

氾濫から始まる研究

通商産業省工業技術院地質調査所
環境地質部水文地質課主任研究官

田 口 雄 作

河川の氾濫研究には、氾濫を事前に予測し、それを未然に防止することを主とする基礎的研究がある一方、氾濫の原因や結果から再発防止研究や、氾濫という現象を手段にして自然のあり方を追求する応用的研究があると思う。筆者は、河川氾濫を機会に浸水流の挙動を詳細に検討し、今後の氾濫対策の一助にしたいという後者の立場に属する。

本稿では、筆者が実践したいくつかの事例を挙げて、誰にでも容易に氾濫研究ができることを紹介したい。

1. 浸水流の挙動

河川の増水により破堤した場合、浸水流はどのように堤内地を流れたであろうかというのが、調査の対象となる。浸水流は地形の低まりを求めて這うように流下する。したがって、一般に浸水流が流れ下ったところは、周りの土地よりも比高が低いことは明白である。

浸水が排水された後、氾濫現場から草木や水田地であれば稲の倒れている方向を磁石で読み取り、大縮尺の地形図に書き込む。浸水流によって草木や稲が倒れた強さを表現できればなお良い。

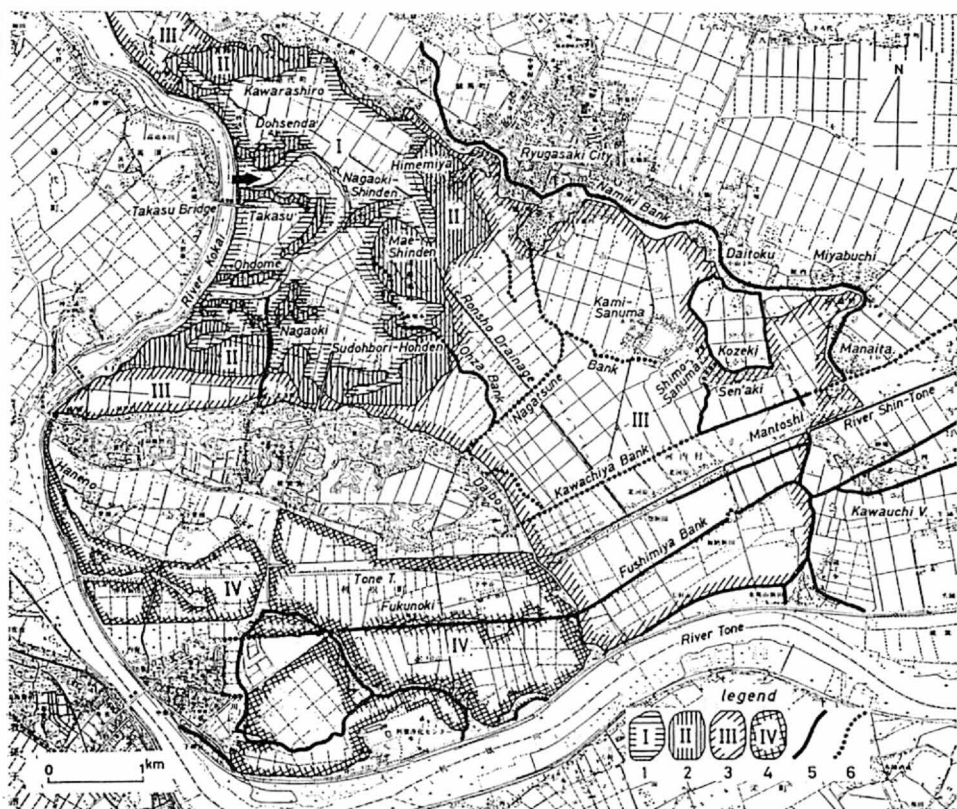
このようにして浸水流の流れた軌跡を辿てみると、地形図ではあまりよく判らない地形面の低まりをトレースすることができ、それらの低まりに囲まれた微高地が浮き上がって見えてくる。

2. 冠水域の拡大過程

冠水域の形状変化を時間的に追跡するのは比較的簡単な調査である。もっとも一般的な方法は、撮影時間の異なる空中写真の比較から、冠水域の形状変化を読み取ることである。氾濫が夜間に発生した時など空中写真が得られない場合には、冠水した地域の住民に、浸水流が到達した時間を聞き取り調査する方法が有効である。

