

台風 9918 号による不知火海海岸の被災特性

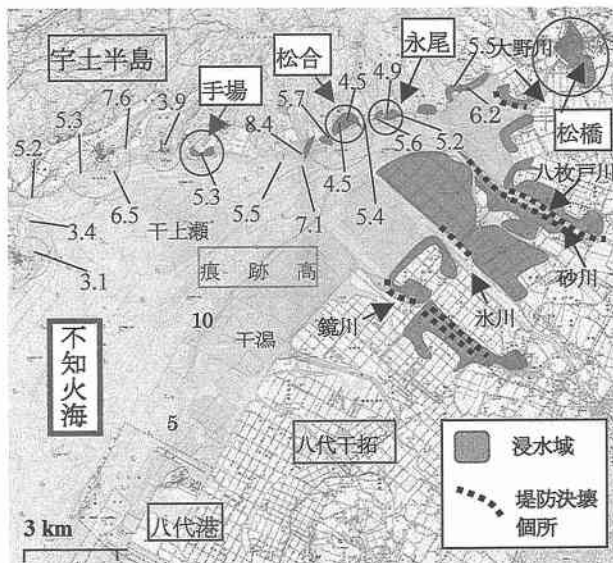
滝川 清*・田渕幹修**・山田文彦***・井手俊範****

1. はじめに

1999年9月に熊本県天草に上陸した台風18号は、不知火海（八代海）においては犠牲者を出すのみではなく、多くの家屋や海岸構造物が被災し、また、浸水区域が広く生活空間や農地に被害がおよんだ。

本報告では、浸水と海岸構造物（堤防，護岸，道路護岸）の被災に焦点をあて、熊本県の調査結果と著者らの現地調査に基づいて被災状況の報告と若干の考察を行う。

これらの災害の最も大きな原因は過去にない大きな高潮（海面上昇）と高波にあることは自明であるが、被災した構造物と被災していない構造物、浸水した地域とそうでない地域が存在しているのも事実である。この差はどこにあるのか、を明らかにして今後の防災対策に生かせることを目的とする。



図一1 不知火海高潮痕跡高と浸水域

2. 高潮災害の概要

1999年9月24日、熊本地方気象台牛深測候所で観測史上最大の瞬間風速66.2m/sを記録した台風18号は、九州・中国地方に上陸し各地で大きな爪痕を残した。

図一1に示す不知火海(八代海)の湾奥部一帯では、強風による高潮・高波により広範囲にわたって氾濫した。中でも、不知火町松合地区では、海水が一気に低水地内に流入し12名もの犠牲者が出た。これは熊本県内では1959年9月の台風14号で天草地方を中心に発生した高潮災害以来、また全国的には同じく1959年9月の伊勢湾台風以来の高潮による犠牲者であり、社会的にも大きな衝撃を与えた。

図一1に熊本大学で調査した高潮の痕跡高 (T. P. 上) を示す。調査は9月28日～10月1日に実施し、痕跡高はレベルとスタッフを用いた水準測量法で測定した。なお、海岸堤防内に比べて自然海岸においては波浪の影響が大

きいため、自然海岸での痕跡高には波の遡上高さなどが含まれている個所がある。

今回の不知火海一帯での災害の特徴は、まず第1に、中心付近に極めて強い強風域を持つ台風9918号が不知火海の西側に沿って北上する最悪のコースを通り、しかも通過時間帯が24日4時から6時で、秋の大潮の潮位上昇時間帯と一致したことにある。第2には、不知火海が南東に細長く、しかも湾奥には満潮時でも水深が2m程度にしかならない広大な干潟が発達した地理・地形特性にあり、これにより高潮、波浪が増幅した点にある。この結果、満潮時刻の約2時間前にあたる6時にはほぼ同時に湾奥部一帯で最高潮位となり災害が発生したものである。

