 年以上経過した堤防の現状

平成 16 年 9 月に調査した時と同様に、護岸構造全体の劣化が進行しているが、現在も堤防の耐越水機能を発揮していると思っている。越水に対し耐久性の高い堤防の初歩的段階の治水施設と見なすこともでき、貴重な土木遺産である。いずれ改築されることになるが、三面張り堤防の考え方が継承されることを期待している

平均的な河道の状況



下流の三面張り堤防



中間地点の堤防状況



堤防の取り付け部(上流端)



堤防の劣化状況



②流木対策への取り組み

昭和 35 年 8 月 2~3 日と同 41 年 8 月 12~13 日の洪水においては、旧碓ヶ関村や大鰐町の中心地域を貫流する平川では、流木によって橋梁の径間が閉塞されるケースもあったことから、関係者の中で、今後、架け替える橋梁は 1 径間にするべきという意識が共有されてきた筈であった。

今回、現地を見て回ったところ、旧碓ヶ関村では 6 橋のうち、国道橋 1 橋と市道橋 2 橋が 2 径間であった(流域面積 82 km²、計画高水流量 510m³/s)。また、大鰐町では 6 橋のうち、中の橋が 3 径間であったが他は 1 径間であった(流域面積 147 km²、計画高水流量 700m³)。中の橋については、その理由を地元の方から聞くことができたが、旧碓ヶ関村の 3 橋梁については不詳である。過去の教訓を現在まで言い伝えることの困難さを感じた。



旧碓ヶ関村
国道橋(昭和 53 年 8 月竣工)



旧碓ヶ関村
朝霧橋(昭和 44 年 12 月竣工)



旧碓ヶ関村
三笠橋(昭和 42 年 12 月竣工)



旧碓ヶ関村
十六夜橋(昭和 42 年 3 月)



旧碓ヶ関村
かじか橋(平成 9 年 7 月竣工)



旧碓ヶ関村
松原橋(昭和 53 年 8 月竣工)



青柳橋(昭和 42 年 12 月竣工)



中の橋(昭和 40 年 3 月竣工)



月見橋(昭和 43 年 3 月竣工)



相生橋(昭和 40 年 3 月竣工)



夏沢橋(昭和 45 年 12 月竣工)



羽黒橋(昭和 59 年 12 月竣工)

おわりに

昨年の 9 月 10 日に鬼怒川の左岸堤防が越流により破堤したことを受けて、水管理・国土保全局は、治水対策検討小委員会(7 名)や鬼怒川堤防調査委員会(8 名)を設置しており、さまざまな調査報告書が公表されている。

同 10 月 30 日に開催された第 1 回治水対策検討小委員会へ提出された資料の一つに、「これまでの取組状況」の「河川整備」があるが、この中の「堤防技術の現状について」では、

・河川堤防は、盛土によって築造されることを原則とし、さらに「浸透」や「侵食」に対する補強対策を実施することが一般的である。

・ただし「越水」については、スーパー堤防以外に、現在対策として確立された技術はない。
としている。

そのうえで、破堤という深刻な事態を体験しながらも、「現在対策として確立された技術はない」という前提で、「決壊までの時間を少しでも伸ばし、被害軽減を図るための堤防構造については、堤防天端の保護や堤防裏法尻の補強などが考えられる」と主張し、この難局を乗り越えようとしている(資料2)。

一方、現地を調査した学者や研究者もインターネット上に様々な報告を発表しているが、たまたま目にした報告書「平成27年9月関東・東北豪雨による鬼怒川の破堤箇所の現地調査による知見と考察」(大阪大学大学院教授常田賢一、平成27年10月13日)に、これまでにはあまり見られない興味ある内容が記述されていたので、その一部を紹介して終わりにしたい。

同報告書の「まえがき」には、

「最近の円山川(註:平成16年10月破堤)、矢部川(平成24年7月)、鬼怒川(平成27年9月)などの堤防破堤は、技術者としても無念であるが、重要な事象として真摯に受け止めた調査・研究・対策が必要である。その際は、洪水、越水、浸水に対して、固定観念による、経験学的・固定的・一面的・主観的・独善的な姿勢から、柔軟性を持った、工学的・弾力的・多面的・客観的・寛容的な姿勢で臨むことが必須である。そのような姿勢を、これからの研究者、技術者に望むとともに、今後、多様な取り組みが展開し、将来の洪水の減災に繋がることを祈っている」と記述している。