それらの結果を図示することによって、冠水域の時間的な形状変化を見ることができ、図1に1981年8月の小貝川氾濫の事例を示した。

測定時間ごとの浸水流の先端部に注目し、両者の直線距離を測定時間差で割った商が、浸水流の平均流速となる。図1の場合は秒速15cmと試算された。しかし、浸水流は、何の障害もなく流下するのではなく、水田を一面ずつ満杯にし、あぜ道を越え、しかも比高の



1. 8月24日午前9時頃の完全冠水域
 2. 同時刻の不完全冠水域
 3. 8月25日午後4時頃の冠水域
 4. 8月26日午前中の冠水域
 5. 現存する内堤防
 6. 現存しない内堤防
- (国土地理院発行2万5千分の1地形図「竜ヶ崎」使用)

図1 1981年8月小貝川氾濫時の冠水域の拡大過程と内堤防の分布

高い新設の道路などに行手を妨げられながら、徐々に冠水域を拡大して行く。したがって、この方法で試算した平均流速は、見かけの値であることを理解する必要がある。

3. 浸水流の流下方向

浸水流の破堤後の挙動を知ることは、もっとも重要な災害研究の第一歩である。浸水流は一般に濁流であるから、カラー写真であれば問題ないが、モノクロ写真でも色調の違いから、浸水流の微妙な濃淡を識別することか

ら、比較的容易に追跡できる。図2に1986年8月の小貝川の浸水流の判読例を示した。

4. 湛水深分布

冠水域で湛水深がどの程度であったかを調べるには、冠水域のできるだけ多くの地点で浸水流によってもたらされた家屋、電柱、草木などに残った洪水痕跡（写真1のように泥水が付着した跡）の地面からの高さ（すなわち、各地点の最大湛水深）をメジャーを用いて測定すればよい。同様に、浸水流の最高水



1. 新堤防完成区間
2. 旧堤防区間
3. 溢流区間
4. 冠水範囲
5. 浸水流下方向

(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5万分の1地形図「小山」および「真壁」使用)

図2 1986年8月小貝川氾濫時の浸水流の流下方向

面標高を求めるには、できる限り大縮尺の地形図に記入されている標高点（例えば、国土地理院発行の5千分の1の国土基本図には、直角座標方眼1km×1kmの範囲に、15点以上の標高点が10cmの単位で記入されている）の近傍で、洪水痕跡を基に湛水深を測定し、各点の標高に加算すれば求めることができる。

これらの測定誤差は、最大見積もっても50cm以内に収まると思われる。

この方法による浸水流の最高水面の推定は、その性格上、同時性がなく、しかもそれによって、時々刻々変化する浸水流の挙動を逐一追跡することは不可能である。しかし、そのような欠点はあるにしても、特別な場合