今回の台風18号は1991年9月に九州、中国地方を縦断し東北、北海道に再上陸した台風9119号（通称「リング台風」）とほぼ同じ経路を通った。台風の勢力は9119号の方が大きく、被害が及んだ範囲も広いが、この台風は干潮時に通過したため高潮・高波の被害はほとんどなかった。今回は不知火海沿岸域を中心に被害が集中、人的被害、2000棟近くの住家の全半壊と浸水、農地への浸

* 正 会 員	工 博	熊本大学教授	工学部環境システム工学科
** 正 会 員	工 博	熊本大学講師	工学部環境システム工学科
*** 正 会 員	工 博	熊本大学助手	工学部環境システム工学科
**** 学 生 会 員		熊本大学大学院自然科学研究科博士前期課程	

水による農作物被害や塩害、道路護岸や干拓堤防などの構造物の損壊、電気・電話回線の切断など熊本県災害史に残る甚大な被害が発生した。

3. 高潮災害状況

(1) 永尾(えいのお)地区の被災状況

不知火海湾奥の不知火町永尾地区では、午前4時ごろから暴風となり、午前5時半～6時ごろ波が天端高さ：T. P. +2.5 mの海岸堤防を越流し、隣接した民家の1階部分が完全に壊された。住民は事前に2階に避難していたため無事であったが、海岸堤防はこの民家を起点に湾奥方向へ137.0 mの区間にわたって倒壊した。その他の被害としては床上浸水13戸、床下浸水31戸であり、国道266号も冠水した。なお、この地区での痕跡高さは+4.9～5.6 m(T. P.)である。

(2) 松合地区の被災状況

不知火町松合地区では、非常に速い海水の進入で多くの人命をうしなった。本学の痕跡調査ではこの地区の痕跡高はT. P. +4.1～4.5 mであり、また対岸の砂川、氷川などにおいてはT. P. +4.1～4.2 mの堤防を水深0.3～0.4 mで越流したとの報告がある。これらの結果より、松合地区での最大湛水位(T. P. +4.5 m)は今回の高潮の最大潮位に相当するものと考えられる。松合地区の被災についての詳細は、本論文集の山田ら(2000)を参照されたい。

(3) 手場地区の被災状況

宇土半島南部の中央部に位置する三角町手場の東地区は、国道266号が干拓堤防と同様の機能を有しているが、東端に船溜と小河川手場川があり、海との隔離は十分ではない。国道の胸壁天端高さはT. P. +6 mであるが、手場川の堤防は高さT. P. +3.5 mで、海水は主としてここから浸入した。また、国道の胸壁の切れ目(海に下りる階段がある)からの越水(越波)も痕跡から認められた。浸水は、午前5時半ごろからはじまった。民家は海から離れた高台にあるため、浸水規模が大きいのに関わらず、床下浸水1戸と農地(イチゴ)被害があったのみで人的被害はなかった。

一方、手場の西地区では、堤防が延長245 mにわたって倒壊し、さらに内水面護岸も倒壊(約140 m)した。ここは2つの小さな岬の先端を堤防で仕切り、内側の内水面を養魚場として利用していたところである。堤防は鉄筋コンクリートのよう壁型堤体(高さ約5 m、天端の厚さ0.5 m、天端高T. P. +4.5 m)と、その背後のセメントコンクリートの被覆を有する土盛りの一体構造となっている。背後は内水面でその陸地側に延長約180 mのブロック積み護岸がある。堤防の上部が倒壊、盛土も流出した。護岸は下部が水面側に倒れて水没、上部は基礎を

洗掘で失い滑落した。

この地区の自然海岸での痕跡高がT. P. +4.6～5.7 mであることから、この地での波浪の大きさが確認できる。崩壊した堤防跡を見ると、東側の数スパンは堤内側へ倒れているものの、それ以外は不知火海側に向いて崩れている。この海岸堤防の下部には、樋門が作られているが、この樋門の管渠が沈下して上部に隙間が生じており、ここから海水が堤防内に浸入して堤防裏の盛土とコンクリート被覆を破壊し堤防が堤内側に倒壊したものと推測される。さらに、堤体の倒壊部から堤内に浸入した海水が周りの盛土を洗掘して、浸入した多量の海水と波浪が海側に戻る際に引き落とすように堤防を海側に倒したのと考えられる。