文面からは、これからの研究者や技術者に対して期待しているように見えるが、裏を返せば、永年にわたって堤防技術や堤防構造のあり方などを独占的に管理し、決定してきた旧河川局やその流れを汲む水管理・国土保全局に対して、今後の議論の進め方に透明性を確保することなどを公然と求めていることに他ならない。

また、p-40~41には、

「“現在、越水対策の確立された技術はない”とされるが、今までは越流を考える必要が無かったため、所要の研究・開発が実施されてきていないことによる。それ故、治水対策検討小委員会において、越水による浸水被害を直視して、越水対策を明示した点は、“大きな転換”と言える。今後は、その具体化が課題と思われる。

ただし、“大きな転換”については、アーマーレビーなどの難破堤型堤防が提起され、適用された時期があったものの、その後は、浸透、侵食に主眼が向けられ、越流に対してはタブー視されていた感があったので、“再認識された”が適切かもしれない」と、これまで国が難破堤型堤防などを封印してきた経緯を熟知しつつ辛辣に評価したうえで、「天端の保護、裏法尻の補

強以外にも多様な“粘り強い”構造の余地があるので、今後の研究・開発に期待したい」と記述し、合わせて、本人の研究成果を踏まえ、「越流に対して粘り強い堤防の構造例」や「耐越水型堤防の基本構造例」を提案している(資料3)。

今後、議論が紆余曲折することが予想されるが、私は、関係者の中で「柔軟性を持った、工学的・弾力的・多面的・客観的・寛容的」な姿勢を保ちつつ、多様な議論が展開され、「越水に対し耐久性が高く破堤しにくい堤防」が早期に誕生することを心待ちにしている。

ご清聴ありがとうございました。

皆さんの今後のご活躍を祈念します。

(平成 29 年 2 月 10 日講演資料)

資料

資料 1. 青森県内の実績既往最大雨量

日雨量 (mm)			時間雨量 (mm)		
降雨量	観測所名	発生年月日	降雨量	観測所名	発生年月日
	市町村名	原因		市町村名	原因
439	砂子又	S48. 9. 23	130	八甲田山	S55. 6. 17
	東通村	低気圧		青森市	梅雨前線
422	尾 太	S33. 8. 11	90	小 湊	S41. 10. 14
	西目屋村	雷 雨		平内町	低気圧
397	大和山	S41. 10. 13	89	砂子又	S48. 9. 24
	平内町	低気圧		東通村	低気圧
379	恐 山	S43. 8. 21	89	大和山	S41. 10. 14
	むつ市	低気圧		平内町	低気圧
372	小沢口	T11. 9. 11	76	吹 越	S48. 9. 24
	十和田湖町	—		横浜町	低気圧
328	四兵衛森	S52. 8. 5	72	休 屋	S41. 8. 12
	西目屋村	低気圧		十和田湖町	低気圧
321	碓ヶ関	S35. 8. 2	71	千 曳	S41. 10. 14
	碓ヶ関村	—		東北町	低気圧
318	金 木	S18. 8. 13	68	天間林	S41. 10. 14
	金木町	—		天間林村	低気圧
318	上北鉱山	S33. 9. 26	66	上北鉱山	S44. 8. 23
	天間林村	台 風		天間林村	台 風
307	八甲田山	S55. 6. 17	66	八方岳	S52. 8. 5
	青森市	梅雨前線		西目屋村	低気圧

(平成 18 年 4 月青森県発行「あおもりの河川と海岸と砂防」、～H18. 3. 31)

