

## 三陸沖沿岸における巨大津波の記録

水野直治\*・能田 淳\*\*・中村俊夫\*\*\*

〔キーワード〕：三陸沖，貞観津波，津波堆積物，  
弥生海退，縄文海進

## 1. はじめに

2011年3月11日に三陸沖で発生した地震と，それに伴う津波による破壊は人的にも物質的にも計り知れない被害を日本に与えた．津波による被害はこの時の一時的なものばかりでなく，これによって東京電力福島第1原子力発電所が破壊されたことが深刻な問題となり，今なお解決の目途すら立っていない．

三陸海岸の大津波は三陸沖の地震によるものばかりでなく，日本と同じく地震国である遠い南米のチリ沖からの津波被害も多い．これらについては吉村昭(2004)の労作である「三陸海岸大津波」に詳しい．

津波の堆積物による歴史的な研究には，北部スマトラの千年間におよぶ津波堆積物の調査(Moneckeら2008)がある．この論文では標高5mまでの標高の異なる場所で，それぞれの窪地の津波堆積層が調べられている．津波の多い日本では，有史以降人による記録が数多くあるが(ウィキペディア2014a)，地質的調査に基づく先史時代の研究はあまり多くはなく，平坦な場所の同一箇所，何回も繰り返す津波の記録報告は見当たらない．

これまでの地質的津波調査を見ると，気仙沼市において海食崖に食い込んだ紀元前3500年頃の巨大津波跡の報告(ウィキペディア2014a)があるほか，七山ら(2001)の海跡湖，鎌滝らの潮間帯における津波堆積物(2004)での報告がある．しかしこれらは陸地の平坦地での調査ではない．現場に行ってみるとよくわかるが，その理由は津波の主流が流れた所には津波堆積物が残らないことに原因する．

著者らは偶然のことから，距離として約3km，幅約500mにわたって先史以来の津波による堆積層が幾重にも存在するところを発見した．しかもこれら

の地域はMoneckeら(2008)の報告と大きく異なり，窪地ではなく平坦地あるいは緩傾斜地である．もともと著者らは津波の研究者ではないが，津波のような社会的に影響の大きい分野の情報は専門にこだわらず，できるだけ早く社会に伝えることが科学者としての責務と考えてここに報告することにした．

当初，現地調査の目的は津波被災農地の，農作物に対する塩類障害を案じ乗り出したことに始まる．津波襲来のあった岩手県陸前高田市の気仙川沿いでは，上流5kmまで津波が遡り，海水を浴びた杉の木や竹林はすでに茶色に枯れているのが目立った．大船渡市では盛川沿いに農地土壌の塩類濃度測定を行ったが，一過性に津波の走った場所では，すでに塩類濃度は安全圏内の低い値であった．これに対し，津波が一時的によどむ場所では四カ月後でも作物に障害が出る塩類濃度であった．この地帯は以下に報告する場所でもあった．

陸前高田市と大船渡市の間に突き出た半島の付け根には，小友を中心に標高の低い地帯があり，2011年3月11日も広田湾と大野湾の向き合った2方向から高さ20mを超える大津波が襲来した(黒田2011)．広田湾と大野湾から河川を5kmも遡った津波が再び海まで戻るまでの間，半島の付け根で衝突した津波の海水はしばし動きを止め，運ばれてきた海砂などをそこに落とす．したがってこの場所は似たような津波の堆積物である海砂が間に泥炭層を挟んで過去数千年にわたり何回も残されてきた．

これまでの地質的な津波の証明は海食崖などに残った痕跡などで分散して発見されているが(ウィキペディア2014a)，同一箇所による歴代の津波データには乏しいことから，われわれは三陸地方における津波の地質的な歴史を明らかにするため，この地帯での調査を行った．この研究では現地調査は水野と能田が担当し，年代測定は中村が担当した．本研究報告書が少しでも今後の津波防災のための一助になれば幸いである．

\*元酪農学園大学獣医学研究科 (Naoharu Mizuno)

\*\*酪農学園大学獣医学研究科 (Jun Noda)

\*\*\*名古屋大学年代測定総合研究センター (Toshio Nakamura)

## 2. 調査方法

### 1) 津波被害地域の調査法

調査は2011年7月上旬に陸前高田市小友町で津波堆積の存在を確認し、7月中下旬に本格的な掘削調査に入った。掘削はスコップによる人力で行った。9月上旬には再度確認のため、一部の再掘削を行った。調査箇所を図1、2に示す。

### 2) 年代測定法

年代測定用の試料は掘削断面からヨシの根茎のみを採取して行った。年代測定は炭素年代法による。

## 3. 調査結果

### 1) 調査地点の断面写真および柱状図

図2に示した各々の調査地点の断面写真を写真1に示す。ここでA地点とB地点は上部と下部を分けて示した。一方、写真では十分に層位の区分が判明しないところがあることから、A地点とB地点の

