

---

## 東日本大震災の津波震災

(TSUNAMI—津波から生き延びるために、丸善プラネット、2016、13-26)

2018年5月25日、災害医学抄読会 <http://plaza.umin.ac.jp/~GHDNet/circle/>

---

### 1. 東日本大震災の地震発生と災害の概要

2011年(平成23年)3月11日14時46分頃、太平洋三陸沖の東経142.9°、北緯38.1°、深さ24kmを震源としたマグニチュード9.0の海溝型巨

大地震が発生した。激しい地震動が3分あまり続き、宮城県栗原市で震度7を観測、福島・茨城・栃木では震度6強を観測した。東日本を中心に、死者・行方不明者は全国で2万人弱となった。この甚大な被害の多くは、地震動によるものではなく津波によるものであった。

### 2. 津波の発生

津波の波源域を推定すると、これは地震による海底地盤の鉛直変位に近似されるのだが、500km×200kmの広大な海底が隆起沈降していることがわかる。特に海溝付近で高い変位が推定されており、巨大な津波の原因となっている。

### 3. 津波の伝播

津波の伝播速度は水深が浅くなると遅くなる。このため、震源地からの直線距離が同じ海岸でも、到達時間に差異が出ることがわかる。

### 4. 津波の来襲

沿岸に来襲する津波は沖合で計測され、10分以上も前に巨大な津波であることが観測されていた。東北地方の沖合に配置された国土交通省港湾局のGPS波浪計で観測された津波高は、例えば釜石港では15時12分に6.7mの津波が観測されている。換算汀線入射津波高とは、単調な海岸に入射した場合を仮定し、水深の変化だけを考慮した汀線における推定の入射津波高である。推定の入射津波高はGPSでの水深、津波高にて計算される。汀線での水深100?200mから浅い沿岸に来ると浅水変形によって2?3倍の値になる。気象庁は地震発生後3分以内に大津波警報(宮城で6m以上)を発令していたが、このデータを基に15時14分に10m以上に変更した。

さらに1986年に起きた明治三陸地震津波の断層モデルを使い数値計算を実行して各GPSでの津波高の推定値を求め、それから計算した推定入射津波高も示す。明治三陸地震津波と比較して、今回の津波は非常に大きいことが分かる。

津波発生時の海面から測った陸上での津波の高さを示す痕跡高は、リアス式海岸において、湾の幅の狭小や共振効果による、または岬状の箇所での屈折による増大や、前面の島や防波堤・護岸等の構造物による低減の影響で、場所によって大きく異なる。今回の津波では河口から河川を速い速度で遡ったことで河岸から津波が越流した例も多く見られた。

津波の高さは海岸の断面地形によっても大きく異なる。代表的な海岸断面を以下に示す。

①砕波型 ②急遡上型 ③水位変動型 ④越流型

## 5. 津波の被害の特徴

東日本大震災の津波は、東北・関東の太平洋沿岸の町に壊滅的な被害を及ぼした。浸水域は 535? に及び、60 万人が被災、死者・行方不明者 2 万人、建物の全壊 12 万戸、半壊 10 万戸、被害総額は 20 兆円といわれている。特に宮城・岩手・福島は 10m 以上の津波で甚大な被害を被った。10m 以上の津波で最も特徴的な被害は、木造家屋の壊滅的破壊・流失である。強度があると言われていたコンクリートの建物でも、海岸付近でいくつかが倒壊した。しかしほとんどのコンクリート建造物が浸水したにも関わらず残ったという事実から、津波に対してある程度の強度は持っていると考えられる。また、破壊・流出した家屋のがれきの中で火災が発生し被害が拡大したり、タンクの油の流出によって火災が拡大したというケースも考えられる。

さらに、車の漂流がどの浸水地域でも大規模に発生しており、鉄道や道路、橋梁の破壊も南三陸町歌津など多くの場所で認められる。

岩手県や宮城県沿岸では、津波に対する堤防・護岸・水門等が多く建設されているにも関わらず、多くの場所でこれを超えて津波が侵入しており、結果として破壊されているものも少なくなかった。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では日本周辺における観測史上最大の地震であるマグニチュード 9.0 の東北地方太平洋沖地震後に発生した津波によって死者約 1 万 6 千人、負傷者 6 千人と戦後最大の被害が出た。福島第 1 原子力発電所を除く原発は地震直後に緊急炉心停止したものの、その後炉心冷却ができたが、福島第一原発においては津波によって非常用バッテリーを含む全交流電源を喪失したため炉心冷却ができずに炉心融解をきたし、水素爆発も発生した。このため多量の放射線物質が広範な地域に飛散し、福島第一原発の周囲 20km の住民は避難を強いられたのである。

