

## 茨城県の津波災害状況に基づく2, 3の考察

宇多高明\* 松浦健郎\*\* 酒井和也\*\*\*

### 1. はじめに

2011年3月11日にはM9という非常にエネルギーレベルの高い大地震が発生し、いまだかつてない「想定外」の規模の大津波が襲来し、岩手・宮城県を始めてとして、その南側の福島・茨城・千葉県においても莫大な被害が生じた。とくに岩手・宮城県に襲来した津波の最大遡上高は37.9m(岩手県宮古市田老小堀内)にも達し、コンクリート製の海岸堤防が跡形もなく消失するという事態が発生した。大規模な災害を受けた岩手・宮城県では約0.55mにも達する地盤沈下<sup>2)</sup>と相まって、今後の復旧には長い時間を要することになると思われる。一方、震源域の南に位置する茨城県の沿岸でも高さ5~6mの津波が押し寄せ、とくに中小河川の河口部から津波が逆流するとともに、堤防を乗り越えて堤内地で浸水を起こした。北茨城市の大北川河口左岸で起きた浸水がよい例である。わが国太平洋岸では、近い将来東南海沖地震が起こる確率が高く、今回の大津波を受けた地域以外でも津波防災の見直しが叫ばれている。その際、将来起こる津波は、その規模が比較的小さいほど確率が高いと考えられるので、岩手県や宮城県での津波災害のみならず、震源からやや離れた茨城県での津波災害の経験を生かすこともまた大事である。物理的に考えるとあらゆる可能性を考慮して一律に堤防高を極端に高めることは困難であり、あるレベルまでの津波にはハード構造物で防護するとしても、それを大きく超える津波に対しては施設による防護は困難で、迅速な避難により人々の生命を守ることを優先する二段階対策にならざるを得ないと思われる。その際、今回のようにM9という巨大地震は想定していないが、各地域の歴史津波を基に想定された現況の堤防における弱点をなくす、あるいは補強するなどの手法もまたそれなりの意味を持つと考えられる。ここでは、茨城県日立市の小木津海岸と北茨城市の足

洗海岸での事例を基に考察する。

### 2. 小木津海岸と足洗海岸の概況

茨城県日立市の小木津海岸(図-1参照)では、地区の南側半分では護岸の嵩上げ工事が完了し仮設道路が残された状態で津波が襲来したが、北側半分ではまさに工事が始められる直前に地震津波を受けた。とくに海岸の北端に流入している東連津川河口から遡上した津波により被害が出た。また、東連津川の堤防は直立構造であり、海岸堤防のように三面張り構造でなかったために堤防の裏側で越流による洗掘も起きた。一方、茨城県北部、高戸岬の北4.5kmでは塩田川が流入するが、河口付近の海岸は足洗海岸と呼ばれている。図-2には2011年3月12日撮影の塩田川河口周辺のGoogle画像を示す。塩田川河口は汀線からその沖合に岩礁が分布しているためそれらによる波の遮蔽効果があり、このため舌状砂州が発達している。2011年3月11日に発生した津波では、河口部にある家



図-1 小木津海岸と東連津川河口の空中写真  
(2011年3月29日撮影)



図-2 塩田川河口周辺のGoogle画像  
(2011年3月12日撮影)

屋（図-2の○印）は浸水を免れたが、河口の北200mに位置する結婚式場（図-2の矢印）は浸水し大きな被害が出た。その差異をもたらしたのは護岸の有無であった。これらの2海岸における津波災害の状況を調べるために2011年4月12日に現地踏査を行った。現地踏査では災害状況を写真に記録するとともに、レベルを用いて津波痕跡高の測定を行った。

### 3. 現地状況

#### (1) 小木津海岸

日立市の東側は海食崖で切られている。しかし海食崖は河川が流入する場所では所々切れており、狭い低地が発達している。小木津海岸もそのような低地にある海岸である。この海岸では、従来から冬季風浪により越波が著しかったため護岸の嵩上げが進められていた。写真-1は、海岸背後の高台から南向きに海岸を撮影したものであるが、市道に沿って延びる護岸（天端高T.P.6.0m）では津波の越流はなく、被害もなかった。一方、北側では被害が出た。北側の海岸状況を写真-2に示すが、ここでは新設の護岸が湾曲して延び、その海側には消波ブロックで防護された仮設の工事用道路があった。市道脇では工事用道路が延びているため護岸が未施工であったため、津波はこの開口部か

ら矢印Aのようにして陸地に侵入した。しかし護岸新設箇所では前面に残された仮設道路により二重に守られたため津波の直接的侵入は防がれた。

護岸の内側に沿って北側へ移動すると、護岸の裏側に浸水痕跡（写真-3の矢印）が見られ、浸水深は約0.5mであった。海水は護岸を超えて侵入したのではなく、護岸未施工域から写真-2の矢印Aのようにして侵入したものである。写真-4は、写真-2にBで示す新築の家屋であるが、地上げされた地盤上に建てられたため全く被害はなく、コンクリート壁に約0.3mの浸水深が見られたのみであった。このように新設された天端高T.P.6.0mの護岸とその前面に残された仮設道路はこの地区に襲来した津波に対して非常に効果的であった。

しかし残念なことに護岸の新設部は北部で切れていた（写真-5）。このため北部では著しい被災を蒙った。護岸端部から南向きに撮影したのが写真-6である。護岸端部での新旧護岸の高さの差は1mである。天端高がT.P.5.0mの旧護岸から北向きに望んだのが写真-7であるが、北部では護岸の高さが低だけでなく、護岸前面に小規模な消波工が置かれたのみであった。このため津波は容易に護岸天端を越流した。また海岸の北端に流入する東連津川へ侵入した津波は河川を遡上して河川堤防を越流して堤内地へと侵入した。写真-8、ま