(4) 松橋(まつばせ)地区の被災状況

松橋町では、大野川の本川に架かるJR橋の上流側500 m区間、及び港川との合流地点からJR松橋駅付近の区間において、午前5時半頃から越水が始まり、6時半過ぎまで増水は続いた。特に大野川右岸及び港川両岸からの浸水が激しく、古い堤防(T. P. +3.3 m)を約1 mの水深で越水し、292戸の床上浸水被害が発生し、住民300人が自主避難した。もともと不知火海一帯の干拓は、加藤清正による治水事業に始まり、続く細川藩に引き継がれて作られた。この松橋地区も海岸付近には整然とした干拓地が広がり、藩政時代には港が開かれ近隣町村との交易の町として栄えていた。干拓が沖合いに展開するにつれ、このような古い町並みは、水路とともに内陸の町になってゆくが、住居が密集していることもあって治水事業は進まず、海岸に近い地域との整合がとれなくなっている。なお、松橋では、橋梁工事との兼ね合いで堤防工事ができず、この部分の古い堤防から越水して湛水し、敷地の高いJRの線路を境に堤防(T. P. +6.2 m)の改修工事が終わっているところと明暗を分けた地区もある。

(5) 氷川の被災状況

八代干拓地を流れる氷川の右岸、河口から上流約3 kmの区間において、午前5時半ごろから越水が始まった。さらに午前6時～7時にかけて河口から1 km上流の県道八代不知火線・氷川大橋の直下流地点において約50 mにわたり破堤(堤防高T. P. +3.5 m)し、他の区間からの越水と合わせて大量の水が堤内に流入し、浸水被害が発生した。その他の被害規模は、施設被害として右岸の裏法面崩壊1,600 m、左岸で同じく400 m、また一般被害では、床上浸水15戸、床下浸水270戸、浸水面積は592.4 ha、住民非難は約800人であった。

なお、河川堤防、干拓堤防を含めて、今回の高潮で完全に破堤したのはこの氷川大橋直下のみである。ここは、存在する樋管の取り扱いが決まらず堤防整備が遅れていた。

(6) 八枚戸川・砂川の被災状況

八枚戸川・砂川は背割堤により分けられており、右岸側が八枚戸川、左岸側が砂川である。まず八枚戸川では、河口の県道八代不知火線から上流の県道八代鏡宇土線までの2 km 区間において午前5時半ごろから越水（堤防高 T. P. +4.1 m）が始まり午前7時過ぎまで続いた。この越水により1,840 m にわたり堤防裏法面が崩壊し、40 戸に床上浸水被害が生じた。また、砂川では河口の県道八代不知火線から上流1,770 m 区間において、午前5時40分ごろから越水（堤防高 T. P. +4.1 m）が始まり午前7時過ぎまで続いた。この越水により550 m にわたり堤防裏法面が崩壊し、20 戸に床上浸水被害が生じた。両河川による浸水の解消は同日の14時過ぎであり、付近の住民70名が役場および小学校に自主避難した。

(7) 鏡川の被災状況

鏡町も先にあげた松橋町と同様古くからの港町で、干拓の沖合いへの展開で内陸化し、鏡川は海からの航路として機能している。鏡川上流部は鏡町中央部に位置して、平常は静穏な水域で好ましい環境を提供している（写真一）。町の生活や文化との関係は大きく、住民の水域に目を向けた生活が感じられる。

河口から鏡町中心地までの約3.3 km の区間は、天端高 T. P. +3.5 m の胸壁があるが、上流部の町中は兩岸の高さが T. P. +2.7 m である。

