

2011 年東北地方太平洋地震による地上型 3D レーザー測量による東名運河の津波被災調査

株式会社テクノシステム 正会員 丹治史哉
東北大学大学院工学研究科 正会員 後藤光亀

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震で、津波は海岸線の松林群を越え、仙台沿岸の貞山運河、北上運河、東名運河に大きな被害を与えた。これらの運河群は「復興まちづくり」の象徴の一つとして各自自治体で検討されているが、多重防御の嵩上げ堤防などでその景観などが大きく変貌することが予想される。

今回、日本一長い運河群から東名運河を検討する。東名運河では、津波が野蒜海岸の松林群をなぎ倒し、運河を乗り越えて、山裾まで到達した。また、津波は東名運河を西に流れ、亀岡橋に多くの津波によるガレキが集積した。

本報告では、東名運河における津波前後の運河護岸形状や景観に関して、地上型 3 次元レーザー測量を用いた解析結果を報告すると共に、今後の運河の課題を検討する。

(東名運河は、野蒜築港の船溜りや大型船が停泊する潜ヶ浦の堆砂で航路の確保が問題となり、新たに開削することとなり、明治 17 年 2 月に完成する。同 16 年から、宮城県が木曳堀・新堀・御舟入堀の拡張改修を始めており、これらの運河群の開削で、北上川～松島湾～阿武隈川までは、外洋を通ることなく舟運が可能となることが期待された)

2. 調査方法

地上型 3 次元レーザースカナを用い、写真-1 に示す東名運河と JR 仙石線野蒜駅周辺の津波被災の測量調査を行なった。調査は 2012 年 4 月と 8 月である。この時期では、家屋の撤去も進み、測量時には見通しの良い状況であった。ただし、8 月では運河の護岸堤防周辺の草刈りを行う必要があった。なお、東名運河の海側護岸は砂地であるが、陸側は県道 27 号線でありコンクリートブロック護岸である。

計測には、TOPCON 社製地上型 3 次元レーザースカナ GLS-1000 を使用した。本装置は、1535nm の波長のレーザーを、被計測物に 3000 点/秒で照射し、被計測物の 3 次元点座標群と色 (RGB) 画像およびレーザー反射強度をデジタル計測できる。



写真-1 東名運河と JR 仙石線野蒜駅

左: 3 次元レーザー測量の平面図、運河横断面測定地点 (No. 1~6) 右: がれき撤去後の東名運河と JR 仙石線野蒜駅前周辺。家屋や松が撤去されている (GoogleEarth 2012. 2. 22)

3. 津波襲来前後の東名運河の断面形状と景観

図-1 に示すように、津波により海側の砂地護岸が大きく流失した。横断面① (津波被災なし) と② (津波被災あり) との地盤高の差から津波で流出した土砂量が算出できる。また、図-2 より、海側運河堤防天端 (砂地) の津波前後の地盤高さから津波で被災した箇所の洗掘状況が把握でき、どこを津波が流れたかの参考にもなる。今後これらのデータは、津波襲来時に運河が災害をどのように減災させるかの基礎情報として活用を期待したい。

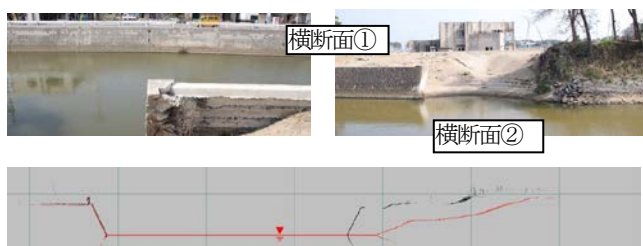


図-1 東名運河の 3 次元レーザー測量解析

写真左上: 横断面①②の陸側コンクリート護岸 (県道 27 号線) は津波被災なし。写真右上: 横断面②海側の砂地堤防部分が津波で流出。一部コンクリート護岸がむき出しに。下図: 横断面①と②の 3 次元レーザー測量結果を合成表示。黒: 横断面① 赤: 横断面②。津波により海側の砂地護岸が流出。横断面①と②との地盤高の差から津波で流出した土砂量が算出できる



図-2 東名運河の護岸堤防の被災状況

海側の護岸堤防 (砂地) の天端 (道路) 部分の縦断面図。赤点線が津波前の天端高さで、実測の現地地盤高さの差が津波の越流で流失した部分。津波で被災した箇所の洗掘状況が把握できる。



図-3 東名運河と JR 仙石線野蒜駅の地盤高と浸水深

野蒜駅周辺では東名運河を境に津波痕跡高が約 3 m 陸側が低く、運河の津波低減効果と考えられる。

東名運河と JR 仙石線の野蒜駅前周辺の 3 次元レーザー測量結果から各建物や駅のホームなど地盤高を算定し、津波浸水深の実測値とともに図-3 に示した。運河の海側にあった野蒜市民センターの地盤高は 2.3m、津波浸水深 6.1m、津波到達高 8.3m、運河の陸側の野蒜駅ホームの地盤高は 3.1m、津波浸水深 2.3m、津波到達高 5.4m であった。この結果から、東名運河を堺に約 3m の津波到達高さの差があったことが示された。野蒜駅周辺では、