写真-1 小木津海岸南部の状況



写真-2 小木津海岸北部の状況と新設護岸



写真-3 新設護岸の背後に残された浸水痕跡



写真-4 新築家屋の塀に残された浸水痕跡



写真-5 新設護岸と旧護岸



写真-6 新旧護岸の端部比較 (護岸高の差は1m)

土研センター



写真-7 津波の越流のあった旧護岸区域



写真-8 津波による被災区域



写真-9 海岸堤防と河川堤防の接点で見られる堤防の落差



写真-10 河川堤防の背後での洗掘

たは図-1の矢印Cが河川堤防である。越流した津波によりDで示す家屋は一階が激しく破壊された。東側から家屋を望むと写真-9のように河川堤防側から津波の作用を受けていた。ここで観測者が立つ位置は、海岸堤防の巻き込み部分と河川堤防との境界線である。海岸堤防が三面張り構造を有しているのに対し、河川堤防は直立構造を有している。堤防背後に水たたきがないため写真-10のように堤防の倒壊は免れたものの、越流による洗掘が起きていた。

(2) 足洗海岸

踏査当日、塩田川河口付近で撮影したのが写真-11である。左端の矢印E付近に散在するのが塩田川河口沖の岩礁である。この付近は2010年5月30日にも踏査を行ったが、そのときと比べて砂の堆積が良好であった。少なくとも津波によって侵食が起きた形跡はなかった。汀線から陸側を望むと、写真-12のように天端高がT.P.5.0mの護岸で囲まれた家屋があったが、これらの家屋は被災しなかった。この護岸を陸側から望んだのが写真-13である。護岸の基部に白い部分が現れているのはこの付近で地盤沈下があったためと考えられる。写真-13の位置から反転し、北向きに護岸を撮影した写真-14によれば、護岸の背後地盤が約0.4m沈下していた。また、この護岸は前方で切れていた。護岸の端部を護岸の法線方向に撮影

したのが写真-15、海側から撮影したのが写真-16である。写真-14と考え合わせると、この無堤地区では護岸の天端下1.4m(T.P.3.6m)が地盤高となっていた。このため津波は護岸の端部から陸側へ侵入し、写真-16の背後に見える結婚式場へと侵入した。図-2に示したように塩田川河口の北側付近では前浜幅が約75mあり、その背後の松林とあわせて十分な波浪減衰が起これば考えられるため無堤地区として残されていた。このため陸へ侵入した津波は国道6号線を横切り、歩行者用防護柵をなぎ倒して陸側へと侵入し、大量のゴミを道路路面へと運び込んだ。写真-17に示すゴミは津波によってもたらされたものである。道路を挟んで結婚式場の建物の側壁には0.5mの浸水深が残されていた(写真-18)。その標高はT.P. 4.3mであった。

4. まとめ

小木津海岸では周囲を護岸で囲まれていたため津波の遡上高は測定できなかった。しかしこの海岸の北約11kmに位置する高戸岬の北側の赤浜での遡上高はT.P.5.6mであったことから、ほぼ同程度の津波が襲来したと推定される。この場合、小木津海岸の旧護岸の天端高T.P.5.0mでは越流が起こったが、新設護岸では天端高がT.P.6.0mであったため越流が生じなかったことになり、これは現地状況とよく一致している。護岸の嵩上げ工事が行われていたため今回の津波に対して嵩上げされた新護岸および仮設道路が相まって有効に機能したと考えられる。

また、津波は河川を遡上し、北側の旧海岸堤防と同じ天端高であった河川堤防を越流して堤内地へと流入した。その際、海岸堤防と異なり河川堤防が水叩きを持たない直立構造であったために堤防の背後が洗掘された。洗掘による堤防の倒壊は



写真-11 砂の堆積した塩田川河口部



写真-12 河口に隣接するにも係わらず被害のなかった家屋



写真-13 足洗海岸の護岸背後の地盤沈下(南部)



写真-14 足洗海岸の護岸背後の地盤沈下(北部)



写真-15 護岸の北端部



写真-16 護岸端部から浸水した結婚式場を望む



写真-17 国道6号線の歩道に溜まった漂着物



写真-18 結婚式場の壁に残された浸水痕跡

免れたものの、堤防に隣接した家屋では著しく被災した。足洗海岸での経験は、津波防御上、津波高が海岸堤防の高さを大きく超えないような津波にあっては、海岸堤防の高さが決定的に重要であり、例え海岸に広い砂浜があって通常の波浪時には浸水実績がない場所であっても、津波時には浸水が起こること、すなわちある高さを有する堤防が大事な役割を果たすことを如実に示している。

参考文献

- 1) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (<http://www.coastal.jp/ttjt/>)による速報値(2011年5月9日参照)
- 2) 国土地理院、東北地方太平洋沖地震に伴う地盤沈下調査 <http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun40003.html>

宇多高明\*



財団法人土木研究センター  
常務理事、なぎさ総合研究  
室長、工学博士  
Dr. Takaaki UDA

松浦健郎\*\*



茨城県高萩工事事務所  
河川整備課主任  
Takeo MATSU-URA

酒井和也\*\*\*



財団法人土木研究センター  
なぎさ総合研究室 研究員  
Kazuya SAKAI