

未来を考える力を **気仙沼復興レポート②⑧****地盤の沈下と隆起**

気仙沼復興レポートの第28弾は、「地震後の地盤隆起」を取り上げる。震災は津波被害だけでなく、地殻変動による地盤沈下も発生させた。気仙沼市の沿岸市街地は60～70cmほど沈下し、高潮のたびに冠水して常時浸水する場所もあった。この沈下分をかさ上げによって戻すとともに、津波に強いまちをつくるのが、復旧・復興事業の目標となった。しかし、震災後に地盤の隆起が続き、その累計が5年間で25cmにもなったことで、国土地理院が水準点の二度目の見直しを表明。宮城県や気仙沼市も、防潮堤などの計画高の修正を求められることになった。震災から5年が過ぎて関心が高まっている地盤隆起とその影響について現状をまとめた。

■ 笹が陣で65cm沈下

気仙沼市沿岸の埋立地は、震災前から地盤沈下に悩まされていた。弁天町のように40年間で20cm以上沈下した場所もあり、高潮と大雨が重なって冠水したり、数十cmの小さな津波でも浸水被害を受けたりしていた。そこに東北地方太平洋沖地震(マグニチュード9)が発生。気仙沼市では最大震度6弱の揺れを観測したが、幸いなことに地震で倒壊した建物はほとんどなかった。しかし、大規模な地殻変動によって笹が陣にある電子基準点で65cmの地盤沈下が確認された。

沿岸市街地ではゼロメートル地帯が拡大し、津波が引いた後も冠水したままの地域もあった。満潮時には主要道路も冠水する状態だったため、応急的にかさ上げした。復旧・復興事業によって、基本的にすべての道路を海拔1.8mまでかさ上げすることにしたのは、満潮位より1mの余裕高を確保する考えからだ。

■ 水準点変更後に隆起続く

津波から安全なまちをつくるためには、高さにポイントを置いた立体的な復興が必要となった。道路や宅地のかさ上げ、海岸や河川の堤防高は、



震災後の市街地。満潮時には冠水した

海面からの高さで考えた。

実際の工事は、近くの水準点などを基準にして高さを測っている。しかし、地殻変動によって水準点の高さそのものが正確でなくなっていたため、国土地理院は2011年10月に三角点と水準点の改定値を公表。気仙沼市内の22カ所にある水準点も62～74cm引き下げられた=次項に一覧表=。災害復旧・復興のための公共測量は新しい成果に基づいて実施するように求めた。

ところが、時間の経過とともに地盤が隆起に転じた。震災前日と比べて震災翌日には65cmの沈下が確認されていた笹が陣(気仙沼小学校)の電子基準点は、震災から1年間で7cmの隆起を観測した。2年目は6cm、3年目と4年目で5cmずつ、5年目で4cmと隆起が続き、累計で25cmを戻し

ている。石巻市では 107 cm沈下した後、5年で 44 cmも隆起した地域がある。

2011年10月改定の水準点変動量		
水準点番号	位置	変動量
5704-1	本吉町蔵内	-74 cm
5705-1	本吉町菅の沢	-69 cm
5707	本吉町登米沢	-65 cm
5708	本吉町津谷長根	-68 cm
5709	本吉町小金沢	-68 cm
5710	本吉町山谷	-72 cm
5711	本吉町三島	-74 cm
6767	波路上向原	-73 cm
6768	長磯鳥子沢	-72 cm
6769	岩月宝ヶ沢	-71 cm
6770	松崎浦田	-69 cm
6771	赤岩杉ノ沢	-72 cm
6772	新町	-64 cm
6773	東中才	-70 cm
6775	上東川	-62 cm
6775-1	東八幡前	-66 cm
6775-2	唐桑町只越	-67 cm
6776-1	唐桑町境	-72 cm
6777-1	唐桑町館	-69 cm
6777-2	唐桑町竹ノ袖	-69 cm