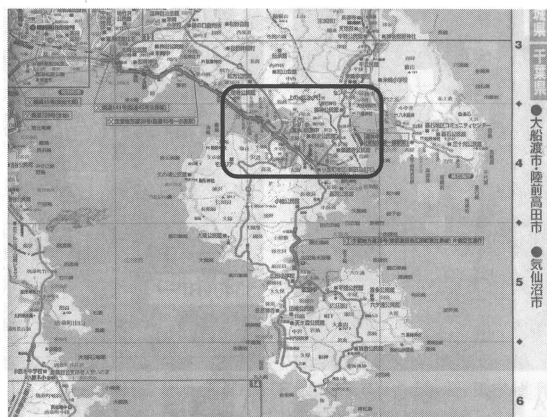


図1 広田湾と大野湾に突き出た半島の付け根の調査地域  
復興支援地図より、着色部は津波の被災地域。

みスケッチによる柱状図を作成し図3に示した。

ここでB地点では地表面から20cmの深さまだが2011.3.11の津波堆積物を含めた作土層である。その下から深さ55cmまでの間に2もしくは3回の津

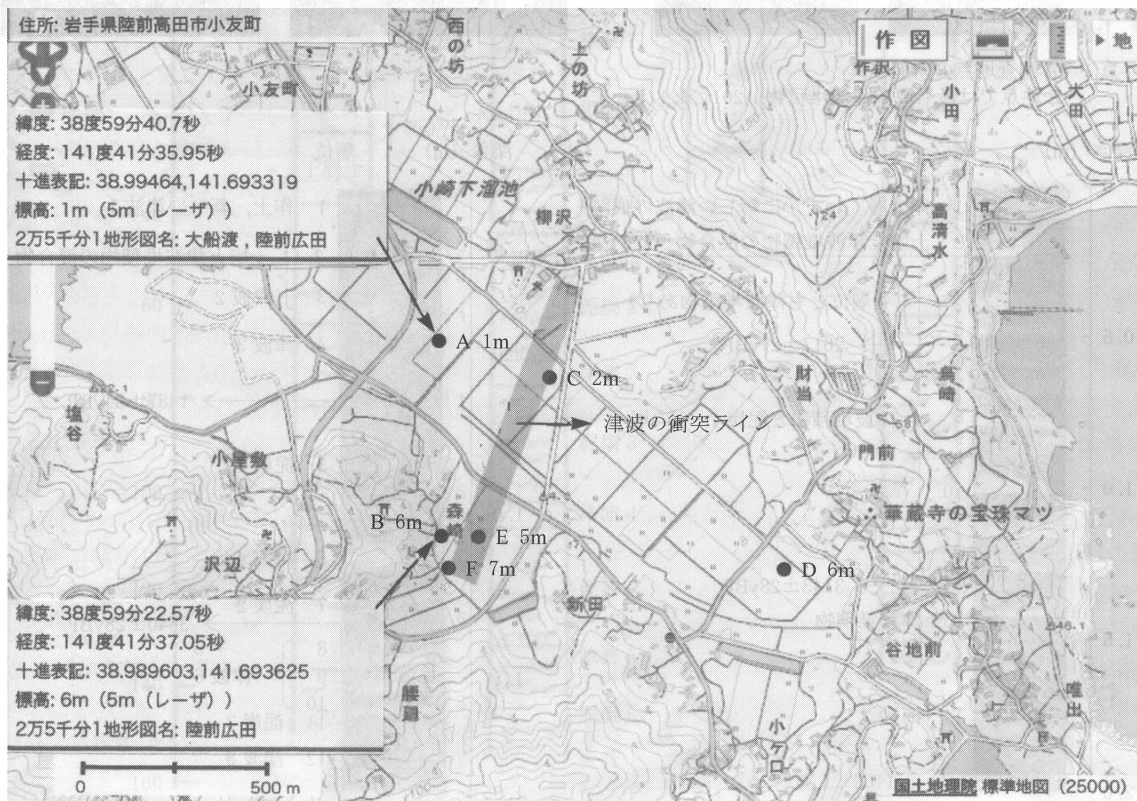


図2 調査地点の位置と津波衝突ラインおよび国土地理院(2014)による標高  
国土地理院地図(電子国土Web): [portal.cyberjapan.j/site/mupuse4/](http://portal.cyberjapan.j/site/mupuse4/).

