

津波ハザードの不確定性を考慮した 松崎町的那賀川河口水門における減災効果の評価

Evaluation of mitigation effect by river mouth gate considering uncertainty of tsunami hazard in Matsuzaki

阿部 郁男

ABE Ikuo

1. はじめに

伊豆半島の西岸に位置する松崎町は想定される東海地震の震源域が近く、地震発生後の僅かな時間で津波が到達する危険性が指摘されている。駿河湾内で発生する東海地震を対象とした静岡県による第3次地震被害想定（2001）においても松崎漁港では第一波の津波到達が8分、水位が50cm上昇する時間も8分と想定されており、東日本大震災が発生する前より様々な津波対策が検討および実施されている。例えば、当時は実施する自治体が僅かであった避難シミュレーションを活用した避難問題の検証、さらには人の目線に立った浸水イメージ図を作成するなど、松崎町における津波被害の特性を把握することも行われていた（松崎町2006）。

それらの津波対策の一つが防潮堤の整備である。松崎町には駿河湾での発生が心配されていた東海地震による津波に備えて高さ T.P.+6.0m の防潮堤が海岸線に整備されている（写真1）。しかし、この防潮堤は写真2で示すように那賀川の河口部で途切れており、また那賀川には河川堤防も整備されていないことから防潮堤による津波防御効果は限定的なものになっていることが容易に想像することができる。那賀川と防潮堤の配置および地域の主要なランドマークを図1に示した。



写真1 防潮堤の状況



写真2 上流側からの那賀川河口部

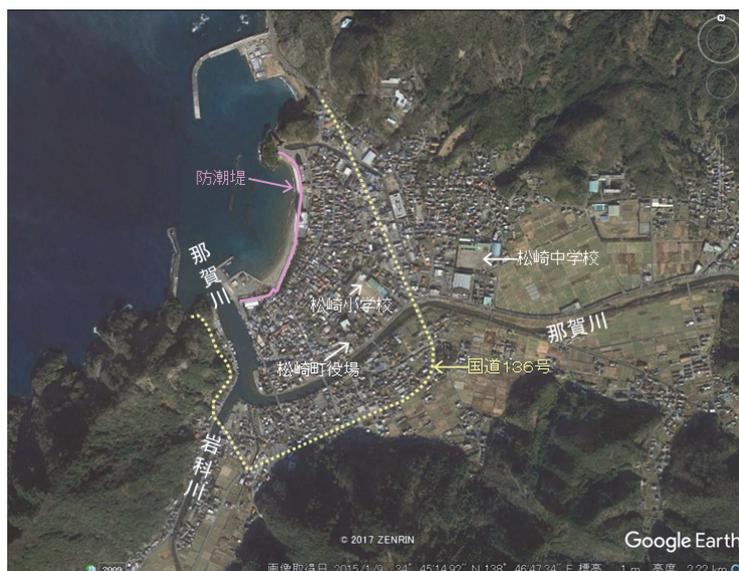


図1 防潮堤と那賀川の位置

この那賀川河口には津波防御のための水門を整備しようとする計画が立てられているが、環境保全や景観への配慮等の問題から方針が決着せず、いまだに町議会で議論が行われている状況である（松崎町 2017）。平成 27 年度には、津波避難を考えるワークショップが地区ごとに住民参加型で行われている。それらのワークショップにおいても、水門整備や防潮堤かさ上げについて「そもそも低地なので水門を整備しても意味がない」、「水門を作るよりも避難タワーや避難路、防災教育を推進するべき」などの整備に慎重な意見や「避難の時間を稼ぐためにも必要だ」という整備を推進すべきという意見が出されている状況である（松崎町 2016）。