鏡川は、午前6時頃から兩岸同時に越水した。大半の区間では午前7時までは越水は終わったが、一部の区間においては午前8時の満潮時に再度越水し、最終的には午前10時頃まで浸水が続いた。地元消防団の懸命な避難誘導および救助活動により被害は最小限に抑えられたものの、鏡川最下流の県道八代不知火線・横江大橋直上流の左岸地点における越水を原因として、2日後の26日に75歳の男性の死亡が確認された。その他、施設被害として裏法面崩壊が右岸で260 m、左岸で470 m、また一般被害では、床上浸水180戸、床下浸水709戸、浸水面積は254 haであった。

鏡川の場合、町中心部に至るまで横越流して河川の裏法破壊と農地への浸水の原因になっているが、町中心部の水位は、このために低下していたと思われる。

なお、鏡川堤防（道路を兼ねる）の胸壁（高さ60 cm）は河川に下りる階段（舟の係留に利用されている）の所で分断されている箇所が多い。2 m 程度以上の場合は可動ゲートがあるが、小さい分断は角落しの溝は切られているものの、多くは高潮発生時もそのままであったと、裏法の破壊状態から推定される。ここからの越流量は毎秒2 m³程度になると考えられる。

(8) 国道266号道路護岸の被災状況

不知火町の海岸沿いの国道266号の道路護岸や路肩、



写真一 平常時の鏡川上流

法面などが被災した。特に松合漁港の東(160 m)と西(90 m)の2箇所では、護岸が倒壊した。国道266号は、昭和40年代に入って拡幅や付け替えの改修工事が行われたが、倒壊場所はこのとき拡幅が行われた所で、旧護岸より海側へ2 m 前後広げて設けられたブロック積みの護岸が倒壊したものである。

また、不知火町桂原では、付け替え道路の基点から約140 m の長さでブロック積み護岸に亀裂が走ったりはらみ出して路面が沈下した。

4. 考 察

(1) 浸水被害の要因

今回の台風9918号による浸水、あるいは浸水を大きくした原因として、関連がある事項もあえて列記すると、次のようなことが云える。

- ①過去に無い規模の高潮と高波。
- ②堤防、胸壁の天端高不足、または、堤防が設けられていない。これには、鏡町や松橋町のように歴史的な背景をもつ場合と、既往最大または数値計算などによる高潮、高波を参考に天端高さが設定されている場合がある。しかし、後者では、高く設定されている干拓堤防や堤防としての機能をもつ国道266号に連続し、あるいは近接して存在し、その差が大きくて不整合な箇所もある。永川や大野川のように計画がありながら他の施設との関係で施工できず、被害を大きくした例もある。
- ③国道266号の敷高不足。不知火町於呂口（おろぐち）では、国道付け替え時に旧道の高さに連続させて低くしたため越水、法面も被災した。
- ④古くからの船溜りが有る所で、その沖合いに国道が計画されたとき、船溜りや河川の変更がなされず、国道の堤防としての機能は発揮できなかった。一方で住民は安心感を持ったと思われるふしがある。
- ⑤堤防などの不連続。不知火町長崎の干拓堤防（天端高 T. P. 5.8 m）の西端は山付きになる所であるが、路面高さ3.8 m の国道があるため堤防は切れてお

り、ここから大量の海水が干拓地に流入、越波による浸水と合わせ被害を大きくした。既述したように胸壁の分断も越水を大きくしている。

一方、浸水被害を左右したものとして、満潮時に内水を湛水しておく遊水池の容量の大小がある。不知火町の中央に近い亀松の干拓地では、揚水機を持っているため、遊水池の容量は小さく、浸水原因が越波のみであったにもかかわらず浸水面積は大きかった。

堤防延長に比べ遊水池の容量が大きく、少ない被害ですんだ例をみる。写真-2は、松合に近い救の浦の航空写真である。岬と岬の間にある集落と船溜り、入り江を干拓してできた農地など宇土半島南岸の不知火町や三角町に多くみられる典型的な地形である。