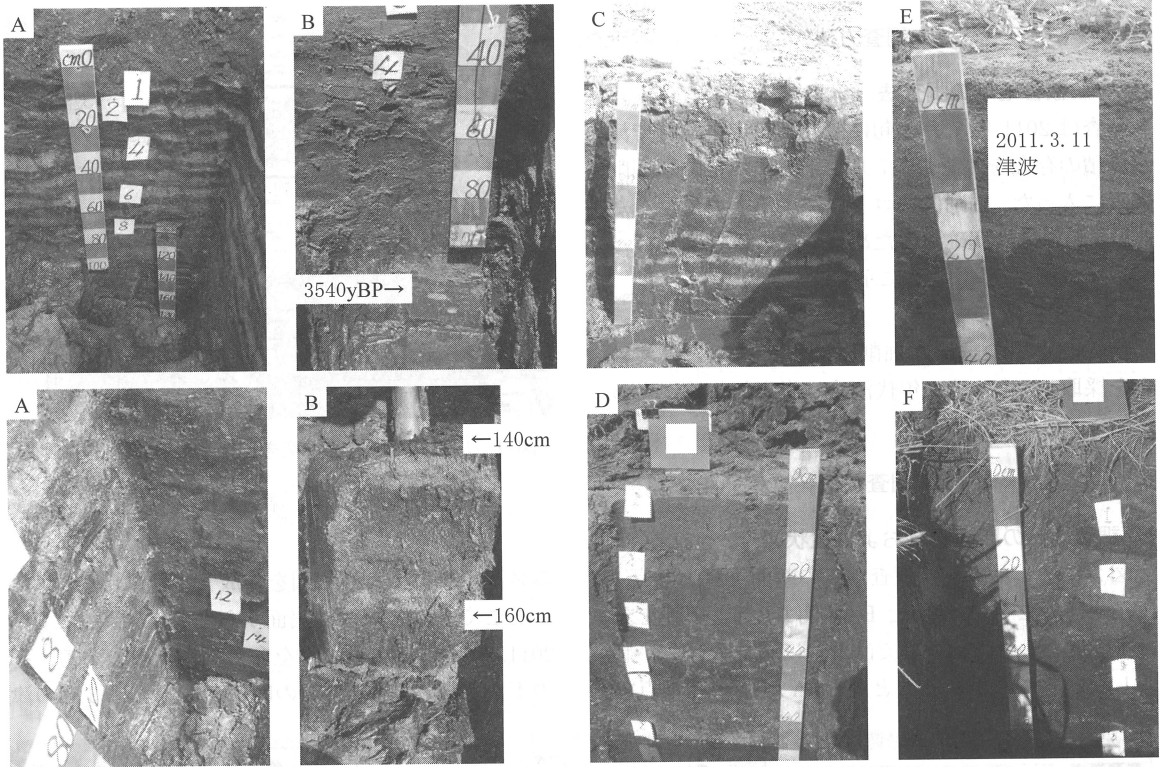


写真1 各調査地点の断面写真  
E地点では最も厚い津波堆積物(2011. 3. 11).

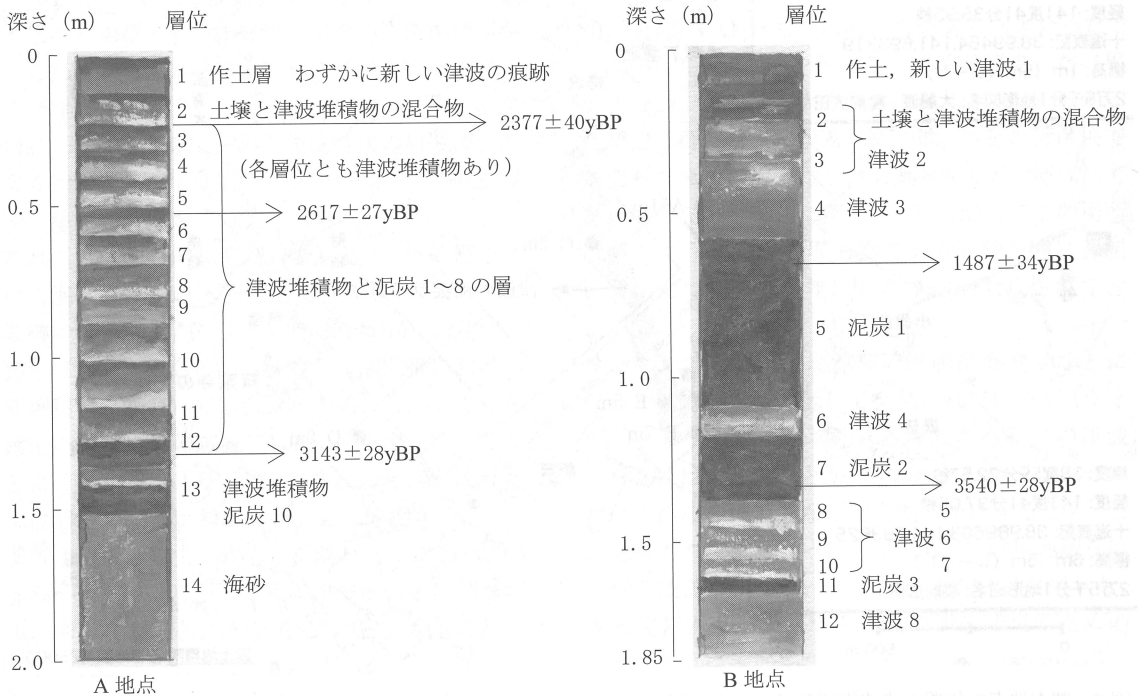


図3 調査地点の層位と断面図

波堆積物（津波 2，津波 3）が認められる．深さ 55cm から 110cm の間には 55cm の厚さに津波堆積物を全く含まない低位泥炭層（泥炭 1）が存在する．