これらの議論の基礎資料として、その当時の被害想定を用いた津波浸水シミュレーションおよび避難シミュレーションにより、水門整備の効果が検証されている。しかし、津波は発生条件の僅かな変化で地域ごとの到達状況が大きく異なるため、津波ハザードの想定が変われば水門整備による津波防御効果も大きく変わる可能性がある。そこで、想定する津波を変化させた場合に水門による津波防御効果がどのように変化するのかについて本研究では着目することとした。現在の防潮堤によって 6m 程度の津波までは海からの侵入を防ぐことができると思われるが、那賀川河口から津波が入り込むことにより水門が整備されていれば防ぐことができるはずの津波によって被害が生じる可能性がある。これまで行われてきた防御効果の検証とは視点を変え、現在の防潮堤のみであった場合に被害が抑止できる津波規模の限界を示すことで水門整備の効果を示すことを本研究の目的とした。

2. 数値解析の条件

津波ハザードを変化させた場合の河口水門による松崎町市街地での被害軽減効果を解析するために、駿河湾内に断層を設定した最詳細 10m メッシュの地形データを用いた津波シミュレーションを実施した。津波シミュレーションで用いた地形データの配置と諸元を表 1 および図 2 に、断層の設定条件を表 2 および断層の場所を図 3 に示した。なお、津波シミュレーションによる津波来襲状況の再現時間は 60 分とした。

表1 津波シミュレーションにおける地形データの諸元

領域名	メッシュサイズ	メッシュ数	計算条件
A	810m	1650×990	線形長波／陸側完全反射／領域外自由透過
B	270m	660×420	非線形・浅水理論／陸側遡上／土地利用に合わせた粗度を設定
C	90m	570×810	
D	30m	1230×1140	
E	10m	750×1800	

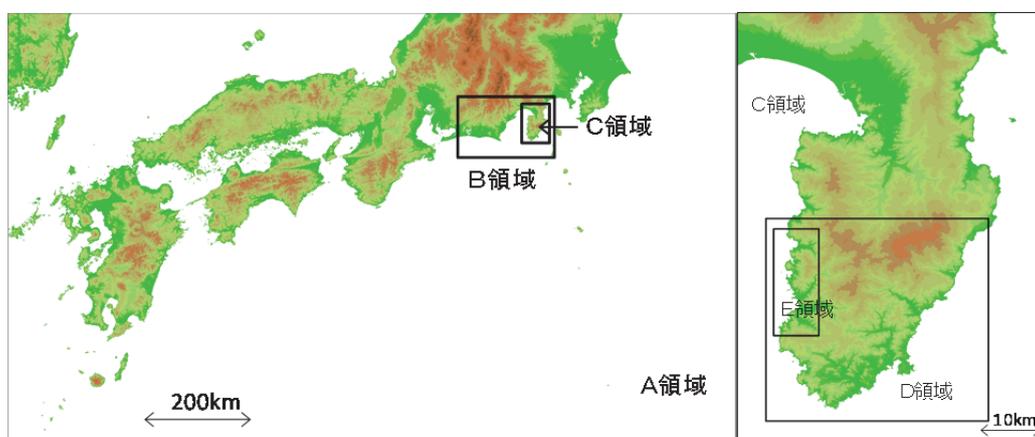


図2 津波シミュレーションにおける地形データの配置

表2 地震断層パラメータの設定条件

設定項目	設定内容
断層原点	北緯34.90921, 東経 139.59767
地震断層の長さ	80km
地震断層の幅	40km
走向	192度
すべり量	2.73m～10.93mまで 16段階に設定
傾斜角	20度
すべり角	90度
上端深さ	5km



図3 地震断層の設定場所

3. 水門整備による津波被害抑止効果の分析

(1) 浸水範囲の分析

現況の防潮堤のみで津波防御を行った場合と河口水門を整備した場合による津波被害抑止効果を比較し、防潮堤のみで被害が抑止できる津波規模の限界を示したいと考え、表1に示す16ケースの津波発生を想定して、現況（T.P.+6.0mの防潮堤、水門整備なし）、現況+水門整備の2条件で浸水範囲の分析を行った。