一方で、岩手県の宮古市や岩泉町などでは地盤沈下が続き、青森県では震災によって沈下ではなく隆起するなど、「今後どのように変動していくのか予測できない状態」(国土地理院)となっていたことから、水準点の高さの見直しは 2011年10月に行われただけで、隆起分は反映されずにいた。



2011年夏に行われた水準点の測量(国土地理院)

■ 高すぎる岸壁問題

隆起分を反映させないまま復旧工事を進めたことで、漁港の岸壁が使いにくくなるという問題が発生した。岸壁は沈下した分の 60~70 cmをかさ上げして震災前の高さで復旧したつもりなのに、隆起分が加味されなかったため、実際には震災前よりも 30 cmほど高くなってしまったのだ。

岸壁を利用する漁船にとって 30 cmの違いは大きな問題で、小型船だと漁獲物や漁具の陸揚げ作業が不便になった。干潮時には船へ乗り降りするのも大変な状態。市は係留場所を階段状にするなどして対応したが、工事が終わった岸壁の改善は困難となっている。



かさ上げ復旧した岸壁は高くて乗り降りが不便に

原形復旧を選択した防潮堤も、沈下分をかさ上げした。中心市街地以外では背後地のかさ上げが行われないまま防潮堤だけが高くなったことで、「原形復旧なのに震災前より高く見える」という問題が発生。震災前は背後地の市道から海が見えたのに、復旧後は見えなくなってしまった海岸もある。原形復旧の海岸は設計や地元合意が早く、工事に入りやすかったことで、隆起分の議論が始まる前に多くの海岸で完成してしまった。

大島の小田の浜海水浴場では、住民の反対によって 11.8mの防潮堤計画が原形復旧に変更されたものの、沈下分として 1mもかさ上げすることに住民がさらに反発。景観が変わり海辺への出入りも大変になるため、2015年8月に予定していた原形復旧の工事入札を急ぎ中止する騒ぎもあった。お伊勢浜のように地盤沈下が一因となって、海水浴場の砂浜が戻らずにいる問題もある。

■ 堤防高への反映は？

魚町の復興まちづくりでは、隆起分の取り扱いが重要な位置づけとなっている。海に見える観光地を目指しているのだが、周辺との関係から防潮堤背後地のかさ上げが制限されたため、防潮堤の上部 1m分を起伏のフラップゲートにすることが決まった。背後地の地盤高は海拔 2.8m、防潮堤の実質的な高さは 4.1mで、その差は 1.3m。立っている人からはギリギリ海が見えるものの、できるだけ見た目の堤防高を下げたいという思いが強いのである。

復興レポート②⑥で取り上げた神山川の桜並木問題も、隆起分の反映によってある程度解決できる。コンクリート張りの堤防を整備するために約 60本の桜をすべて伐採する計画だが、もともとの堤防高とレベル 1 津波対応の新しい堤防高の差が小さく、25 cmの隆起を反映させられれば、堤防の整備区間を 100m程度短縮できるためである。

隆起によるさまざまな問題が発生する中、気仙沼市は市管理漁港の防潮堤計画への反映を決めた。今年 4 月の時点では、館、岩井沢、載鈎、滝浜、津本、宿浦、赤牛、津谷大沢、二十一浜、蔵内で、隆起分を低くする考えが示されている。しかし、宮城県は隆起分とはいえ堤防高を下げることを拒み続けた。