その後には 7cm の厚さの 4 番目の津波堆積物（津波 4）がある．深さ 117cm 以下にはヤチハンノキを挟んだ厚さ 20cm の低位泥炭層（泥炭 2）が 137cm まで存在する．この泥炭 2 の下部に存在したヨシ根茎は  $3540 \pm 28yBP$  の年代を示した．泥炭 2 の下には 165cm まで津波 5～津波 7 の堆積物が連続して存在する．津波 7 の下には分解が進んだ泥炭層が 5cm の厚さに存在するが，すぐ下には 20cm の厚さになる津波 8 の堆積層が存在することを検土杖で確認した．

検土杖：T 字型の直径 13mm，長さ 1m のステンレス製の杖状で，先端部で 200mm ずつ採土できる．

2) 全調査地点の比較

図 4 には C 地点から F 地点までの柱状図を示した．

(1) 低標高地の津波襲来

A 地点：A 地点は標高 1m の低地にあり，広田湾に近い．人が住んで大規模な土木工事が可能になる前は小さな津波でも容易に流れ込んできたものと思われる．今回の 2011. 3. 11 の津波残留物はこの A 地点にはほとんど残っていない．この地点の表層の作土は海砂を含んだ黒泥土であるが，その下は 1.5m の深まで津波堆積物と泥炭層が交互に現れる．1.5m 以下は海砂である．堆積の無い 2011. 3. 11 の津波を除き，作土である黒泥土に含まれる海砂を一回として計算し，その最下層の海砂を除き津波堆積物を数えると，津波堆積物は 13 層になることが確認される．

図 2 から明らかなように，この地点は津波衝突ラインから西に 400m ほどずれており，道路などの建造物のできる前は近い汀線（ていせん；なぎさ）まで障害物がなくたどり着く．

A 地点の津波の堆積は泥炭に存在するヨシ根茎

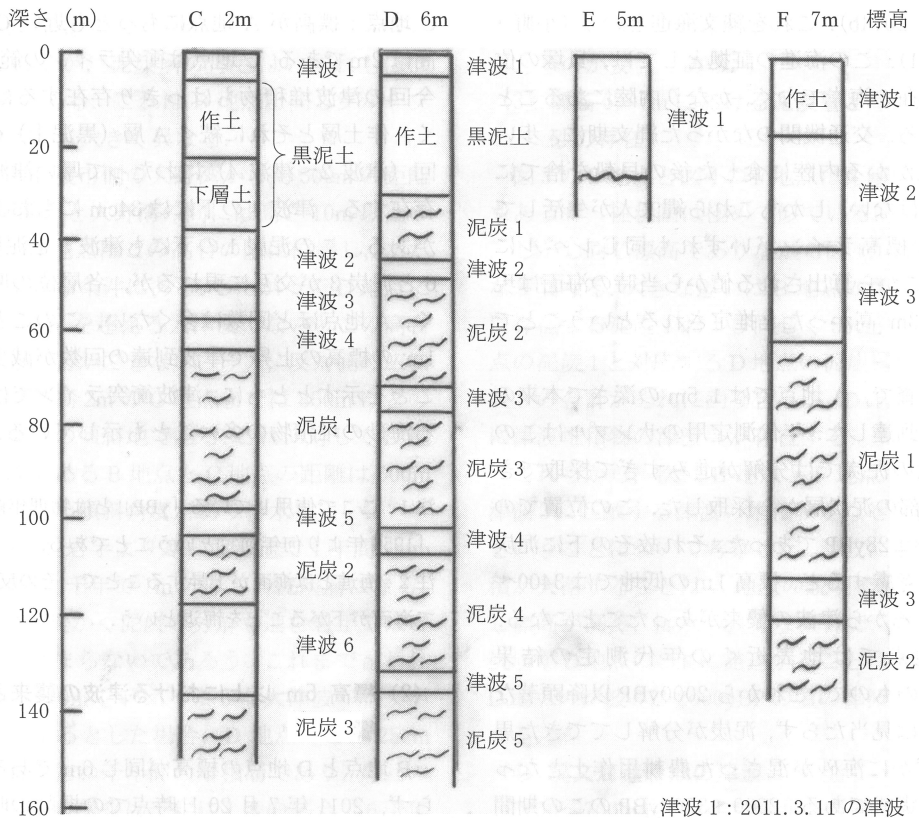


図 4 調査地点 A, B を除く柱状図  
津波 No. は津波堆積物 No. を省略．泥炭は低位泥炭土を省略．



の年代測定から、おおよそ2000~3500yBPの期間のみである。この1500年の間に12回の津波来襲のあったことが認められる。2000yBP以降は作土層に混入したわずかな海砂があるだけで、今回の東日本大震災の津波堆積物も含めて痕跡程度しかこれらは存在しない。

