

小貝川堤防, またも決壊 — 浸水流の挙動と氾濫の諸要因 —

1986年8月上旬 台風10号崩れの温帯低気圧の通過に伴い 北関東と東北地方の一部が集中豪雨に見舞われました。このため 各地の河川は氾濫し とくに茨城・栃木・福島・宮城の各県では 農作物を中心に大きな被害を受けました。

今回の氾濫に対しても 多くの研究者がそれぞれの立場で調査を実施しましたが このうち筑波大学の池田宏氏はか2名と 茨城大学の早川唯弘氏には主として 地形学的観点から行った調査結果を本誌のために特別に寄稿していただきました。また茨城県結城郡石下町役場企画課(倉田恒夫氏)には小貝川の堤防が決壊に至るまでの 学術的にも貴重な生々しい現場写真の掲載を快諾していただきました。

これらの皆様のご協力で 本号を「水害」特集として発刊できますことを この紙面を借りてお礼申し上げます。

田 口 雄 作 (環境地質部)

Yuhsaku TAGUCHI

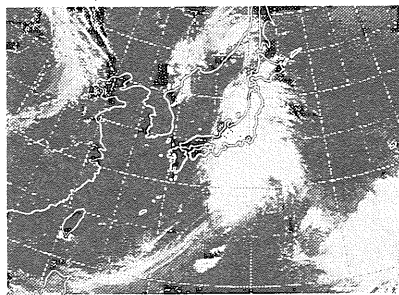
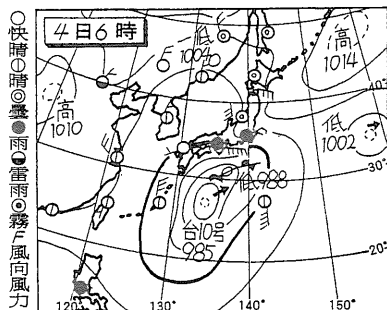
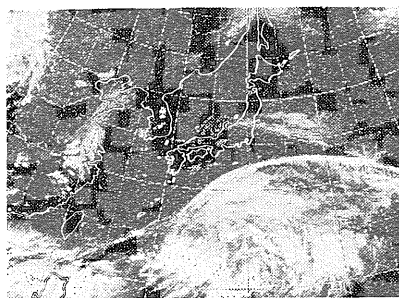
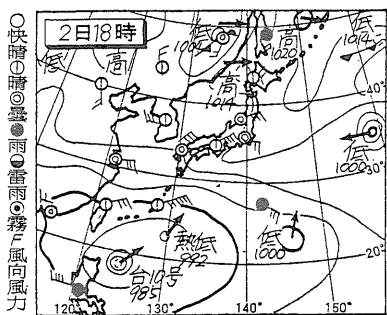
その時 私はタイムトンネルに入って 5年前に引き戻されたのではないかと 一瞬わが眼を疑ったくらいでした。

8月6日 勤務から帰って いつものように 夕食を食べながらテレビのニュースを見ていた時です。ブラウン管から飛び込んできた映像は 堤防を決壊した濁流がものすごい勢いで 集落や田圃を飲み込んでいるすさまじい場面だったのです。アナウンサーは小貝川の堤

防が決壊したことを 興奮気味に伝えていました。

前日までに小貝川の上流各所で 氾濫していることは知っていたのですが その映像を見るまで それまでに氾濫していた地点よりも さらに下流の破堤したことを私はうかつにも知らなかったのです。

映像を見た瞬間 私は 「あっ! またかっ!」とびっくり仰天してしまいました。なぜならば その映像は5年前に大きな被害を出した 茨城県鹿ヶ崎市の小貝川左岸で発生した破堤のそれと非常に似ていたからで



す。私はとっさに 5年前と同じ場所が決壊したと錯覚したくらいでした。しかしよくよく確かめて見ると破堤は 茨城県結城郡石下町本豊田の小貝川右岸で発生し 前回の場所よりも約40km 上流に当たる地点で起きていたのです。

5年前の時も 台風がもたらした豪雨が上がりから一日以上も経過して 台風一過の抜けるような青空で猛暑がぶり返していたし 破堤地点には農業用の取水水門が 堤外地へ突き出て設置されていました。それにしても 5年前の破堤と今回のそれとは 偶然なのでしょうか 何と状況が似ていることでしょうか。

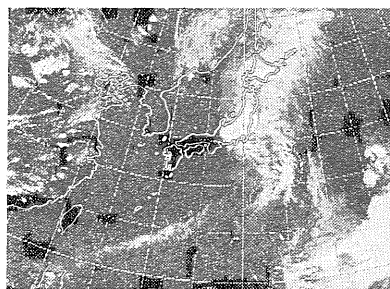
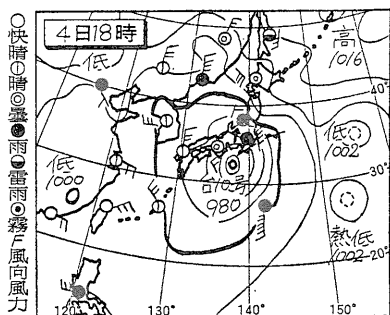
5年前の小貝川の浸水調査(田口・吉川 1982)を実施した筆者は 前回との比較のため 今回も浸水流の挙動

や範囲等に関する緊急調査を行いました。詳しい内容については いずれ機会を改めて報告しますが ここでは 今までに明らかになったことを速報として報告することに致します。

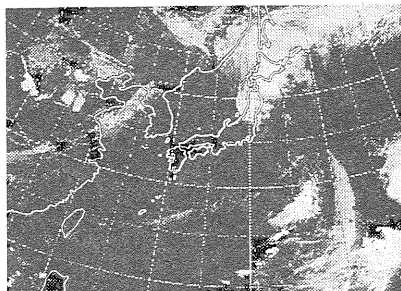
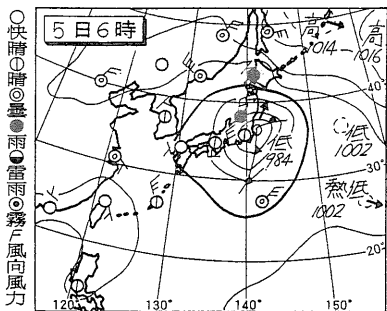
I 温帯低気圧の通過と雨の降りかた

今回の破堤の直接的な原因は 台風10号が 本州を直撃する直前に崩れて 温帯低気圧に変わり 関東地方および東北地方沖をかすめて駆け抜け 各地に大雨を降らせたことにあります。その様子を第1図に示した天気図で時間を追って見てみましょう。

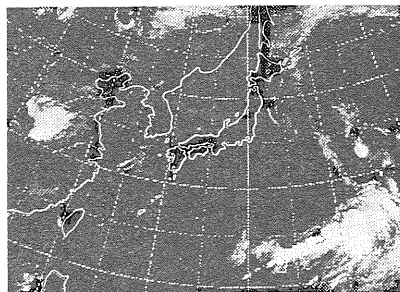
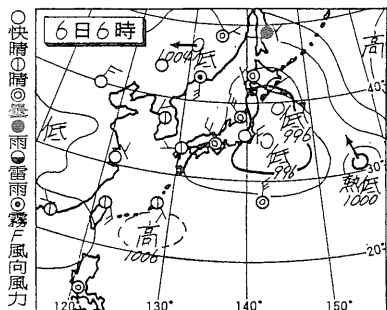
8月2日18時 日本本土は全国に猛暑をもたらした高



▲ 4日21時撮影



▲ 5日9時撮影



▲ 6日9時撮影

← 第1図 8月2日から6日までの天気図と気象衛星「ひまわり」の写真(すべての天気図と写真は朝日新聞から転載しました。)

気圧に覆われていましたが その高気圧も東へ移動する気配です。 フィリピン北東海上に台風10号があって 北東方向に進んでいます。

8月4日6時 台風10号は沖縄の東約700kmの所まで進んで来て その前方にある小さな低気圧を飲み込む勢いです。 この台風は北方にあるオホーツク海高気圧から冷たい空気が流れ込んで 関東南部から近畿地方にかけて雨を降らせています。