到達する津波が小さい場合は、防潮堤より海側にある砂浜や漁港に浸水範囲が広がる程度であり市街地では津波の浸水被害が発生しないことが分かった。市街地が浸水を始めるのは図4に示すように断層のすべり量を3.64mとした条件からであり、那賀川流域にある道部地区の周辺で浸水被害が発生し始める。この時の那賀川河口での津波の高さは約2.1m、防潮堤前面では4.0～4.3mの水位となり、海岸沿いの防潮堤は津波が乗り越えないケースであることが分かった。これらの水位は東日本大震災前から公表されていた静岡県第3次被害想定最大の津波高6mよりも低い値である。また、駿河湾内のプレートの沈み込み速度を3cm/年と仮定した場合には、すべり量3.64mは僅か121年分のひずみ蓄積であるとともに、気象庁の津波警報にも利用されている地震のスケーリング則に基づいた場合、すべり量3.64mの地震はマグニチュード7.5～7.6に相当するものとなり、現在、防災対策を検討する対象となっている地震・津波よりも小規模なものでも那賀川流域では浸水被害が発生することが分かった。



図4 断層のすべり量3.64mのケースでの浸水範囲（水門未整備）

次に、6mの防潮堤を津波が越えてくるケースを確認したところ、図5に示すように断層のすべり量を5.92mとしたケースで津波が防潮堤を越えて市街地に入り込むことを確認できた。この条件下においても那賀川流域では浸水被害が発生している様子が伺える。そこで、水門整備による浸水範囲の相違について分析したところ、図6に示すように河口水門の整備によって那賀川沿いに広がっていた浸水範囲は殆ど解消されることが分かった。また、図7のすべり量を8.20mとしたケースでは、防潮堤を超

えた津波によって浸水範囲が大きく広がり、国道 136 号線を越えて松崎中学校周辺にまで到達する状況となったが、那賀川流域および岩科川流域の浸水被害は大幅に低減できる効果があることが確認できた。このような傾向は津波の規模を大きくした場合も同様であり、図 8 に示すように、今回の検討の中で最大の津波であるすべり量 10.93m のケースでも那賀川流域では浸水深を低減させる効果が顕著に見られた。すべり量 10.93m のケースでは、防潮堤を越えた津波が松崎高校付近にまで到達しており、さらに海岸から松崎高校周辺までの浸水深の分布状況を概観しても 2 つのケースに大きな違いは見られない。一方、岩科川流域で浸水範囲が若干拡大するものの、那賀川流域での浸水範囲は改善されることが明瞭である。特に、岩科川との合流部付近においては、木造住宅の全壊が 50% を超える浸水深 2m 以上（静岡県 2013）を超える範囲が大幅に縮小されることが明らかとなった。