運河は津波の威力を軽減してくれたのである。

図-4 に示す野蒜地域の明治9年の海図を見ると、東名浜付近に塩田があり、野蒜海岸は現在より数百m陸側であり鰯山まで波が来ていた。野蒜海岸線の前進は鳴瀬川からの流砂・漂砂も影響しているが、昭和の初期に鳴瀬川支流の吉田川の改修時に野蒜海岸へ土砂を運搬したことも大きく、一部本来の地盤高さに嵩上された土地であったことが推察される。鰯山の麓にある鳴瀬第二中学校の海側の校門は、学校敷地より約2mも高くなっている。

本来安全な高い地盤高さにあるべき学校が、本来の地盤高さに建設されたと推察され、津波は1階天井まで浸水した。このように公共施設など、災害時に避難場所等の基幹施設になるべき建造物の立地条件は自然地形や歴史を十分考慮して決定されるべきである。

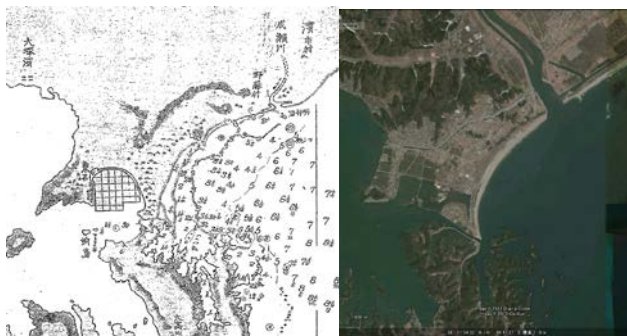


図-4 東名運河と野蒜・東名周辺の海岸線の変化

左：明治9年の石巻湾の深淺図（東名錨地略測図：部分）
右：津波後、塩田跡は現在も海の様で排水も出ていない
（GoogleEarth：2012. 02. 22）



図-5 東名運河周辺の復興計画

海岸堤防（青線：T.P. 7.2m）、内陸部に嵩上道路（赤線）、そして東名運河の海側の護岸堤防嵩上げ（紫線）の3つの多重防御とし、東名運河を境界に北側を居住地と南側を非居住地に分け、高台移転に伴いJR仙石線も新ルートとなる（東松島市復興計画より）

図-5 に示すように、東名運河周辺の野蒜・東名地区の復興計画は、運河の海側（南側）が非居住区、運河の陸側が居住区となり、多くの住民は高台移転となり、津波で流された仙石線も高台に移動する。運河の海側は多重防御の観点から嵩上げが計画され、護岸堤防は津波の越流に強いコンクリートブロック護岸が計画されている。

運河の水面、その水面に映る松林群、そして井内（稲井）石の空積み護岸、それらの優れた景観は誰もが心和む親水空間である。その景観がどの様に残され、どの様

に災害に立ち向かうのか、歴史的景観を踏まえた現代人の知恵が試されている。3次元レーザースキャナによる被災した運河群のデータベース化は後世への重要な歴史資産でもある。

4. 今後の運河群の課題と展望

2012年10月、運河群の管理者である宮城県は「運河を復興の象徴」と、ビジョン策定に動き出した。いま、日本一長い運河群である貞山運河・北上運河・東名運河の津波浸水域にある運河群は、その景観や役割が大きく変わろうとしており、今後、どのような課題と展望があるのだろうか。

1) 未曾有と言われた東日本大震災後、最終氷河期から約万年の自然地形を読み解く力、これからのまちを形成する力、これらを語り続ける学習と次世代につなぐ力が、今、我々に求められていると思う。

2) 貞山運河、北上運河、東名運河これら日本一長い運河群周辺の景観は、後世に残すべき重要な地域の歴史資産である。これら運河群に多重防御のために検討されているコンクリート護岸の問題だけではない。今後の運河群は、農業排水路や雨水排水路にとどめ置くべきではない。その水質を保全し、そこで収穫される魚介類が地域資産として活用できる工夫が必要である。

3) そのためには、運河管理者の宮城県、一級河川管理者の国土交通省、農業排水の関係者が情報を一元化して水質と水循環を管理するシステムが必要である。津波襲来時に先端のどす黒い水塊は運河に長年堆積したヘドロである。不幸にも、津波で美田は除塩せざるを得なくなったが、運河の底部はリセットされたと考えられる。田植え期、運河への赤茶色の農業用水の排水は景観からも望ましくなく、ヘドロ化を助長する。

4) 運河と農業排水との2元排水管理や運河と両河川の水位差や塩水遡上管理、平時時の潮汐、出水時の減衰期での水管理など縦割り管理でない総合的な運河水運用システムを構築すべきである。

5) この運河水運用システムを、日本各地へそして世界へ発信し、未曾有の地震津波被災地からの復興の証しとしたものである。

6) 運河の景観は、石積み護岸と松林群ときれいな水質によって、より魅力的なものになる。単調なコンクリート護岸は避けたいものである。運河構築の石工技術を残すためにも舟運の拠点であった地域にはあえて空石積みの護岸と舟運など歴史・風土を醸し出すまちづくりを行いたいものである。

7) 河川の洪水対策で先人が行って来た「遊水地」の発想を取り入れて一部越流も許容することを考えてはどうか。

8) 今、津波で被災した運河周辺を全国の運河関係者に見てもらい、知恵を出し合うと共に、全国の運河が同じ津波被災に合わない様、日本一長い運河群から発信すべきである。

百年後、千年後、日本一長い運河群周辺の景観が「地元の自慢の景観」だと言ってもらいたいものである。