8月4日18時 台風は本州南方海上からいよいよ東海・関東地方を直撃する構えです。 雨域は東北地方にまで拡大しました。 一方近畿地方では雨も上がり曇り空に変わっています。

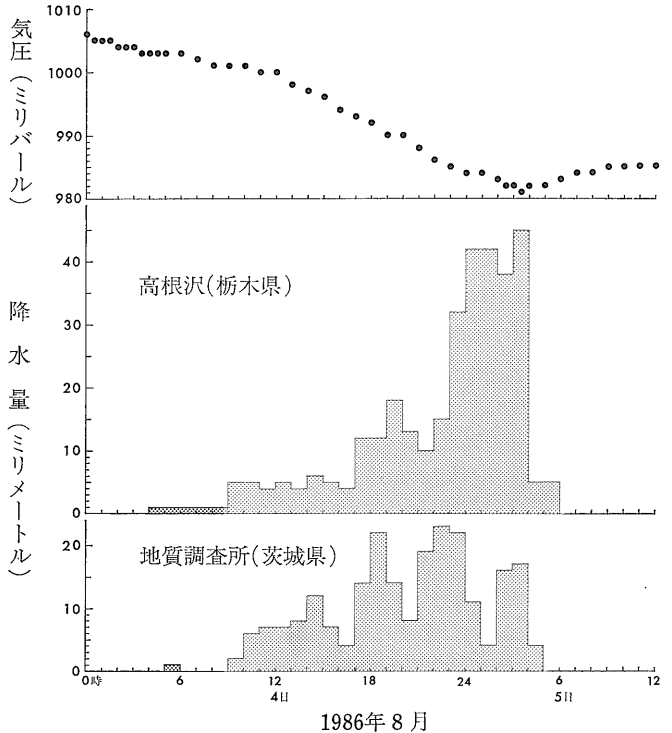
8月5日6時 台風は本土上陸の直前に崩れて 温帯低気圧に変わりました。 この時間までには低気圧は関東地方沖を通過して東北から北海道方面へ向けて進んでいます。 関東地方の雨は上がりましたが 東北・北海道ではまだ降り続いています。

8月6日6時 低気圧の中心は三陸沖に抜け 各地に真夏の太陽が戻って来ました。

このように 台風崩れの温帯低気圧は この時期のものには珍しく速いスピードで通過したのですが 南下していたオホーツク海高気圧から吹き込む冷気と 湿った暖かい温帯低気圧が まさに 東日本上空でぶつかった格好になりました。 この影響で 関東地方各地では8月4日未明から雨が降り始め 翌5日未明までほぼ丸一日で降り終わりましたが 24時間降水量としては 記録的な豪雨にみまわれたのです。

その一例として 茨城県筑波にある地質調査所で観測した降水量と気圧の記録を 第2図に示しました。 それによると 4日午前5時過ぎから降り始めた雨は 午前9時過ぎから本格的に降り出し 台風の特徴的な断続的で 時として時間雨量20mmを超えるように激しく そして時として弱く しかも断続無く降り続け 5日午前5時までの24時間に 合計228mmという降水をもたらしました。

気圧は 温帯低気圧の中心の接近につれてぐんぐん下がり 5日午前3時半頃に981ミリバールの最低値が現れました。 その後 徐々に回復したことを第2図は示しています。 気圧の最低値を記録した5日午前3時半頃までには 降水のピークはとくに過ぎ さしもの豪雨もほとんど降り終わりの状態であったことが 明瞭に

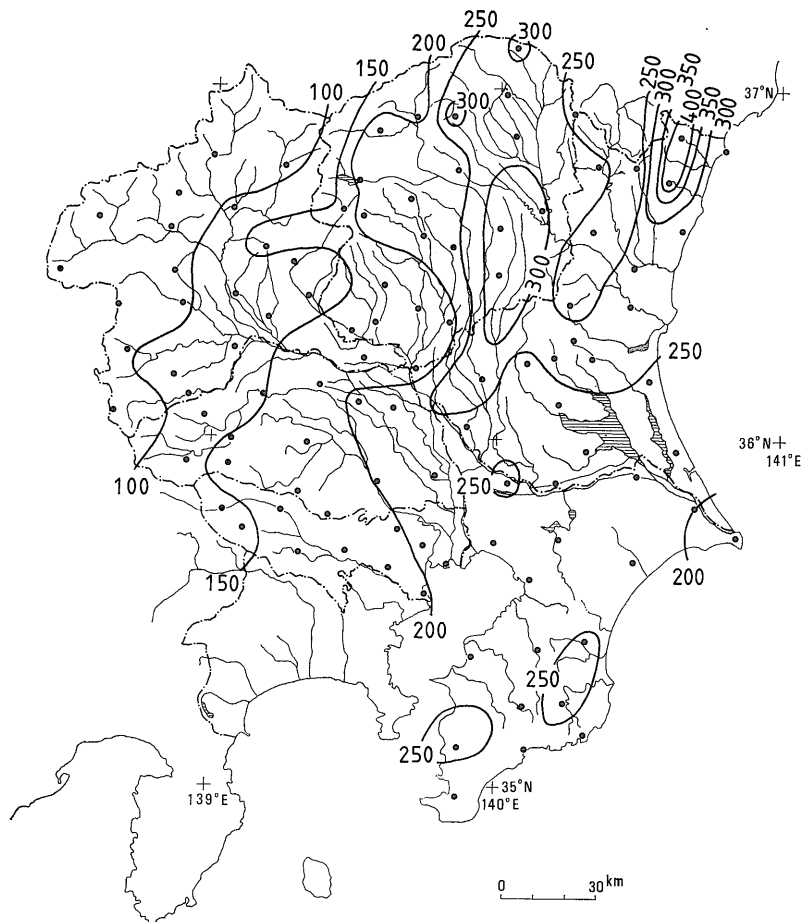


第2図 茨城県筑波の地質調査所における降水量と気圧 および栃木県高根沢町の降水量（気象庁）の経時変化

読み取れます。 すなわち これらの記録から 今回の大雨は低気圧の前面で発生していたことが明らかです。

第2図には 小貝川流域の上流部に位置する栃木県高根沢町における降水量の記録も合わせて示しました。 この地点における総降水量は332mmでしたが 4日22時から5日6時の降り終わりまでの降水量は224mmで総降水量の実に3分の2が後半の8時間に集中して 猛烈な勢いで降ったことが分かります。

降り始めから終わりまでの 茨城県内各地の総降水量は 北茨城市花園の424mmを最高に 高萩市汰能405mm 下妻市293mm 美野里町292mm 水戸市288mmで とくに水戸の記録は 24時間降水量としては明治30年の観測開始以来最高を記録したほどでした。 この低気圧による関東各地の総降水量を 等値線で表してみると第3図のようになります。 それによると 200mm以上の降水を記録した地域は関東地方の東半分で 250mm以上は 久慈川の上流域及び那珂川の中流域を除いた茨城県中部及び北部地域と栃木県の東部地域一体 それに房総半島の一部で記録しています。 そのうち 那珂川上流の那須高原の一部と小貝川上流域をスッポリ包む地域 さらに茨城県北部の山岳地域では300mm以上



第3図
関東地方の8月4日から5日までの
総降水量（気象庁のデータを基
に筆者作成）（単位：mm）

というすさまじい降水に見舞われました。

このように 豪雨をもたらした低気圧の中心が通過してまもなく 各地の河川は急激に増水し 8月5日未明から氾濫し始めました。茨城県内に限っても 中小河川の氾濫が多発しました。なかでも那珂川の氾濫で水戸市が 大北川の氾濫で北茨城市が 恋瀬川の氾濫で石岡市が それぞれ大きな被害を受けました。これらの各河川の氾濫による被害は 最近になく大きなものでしたが 小貝川のそれは 上流域の栃木県益子町付近から中・下流域の茨城県水海道市に至る範囲の各所で発生し冠水した面積といい 被害額・罹災した人の数といい前述の3河川より甚大なものでした。