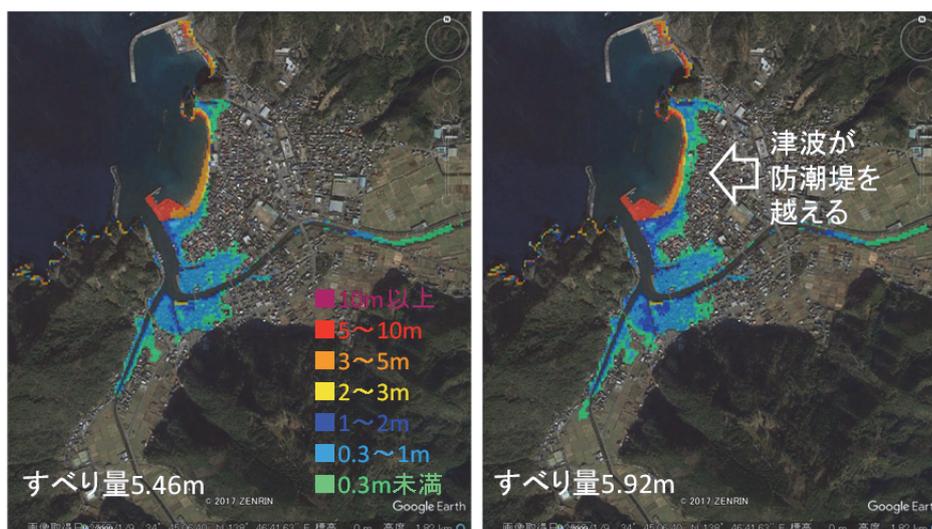


図 5 水門未整備の状態で津波が防潮堤を越える条件

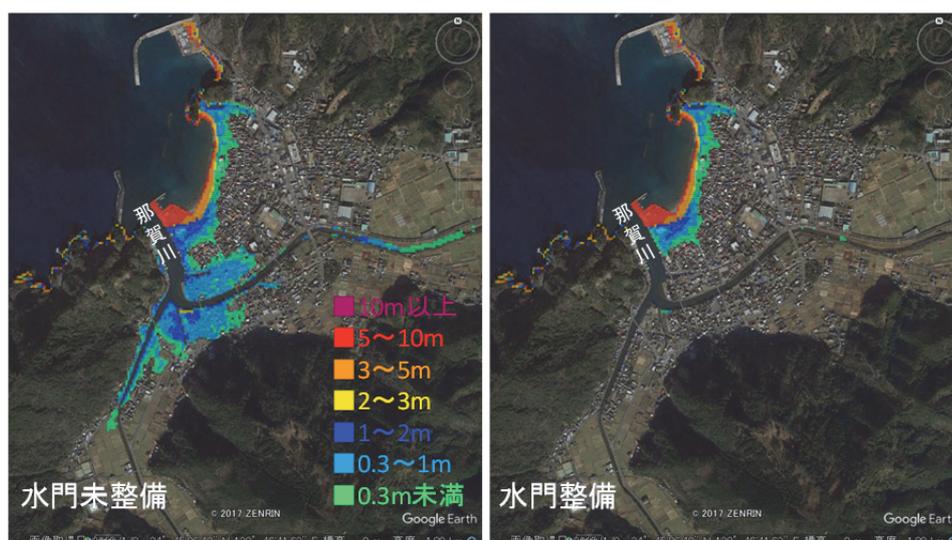


図 6 すべり量 5.92m のケースにおける水門整備状況による浸水範囲の違い

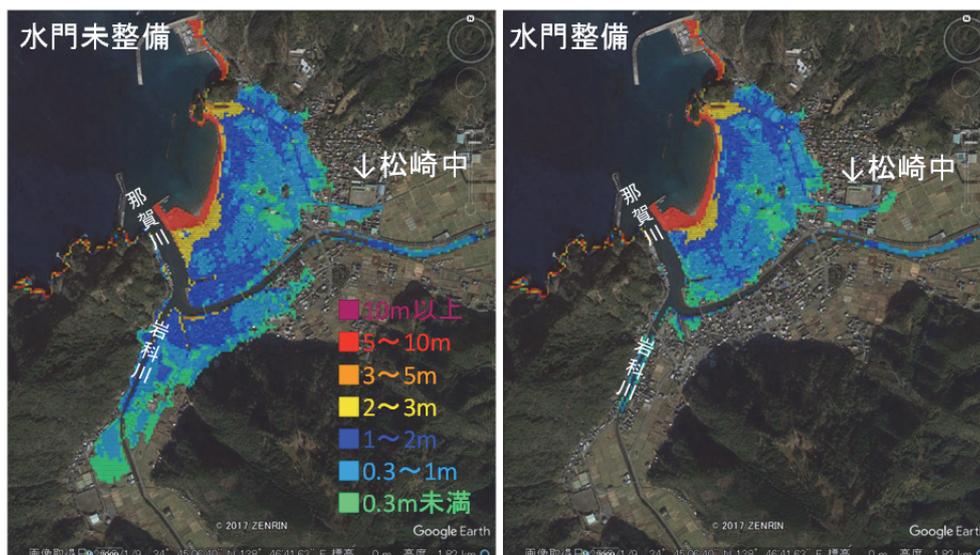


図7 すべり量 8.20m のケースにおける水門整備状況による浸水範囲の違い

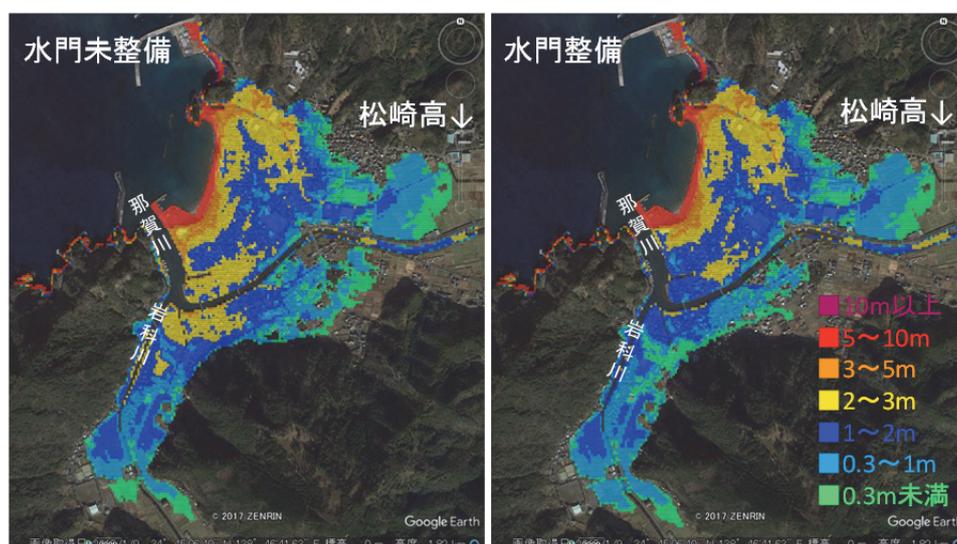


図8 すべり量 10.93m のケースにおける水門整備状況による浸水範囲の違い

(2) 避難時間に与える影響分析

松崎町では津波避難計画書（2016）を作成しており、その中では避難シミュレーションによって避難困難者の分布状況が示されている。この計画書の中では、避難開始時刻は地震発生後の5分後、歩行速度は健常者で1.0m/sという設定に基づいて分析が行われているが、それに加えた津波避難対策の検討として、避難開始を3分、歩行速度を1.5m/sと早めた場合の検討も行われている。しかし、津波の想定を変更した場合や水門が整備された場合などのケースは検討されていない。

