

「地域防災計画」のための調査(7)

今 村 遼 平・足 立 勝 治

5. 3 水災害の予測

5. 3. 1 内水災害

1) 内水災害の原因

内水災害は、堤内地（堤防で守られる側）の低地部への雨水流入量が排水量を上回ることによって発生し、排水溝や小支川の氾濫という形態をとります。雨水の流入量と排水量の不均衡が生じるのは、①外水（本川や湖・海など）位が内水位より高くなる場合、②排水能力が不十分な場合、③周辺の高地からの流出水が集中する場合、④流出環境や排水条件に人為変化が生じた場合などがあげられます（矢野、1971）。

2) 内水災害を受けやすい地形

このような内水災害を受けやすい土地の条件として、次の微地形的な特徴があげられます。

(1) 大河川中下流域の低湿地

旧河道・後背湿地・三角州・干拓地などで、本川の洪水時（外水位が高くなった場合）に、堤内地から本川への自然排水が不可能となって内水の堪水が生じます。海岸低地では潮位が外水位に相当しますが、干満差が大きい地域では、内陸域の低地に比べて排水が容易です。

(2) 砂堆などで閉そくしている海岸平野や谷底平野

海岸沿いに砂州・砂丘が大規模に発達している海岸平野や、砂堆によって谷の出口が閉そくされた状態の丘陵地・台地内の小谷底部では、洪水疎通障害や氾濫水の排水障害によって、内水の堪水が生じやすくなります。このような場所の潟湖・沼沢地起源の低湿地は凹地状になっていて、内水氾濫の常襲地となりやすい。人工改変として低地中を横断する道路盛土が、排水を疎外して上流側の堪水をひき起こす

こともあります。

(3) 開発のすんだ丘陵地・台地内の谷底平野

丘陵地・台地の土地利用が植生の伐採、耕地の宅地化、道路の舗装、側溝の整備等により変化していくと、地表面に一時的に貯留したり地中への浸透が少なくなつて、流出率と流出速度が増大します。このため流出水が集中する谷底平野では、内水災害を受けやすくなります。大都市域では開発による環境変化に排水施設の能力が追隨できなくて、内水災害がおきやすくなっています。

(4) 地盤沈下域や0メートル地帯

地盤沈下地域では、低湿地がさらに低位化するうえに既設の排水施設の能力も低下するので、内水災害を受けやすくなります。0メートル地帯で外水位が當時高く、機械排水に全面的に依存せざるを得ないので、常に浸水の危険があります。

(5) 台地上の凹地や浅い谷

台地上は安全と思われがちですが、周辺の水が集まりやすい凹地や深い谷は、集中豪雨時に内水災害を受けやすくなります。凹地部がそのまま宅地や道路等に利用されることによって、顕在化することが多いようです。

3) 内水災害危険箇所の抽出

内水危険箇所は、地形分類作業や土地条件図の読図・写真判読（図-1）などにより判定します。内水災害が生じやすい土地では、大雨のたびごとに浸水を繰り返す傾向が強いので、過去の浸水実績によって危険の程度をおおよそは握できます。ただし、人為的な環境変化が著しい地域では、その変化要素を加えて判断することが大切です。

4) 内水災害の危険性予測・解析

内水災害の危険性を予測・解析するには、次のことを実施して地域防災計画に反映させます。

- (1) 既往内水災害事例の収集と土地条件の整理
- (2) 同事例の宅地利用の変化状況、災害経歴、災害の教訓
- (3) 誘因（降雨）の整理とその特性
- (4) 内水災害要注意地域への宅地等の進出実態
- (5) 内水災害の被害想定

内水災害は地震などの災害と比べて発生頻度が高いので、被害想定は(1)既往の内水災害事例に基づく常襲地域と、(2)地形的にみて内水により浸水の危険性のある地域に分けて整理するとよいでしょう。