II 小貝川の氾濫の経過

それでは小貝川はどのように氾濫し その範囲を下流へ拡大して行ったのでしょうか。まず 8月7日付け朝日新聞朝刊茨城版に掲載されたドキュメントから 関係記事を抜き書きして見ました。

5日3時35分 小貝川が増水。下館市対策本部が同市金井町 竹町などの617世帯に避難命令。

同7時43分 下館市嘉家佐和の小貝川の支流五行川（筆者注：大谷川の間違えか）があふれたと 下館署が県警に機動隊出動要請。

同13時30分 明野町赤浜で堤防が決壊 濁流が流れ出す。同14時 明野町に近い黒子（関城町）水位観測地点で水位6.86m（警戒水位3.8m）で同地点でのピークを記録。同15時30分 明野町の孤立集落のヘリコプターによる救助作業始まる。

6日6時 石下町豊田の上郷（豊里町）水位観測地点でテレメータが故障を起こし データがストップ。

同8時45分 石下町が第一次避難命令で547世帯。

同9時 上郷水位観測地点で目測で6.1m（警戒水位3.6m）のピークを記録。

同9時58分 石下町本豊田の小貝川右岸堤防が約5mにわたって決壊。

同10時 石下町が第二次避難命令561世帯。水海道市



写真-1 茨城県下館市と協和町との境を流れる小貝川の氾濫
 (1986年8月5日午前10時00分撮影 第一航業株式会社提供)

左岸には新しく太い堤防が作られています。この写真から明らかのように北側(写真上側)の堤防が完成しているところはほとんど被害に遭っていません。しかし新堤防が未構築な所から洪水はたやすく堤内地へ侵入しています。右岸では古い堤防がありますがそれらをすべて洪水が溢流してほとんど治水の役目は果たしていません。

第4図 小貝川の氾濫による浸水域と浸水範囲
 その1 (栃木県真岡市君島から茨城県下館市大関付近にかけて 国土地理院発行5万分の1地形図『壬生』および『真岡』使用)

- が 2,403世帯 筑波郡谷和原村が1,152世帯に避難命令。 水海道市災害対策本部設置。
- 同10時57分 決壊部分が約30mに。
- 同11時 水海道水位観測地点で7.03m(警戒水位4.6m)のピークを記録。
- 同11時30分 決壊部分は約100mにも広がる。
- 同13時 県が石下町に災害救助法の適用を決める。
- 同 北相馬郡藤代町山王地区の小貝川の橋のたもとに立てられた住民手製の水位計で6.4mを記録。「5年前の決壊の時よりだいぶ増えた」。
- 同13時30分 石下町豊田地区の442人が避難。
- 同15時 上郷水位観測地点で5.31mに下降。 水海道で6.7mに下降。
- 同16時15分 八間堀川の三坂新田の土手に穴があいた。消防団員が土のうで応急処置。

- 同18時40分 石下町の長峰橋から決壊現場まで復旧作業用のダンプを通すため 土手の整地と拡張作業が始まった。
- 同19時 水海道市水害対策本部が同市の水田の冠水約110haと発表。
- 同19時40分 水海道市水害対策本部が同市の避難世帯は115と発表。
- 同21時10分 建設省が 流れを止めるためのブロック投入を始める。 ブロックの重さは1個2tでダンプ55台で 260個を用意した。

浸水流は懸濁物(主として砂や泥)が多く 茶褐色ないし黄色を呈しているの で カラーの空中写真によれば非常に判別しやすく さらに その濃淡を判読し上流から



写真-2

支流五行川（写真左斜め上から流れ込む）との合流点付近の状況（1986年8月5日午前10時01分撮影 第一航業株式会社提供）
 ここでも小貝川右岸の新しい堤防未構築部分から 洪水流が堤内地へ侵入しています。左岸では未構築部分から 上流側からの浸水流が逆に小貝川本川へ排水されているのが判読できます。

下流にたどることによって 流動方向がひとつひとつはっきりと読み取れます。このようにして読み取った浸水流の挙動を流下方向に従って 以下のように5つの区間に分けて 細かく見て行くことにしましょう。

1) 栃木県側の浸水状況

上の記事によると 8月5日午前7時半過ぎ下館市の五行川(?)が 小貝川の氾濫した最初の記録となっています。しかし それは茨城県だけの記録であって さらに上流にある栃木県側は もっと早い時間から氾濫していたことは明らかです。残念ながら そのことを立証する手では今のところありませんが 5日の午前9時25分頃撮影された新聞写真によれば 栃木県益子町付近で 小貝川の本流が大きく氾濫しています。さらに同日午前10時頃撮影された空中写真では 栃木県益子町より上流付近から 茨城県下館市にかけて 小貝川とその支流の各所で 古い堤防を溢流したり 新しい堤防がまだ構築されていない部分から 堤内地へ氾濫している状況が読み取れます(第4図参照)。

2) 茨城県下館市五行川合流点付近までの状況

上流の各所で氾濫を起した小貝川の洪水流は 時間とともに下流側へ南下し 下館市奥田付近から左右両岸
 1986年12月号

へ 河道に添って幅約 2~300m にわたって勢いよく浸水域を拡大しました(第4図)。この区間では河道に添って 昔ながらの霞堤が築かれていますが 洪水流はそれらをも軽々と乗り越えています(写真-1参照)。さらに第5図に示すように約 6km 下流の下館市太郎丸付近から 国鉄水戸線に至る間で 浸水流は南西方向に大きく進路を変え 支流五行川に至る流域を一気に飲み込んでしまいました(写真-2参照)。この区間で特徴的なのは国道50号線や国鉄水戸線の高い土手が障害になって 浸水流の流下方向が強引に変えられていることです。途中の橋は上流側で洪水流を収束し下流側でそれを一気に発散させる役目を演じていることが 空中写真からはっきりと読み取れます。

3) 支流大谷川合流地点付近までの状況

第5図に示すように 国鉄水戸線の小貝川を渡る鉄橋より 下流側約 1~1.5km までの左岸から堤防を溢流した浸水流は、河道に添うように 100~750m の幅をもって流下しました。一方下館市西方付近から下野殿対岸付近にかける約 3km の長い区間の堤防を 左岸方向に溢流した小貝川右支流大谷川の浸水流は 南東方向に流下し 小貝川との合流点付近の 堤防未構築部分から逆流した小貝川本流の浸水流と 一丁田一椿宮一母子島を

結ぶ線上でぶつかりました。このため 大谷川の浸水流の一部は椿宮のやや北側地域で流下方向とは反対にほぼ180°北方向へ その流線を変えられているのが読み取れます(写真-3参照)。

8月5日午前10時頃には 堤外地満杯に流下していた小貝川本流の洪水流はさらに流量を増し 同日正午前後に右岸飯田付近で とうとう堤防を溢流してしまいました(写真-4参照)。

翌日の午前中までには 大谷川と小貝川本流からの浸水もようやく治まり 浸水流は昨日小貝川の洪水流の逆流の要因となった堤防未構築部分から 昨日とは逆に小貝川本流へ排水し始めました。