そこで、図9に示すような8つの避難ルートを対象として、津波ハザードおよび水門整備あり・なしを変更した場合の避難ルート上の30cmの津波が到達する時間の抽出を行った。各ルートの避難所要時間と津波到達時間の関係については図10～図17に示した。これらの分析では、Google Earth上で避難ルートの距離を計測し、松崎町の津波避難計画の“現状”として採用されている避難開始時刻5分、歩行速度1.0m/sとして避難所要時間を求めた。



図9 避難計画への影響を分析した避難ルート

図10は伊豆まつぎ荘への避難ルートの分析であるが、津波を大きくすることによって到達時間が早くなるために津波到達時間のラインがグラフ上では下方向へと下がってゆく。このラインが避難所要時間のラインの下になる区間が避難途中で津波に追い付かれる範囲である。すべり量が5.92mのケースではルート上で30cmを超える津波が到達するメッシュが1つしかなく、津波が大きくなるに従い、津波が到達するメッシュが増えてゆくとともに到達時間は早くなってゆく様子が伺える。すべり量6.38mのケースでは、今回の避難条件で津波に追い付かれることはないが、すべり量6.83mのケースから津波に追い付かれるメッシュが出始め、その数は次第に増加してゆく。また、水門整備あり・なしを比較した場合に違いが見られないことから、避難ルート1では水門整備の影響は全くないことが分かる。

図11は伊東園ホテルまでの避難ルートの分析である。このルート上ではすべり量5.92mのケースから津波が到達するメッシュが出始め、津波が大きくなるに従い避難ルートの途中から津波に追い付かれる点および水門整備の影響が見られない点はルート1と同様の状況であることが分かる。