註

上記の表には記載されていないが、深刻な水害を引き起こした事例を紹介する。

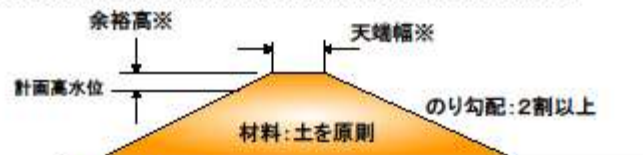
- ・ 昭和 50 年 8 月 5 日から 6 日にかけての大雨で岩木山麓の多くの溪流で土石流が発生し、岩木町百沢地区では死者 22 名、重傷 28 名、家屋全半壊・流失 45 棟という激甚な災害が発生した。「岩木山百沢土石流災害調査委員会」は様々なデータを総合し、1 時間当たり 70mm 級の集中豪雨があったと推定している。
- ・ 昭和 52 年 8 月 5 日、弘前市を貫流する土淵川で洪水が発生し、支流の寺沢川沿いで 9 名が死亡している。この時は、弘前市で日雨量 243mm、1 時間雨量 63mm を記録した。

堤防技術の現状について

- 河川堤防は、盛土によって築造されることを原則とし、さらに「浸透」や「侵食」に対する補強対策を実施することが一般的である。
- ただし「越水」については、スーパー堤防以外に、現在対策として確立された技術はない。

<河川堤防の基本となる構造>

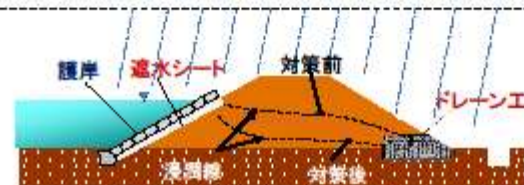
- > 河川管理施設等構造令に基づいて設計
- > 土堤を原則とする



※河川管理施設等構造令の規定による高さ、幅

<浸透や侵食に対する対策工法>

- > ドレーン工、護岸や遮水シートの設置等、浸透や侵食に対する安全性を確保するための対策を実施



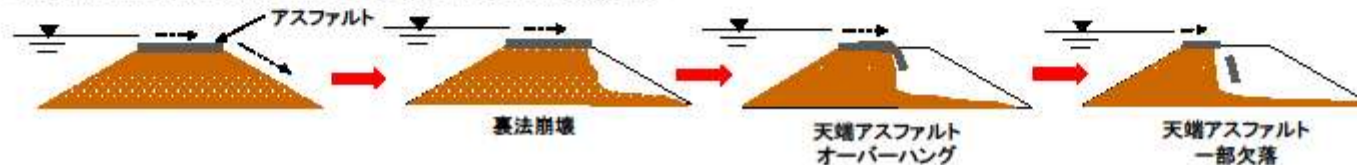
ドレーン工、護岸や遮水シートの設置例

<越水対策に関する実験的な検討例>

【土木研究所】

- ・保護工を施さない堤防に比べ、保護工を施した堤防の決壊までの時間が延びる場合もあるなどの結果が得られている。

<例えば天端アスファルトを保護工として用いた場合の破壊過程>



被害軽減を図るための堤防構造の工夫(対策例)

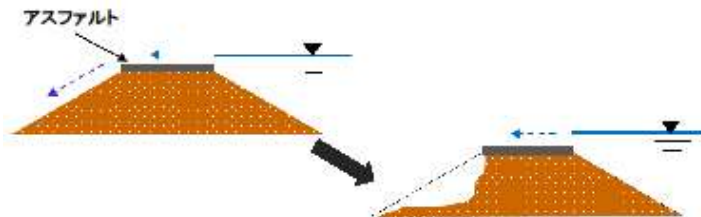
- 決壊までの時間を少しでも延ばし、被害軽減を図るための堤防構造については、堤防天端の保護や堤防裏法尻の補強などが考えられる。なお、詳細な構造については、早急に技術的な検討を進める。