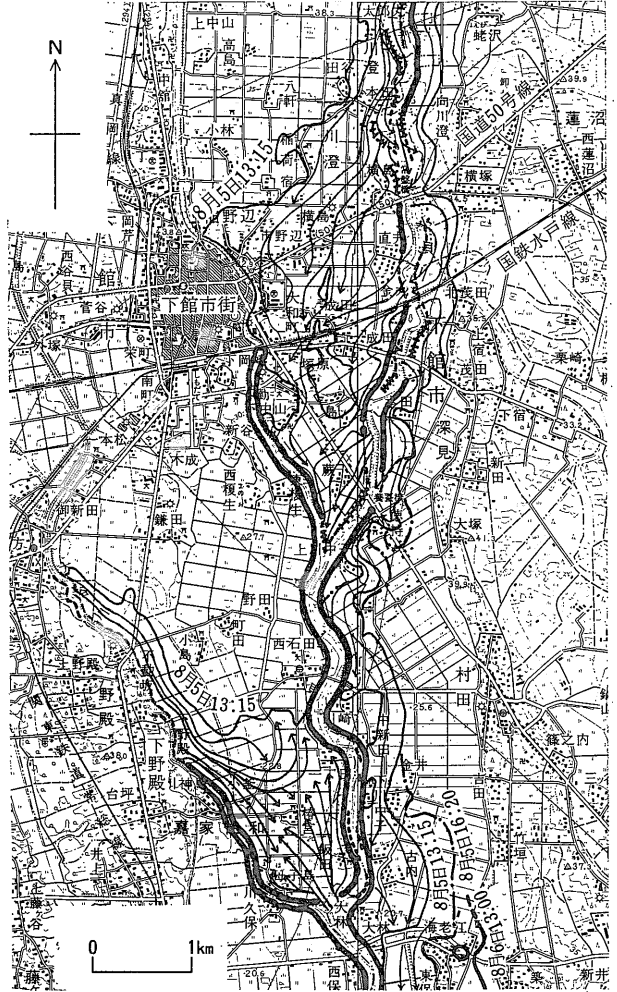
この区間では 支流の氾濫と堤防未構築部分からの逆流による浸水が特徴と言えましょう。

4) 石下町長峰橋付近までの状況

この区間は もっとも冠水した面積が広く しかもいろいろな浸水形態が見られる 今回の小貝川の氾濫を示す典型的な浸水地域と言えます。

まず 8月5日午前10時頃までに 小貝川右岸の明野町東保末から鶴田西方の沖積低地(以下 便宜上 この地域を小貝川左岸明野町沖積低地と呼ぶことにします)では 排水路に添う幅500m 長さ3km余り 面積約1.3km²にわたって 内水氾濫が発生しています。一方 小貝川右岸でも同様に 小貝川と台地に挟まれる沖積低地の排水路を中心として 面積約3.1km²の内水氾濫が見られます(第6図)。同じ頃 明野町赤浜地先の小貝川左岸で小貝橋に通じる県道の通過のために新しい堤防をその箇所だけ上下流側より高さを2~3mばかり低くした地点(便宜上 以下では小貝橋東詰と呼ぶことにします)より 第7図のように 小貝川本流の洪水流が溢れ出してからすでに数時間が経過して 浸水した地域は1km²余りにも達しています(写真-5参照)。さらに同じ頃 関城町の黒子橋の約700m 上流左岸の地点(大林と古内の中間点で小貝川の主流が曲流する攻撃面に相当する)では洪水流が堤防を溢流し始めています(写真-3参照)。この溢水箇所はそれ以降ますます拡大し 上流側中新田に至る約1.5kmの間で 4か所650mにわたりました(この地点からの浸水流を 便宜的に浸水南下流と呼ぶことにします。この様子は 写真-4でも はっきりと読み取れます)。

小貝橋東詰では その後もどンドン洪水流が溢れ出し前に記述した朝日新聞の記事に従えば 5日の午後1時30分新しい堤防より2~3m低く 道路となっているこの地点でついに堤防を約5m掘り込むように決壊し(写真-6参照) その前面に小規模な落堀を形成するまでに至りました(写真-7参照)。同日12時より少し前浸水流の



第5図 小貝川の氾濫による浸水域と浸水範囲 その2 (茨城県下館市太郎丸から下妻市西保末付近にかけて 国土地理院発行5万分の1地形図『小山』および『真壁』使用) 凡例は第4図と同じ。

一部は そこからわずか200m 足らず 北東に位置する県道の高まり(その時間まで 浸水流の北方向への拡大を阻止する堤防の役割を果たしていました)をも決壊して 本号表紙写真でも明らかなように小貝川左岸明野町沖積低地方向へ 勢いよく流れ出しました(この流れを浸水北上流と呼ぶことにします)。

この浸水北上流と浸水南下流とが 5日午後4時頃明野町高津西方の沖積低地でぶつかり合い空中写真でも明らかに判読できる明瞭な境界面を形成しました。両者がぶつかり合った当初は浸水北上流の方が勢いが強く 浸水南下流は流動方向を南から東方向へ変えられていたほどでした(第6図)。ちなみに 浸水南下流の平均流速を試算してみると 秒速1.4x 10⁻¹m(時速約500m)と



写真-3

支流大谷川（写真左斜め上から流れ込む）との合流点付近の状況（1986年8月5日午前10時02分撮影 第一航業株式会社提供）写真左上の支流大谷川の新しい堤防未構築部分から 濁流が流れ込んでいます。一方 小貝川に合流する地点には堤防が構築されていないため そこから本川の洪水流が逆流しています。両者がぶつかっている所は 写真では暗く写っていて明瞭に読み取れません。写真の下から3分の1位に位置する左岸の曲流部では 洪水流が堤防を越えて 堤内地へまさに浸水し始めました。



写真-4

大谷川との合流点付近から上流を望む（1986年8月5日12時30分頃撮影 朝日航洋株式会社提供）写真-3とほぼ同じ地点の約2時間半経過後の斜め写真。写真-3ではほとんど無傷であった小貝川本川の両岸堤防 とくに左岸では 洪水流が新しい堤防をも大規模に溢流して 左岸の浸水域はいっぺんに拡大しました。

なります。 言い表し方を変えれば この値は 100m を 714 秒で走る速さに相当します。 これが速いか遅いかの判断は人によって それぞれ基準が違いますが一つ考えていただきたいのは 浸水流は何の障害もなくいっぺんに流れたのではなく 田圃をひとつひとつ満杯にしながらかも田面より通常 1m 以上も高い道路を何本も越えて流れているということです。 すなわちここで試算した値はあくまでも平均流速であって瞬間的な流速はそれよりもはるかに速い値であるわけです。

1981年の小貝川破堤後の竜ヶ崎市における浸水流の平均流速は 秒速 $1.5 \times 10^{-1}m$ と試算されましたが(田口・吉川 1983) 今回の値はそれと比較して ほとんど同じような値を示しました。

しかし 小貝川本流から間断なく溢流水が付加されるに従って 浸水南下流は勢いを強め ついには浸水北上流の力をも上回り それを強引に下流側に押し流すようになりました。 小貝橋東詰からの浸水流の先端は すでに 5 日午後 4 時 20 分頃には 小貝川右岸沖積低地の下妻市と筑波町との境付近まで達していましたが 浸水南下流の付加によって さらに勢力を増し 小貝川左岸に添う沖積低地を総なめにするように 石下町長峰橋付近まで流下することになります。