図12は松崎小学校までの避難ルートの分析である。このルート上ではすべり量6.38mのケースから津波が到達するメッシュが出始める。水門整備あり・なしで状況が若干異なるものの、何れのケースでも津波が到達するケースでは避難途中で津波に追い付かれることになる。避難ルート1および2と同様に水門整備による効果はほとんど見られないため安全な避難を実現させるためにはその他の対策を検討する必要がある。

図13は避難タワーまでの避難ルートの分析である。このルート上では水門整備あり・なしの違いが顕著となり、水門未整備の状態ではすべり量3.64mのケースでも津波に追い付かれるが水門整備の状態ではすべり量7.29mのケースでも津波に追い付かれることはなくなる。すべり量3.64mは浸水範囲の分析で述べたように地震のスケーリング則に当てはめるとマグニチュード7.5～7.6に相当する。同様にすべり量7.29mはマグニチュード8.1～8.2に相当するものである。

図14は環境改善センターまでの避難ルートの分析である。水門未整備の状態ではすべり量4.10mの

ケースより避難途中に津波に追い付かれることを示している。しかし、水門が整備された場合はこの状況が改善され、すべり量7.74mというより大きな津波が発生した場合でも避難途中に津波に追い付かれることはなくなる。

図15は松崎町役場までの避難ルート分析である。水門未整備の状態ではすべり量4.10mのケースより避難途中に津波に追い付かれることを示している。しかし、水門が整備された場合はこの状況が改善され、すべり量8.20mとなったケースの時に避難ルート途中で津波に追い付かれることとなる。

図16は江月院までの避難ルート分析である。水門未整備の状態ではすべり量3.19mのケースでも避難途中に津波に追い付かれることとなる。しかし、水門が整備された場合はこの状況が改善され、すべり量9.11mとなったケースの時に避難ルート途中で津波に追い付かれることとなる。