写真左下に船溜りが見えるが、この集落側の道路（旧国道）の路面高さはT.P. +3.6 m程度で、高潮の時は水深80 cm程度で越水している。しかし、写真中央の農地が低いため海水は激しい勢いで道路を流下し、干拓堤防脇の遊水池に流入した。住宅地では激しい勢いの流れによる被害はでているが、長時間の湛水は免れた。干拓地中央部の水路と国道の交叉する付近での痕跡高さはT.P. +2.13 mで水深は30 cm程度である。

（2）構造物の被災要因

次に、構造物の被災についてみる。まず、手場西地区の防波堤被災の原因と被災時の経緯は次のように推定される。

手場海岸の堤防決壊の引き金となったのは、樋門管渠の沈下による間隙とコンクリート堤防の亀裂により海と盛土部の遮水性がなくなっていたことである。日常的に潮汐の干満に応じて盛土内に自由に海水が出入りできる状態で、盛土に風化しやすい泥岩が多かったこともあり、空洞が生じていた。

被災の第1ステップは高潮による海面上昇によって樋門の管渠上部の盛土部に激しいパイピングが起り、盛

土と破片化した被覆コンクリートが流出した。このため、亀裂によりブロック化した管渠直上のコンクリート堤体が不安定になり倒壊した。これにより激流が内水面に向け発生し、転倒した堤体ブロックの両側のコンクリート堤体はこの流れの上に転倒し、流れにのって最大10数メートル内水面側に流下。この時、流下する堤体ブロックの1つが樋門の門柱に激突してこれを押し倒している。この後、流入する流れで堤防の延長方向に盛土を洗掘、次々にコンクリート堤体が転倒するが、残った盛土の為に転倒後も傾斜した状態にあり、引波によって海側に引き落とされる。倒壊部245 m、自立はしているが破断している堤体延長15 m、盛土の流出はほぼ全延長（約300 m）。なお、転倒しているのはコンクリート堤体の上部であるが、この上下の破断面はすべて施工打ち継ぎ目である。

この後、内水面の陸側の護岸に波が作用するようになる。この護岸は下部とやや陸側に引いた上部とよりなるブロック積みである。この下部の護岸が内水面側に転倒沈下、上部護岸は基礎地盤を洗掘されてずり落ちている（延長140 m）。

ここでは、樋門の損壊とコンクリート堤体の亀裂が台風襲来よりかなり早い時期に生じていたとみられる。樋門の損壊原因は特定できていないが、堤体の亀裂は横鉄筋不足とみられる。また、堤体の上下の破断面が施工打ち継ぎ目で、ここでの堤体の一体化ができていなかった。

内水面護岸の破損は、設置場所の関係で耐波性の検討はなされていなかったと考えられるが、基礎（根入れ）および上下段の一体化に問題が無かったか、が検討課題である。

永尾海岸は、背後の地盤（住宅地とほぼ同一標高、コンクリート被覆無し）の洗掘が先行し、倒壊規模を大きくしたと考えられる。ここでも堤防（胸壁）は施工打ち継ぎ目で破断していた。施工時の堤体の一体化が十分で無かったといえる。

道路護岸の被災はいずれもコンクリートブロックの布積みの個所で生じている。破断したブロックは、胴込めコンクリートが十分詰められていないものが多いなど現在の施工から考えると不備がある。しかし、不知火町の国道護岸には同様のブロック積みが多く、それらのなかには亀裂が生じているものも多い。台風により被災した護岸とそうでない護岸の相違を特定するには至らなかった。

考えられるのは、遮水性がほとんどないため、平常ではありえない高さまで水が入り、波による水圧の大きな変動と振動が作用したのは間違い無く、このため中込材の沈下が生じて空洞が発生した可能性がある。あるいは、小さな破断面からの中込材の吸出しの生じやすさも