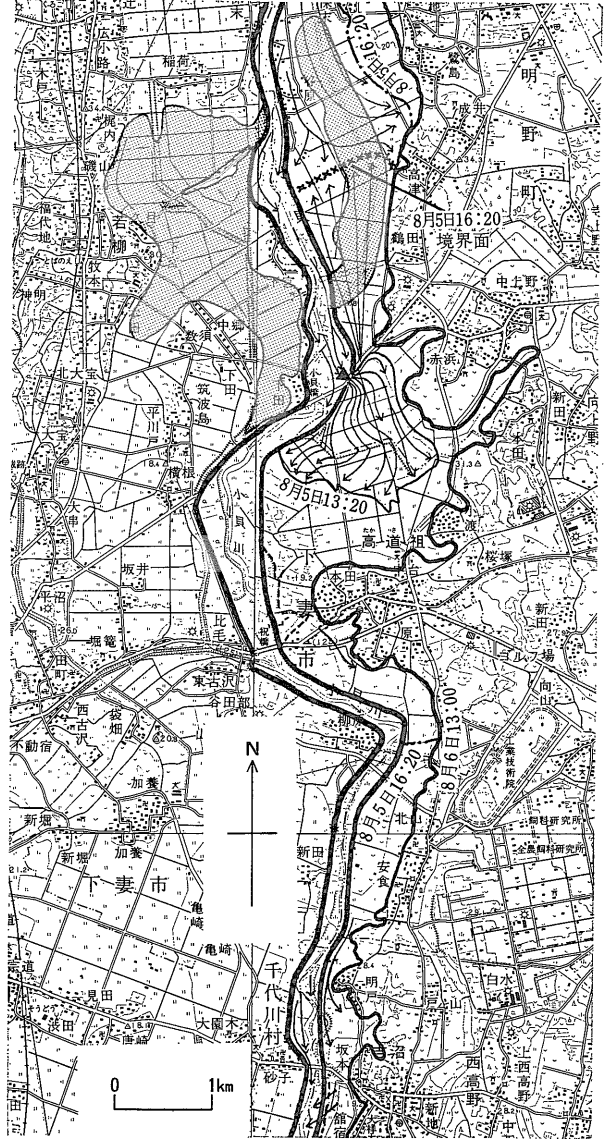
6 日午前になると 筑波町の愛国橋より下流の堤防 3 か所 800m からは 水位が下がった小貝川本流に向かって逆に浸水流が溢流しています。

このように この区間では内水氾濫・落堀形成・破堤・溢流・逆溢流・浸水流の逆流などの諸現象が見られたことが特徴となっています。

5) 長峰橋から水海道市までの状況

大雨がやんで 1 日と約 5 時間後の 8 月 6 日午前 9 時 58 分(石下町広報 No. 257によれば午前 9 時 57 分) 洪水流はついに長峰橋の下流 300m 右岸の石下町本豊田 1062 の 1 番地先で破堤するに及びました。 破堤の過程は本号のグラビア写真をご覧ください。 その場所は農業用水の取入れ用の水門と排水用の水門が並んで堤外地に作られていたところです(写真-8 13参照)。

浸水流は 排水河川として作られた八間堀川との間に位置する本豊田・六軒・曲田の各集落を飲み込み どんどん浸水域を拡大して行きました(写真-9~12)。 6 日午後 1 時 10 分頃に撮影された空中写真の判読によって確認された浸水域は第 8 図に示す通りです。 この浸水流の流下速度を前と同様の方法で試算してみると 秒速 $1.7 \times 10^{-1}m$ となり 前述の浸水南下流や 1981 年の竜ヶ崎市におけるそれらとほぼ同じでしたが それらより幾分速い値を記録しました。



第 6 図 小貝川の氾濫による浸水域と浸水範囲 その 3 (茨城県下妻市西保末から筑波町館宿付近にかけて 国土地理院発行 5 万分の 1 地形図『小山』・『真壁』・『水海道』・『土浦』使用) 凡例は第 4 図と同じ。

第 8 図によれば この浸水流は 石下町本豊田と同町東野原とを結ぶ道路より北側で 八間堀川へ流れ込んで(写真-14) さらに 小規模ながらその西側へと浸水域を拡大している様子が読み取れます。

その後 その地点より下流側では 八間堀川の堤防を溢流して 本豊田の破堤地点より流下した浸水流が流れ込み続けました。 そして ついには 八間堀川はいたる所で二次的な氾濫を起こすようになりました。 それ

によって 浸水域は八間堀川の西側へも拡大し 八間堀川を両側から挟むような形で幅 500m ~ 1 km にわたって南下し (写真-15) 7日朝7 時頃には 浸水流は水海道市の中心部まで約 1 km に迫ったと言うことです。

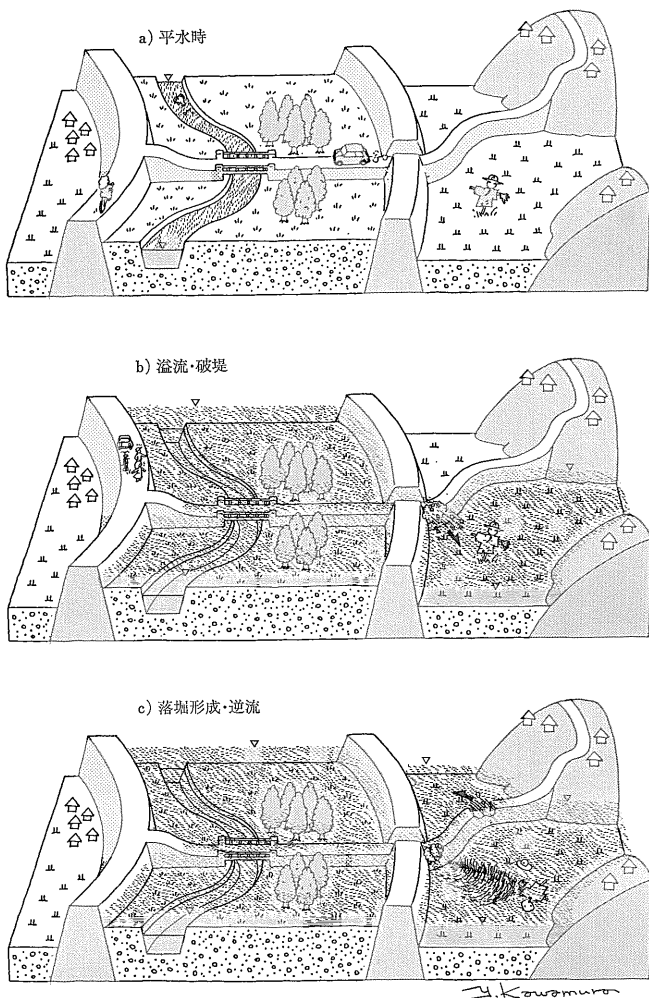
現地踏査によって確認された7日午後4時頃の浸水域は 第8図に示す通りです。最終的には 浸水流は水海道市中山町の北側を東西に走る道路によって それより南への拡大をかわらうじて阻止されました (写真-16, 17)。 その間八間堀川の排水能力をはるかに超える浸水を 鬼怒川へさばくため応急的に作られた排水路の完成によって つごう3日にわたるさしもの大氾濫にもついに終止符が打たれました。

この区間では 小貝川本流の破堤と 浸水流が流入したことによる八間堀川の二次的氾濫 それに浸水域の拡大を阻止するための 強制的な排水が特徴となっています。

III 小貝川の水は日光連山や奥鬼怒の山々に降った雨によっても涵養されている

それでは 小貝川の水はいったいどこから流れてくるのでしょうか。 標題のようなことを書くと 読者の一部には 「そんな馬鹿なことがあるもんか」と 顔をしかめる方がおいでかもしれません。 それもそのはず 一部の本には小貝川の流域は 栃木県氏家町の北方の鬼怒川と那珂川に挟まれた所で 閉塞するように記載されています。 しかし 実際には「そんな馬鹿なこと」があるのです。 試みに 国土地理院発行の5万分の1の地形図『矢板』図幅を開いて見て下さい。 そして小貝川とその支流の流域を確認して見て下さい。 例えば 小貝川の支流五行川の上流を辿ってみると そこには『市ノ堀用水路』が通水していて それをさらに上流に辿ると 塩谷町大久保や玉生北部で 那珂川の支流荒川とつながっているし 他の派流は 鬼怒川中部用水路として隧道になり 塩谷町佐貫の観音橋のわずか上流で 鬼怒川に接続しています。 すなわち小貝川は『市ノ堀用水路』を通じて 鬼怒川や那珂川に直接接続していて 少なくとも それらの表流水の一部が直接流入していることは明らかです。

通常 流域を決定する時には 表流水のみを考慮すればよい事が多いのですが 実際には地下水流をも考慮しなければいけない場合があるのです。



第7図 小貝橋東詰の氾濫の模式図

一般に 地下水と河川水との交流関係は ①地下水が河川水を涵養する ②河川水が地下水を涵養する ③一方で地下水が河川水を涵養し 他方では河川水が地下水を涵養する ④地下水と河川水の交流はない という4つのケースが考えられます。