今回の津波も含めて、かなり多量の漂流物(ガレキ)の残る陸地でも、A地点のようにある期間に津波堆積物が残されていないことがあることから、全ての津波が海砂の堆積物を残すわけではないことを示している。

**津波堆積層と年代:**なぜA地点では3,500年前の堆積物がないのか。また、なぜ2000yBPまでなのか興味あるところである。これは地球の気象変動と密接な関係がある。

1万年以上前の地球は氷河期にあり、海面が現在より100mも低かったと推定されている。それ以後、地球は温暖化により海面が上昇し、6000年前頃は現在より2~3mも海面が高かったといわれる(ウィキペディア 2014b)。これを縄文海進という(小野・五十嵐 1991)。この海進の証拠としては、貝塚の位置などが現在の海岸でなく、かなり内陸にあることがあげられる。交通機関のなかった縄文期に、歩いて何時間もかかる内陸に食した後の貝殻を捨てに行く必要性はない。しかもこれら縄文人が生活していた痕跡の標高ラインがいずれも同じレベルにあった。そこから算出される値から当時の海面は現在より2~3m高かったと推定されるということである。

今回の調査で、A地点では1.5mの深さで本来の海の家砂に到達した。年代測定用のサンプルはこの底のすぐ上の泥炭では分解が進みすぎて採取できず、その上部の泥炭層から採取した。この位置での年代は $3143 \pm 28$ yBPであった。それ故その下に泥炭層の厚さを考慮すると、標高1mの低地では3400~3500yBPころから津波の襲来があったことになる。このA地点では地表近くの年代測定の結果2300yBP前のもので、これから2000yBP以降顕著な津波堆積物は見当たらず、泥炭が分解してきた黒泥土にわずかに海砂が混ざった農耕用土となっているのが実態である。2000~3500yBPのこの期間には縄文海進の後の縄文後期から弥生期にかけて海面が低下した海退の最も進行した時期と重なる。

海水面は縄文海進後から徐々に後退し、5000yBP頃からネオグラシエーション(寒冷期)に入る。3000yBP頃には海水面は現在より4mも低かったとされている。この弥生海退から徐々に戻り、現在の海水面に近づいた時期がほぼ2000yBPである。したがって、弥生海退期の盛期にはA地点の標高は3~4mあったものと思われる。A地点で津波堆積層が見られるのは標高が3~4mあった時期に該当する。このことは現在の標高1mの地点で、地表から1.5mの下に泥炭層の存在することも納得できる。

そしてA地点では2000~3500年の約1500年間に津波による堆積物の層が12層形成された。したがって、ここではほぼ100年に一度の割合で、堆積物の残る津波があったことになる。これは近代に入ってから津波発生と矛盾しない。しかし今回の津波のように2000yBP以降に津波堆積層の見られないのは、海水面が上昇し、汀線までの距離も近くなり、津波堆積物は引き波で再び海に戻ったためであろう。この点については考察で検討する。

**C地点:**標高がA地点にもっとも近いC地点の標高は2mである。C地点は衝突ラインの範囲に入り、今回の津波堆積物ははっきり存在するばかりでなく、作土層とそれに続くA層(黒泥土)の下には3回(津波2~津波4)にわたって厚い津波堆積物が存在する。津波4の下には34cmにもおよぶ泥炭層がある。この泥炭1の下にも津波5と泥炭2、津波6と泥炭3が交互に現れるが、各層位の厚さが大きく、A地点ほど回数は多くない。このことはわずかに1mの標高の上昇で津波到達の回数が減少していることを示すとともに、津波衝突ラインでは津波による海砂の堆積物の多いことも示している。

注1:ここで使用している「yBP」とは物理年前のことで、「1950年より何年前」ということである。

注2:海進とは海面が上昇することで、その反対に寒冷化で海面が下がることを海退という。

## (2) 標高5m以上における津波の襲来と地形の影響

B地点とD地点の標高が同じ6mであるにも関わらず、2011年7月20日時点での掘削の時の湧水面は両者で大きく異なった。すなわちB地点での湧水面は160cm以下であったのに対して、写真2で示し

