

Sunday, January 16, 2022 8:05 PM

WSA ニュースレターNo.108 本日の津波警報について

[お気に入りの一言]

「日本がダントツのビリ」

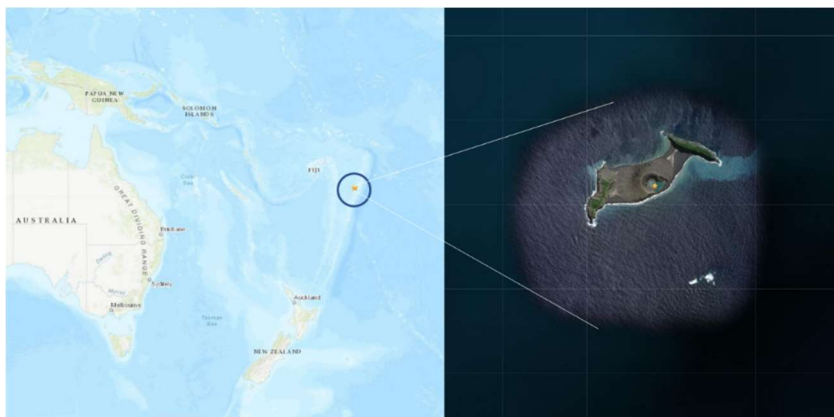
英国のボランティア団体が「この1ヶ月の間にボランティアをしたか」などを「人助け指数」として世界各国をランキングで示しているが、2020年の日本のランキングは最下位で、かつ最下位から2番目のベルギーの半分もない、ダントツのビリであったという。そりゃそうだ、ボランティアもコロナ禍の自粛だもの。でも、世界感染数トップの米国のボランティア団体は、コロナごときで自粛はしない。パンデミックでも活動する準備ができていて、いわゆるBCP（事業継続計画）をもってから、ここぞとばかりに活動する。そしてコロナ禍の経済不安定時に、米国経済の底支えを行うセーフティネットとなっている。米国GDPの10%程度を支えているといわれ、これは日本におけるトヨタの存在より大きい。

【未知の津波発生】

日本時間の1月15日(土)13時10分頃、南太平洋のトンガ沖で津波が発生し、日本時間の翌日、すなわち本日の0時15分に、気象庁はトカラ列島および奄美群島に津波警報(津波高さ3m)を発令し、本日の7時30分には日本海側にも津波予報(若干の海面変動)を発令した。

気象庁は昨日の断面では、トンガ周辺海域では津波が発生している、日本の沿岸では昨日の21時ごろから若干の海面変動がある可能性はあるものの、被害のおそれはないと発表していた。しかし、津波到着予定の21時を過ぎた24時過ぎに、日本の沿岸への津波の到着とともに上述の津波警報を発信した。このことについて、気象庁は「通常の津波とは異なる未知のもの」(本日午前3時)と発表した。

気象庁は陸上の島の形を付記した気象衛星写真で陸上火山であることを承知していたであろうが、ロイター電が海底火山と最初に報道したため、多くのメディアが海底火山の噴火が起きたと伝えていた。実際は下記のように、噴火火山としては海底ではない。



国内の大方のメディアがこの火山噴火により津波が発生したとある。米国地質調査所(USGS)

は、日本時間の昨日 13 時 14 分にこの火山でモーメントマグニチュード 5.8、深さ 0 km の地震があったとしており、一方、アメリカ大洋気象庁 (NOAA) は、同 13 時 26 分に津波が発生したと発表している。わずか 12 分であるが、後述するように、火山噴火の影響で津波は発生したことには違いないが、火山噴火で津波が発生したとは言い難いと思う。まさに、「通常の津波とは異なる未知のもの」だろう。

なお、USGS は、確定ではないが火山性の地震であるとしている。また、火山噴火の情報は現時点でホームページに掲載していない。(米国と無関係かもしれない)

また、USGS は本日 6 時 33 分に、アラスカとかハワイとかの火山の状況を「オレンジ」(ランクを上げた)が、この噴火に関連しているかどうかはわからない。

NOAA は、昨日 14 時 52 分に南太平洋のアメリカンサモアに最初の津波警報を出し、その後、約 6 時間経ってハワイに津波警報、そのまた約 1 時間半後にアラスカ、ブリティッシュコロンビア(カナダ?)、米国西海岸に警報を出している。こんな津波警報発令に時間差のあるものは見たことがなく、NOAA をしても「通常の津波とは異なる未知」な津波であったのかもしれない。

【火山噴火でどうして津波が発生するか】

海中にある火山であれば、噴火により水蒸気爆発を起こし、その衝撃波から圧力派を生じ津波となることはある程度理解できる。しかし、噴火口の海中深さが数キロもあれば別だが、そうでない場合は、いわゆる風で起きる波浪と同じように表層現象でエネルギーは小さく、発生した圧力派である津波は遠方へはいかないだろう。噴煙が 1 万メートルを超えたとあるため、津波を引き起こすほど海水中に噴火エネルギーが伝わっていないようにもみえる。