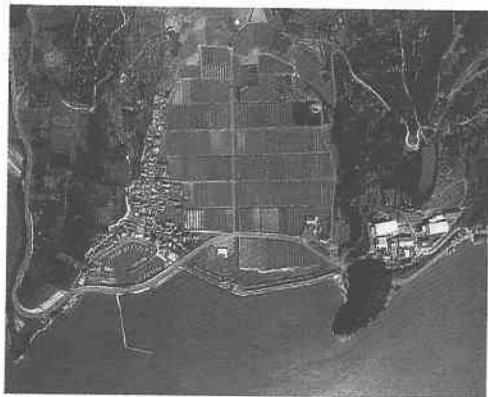


写真-2 救の浦地区の航空写真

考えられる。破壊した個所の中込材は碎石で、護岸に亀裂とはらみ出しが生じながら完全な破壊に至っていないところは栗石であった。

5. あとがき

(1) 浸水は基本的には堤防などの天端不足(従来の既往最大の高潮では必ずしも浸水していない)にあるが、浸水した地域の大半には、干拓の沖合への展開や国道の海側への新設などの新しい施策と、これにより内陸化した街区、河川の堤防などの施設、船溜りなどとの不整合が指摘できる。歴史的いきさつで河川改修ができていない鏡町、松橋町、旧来の船溜りの利便性を残したまま街づくりを展開した不知火町松合(何れも古い港町)が例としてあげられる。逆に、従来の集落の状況に合わせて低い道路敷高で改修を行い、浸水を許した地域もある(不知火町於呂口など)。構造物についても同様の不整合が指摘できる。また、構造物の不連続(存在、規模などの)が浸水の原因または被害を増大した例も多い。

災害調査では、自然的地形などの特徴と人為的地形改変の結果をトータルに捉えることの重要性が指摘される。

(2) 施設、構造物の被害では、干拓堤防の法面被災や堤体のひび割れの拡大などの被害がまず挙げられる。しかし、これは、高潮、高波が予想を越える現象であったことを考えると、堤防本来の機能を保持できたことの方を評価すべきかもしれない。

道路護岸、長尾海岸や手場の堤防被災では、計画・設計や施工の質の悪かった時代の構造物の維持管理が重要となる時代を迎えたことを感じる。

(3) 今回の災害の第1の原因は、不知火海沿岸(特にその北部)では過去に例を見ない大規模な高潮と高波

の襲来にある。いわば、生起確率の小さい大規模な自然の異常現象による災害であった(地球規模の気候変動の影響があらわれると予想される今後は別にして)といえる。

このような生起確率の小さな自然災害にたいしては、ハードな対策には限度があり、ある程度の危険を覚悟しながらも壊滅的被災をさけ、一方で避難措置などのソフト面を充実させる、というのが、今日の大方の考え方と思われる。

今回の災害では組織的避難措置がなされたのは、天草郡龍ヶ岳町のみで、この面の遅れが災害直後から指摘されて、現在各所で鋭意対応策が検討、実施されている。

避難措置などソフト面の措置がほぼ満足されたとして、今回の各地の被災は許容危険度の内にあるのか。このような視点で被災地をみると、答を出すのに最も大きな障害となったのは、互助的(公的)な保障制度の不備である。被災者の心労は大きい。

これでは、いつまでもより大規模な防災施設への要望が続くように思われる。

謝辞: 本研究を進めるにあたっては、熊本県から多くの資料を提供してもらった。また、写真-2の航空写真はアジア航測株式会社のご好意で掲載することができた。ここに深甚の謝意を申し上げます。

参考文献

- 滝川 清・田淵幹修・山田文彦・田中健二(2000): 台風9918号による不知火海高潮災害、河川災害に関するシンポジウム、自然災害研究班, pp. 25-35.
- 山田文彦・滝川 清・永野良祐(2000): 台風9918号による不知火町松合地区高潮氾濫の災害特性とその数値解析、海岸工学論文集, 第47巻, pp. 301-305.