5. 3. 2 外水災害

1) 外水災害の原因

河川水が堤内地（堤防で守られる側）へ流出する氾濫形態を、前述の内水災害と区別して外水災害とよんでいます。河道から堤内地へ洪水が氾濫するのは、①洪水位が堤防あるいは河岸の高さよりも高くなつて溢れ出る場合（越流）、②堤防が破堤して



図-1 代表的な低地の微地形の例

Bs：後背湿地、Nl：自然堤防、Fr：旧河道、Pb：ポイントバー
(このうちFrが内水災害に最も弱く、Bsがこれに次ぐ)

その決壊口から溢れ出る場合（破堤）とがあり、洪水の規模は破堤の場合の方が大きくなります。破堤の原因は、局所的な流量集中による越流によって生じるものが多く、洪水流の洗掘作用によるものがこれに次ぎます（矢野、1971）。漏水が主因となって破堤する場合もありますが、これは堤体・基礎・埋設管等、施工の不備に關係していることが多いようです。

2) 外水災害を生じやすい箇所の特徴

破堤や越流が生じやすい箇所は、次のようなところです。

(1) 河道の屈曲部（水衝部）

河道が屈曲しているところでは、洪水流は凹岸部（攻撃斜面：水衝部）に突きあたってそこを洗掘し、破堤に導きやすくなります。流れの慣性のために流心が凹岸部にかたより、そこでの水位を高めて越流を起こすこともあります。対岸の凸岸部（滑走斜面）では、流速が低下して砂礫堆（ポイントバー）が形成されやすくなります。これが流水をさらに凹岸部に押しやって水位を高め、洗掘を一層激しくすることになります。

(2) 河道勾配の急減部

河床の縦断勾配が急に緩くなるところでは、土砂流送能力の急減により堆積が生じるので、河床が上昇して氾濫が起こりやすくなります。このような地点を境にして河相が変わり、蛇行が顕著になることが見られます。河道が人為的に付け替えられたところでは勾配が急変して、安定した縦断形状を備えていないことが多いようです。

(3) 河道を横断する工作物付近

橋脚は流水断面積を減少させ、上流側の水位をせきあげます。とくに多量の流木が橋脚にからまると、水位を著しくせき上げて越流の原因となりやすくなります。同時に、大きな水位差のため下流側での河床洗掘が激しくなって、橋梁が破壊される危険性が増してきます。^{せき}堰は洪水流の流向を変えて、河岸侵食を強めることもあります。このように河道を横断して設けられていて、洪水流の疎通を阻害する工作

物の直上流では、越流による破堤の危険が大きくなります。

(4) 河道の合流点付近

大きな支流との合流箇所では、流量が急増しやすくなります。とくに、本川と支川の洪水のピークが一致した場合に、著しく流量が増えます。また、合流点では、河積の急増のため砂礫堆が形成されやすく、それによる洪水の疎通障害と河岸への流量集中が、氾濫の危険を大きくします、小支川では本川水位の上昇や本川水の逆流のために、合流点上流部で越流・破堤が生じやすくなります。

(5) 河道幅の急変部

両岸に山地や台地が迫っている狭さく部など河道幅が急変する箇所では、流水断面積が小さくなるので、せき上げが生じて上流側の水位が上昇します。これは谷底平野の盆地で多くみられます。河道幅の拡大部では土砂が堆積するので、河床上昇や砂堆の形成が行われます。

(6) 天井川への移行地点

扇状地河川は扇頂部では扇面を掘り込んで流れ、扇端部では河床が扇面よりも高い天井川となっているところが多くみられます。この中間にある天井川への移行地点（インターフェクションポイント）では、扇面への氾濫が生じやすくなります。

(7) 水が浸透しやすい箇所

旧河川を締め切ったところ、旧河道との接合部、堤防と接して内側に池があるところ、樋門・樋管のあるところなどは水が浸透しやすく、漏水から破堤に至る可能性があります。後背湿地中のとくに低い箇所に直接堤防が接しているところ、いかえれば堤防の内側（堤内側）の地盤高がとくに低いところは、注意を要する箇所になります。