2018 年にインドネシアのズンダ海峡で海面上に出たアナック・クラカタウ火山が噴火し、発生した津波により付近の街で数百人の被災者が出た事例がある。この時は、確か火山噴火の影響により海底表面に滑り断層ができ、それが津波を発生させたと言われていたと思う。海底面のすべりであれば地震動を伴うはずであるが、ウィキペディア等で調べてもその時の地震動が計測されたかがどうかわからなかった。なお、ウィキペディアには噴火で山体が数百メートル崩落したとのことで、その崩落が津波を発生させたのかも知れない。むしろ、表層津波だから津波エネルギーが小さく、津波が襲った範囲が近くかつ狭くなっていると考えてよいかと思う。かといって、表層だから津波高さは小さいとは言い切れない、しかし、いくら高い津波でも表層の津波は遠方までいくことはないだろう。

認識として、海底地震で今回 USGS が観測したモーメントマグニチュード 5.8 ぐらいでは、津波が発生するとは思われない。USGS ではモーメントマグニチュード 7 ぐらいの海底地震でも、NOAA は津波警報を出していないようなこともあったと思う。もちろん、正断層や逆断層でなく横ずれ断層の場合、津波は起きない、そういったこともあるだろう。

岩石(地殻)中の音速は約 7 km/s(縦波)、水中の音速は約 1.5 km/s、空気中の音速は 0.4 km/s ぐらい、それぞれ物体がその中を音速以上で動かないと衝撃波は生じない。もし、3km/s で海底が数センチでも動くことがあったとしたら、地震波にはならず、津波だけが生じる可能性がある。おそらく、モーメントマグニチュード 9.0 の巨大地震より数十分遅れて発生した 3 1 1 巨大津波も

このパターンだろう。

2018年のインドネシアのスンダ海峡や今回のトンガ沖地震も相当に海水中の深い地点で、噴火の影響で、水中の音速以上で地殻の音速以下の海底面の隆起または陥没の動きがあったかもしれない、それもある程度の時間遅れを伴っていたのかもしれない。

【到着時間の地震モデル】

津波という圧力派の伝わる速度 v は、地点の深さを D 、重力加速度を g として、 $V = (g \times D)^{0.5}$ (m/s) で表される。深さを 10,000m (海溝の最深部) とすれば約 320m/s (=1,140 km/h)、3,600m (平均的な海の深さ) とすれば約 190m/s (=680 km/h)、1,000m とすれば 100m/s (=360 km/h)、10m (平均的な海岸線の深さ) とすれば 10m/s (=36 km/h) となる。

日本から今回の津波発生地点までの距離を約 8,000 km とすると、平均的な海の深さ約 3,600m で発生した津波は、日本に約 12 時間後に到着であり、13 時 10 分の地震とともに津波が発生したとすれば 25 時 10 分頃に到着すると予想される。これは、気象庁が 24 時に日本のほとんどの地域に津波到着中と発表しているため、若干、時間があわない。すなわち、平均的な海の深さ以上の地点で津波が発生したと想定できる。

トンガの沖にはトンガ海溝(最大水深 10,000m)があり、もし、その深さで津波が発生したとするなら、7 時間後、日本への津波到着を 24 時とすれば津波は地震の約 4 時間後に発生したことになる、深さ 6,000m で発生したとするなら津波は地震の 2 時間後に発生したことになる。これが深さ 4,000m だとすると津波と地震はほぼ同時刻に発生したと推定できる。

一方、上陸地点の津波高さ h は津波発生地点の深さを D 、津波上陸地点の深さを 1 m とし、その地点での上下方向のずれを d とすれば $h = d \times D^{0.25}$ (m) で表される。津波の速度が遅くなる分、津波高さが上昇するというものである。もし、深さ 4,000m に 1 m の段差ができたとした場合の上陸地点の津波高さは約 8m となる。逆にいうとトンガ海岸付近で約 1 m の上陸津波であるため、そのときの海底の発生段差は 0.13m となる。これは日本でも原則的には変わらないため、日本にきた津波も段差 0.13m で上陸地点の高さも 1m 程度と推定される。ただし、同じ海底の深さであればいえることではあるが、オーストラリアのグレートバリアリーフのように浅いサンゴ礁があるところはまさに「バリア」となって津波を防いでいるように、経路の海底の起伏した形状によって津波のエネルギーを失い同じ段差でも距離を経る分エネルギーを失い、その高さは 1m よりも減少するであろう。

実際問題、火山噴火と津波が同時かどうか、関係者の発表をまたなければわからないが、これまでの津波を上記の計算で評価してみると、地震と同時に津波が発生したといえることはなかった。したがって想定としては 4,000m を超えるぐらいの深さの海底に 0.1m 程度のずれが、噴火に 10 分程度 (USGS と NOAA の時間差) の時間遅れをもって発生し津波となったとするのが良いかと思う。