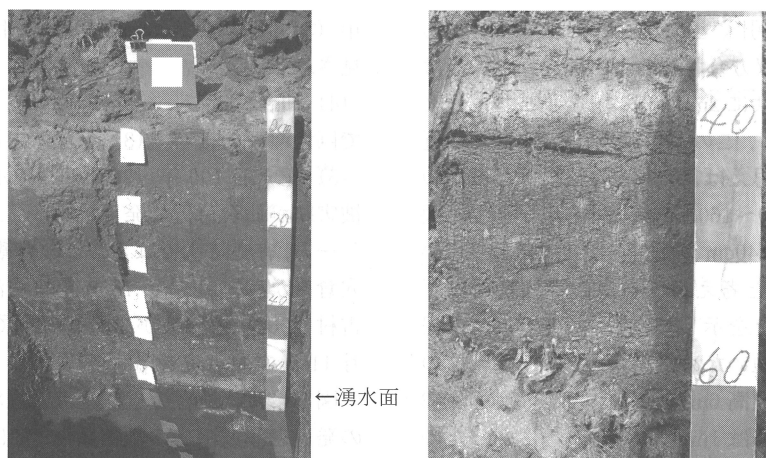


写真2 D地点における湧水面と泥炭層

たようにD地点では70cmと極めて浅く、断面掘削を困難にした。しかしながら図4の柱状図からも明らかのように、D地点では地表から40cm以下において、津波堆積物と泥炭層が一定の幅で繰り返し出現する。津波堆積物である海砂の厚さは4~7cmとまちまちであるが、泥炭層の厚さはいずれもほぼ25cmと一定である。これはB地点と同じグループとなるF地点とも大きく異なる。

D地点は大船渡市側の大野湾から約500mの距離にあるが、D地点と大野湾の間には高さ10m以上の高台がある。D地点はこの高台の陰に位置し、あたかも窪地のような条件にある。したがってD地点に至る津波は10mを超える大津波でないとこの高台を超えてくることができない。一方、反対側の広田湾に向かって標高2mのC地点までは850mほどのなだらかな下りの傾斜地である。これに対してD地点と同じ標高にあるB地点とC地点の距離は500mと近く、そのため傾斜角度があり排水もよい。

泥炭の生成は、岩手より寒い北海道で1年間1mmであると云われ、千年で1mの厚さの泥炭層になる。これに対して、暖かく泥炭の分解も進む岩手ではこの論法は当てはまらないであろう。これまで言われているように、10mを超えるような大津波の襲来が千年に1度であるとした場合、D地点のこの25cmの泥炭層はおおむね千年間の堆積層であり、今回の確認された津波の襲来は千年に1度の割合で6千年にわたり定期的にあったことになる。

図3のB地点と図4のD地点では、これらの柱

状図の下層にもまだ津波堆積物が存在することを検土杖の探査からも想定された。しかしその存在もせいぜい八千年前までであろう。なぜならそれ以前は海水面が現在より低いところがあり（ウィキペディア 2014b）、津波が地上に到達できなかったと考えるのが妥当である。

### (3) 標高6.7mにおける泥炭層と津波堆積物の海砂の存在

図3のB地点と図4のF地点は距離的に近いこともあって、柱状図は極めて似ている。

しかし同じ標高でありながら図4のD地点とはかなり異なる。大きな違いはB地点の深さ60~115cmに存在する泥炭1および同じく50cmの厚さのF地点の泥炭1と対応するD地点の泥炭層は泥炭2と泥炭3の合計がそれに釣り合うが、D地点ではこの間に津波堆積物の津波3が存在する。

これらから、次にB地点とF地点ではD地点の津波3に匹敵する津波の堆積物がなぜ欠落したのかということについて考察した。津波による海砂の堆積が欠落することはA地点の説明でも述べた。しかし標高が高く、排水の良好な条件で、同じ期間に泥炭層がD地点の2倍に発達することは考えられない。D地点の津波3は2000yBPの頃の津波であることになる。

### (4) 縄文海進時期の津波

5000~7000yBPの縄文海進の時期は海面が3mほど高かったと思われる。一方、地表の高さも図3,4からも明らかのように、その後発達した津波堆積

物と泥炭層を差し引くと、現在より 140cm から 150cm ほど低く、双方合わせると、縄文期の標高は B 地点と D 地点で共に 2m 程度しかなかったと考えられる。したがって、この条件は現在の A 地点に近い条件であったと思えばよい。その結果は写真 1 の B 地点で、深さ 140~160cm の位置と、写真 1 と図 3 の B 地点の深さ 140cm 以下に、5000yBP より古い年代に形成されたと考えられる津波堆積物層は短期間に来襲したことを示している。この付近では泥炭層形成の期間も短いために泥炭層も薄い。縄文の海進時期には現在標高 6m の B 地点も、海水面が 3m も高く、また断面は 1m も深いところにあつたので、津波の堆積条件は標高 1~2m であつたと思われる。

一方、B 地点と同じ標高の D 地点では陸前高田の広田湾から遠く、近い海である大船渡の大野湾との間には当時でも 7m 以上の高台が存在していたので、これを超える大津波の襲来はあつても、遠い広田湾からの低い津波がこの地点まで到達したかどうかは今後掘削をしてみないと明らかにならない。

#### (5) 津波襲来による海砂の厚さ

写真 1 の E と図 4 には E 地点における津波堆積物の厚さを示した。この地点では今回の調査でもっとも厚い海砂の厚さを示した場所である。E 地点は図 2 からも明らかなように、津波衝突ラインの真下に位置する。津波堆積物と波の動きが密接に関係している一つの証拠である。