■ 水準点を再度変更

こうした動きを受け、国土地理院が態度を変えた。今年 5 月 31 日、水準点の測量を再度実施し、正確な高さの基準とすることを発表。7～11 月に



神山橋近くにある水準点

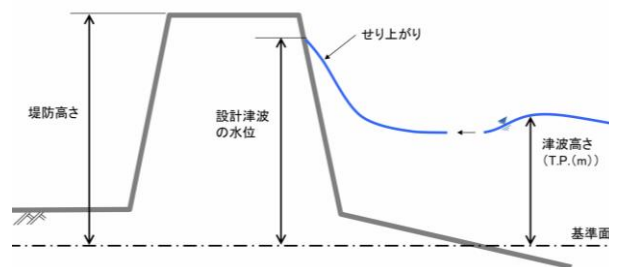
防潮堤の余裕高は必要だったのか

震災後に計画された防潮堤には、「余裕高」という考えがある。想定される津波の高さに、この余裕高として 1mを加えた高さが計画堤防高になったのだ。

宮城県の公共土木施設等復旧方針では、余裕高について「地震発生に伴う地盤沈下や堤防の沈下、津波シミュレーションの計算誤差、計算上反映できない微地形による津波増幅等を考慮して 1.0mとした」との方針を明らかにしている。地元説明会でも「今回の震災のように地盤沈下するかもしれないから」と説明していた。

しかし、地盤が隆起している地域にとっては、この余裕高は余分になる。すでに完成した防潮堤の高さは、水準点が改定されると、計画よりも高くなるからだ。隆起が 0.25mするなら、海拔 7.2mで整備した防潮堤は 7.45mになってしまう。しかも隆起はさらに続く可能性があるのだ。

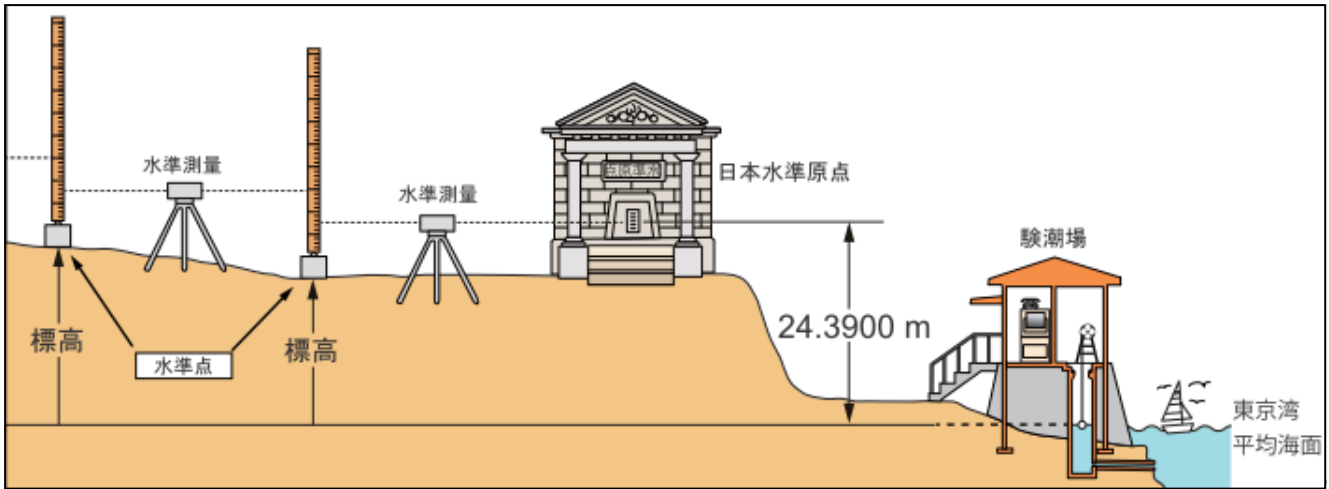
そもそも、防潮堤の高さはせり上がりを含めて津波の最高到達点に余裕高を加えている。設定したエリアで最も高くせり上がった場所が基準となっているのだ。問題なのは、この余裕高を堅持していることだ。本来なら、住民側の選択肢にするべきだった。



堤防高設定のイメージ図。せり上がり分に、さらに余裕高 1mを加えている

かけて 1カ所ずつ 0.1 mm単位で測量し、2017 年 2 月末には新しい水準点の成果を公表するという。

今回も復旧・復興事業への反映を求めていくと見られるが、すでに工事が進んでいるところでは、費用や工期への影響などを検討してから判断す



ることになりそうだ。堤防高への反映についても、宮城県の状態は明らかになっていない。

また、魚町では地盤のかさ上げについて検討することも必要になりそうだ。水準点の高さが変更されてから盛り土の仕上げになると、その地盤高も隆起分が差し引かれる可能性があるからだ。堤防高が下がっても、背後地の地盤高まで下がっては見た目の高さは変わらない。