3) 外水災害の危険箇所の抽出と浸水域の設定

外水災害を生じやすい箇所は、危険箇所として既往の土地条件図や地形図の読図、空中写真判読などで判定します。空中写真は、その土地の原地形がは握しやすい米軍写真を利用するとよいでしょう。

河川が氾濫した場合の浸水域は、氾濫地点の地形的位置・堤内地の地盤高分布・微地形の配列などから限定できます。平野での氾濫の場合、浸水深の最大は通常2～3m程度ですから、平野の一般面である水田面からの比高がそれ以上であれば、浸水はまぬがれるでしょう。平野部の詳しい地盤高は、縮尺1/5,000あるいは1/2,500の地形図や土地条件図からは握できます。

4) 外水災害危険性のは握・解析

外水災害の危険性の予測・解析は、次のようなことを実施して、地域防災計画に反映していきます。

- (1) 既往外水災害事例の収集と発生条件の整理
- (2) 同事例の土地利用の変化、既往対策の状況、災害の経歴、災害の教訓
- (3) 誘因としての降雨や河川流量の整理とその特性
- (4) 外水災害危険箇所と浸水想定区域の分布状況と同箇所と区域への宅地等の進出
- (5) 浸水想定区域と避難計画の検討

外水氾濫の浸水危険度は、建設省の実施した浸水予測図が整備されている河川では、それを用いるとよいでしょう。

5. 3. 3 高潮災害

1) 高潮の発生原因

高潮は台風時に、中心の気圧が異常にひくいこと、強風による風の吹きよせ作用、うねり、の三つの原因が重なっておこります（萩原ほか、1982）。

(1) 気圧と海面の高さ

静力学的状態では気圧とバランスしていて、気圧が高くなれば下がり、ひくくなればあがります。その上下は、気圧1ヘクトパスカル(hPa)あたり1cmです。したがって、台風で気圧が950hPaになれば当然63cm(1,013-950cm)海面があがります。しかもこの盛り上がりは台風の進行とともに移動します。ところがその移動は台風によって強制的におこなわれるため、海面の上昇は静止状態での気圧変化より、は

るかに大きくなります。

(2) 吹きよせ効果

台風で風が陸地や湾内に向かって吹きつづけると海水は海岸や湾奥へ吹きよせられ、海面はしだいにもりあがってきます。この吹きよせ効果は風速30m／秒をこえると急に大きくなります。特にこの作用は湾口から湾奥へ向かって風が吹く場合、異常に大きくなります（萩原ほか、1982）。

(3) うねり

土用波のように風の攪乱によって、遠方で発生してからすすんできた波、あるいは風が静まったあとにのこっている波で、直接的な風によるなみ（風浪）とちがって波高にくらべて波長が大きく、波向や周期に規則性が認められます。

2) 高潮に襲われやすい地形

高潮のおきやすい海岸の平面形はV字形（津波に襲われやすい海岸地形と同じ）で、太平洋沿岸では南側に開いている湾がこれに該当します。

(1) 湾形と満潮

東京湾や伊勢湾に高潮災害をおこした台風の進路を見ると、湾の方向と風向き（風向）が一致し、長時間強風が吹く経路で災害が発生していることがわかっています。高潮の三つの発生原因が重なって海面を上昇させ、強い風によって激しい浪をおこして、海岸域に浸水と激しい浪による破壊現象が働いて大きな高潮災害をもたらしています。特に台風の通過と満潮時が重なった場合や風向が洋上から湾奥に向かう方向と一致する場合に災害が大きくなります。

(2) 静 振

湾の場合には副振動ともよばれています。高潮などで海面が一時的に強制的に振動させられた結果、長波が発生してこれが湾岸で反射をくりかえすため、その湾固有（湾の形・大きさ・水深によってきまる）の数分～数十分周期の水面振動をおこす現象をいいます。日本の台風の進行は北東方向のコースをとる場合が多く、このとき南寄りの強風が日本列島に向かって長時間吹きつづけ、高潮をおこす吹きよせ