### 4. 考察

#### 1) 既知の津波と柱状図との関連の推定

先史時代の地質上の津波記録と、有史時代に入ってから文書による記録で明らかな大津波を津波堆積層柱状図との関連について検討した。先史時代の津波については、ウイキペディア (2014 a) で明らかにされている例を要約し示すと次のとおりである。

(1) 紀元前 4000 年 (6000yBP) ころ。三陸地方に巨大津波の跡が気仙沼市の大谷海岸の海食崖で見つかる。

(2) 同じ場所で紀元前 1500 年 (3500yBP) ころ、貞観津波の 10 倍規模と思われる巨大津波の跡が発見される。

(3) (1) および (2) と同じ場所で、紀元前 1000

年 (3000yBP) ころ、三陸地方で巨大津波の跡が発見される。

(4) 仙台付近で、紀元前 800 年 (2860~2620yBP) で巨大津波の被害、(3) と同じとみられている。

(5) 紀元前 100 年 (2030~2190yBP)、巨大津波の被害跡が仙台付近で見える。

一方、有史時代では 869 年の貞観津波 (1081yBP、穴倉ほか 2010) と、1896 年 (明治 29 年=54yBP、吉村 2004) の津波がよく知られており、2011 年 3 月 11 日の大津波も掲げられる。

図 5 には、B 地点と D 地点の柱状図、それに泥炭の発達と津波海砂の堆積層位。別に海進と海退を考慮したこの 2 地点の標高の変化を同じ図 5 の中に記載した。B 地点の泥炭 2 下部のヨシ根茎で測定した炭素年代から  $3540 \pm 28yBP$  であつたことから、そのすぐ上の津波 4 は  $3000 \pm 200yBP$  であると決定し、それに順次津波に年代を当てはめた。

**貞観津波と東日本大震災**: B 地点の泥炭 1 の上部のヨシ根茎の年代測定結果は  $1487 \pm 34yBP$  という値が得られる。これから西暦 869 年の貞観大津波は作土層の下に現れる最初の海砂がそれに該当する。しかし、この位置の津波による海砂の厚さは D 地点で 5cm 程度であるが、B 地点では 30cm 近い大きな値を示す。このように同じ津波でもその場所によって堆積物の厚さが大きく異なり、必ずしも同じ値は得られない。

一方、明治 29 年 (1896) の津波については、農耕の盛んな時代に入ってからのためか、作土層および A 層に混入していて、純粋な津波による海砂の層を認めることはできなかった。この津波は貞観津波からほぼ 1027 年目であり、千年に 1 度のサイクルに当てはまる。2011 年の東日本大震災の津波は貞観津波から 1142 年目の津波であり、双方の津波とも  $\pm 200$  年の誤差の範囲に入る。しかし明治 29 年 (1896) の地震はマグニチュード 8.25 であり (理科年表 2005)、2011 の地震はマグニチュード 9.0 であつたので、後者の方がエネルギーとしては 10 倍以上、関東大震災の 30 倍以上のエネルギーの巨大な地震であつたことになる。

注: マグニチュード M は対数式であり、0.2 大きいとエネルギーは 2 倍であり、M1 大きくなると 32 倍、M2 大きくなると 1000 倍のエネルギーとなる。

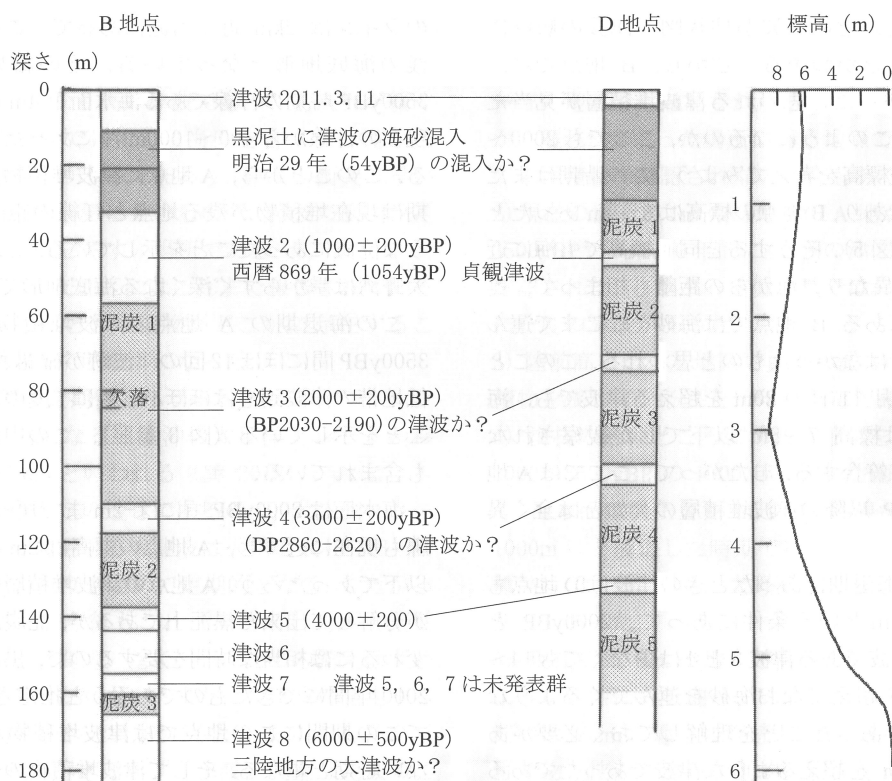


図5 B地点とD地点の柱状図に対応する津波の想定  
 数種の文献を参考に作成，標高はそれぞれの津波の年代に対応する。  
 泥炭（低位）：ヨシ，ハンノキを主体とする泥炭。