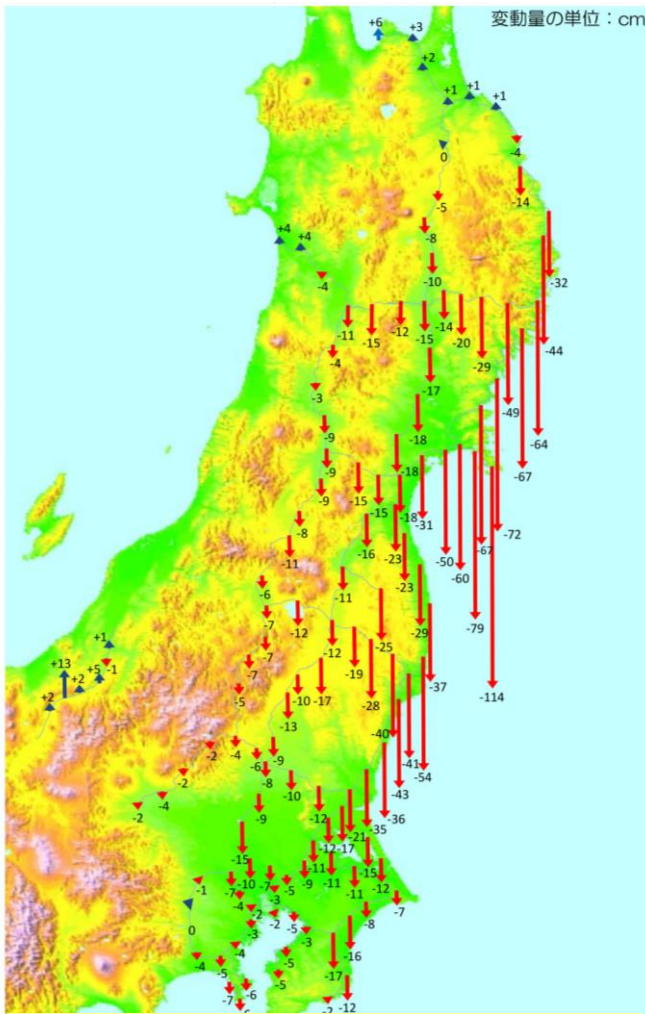
標高(海拔)は東京湾平均海面を0mとして高さを決めている。各地に設置している水準点は、東京の永田町にある日本水準原点を基準に計算している。(図は国土地理院ホームページから)

全域で地盤の高さ計算上は上がることになるので、災害危険区域を決めた津波シミュレーションにも影響する。浸水域は縮小し、浸水深も隆起分だけ浅くなる可能性がある。堤防高への反映だけが注目されているが、原形復旧を含めて、さまざまな復旧・復興事業に影響を及ぼす心配もあるのだ。

■ 地殻変動と地震の備え

東日本大震災から数多くの余震があり、最初の1年間で震度1以上の地震は8112回も観測した。地震調査研究推進本部地震調査委員会が今年3月に公表した「東北地方太平洋沖地震以降の地震活動の評価」によると、余震の数は2年目に1583回、3年目に1023回、4年目に744回と減り続けているが、震災前に比べると依然として活発な状態にある。

2004年に発生したスマトラ島北部西方沖地震(マグニチュード9.1)では、4カ月後、2年半後、5年半後、7年後、11年後にマグニチュード7～8クラスの強い地震が発生しており、東日本大震災においても長期間にわたって注意が必要だとしている。地盤の沈下と隆起は地殻変動の落ち着いた証拠であり、次の地震や津波への備えを怠らないようにしなければならない。



東日本大震災直後の地盤沈下量(国土地理院)