効果や激浪のおきやすい好条件となります。しかもこれは静振（せいしん）の発生しやすい条件でもあります。港湾では湾口と湾奥部を振幅の腹とする波が最もよく発生します。この固有周期に合致する速度で台風が湾上や近傍を通過すると静振がおこり、これが高潮の3要因に加わることになります。

3) 高潮の陸側への侵入速度

図-2は伊勢湾台風時の名古屋港の潮位記録です。同図から最高潮位付近での上昇は、10分間に1mという大きなものであったことが読みとれます。

4) 被害想定

台風時の高潮災害の危険度を予測する被害想定調査では、すくなくとも次のことを実施して、防災対策や土地利用計画などを策定します。

- ① 過去の高潮災害の実績データの収集・整理
- ② 湾の向きや湾の形の実態は握

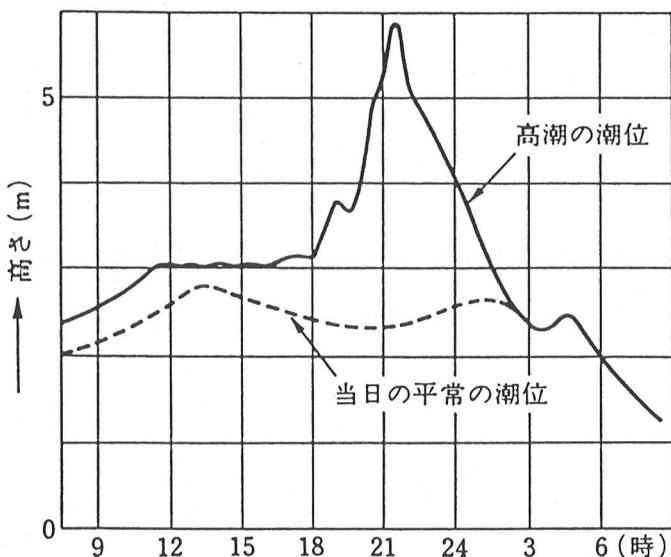


図-2 伊勢湾台風時の名古屋港の潮位記録（萩原ほか、1982）

③ 海岸や港湾周辺の微地形や詳しい標高分布のは握と、その結果に基づく被害危険度の区分

④ 高潮シミュレーションによる危険域の予測

高潮災害では、広域地盤沈下の影響や、木材・ドラム缶などの流出による被害の増大が無視できないので、これらの実態は握も欠かせません。

(アジア航測㈱)

— 参考文献 —

- ・自治省消防庁 (1984)、防災アセスメントに関する調査報告書——防災アセスメントマニュアル——、132—155
- ・今村遼平 (1985)、安全な土地の選び方、鹿島出版会、58—133
- ・島 博保・奥園誠之・今村遼平 (1981)、土木技術者のための現地踏査、鹿島出版会、104—134
- ・矢野勝正 (1971)、水災害の科学、技報堂、733
- ・財団法人 消防科学総合センター (1985)、地域防災データ総覧——風水害・火災編——、27—32
- ・水谷武司 (1982)、防災地形、古今書院、47—60
- ・国土調査研究会編 (1992)、土地・水情報の基礎と応用、古今書院、70—77
- ・新潟地震30事業実行委員会学術技術誌編集委員会 (1994)、新潟地震と防災技術、新潟日報事業社、308—320
- ・大矢雅彦 (1994)、防災と環境保全のための応用地理学、古今書院、174—221
- ・島 博保・奥園誠之・今村遼平 (1981)、土木技術者のための現地踏査、鹿島出版会、9—31
- ・今村遼平・岩田健治・足立勝治・塙本 哲 (1983)、画で見る地形・地質の基礎知識、1—14、221—230
- ・萩原尊禮・糸川英夫・円山雅也監修 (1982)、災害事故トラブル解決大百科、336—340、講談社