小貝川支流の五行川の上流流域の場合 ②のケースに相当し 地下水は明らかに 鬼怒川本流から五行川の流域方向へ流れ込み 河川水が地下水を涵養していることが確認されています。(例えば 鈴木 1967; Suzuki 1968 など)。 尾崎ほか2名 (1963) による鬼怒川本流の渇水期の流量調査では 今市市小林から氏家町富野岡付附近に至るまでの伏没水量は毎秒 1 m³ に達しており このうちのかなりの量が 鬼怒川本流から五行川方向へ流動していることは明らかです。 とくに 水田に水が入ってい



写真-5

小貝橋東詰（明野町赤浜）の破堤現場（1986年8月5日午前10時08分撮影 第一航業株式会社提供）

堤外地を満杯に流れた洪水は、新しい堤防よりもともと数m低い道路（低い堤防）から溢流し、最終的にはその道路面を5mほどえぐるように決壊しました。

写真-6

明野町赤浜の破堤現場（1986年10月15日午後2時頃 筆者撮影）

低い道路（堤防）を5mほどえぐるように洪水が流れました。手前には落堀が形成されました。

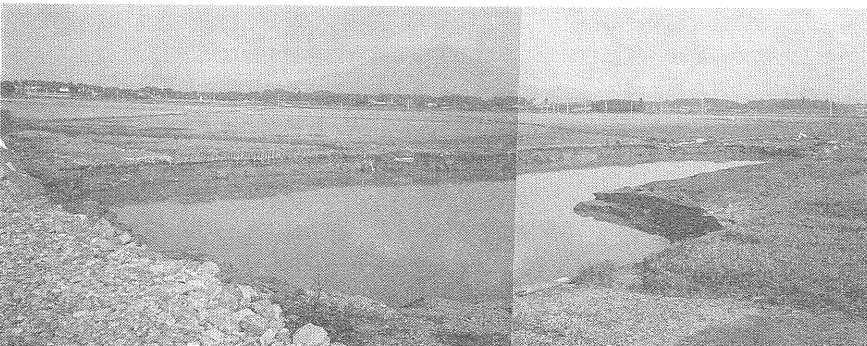


写真-7

明野町赤浜の破堤地点に形成された落堀と筑波山遠望（1986年10月15日午後2時頃 筆者撮影）

まわりの水田の稲は、冠水によって商品価値がまったく無くなってしまったため、放置されたままになっています。



写真-8 石下町本豊田の破堤現場における懸命な復旧工事
(1986年8月7日午前11時30分頃 筆者撮影)
破堤から1日以上経過しても 仮締切工事が完成し
ないため 依然として洪水流が流れ込んでいます。



写真-9 仮締切工事用のテトラポッドを運ぶダンプトラック
の列(石下町本豊田にて 1986年8月7日12時頃 筆
者撮影). 10トントラックでも わずか4個ほどし
かテトラポッドを運べず しかも破堤地点までの道
路が狭いため 順番待ちのトラックの行列が長く続
きました。



写真-10 自力で泳いで助かった豚(石下町本豊田にて 1986
年8月7日12時頃 筆者撮影). 破堤地点の近く
にあった養豚場も含め 石下町全体で水死した豚は合
計473頭に達し 畜産的にも大きな被害を受けまし
た。



写真-11 住民の必死の水防作業(石下町本豊田にて 1986年
8月7日12時半頃 筆者撮影). 破堤地点から 直
線で250mの距離にある排水路沿いの道路は 無残
にも半分が崩落したため 付近の住民が総出で懸命
の水防作業をしています。

る夏季の豊水期には 地下水位が高いため渇水期に比べ
て 伏没水量は 当然多くなると考えられます。鬼怒川
から浸透した地下水は 流下するに伴って 五行川を涵
養することになります。

すなわち 小貝川の実際の流域は 第9図のように地
形的な流域を越えて さらに広大な地下水の流域をも考
慮しなければいけないことになります。このように見
てくると 読者の皆様には標題に示した意味が はっき
りと理解していただけると思います。

IV 流域の土地利用の変化

流域全体の土地利用は 河道に流出する水の量に 直
1986年12月号

接影響を与えるもっとも大きな要因の一つです。小貝
川流域の土地利用の経時の変化を比較するために 国土
地理院発行の5万分の1の地形図『真岡』の小貝川流域
を例にとってその違いを見てみましょう。この図幅の
中で小貝川が占める流域面積は 43.45km²ありますが
例えば 昭和の初期の頃と現在のそれとを比較すると
その大部分は純農村的土地利用で 流域全体の景観は
根本的にはそれほど大きな違いはありません。

しかし 詳細に見ると 流域の一部を占める都市的景
観は大きく変わっています。すなわち 真岡市や益子



写真-12 水の勢いによってズタズタに割された道路のアスファルト(石下町本豊田にて 1986年8月7日12時半頃 筆者撮影)。下に敷いた砂利との隙間に水が入り アスファルトが浮き上がってしまいました。



写真-13 仮堤防完成後の破堤現場(石下町本豊田にて 1986年10月15日午後3時30分頃 筆者撮影)。8月9日午前7時30分に荒締切工事(左側の石積み部分)が終了してようやく洪水流の流入を阻止しました。8月15日午後3時55分仮締切工事(右側のアスファルト固めの部分)が完了しました。

町の市街地を中心として住宅地は 著しく田畑を蚕食しています。さらに 工場や学校などの比較的大い敷地面積をとるものも明らかに増えています。道路網も拡幅や舗装化によって見違えるほど整備されています。

両図幅で見られる土地利用の変化で とりわけ大きな違いは ゴルフ場の存在です。『真岡』図幅の中では3つの大きなゴルフ場が見られます。2.5万分の1の地

形図からそれらの面積を測定すると 2.48km²となり 図幅中の小貝川の地域面積のおよそ5.7%に相当します。ゴルフ場のコースには芝生が植えられていて そこに降った雨の大部分は地下に浸透することなく 河道に向かって直接流出してしまいます。



写真-14 増水した八間堀川(上)と 普段の状況(下)(石下町本豊田地先にて 1986年8月7日午後2時頃 10月15日午後4時頃 筆者撮影)。浸水流が流れ込んだ八間堀川は すぐに満杯になり 下流各所で二次的な氾濫を起きました。

これに前述した新興住宅地や学校・工場・道路等の面積を合計すれば 図幅中の小貝川の流域面積の約10%近い値となります。以前は田畑や林地の土地利用のためある程度保水効果を持っていて 降水を徐々に河道に排出する役割を果たしていたそれらの地域が いわゆる不浸透地域となり 降水があってもそれを保水することなく河道へ直接流出させてしまいます。河川では直接流出量の増大とそれに伴うピーク流量の増加とその発生時刻が著しく早まり このことが原因となって昔では考えられなかったような洪水を引き起こす結果になります。

『真岡』図幅は 小貝川流域の代表的な土地利用を示す地域とは言えませんが その時間的な変遷を検討する資料として きわめて興味深いものがあります。

小貝川の下流域では 東京のベッドタウンとしての急激で しかも大規模な市街地化事業が進められています。それに伴う流出水の変化には 今後とも十分注意を払わなければなりません。