### 原発事故に対しての初動対応

今回の原子力災害特有の初動対応としては吸入による内部被曝を予防するために放射性プルームの通過時期には屋内退避することまた甲状腺被曝が 100mSv 以上になることが予測される場合には安定ヨウ素剤の服用と避難すること、さらに避難中に放射性物質が付着することもあり、避難所ではスクリーニングを行ない、基準以上であれば靴や衣類の着替え皮膚の汚染があればその部位を除染することの 3 つが重要となる。今回の震災では緊急時迅速放射能影響予測システムによる避難誘導などが機能しなかったため当初、避難は原発からの距離によって定められた。安定ヨウ素剤の配布も情報が錯綜していたため現場の判断で服用したり、服用を見合わせたりした。スクリーニングも当初その基準がはっきりしなかった。原子力対策本部での協議の結果、除染基準はサーベイメータで 10 万 cpm と決定されてスクリーニング 20 万人以上に行われ、実際に除染が行われたのは 110 人と報告されている。

### 医療機関における原発事故対応

福島県内の医療機関においては DMAT などの県内外の支援を受けて地震や津波による救急患者を受け入れて治療に当たった。またライフラインが停止した太平洋沿岸の病院や療養施設の入院患者、入所者を他地域の病院や施設に移すための中継基地ともなった。避難地域には病院と長期療養施設で合わせて 2000 人以上の患者が入院、入所していたが、一般被災者の避難がほぼ終了した 3 月 13 日の時点で

だ 840 人の患者の搬送が終わっていなかった。福島県災害対策本部、DMAT、自衛隊により懸命の搬送が行われたが、搬送後に 12 人、搬送直後に 50 人が死亡したと報告されている。復興庁がまとめた震災関連死は 2012 年 3 月のほぼ一年間で 761 人と被災県の中で最も多く、避難所や避難所への移動で精神的、肉体的疲労が原因であった。さらに福島県内の長期療養施設における避難者の死亡率も震災後の数ヶ月は例年の 3 倍に近い状態であった。一方福島県では事故原発の復旧における傷病者は 5 か所の初期被曝医療機関と 1 ヶ所の 2 次被曝医療機関（福島県立医科大学附属病院）が事故前は想定されていたが、3 つの初期被曝医療機関は避難区域内にあり、残る 2 ヶ所も地震と津波の傷病者の治療に追われており、福島県立医科大学附属病院のみが受け入れ可能であった。初期に発生した 12 人はここで治療を受けた。

### 放射性物質と健康リスク

1986 年 4 月 26 日に発生したチェルノブイリ原発事故では内部被曝線量に比例した甲状腺癌発症率の増大が報告されている。福島県では避難や屋内退避指示が早期になされ、飲料水や食品の放射線物質の測定、その結果による出荷制限も早期から行われたおかげでそれほど高い甲状腺等価線量を検出しなかった。甲状腺癌のリスクは小さいとは考えられる。外部被曝に関しても福島県 46 万人を解析した結果初期 4 ヶ月間の推定実効線量は 2mSv 以下が 94.9%で最高でも 25mSv であった。今後は事故を起こした原子炉廃炉に向けた長期の作業工程下の緊急被曝医療対応に加えて、慢性的な低線量放射線健康リスクに対して多角的に判断した効率的で実効性のある予防対策を構築していくことが重要である。

### 考察

これまでに日本で大きな原発事故が少なかったこともあり、原発事故に対して医療体制を整えていなかったために今回の事故に対する対応が遅れてしまったことが反省点としてあげられると思う。愛媛県は福島県と同じように原発を抱える県である。もしも原発事故が発生したときに患者の受け入れ、患者搬送に関してあらかじめ想定し、実際に訓練しておくことが重要であると考えます。私たちにとって放射線災害は他人事では済まされない。私たちの元に放射線災害による患者さんが運ばれてきたとき患者を救うことはもちろん自分の身を守ることも必要となる。正しく放射線取り扱いに関して学ぶことが重要だと思った。