堤防天端の保護

- 堤防天端をアスファルト舗装等で保護し、法肩部の崩壊の進行を遅らせることにより、決壊までの時間を少しでも延ばす



堤防天端をアスファルト舗装した堤防では、ある程度の時間、アスファルト舗装が残っている。

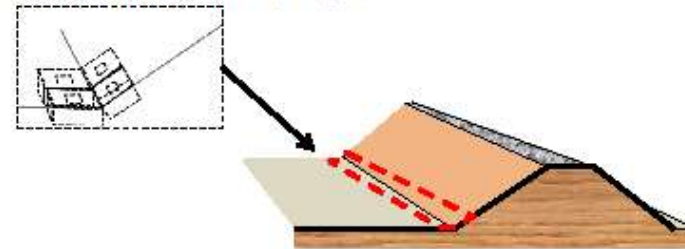


堤防裏法尻の補強

- 裏法尻をブロック等で補強し、深掘れの進行を遅らせることにより、決壊までの時間を少しでも延ばす



堤防裏法尻をブロック等で補強



42

資料 3. 越流に対して粘り強い堤防の構造例等（「平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による鬼怒川の破堤箇所の現地調査による知見と考察」から転載）

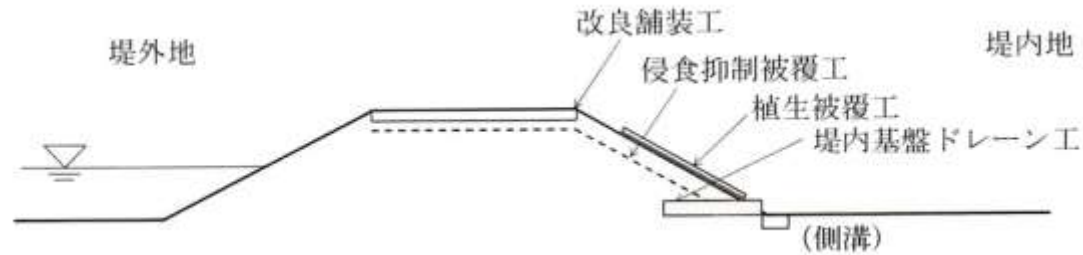


図 19 「越流に対して粘り強い堤防の構造例」

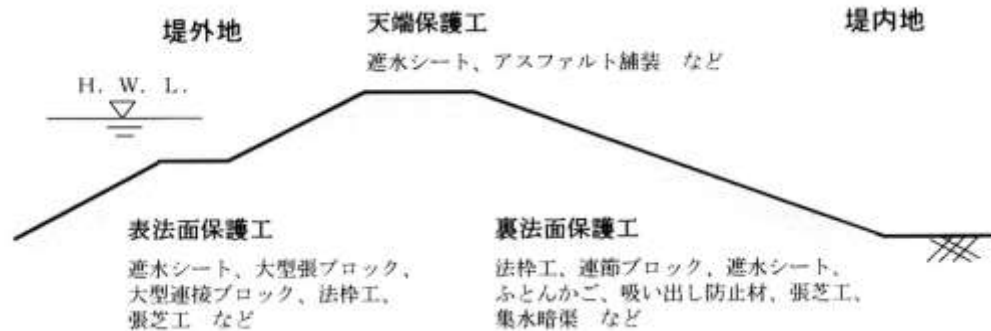


図 25 「耐越水型堤防の基本構造例」

・既存の堤防を補強し、洪水が堤防を越えても破堤し難くするための堤防構造の考え方の一つとして、アーマーレビー（耐越水型堤防あるいは難破堤型堤防）がある。この堤防構造の概念は、図 25 に示すように、堤防断面の表法面、天端および裏法面の三面あるいはいずれかの面を防護する付帯構造を設けることにより、侵食や越流に対する堤防表面の耐水性を向上しようとするものである。

この耐水型の堤防構造は、整備コストがアップするが、その名の示す通り、堤防の侵食、越流に対しては有効な構造と考えられる。

図 26 は加古川(兵庫県)におけるアーマーレビーの断面である。同図によれば、天端をアスファルトで被覆、表法は止水シート、大型張ブロック、法砕工と張芝工、裏法は止水シート、法砕工、張芝工および集水暗渠といったように、3面が強化されている。(註：p23 参照)

資料 4. 岩泉観測所の 8 月の降水状況

気象庁が公表している岩泉観測所における降水量の 8 月の平年値(月ごとの値)は、統計期間を 1981～2010 と定めて算定し、157.4 mmとしている。下記の表は、同期間中の 8 月の降水量の分布状況を把握するために、気象庁の公表データから作成したものであるが、かなりのバラつきがみられる。1981～2010 年間の 8 月の降水量の合計値は 4,720.5 mmで、統計期間の 30 年で除すと、当然のことながら 157.4 mmと算定される。