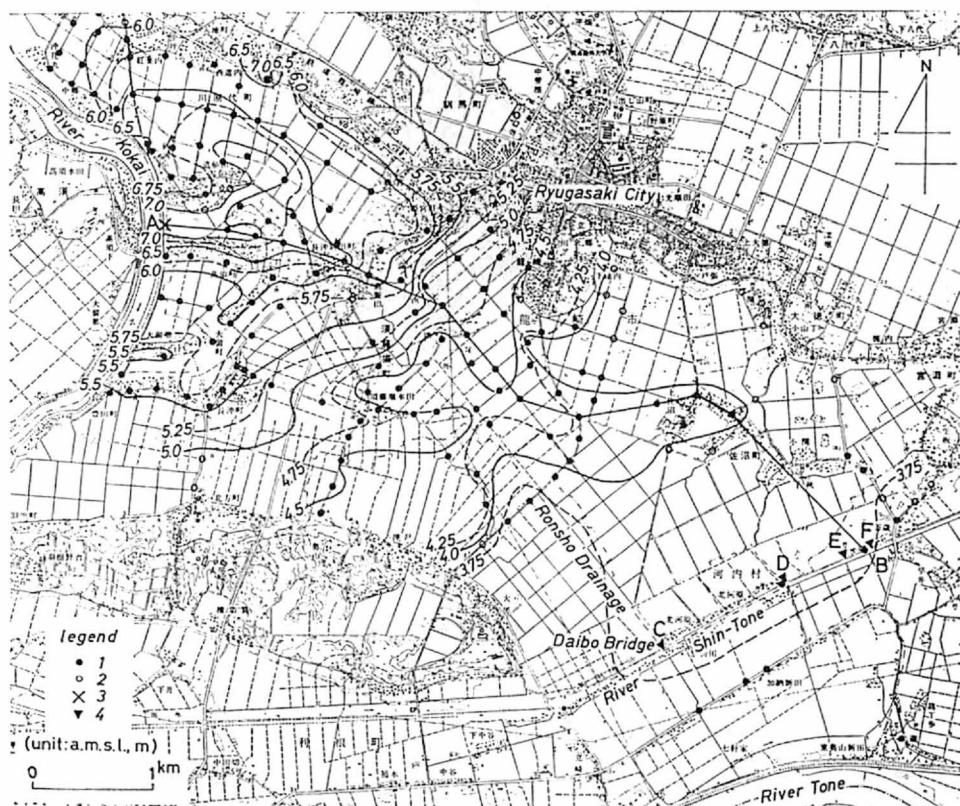
写真1 生垣に明瞭に残る洪水痕跡の一例

を除いて、浸水流の最高水面は、各地点における浸水の最盛期に現出することは間違いない。したがって、このように測定した洪水痕

跡は、各地点における最盛期の浸水流の最高水面とみなしても差し支えないと思われる。

この方法によって測定した浸水流の最高水面標高を、冠水域全体にわたって広範囲に再現すれば、浸水流の挙動が空間的に把握できるわけである。また、浸水時に撮影された空中写真判読を併用することによって、浸水流の挙動をさらに詳細に検討できる。

図3に1981年8月の小貝川氾濫時の浸水最高水面等高線を示した。最高水面等高線の尾根状部分の延長は、浸水流の主要な流下方向とみてほぼ差し支えないと考えられるから、図3の場合、浸水流は主として北、東、南の



1. 冠水した測定点
2. 冠水を免れた測定点
3. 破堤地点
4. 浸水流による新利根川堤防損壊箇所（使用地形図は図1と同じ）

図3 1981年8月小貝川氾濫時の浸水最高水面等高線図

3方向へ流下したと言えそうである。

5. 破堤防災図

従来までの氾濫を詳細に検討してみると、破堤の状況がかなり類似していることに気づく。それらの共通点を細かく拾い出せば、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る。危険箇所が事前に分かれば、普段から厳密にその

箇所をチェックすることができ、とく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、破堤を未然に防止することができるかも知れない。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ろう。

破堤の要因には大別して自然的なものと人工的なものに二分することができる。大雨の降りかたや分布、流域形状などの自然的要因はここでは一応度外視して、人工的要因のみ



図4 石下町館方付近から福岡壠付近を例とした小貝川破堤防災図の試案
(国土地理院5万分の1地形図「土浦」「水海道」使用)

を対象に、破堤危険度の評価法を提案したい。

例えば、堤外地に水門等の構造物が建設されている所は、これまでの経験から破堤する確率が高いとみなし、破堤危険度1点を与える。河道が鋭角的に曲流している所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点を与えることにする。このように、地形図や空中写真から読み取れる情報を基に、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講じられている所であっても一切考慮せず、ともかく1点を与える。

このように危険度の点数をつける基準は、
ア) 河川構造物（堰・水門等）があること、
イ) 堤外地にゴルフ練習場などの建築物があること、
ウ) 橋脚の有無にかかわらず橋梁があること、
エ) 河道が鋭角的に曲流している攻撃面に当たった所、
オ) 旧河道上に新しい堤防が構築された所、
カ) 河川の合流点、
キ) 天井川の部分
などが考えられる。

さらに、危険箇所と判定された所が、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する。すなわち、危険箇所が100

m以内に2つあれば4点、3つ重なれば9点という具合である。ここで採用した100mという数字には特別な意味はなく、平均的な破堤の長さを与えるのが適当ではないかと思う。厳密に言えば、上に挙げた危険箇所に一律に1点を与えるというのは、現実には即していない。例えば、橋があること、旧河道上に新堤防があることは同じウエイトを置くこと自体問題があろう。正確には項目ごとに重みづけを考慮する必要があることは言うまでもないが、ここでは話を簡単にするため、重みづけは一切無視する。

上記の基準を基に、国土地理院発行の5万分の1の地形図「土浦」・「水海道」に描かれる小貝川を一例として、図4のような破堤防災図を試作した。図4によれば、1986年8月の破堤地点となった石下町本豊田は16点と、もっとも破堤の危険が高い地点として指摘することができる。

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る。本稿の基準は試案であり、決して最善とは言えないが、より客観的な基準作りの叩き台として、全国的に河川ごとの氾濫の危険度を見直す契機となり、水害の事前評価が速やかに実施されることを期待する。