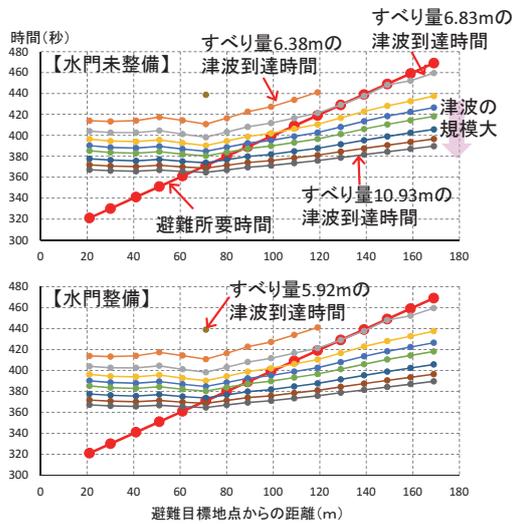


図10 ルート1での津波到達時間

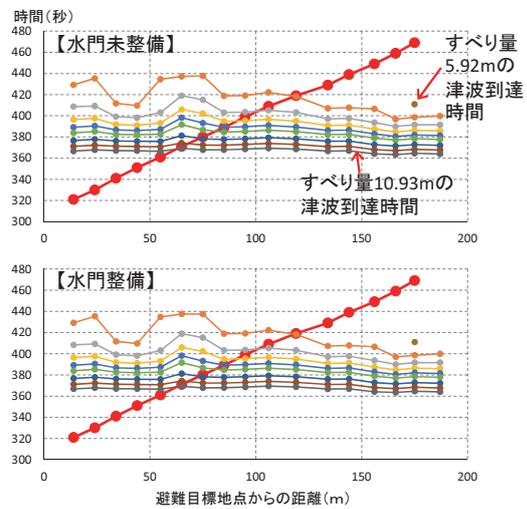


図11 ルート2での津波到達時間

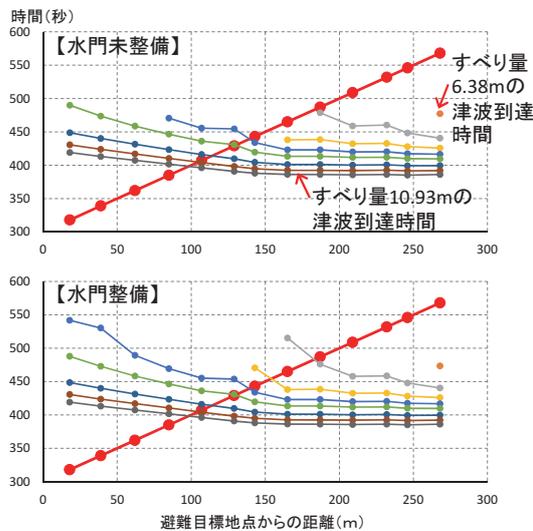


図12 ルート3での津波到達時間

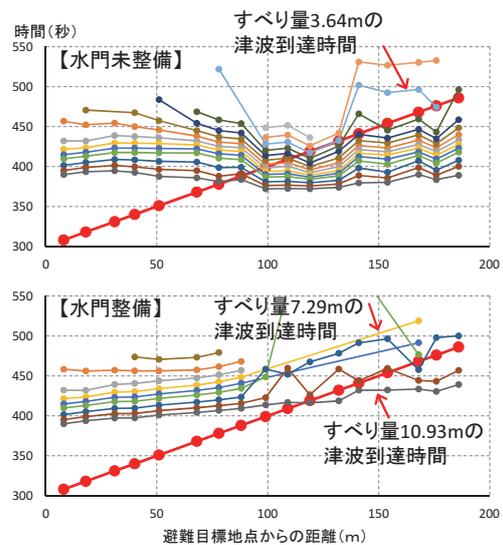


図13 ルート4での津波到達時間

図17は牛原山遊歩道までの避難ルートの分析である。水門未整備の状態ではすべり量2.73mのケースでも避難途中で津波に追い付かれることとなる。しかし、水門が整備された場合はこの状況が改善され、すべり量5.92mとなったケースの時に避難ルート途中で津波に追い付かれることとなる。

以上を整理すると市街地の北側にある避難ルート1～3までは河口水門による効果はほとんど見られない。しかし、避難タワー、環境改善センター、松崎町役場などを目指す那賀川に近い避難ルートにおいては水門整備の効果は顕著である。