単位：mm

年	8月の降水量	8月の日最大降水量	年	8月の降水量	8月の日最大降水量
2016	586.5	194.5	1999	173	47
2015	194	42.5	1998	363	76
2014	243	74.5	1997	81	28
2013	73.5	28.5	1996	68	23
2012	32	8.5	1995	299	68
2011	99	53.5	1994	194	83
2010	114.5	54.5	1993	130	50
2009	96	48.5	1992	25	9
2008	221	47.5	1991	245	70
2007	80	34	1990	154	95
2006	19	14	1989	153	37
2005	107	42	1988	187	46
2004	141	89	1987	219	79
2003	176	35	1986	185	148
2002	297	91	1985	38	18
2001	145	61	1984	51	24
2000	109	47	1983	265	52
			1982	170	54
			1981	215	82
			1980	362	90

資料 5. 堤防天端から越水が始まり堤防本体が決壊するまでの時間等

①「洪水の話」(安芸皎一、昭和 27 年)

「カスリン台風(註 昭和 22 年 9 月)のとき、利根川の堤防が切れてひじょうに大きな水害をひきおこしたのだが、その堤防はこのときの洪水が上をこえてあふれだしてから**二時間も持ちこたえていた**。手入れがよくて、芝がきれいにはってあり、土もつきかためてあったので、このようにながりのあいだ、もちこたえたのだが、洪水のほうになかなかひかないで、とうとう切れてしまったことはまことに残念なことであった」

②「利根川の洪水」(須賀堯三監修、利根川研究会編、平成 7 年)

「埼玉県東村(現在の大利根町)の決壊箇所は、渡良瀬川合流地点の約 2 km 上流(右岸)にあたります。決壊地点は、その下流側の堤防より 1m ほど低くなっていました。**9 月 15 日午後 8 時頃から、この地点を含む約 1.3 km が溢水をおこし、裏法面を侵食しつつ、16 日午前 0 時半ごろの破堤となりました**」

③「鬼怒川堤防調査委員会報告書」(平成 28 年 3 月)

「鬼怒川左岸 21.0 k 付近(茨城県常総市三坂町地先)の堤防決壊の概要は次のとおりである。

記録的な大雨により鬼怒川では施設の能力を上回る洪水となり、9 月 10 日の**11 時 11 分に越水を確認し、12 時 50 分頃に堤防決壊した**。決壊幅は 12 時 52 分には約 20m であったが、時刻が経過するごとに広がり、最終的には約 200m に達した」

資料 6. フロンティア堤防についての報道(2016 年 9 月 10 日付東京新聞)

1996 年(平成 8 年)の旧建設省の建設白書では「計画規模を超えた洪水による被害を最小限に抑え、危機的状況を回避するため、越水や長時間の浸透に対しても、破堤しにくい堤防の整備が求められる」と、「想定外の雨」や越水対策の必要性を明記。同様の記述は 5 年連続で白書に書かれ、97 年からの治水事業 5 か年計画では、決壊しにくい「フロンティア堤防」の整備推進が盛り込まれた。

2000 年には設計指針が全国の出先機関に通知され、全国の河川で計 250 キロの整備を計画。実際に信濃川や那珂川など 4 つの河川の計約 13 キロで工事が実施された。だが、ダム建設の反対運動で反対派が「河川改修をすればダム不要」とする主張を展開し始めると、白書からフロンティア堤防の記述が消えた。

02 年 7 月にはフロンティア堤防の設計指針を廃止する通達が出された。突然の方針転換の理由は、白書に書かれていない。土木学会は 08 年、国交省から堤防の越水対策について見解を求められ「技術的に実現性は困難」などと報告。国の堤防整

備はかさ上げ対策に偏り、被害を軽減するフロンティア堤防はお蔵入りとなった。

国「効果は不明」

国交省は取材に「効果が定量的にはっきりしなかったため、予算を使ってまで事業化するには至らなかった」と繰り返す。