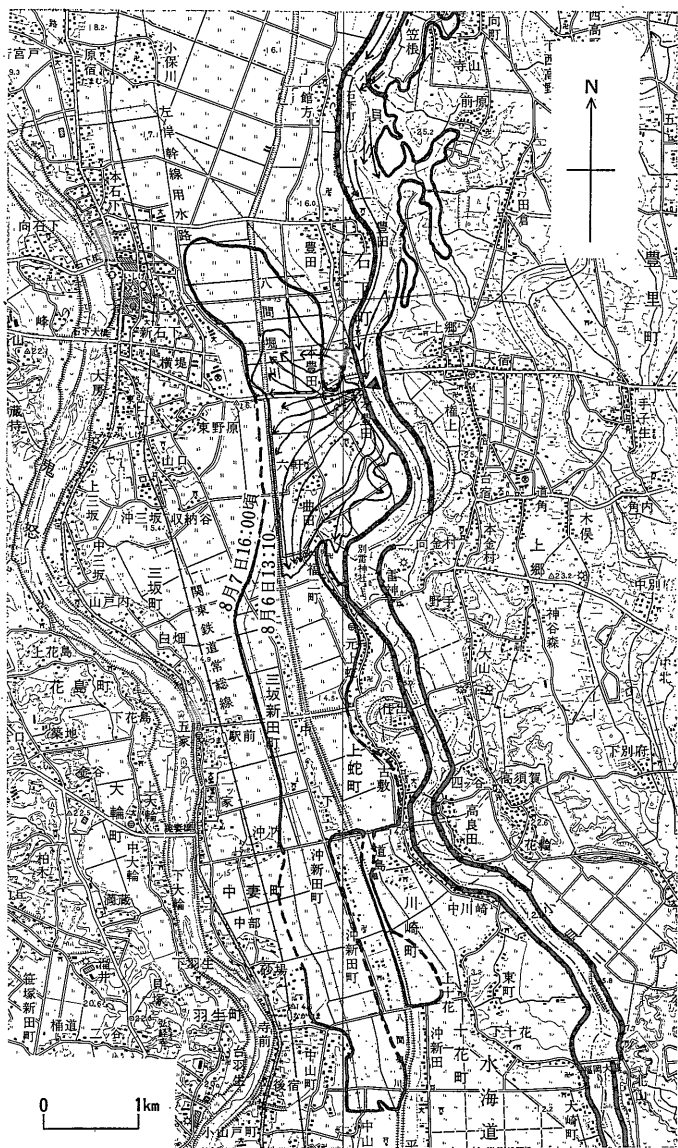
このように 流域の土地利用が変化することによって生じる 水文現象の変化に注目する必要があります。

V 小貝川の破堤防災図作成の提案

本稿の冒頭でも触れたように 今回の小貝川の破堤は1981年のそれと 状況がきわめてよく似ています。両者の共通点を細かく拾い出し さらに それ以外の破堤事例も考慮すれば おのずと河川のどの部分に破堤の危険度が高いのか 客観的に評価することができます。危険箇所が事前に分かれれば 普段から厳密にその箇所をチェックすることができ 特に大雨が降った時やその後に厳重な警戒体制を敷くことができ 破堤を未然に防ぐことができるかもしれません。そうでなくても 被害を最小限に食い止めることが可能となりましょう。

破堤の要因にはいろいろなものが考えられますが 大きく見て 自然的なものとなんが人工的なものとに二分することができます。

まず 自然的要因には 今回のような大雨の降りかた 1986年12月号



第8図 小貝川の氾濫による浸水域と浸水範囲 その4 (茨城県筑波町笠根から水海道市大崎町付近にかけて 国土地理院発行5万分の1地形図『水海道』および『土浦』使用) 凡例は第4図と同じ。石下町本豊田の破堤地点からの浸水範囲は地質調査所環境地質部曾屋龍典・遠藤秀典・釜井俊孝・小野晃司氏による調査結果をも参考にさせていただきました。

や分布 流域の地形的な特徴 さらに 流域の地質・植生などがあげられます。一般的にいったそれらを変えることは非常に難しいことと言えます。中でも気象要素や地質条件を変えることはまず無理と言えます。しかし 例えば曲折の多い河道を直線的に改良したり 樹木を植え変えたり あるいは 栽培する植物の種類を



写真-15 小舟で避難する人々(水海道市三坂新田町にて
1986年8月7日午後3時頃 筆者撮影)
小舟で渡るの川ではなく冠水した水田です。

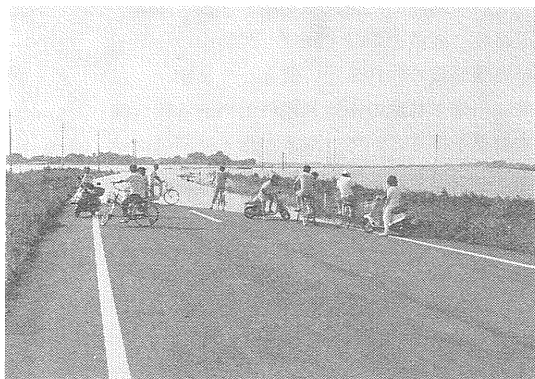


写真-16 迫ってくる浸水流を不安気に見守る人々(水海道市
中山町にて 1986年8月7日午後4時頃 筆者撮影)
浸水流は 水海道市の中心部まであと1kmに迫り
ました。結果的には排水作業が功を奏して 浸水
はこの地点で食い止められました。



写真-17 水没した水海道市水道事務所(水海道市中山町にて
1986年8月7日午後4時頃 筆者撮影)
浸水域の最下流に位置したため 排水が完了するま
での長期間上水の供給がストップしました。

取れる情報を基に たとえその対象物や対象箇所が 現在絶対安全と考えられるものや 何らかの防災対策がこうじられている所であっても そのことは一切考慮せずとにかく1点を与えることにします。

このように危険度を示す点数をつける基準は

- i 河川構造物(堰・水門・閘門等)があること.
 - ii 堤外地に建築物などがあること.
 - iii 橋梁(橋脚の有無にかかわらず)があること.
 - iv 河道が鋭角的に曲流している攻撃面に当たる所.
 - v 旧河道上に新しい堤防が構築された所.
 - vi 河川の合流点.
 - vii 天井川の部分.
- などが考えられます。

変えたりすることは 比較的容易に実行することが可能です。

人工的要因には 治水や利水などの目的のために 河道を含む堤外地に構築した堰・水門・閘門・橋梁・橋脚等の構造物 河川敷に建てられた家やゴルフ練習場などの施設 電柱や鉄塔等も洪水時には 時として流水の障害となり 氾濫や破堤の原因となることがあります。

そこで 例えば 堤外地に水門等の構造物が建設されているところは これまでの経験から破堤する確率が高いと見なし 破堤危険度1点を与えます。河道が鋭角的に曲流しているところは 洪水流の攻撃面となり これまた破堤する確率が高いので 同様に1点を与えることにします。このように 地形図や空中写真から読み

さらに 危険箇所と判定されたところが 100m以内に重なる場合には 危険度が増大することから その点を強調する意味で二乗点をつけることにします。すなわち 危険箇所が100m以内に2つあれば4点 3つ重なれば9点という具合です。ここで採用した100mという数字に特別な意味はありません。前回と今回の破堤の長さが100m前後であったことを考慮して 仮に100mという数字を出したままで 従来までの破堤の平均的な長さを与えるのがもっとも良いのではないかと思います。

厳密に言えば 上に挙げた危険箇所があれば 一率に1点を与えるというのは 現実に即していません。例えば 橋があることと 旧河道上に新堤防があることと

は同じウエイトをおくこと自体問題がありましよう。橋といっても河川敷に橋脚があるかないかによっても条件はまったく異なります。

正確には項目ごとに 重み付けを考慮しなければならぬことは 言うまでもありませんが ここでは 話を簡単にするため 重み付けは一切無視することにします。

このような基準をもとに 国土地理院発行の5万分の1の地形図『土浦』および『水海道』に描かれる小貝川を一例として 破堤防災図を作成してみました。現在と過去の河道や堤防の位置の比較のため 『土浦』図幅は明治38年測図・大正10年10月 『水海道』図幅は明治40年測図・大正5年6月 それぞれ陸地測量部発行の地形図を参照しました。

一 二の例を挙げて説明しましょう。まず 石下町と千代川村の境の館方地先では水門が2つ 河川敷に神社が1つそれぞれあり さらに 河道が鋭角的に曲流する攻撃面に当たります。4項目カウントされましたから 破堤危険度は二乗の16点がつきます。本豊田の破堤地点は水門が2つ そのうえ 旧河道上に新しい堤防が作られていて それが100m以内に2か所あります。こども4項目カウントされたので 破堤危険度は16点となります。