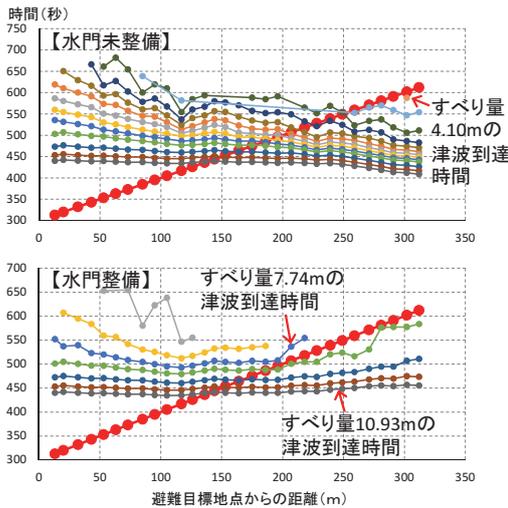


図14 ルート5での津波到達時間

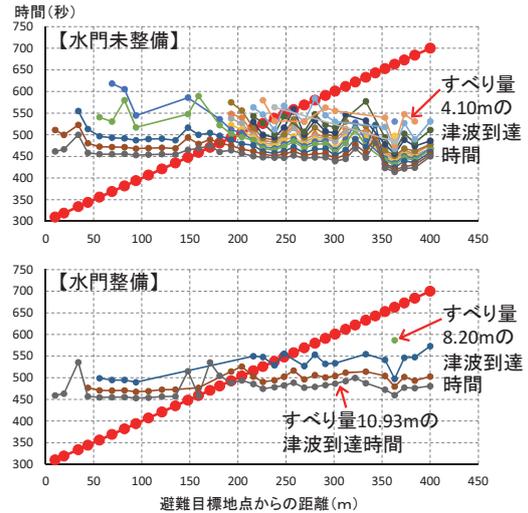


図15 ルート6での津波到達時間

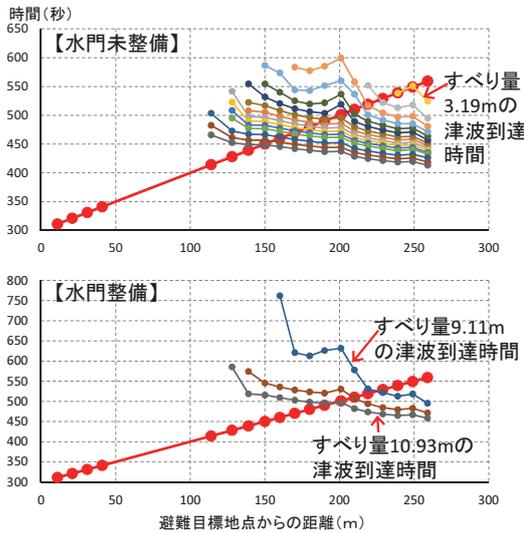


図16 ルート7での津波到達時間

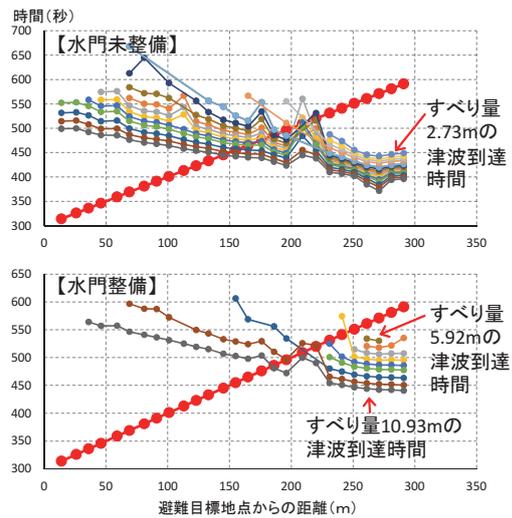


図17 ルート8での津波到達時間

4. まとめ

今回の検討では、想定する津波を変化させた場合に那賀川河口水門による津波防御効果がどのように変化するのかに着目した。現在の状況では、被害想定として公表されている津波よりも小規模な津波であっても那賀川沿いには浸水被害が発生することが明らかとなった。一方、市街地の北部では水門整備による効果や影響はほとんど見られないことが分かった。

また、避難時間に着目した場合、那賀川沿いの何れの避難ルートでも避難途中で津波に追い付かれる避難困難区域が存在し、さらに、市街地の北部は水門整備の効果が見られず、浸水深が大きくなる危険地域において津波の想定を大きくした場合には避難困難区域が存在する。実際にはどの程度の津波が発生するかが分からないため、避難困難区域の解消のためには水門整備だけに頼らずに避難タワーなどの避難場所の建設や土地そのもの、あるいは防潮堤のかさ上げなどの対策が必要であると考えられる。

参考文献

静岡県 (2001) 「第3次地震被害想定結果」、416p.

松崎町 (2006) 「松崎町における津波被害特性について」 (http://www.town.matsuzaki.shizuoka.jp/docs/2016020300516/file_contents/tsunamisimu.pdf、2017年9月2日閲覧)

松崎町 (2017) 「平成28年松崎町議会第4回定例会議事録 (12月6日～7日開催)」、<http://www.town.matsuzaki.shizuoka.jp/docs/2017011800022/>、(2017年9月4日閲覧)

松崎町 (2016) 「松崎町津波避難計画書<資料編>」、115p.

静岡県 (2013) 「静岡県第4次地震被害想定調査 (第一次報告)」、(<http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/4higaisoutei/documents/dailhen.pdf>、2017年9月2日閲覧)