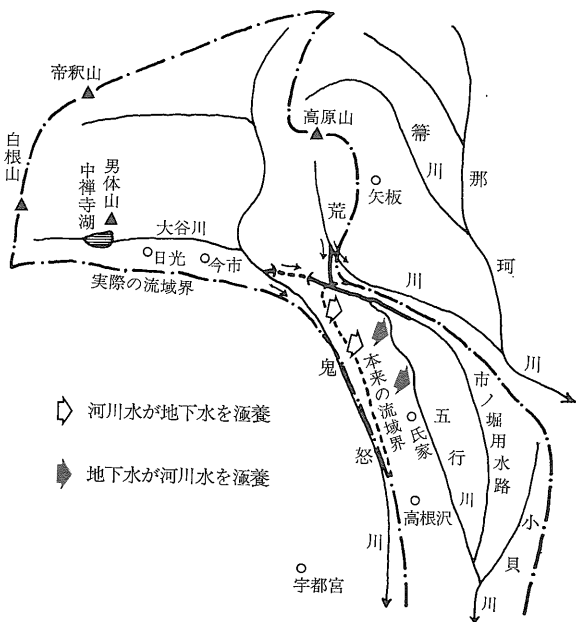
このように作業を行った結果を第10図に示しました。それによれば 最高16点を記録したところは 上の2か所と谷田部町四ツ谷地先の合計3か所となりました。このうちの本豊田では 今回実際に破堤の大被害を受けていますし 石下町館方では漏水が見つかり 必死の水防作業が実施されました。このほか 9点をつけられたのは3か所という結果になりました。それらの地点は 今後とも水防には十二分に注意を払うことが必要と指摘できると思います。

この作業を通じて初めて分かったことは 石下町本豊田の破堤地点は 古い河道上に位置している点です。前述の古い地形図を見ると 今回の破堤地点は 河道が西側に鋭く屈曲している所を 直線的に河川改修した地点に当たります。こうしてみると 今回の破堤は1981年のそれと ますます共通点が多いと言うことができます。

このように破堤または氾濫の危険を 評価する基準ができれば 誰にでも簡単にしかも客観的に その危険度を事前評価することができます。

本稿の基準は 決して最善とは言えないでしょうが一つの目安として提案したいと思います。

1986年12月号



第9図 上流域における小貝川と鬼怒川および那珂川支流荒川との交流関係

Ⅶ まとめ

今回の小貝川の氾濫は 記録的な豪雨がその上流域で比較的短時間のうちに 集中的に降ったことが直接の原因で 河川改修工事の遅れも重なったことから 上流域から中流域にかけて 広範囲にわたる未曾有の大災害をもたらしました。しかし 詳細に検討してみると 各区間の氾濫の形態にはそれぞれ特徴がみられます。本稿では 将来の研究の参考となるように それらの特徴をできるだけ詳しく記述することを重点的に心がけました。

科学の粋を集めた筑波研究学園都市に隣接した地域で 記録的な豪雨があったにしろ 河川の氾濫という災害が しかもきわめて状況が似ている破堤が わずか6年の間に2度も発生したということは どういうことなのでしょうか。

現代社会の進展は 自然をも容赦なく改変し続けています。そして時には 大昔から堂々と続いている自然との調和を乱す開発が 大規模に行われることもあります。自然開発が猛烈なスピードで進んでいる今日であるからこそ なおさら河川氾濫を事前に評価する 例えば ランドサット TM データの活用 (リモートセンシング技術センター 1986; 竹内 1986) など 先端的な技術の応用をも駆使して河川工学や土木学・水文学・地質学・

気象学などの知識も加味する 時代に即した基準作りや その結果に基づく 河川ごとの氾濫危険図や浸水被害想定図などの防災図の作成が 急務の課題と言えましよう。

本稿で提案した破堤防災図は 試案に過ぎませんが より客観的な基準作りの目安として 全国的に河川ごとの氾濫の危険度を見直すきっかけとなり 水害の事前評価が速やかに実施されることを期待します。

謝辞 本稿を草するに当たり 地質調査所環境地質部小野晃司部長 同部環境地質課曾屋龍典課長 企画室の方々には いろいろと便宜をはかっていたいただきました。さらに 第一航業株式会社および朝日航洋株式会社両社は 空中写真の本誌への掲載を快く承諾して下さいました。以上の方々および機関と関係の方々に 心よりお礼申し上げます。

参考文献

石下町役場 (1986) : 広報『いしげ』 No.257, 12p.

尾崎次男・岸 和男・菅野敏夫 (1963) : 鬼怒川および西鬼怒川流域工業用水源調査報告. 地調月報, 14, 179-192.

鈴木陽雄 (1963) : 栃木県水理地質図説明書. 栃木県企画調整室, 47p.

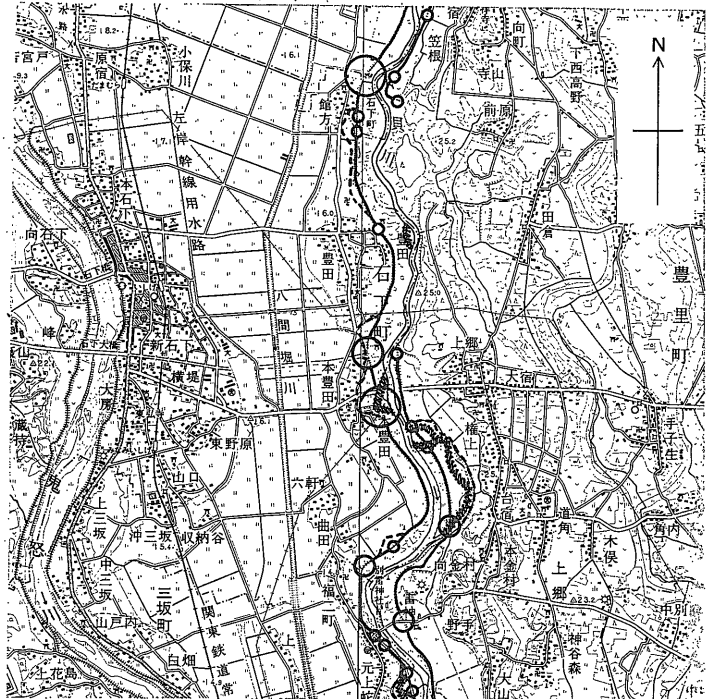
鈴木陽雄 (1967) : 栃木県の水理地質学的研究. 工業用水, 106, 44-59; 108, 36-59; 110, 29-36.

Suzuki, A. (1968) : Hydrogeological Studies in Tochigi Prefecture. Bull. Fac. Educ., Utsunomiya Univ. No.18, Sect. 2, 186-188.

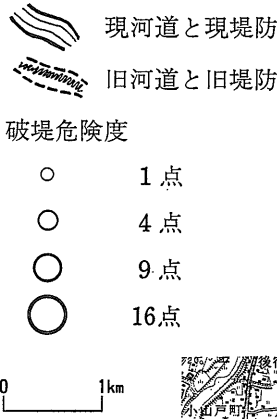
田口雄作・吉川清志 (1982) : 1981年8月小貝川堤防決壊による洪水流について. 地質ニュース, No. 330, 16-24.

田口雄作・吉川清志 (1983) : 小貝川破堤 (1981年8月) による洪水流の挙動について. 地理評, 56, 769-779.

竹内章司 (1986) : ランドサット TM データに見る小貝川水害の状況. 日本リモートセンシング学会誌, 6, 267-274.



凡例



第10図 小貝川破堤防災図の試案 (石下町館方付近から福岡堰付近を例として)

リモートセンシング技術センター (1986) : ランドサット TM データによる小貝川水害の解析. RESTEC, No.17. グラビア写真および解説.