**6000yBPの津波：**一方，先史時代の巨大津波とされる6000yBPの津波については，これに当てはまる堆積層として，B地点で厚さ20cmにもなる海砂の堆積（図5）が認められ，大きな津波のあったことが推定できる。しかしこの6千年前の時期は現在が標高6mの場所でも，当時はわずかに約2mの標高であったので，もしこの津波が7mを超える高台を超えてきたものでなければ，特別大きくなくてもその程度海砂の蓄積は可能であったとも考えられる。そのことは2011年3月11日の津波でも，場所によって5~25cmの海砂の層となり，場所によって大きな差になって現れるからである。

仮に津波堆積物の広がりや規模の大きさを説明すると次のようになる。例を仙台浜でみると，同じエネルギーの地震からなる津波でも，海水面が1m下か，あるいは5m下かでは全く異なってくる。国土地理院のデータによると，仙台浜の海岸にもっとも近い道路の標高は1m程度であるが，これが5m

の標高となると，そこから6kmも内陸を走る国道4号の近くになることがわかる。

陸前高田市の気仙川では，2011年の津波は河口から5kmほど上流まで遡ったが，目的地の標高が5mも下がると津波はさらに3，4km上流まで遡ることになるので，津波の規模は海砂の堆積深やその広がりだけでは判断できないところがある。

以上は三陸沖地震を震源とする場合の津波について論じてきた。しかし津波にはチリ沖地震のように，揺れもなくいきなり襲い来る津波もあった。D地点のような10mを超す高台の陰にある場所では，チリ沖津波ではこれを超すような大きな津波はなかったであろう。しかし，A地点の柱状図の中にはチリ沖地震による津波も入っているかもしれない。

## 2) なぜB地点で津波堆積層の欠落があるのか

図5では，D地点のそれぞれの泥炭層はほぼ25cmとなっており，これを1000年の堆積としてそれぞれの津波発生を当てはめたところ，±200年の誤差



の範囲でほとんどの津波が柱状図の津波の層位に当てはまることわかる。しかし、B地点では、2000yBPにあったと思われる津波堆積層が見当たらない。なぜこのようになるのか、ここでも2000~2500yBP頃の標高を考えてみよう。この時期はまだ弥生海退期にあり、B地点の標高は8~9mあったと考えられる(図5)。そうすると同じ標高でも海に近いD地点と異なり、海からの距離も相まって、奥まった地形にあるB地点では海砂をここまで運んでくる状態ではなかったものと思われる。このことは2011年3月11日の20mを超える津波でも、海砂の堆積物は標高7~8m以下でしか観察されなかったことと符合する。したがって、ここではA地点の2000yBP以降の津波堆積層の欠如とは全く異なる。

また、弥生海退期にあったときの津波はD地点も標高が8~9mという条件にあって、2000yBPと3000yBPの津波である津波3と4は少なくとも14~15mの高台を超えてなお海砂を運んでくるような巨大な津波であったことを理解しておく必要がある。実質25mを超えるような津波であったであろう。この三陸沿岸はこのような巨大な津波が定期的に襲来するところであり、この地質はその証を残す地域である。

### 3) 低標高地帯の津波堆積物

A地点では泥炭の始まりが柱状図の1.5m下から始まっている。この地点の標高はインターネットで見られる国土地理院による標高では1m(国土地理院ホームページより)であるので、そうすると海水の中で泥炭が発達したことになり、矛盾した話になる。しかし実際には縄文後期の5000yBPから2500yBPの間は寒冷期であった。縄文後期海退に入り、海水面は徐々に低下し、2800yBPには最低の-4mであったといわれる。A地点の泥炭の発達は4000yBPころからと推定されるが、4000~3000yBPころのA地点の標高は海水面の低下により、3~4m前後であったであろう。また海水面の低下に伴い、汀線が遠のき津波堆積層の形成を容易にしたことが考えられる。

そこで2000~3500yBP時期の汀線を知るため、海上保安庁作成の海底地形図(1983)によって、海水面からの深度を調べた。これによると、小友町の三日市と砂浜の前浜となる小友浦の海水面下10m深

のラインは2km近くも先にあって、この地帯は遠浅の海底地形となっている。その結果、2000~3500yBP時期の汀線である海水面下4mのラインは現在の汀線から400~1000m沖にあったことがわかる。このことから、A地点に津波堆積物の残った時期は現在堆積物が残る地点と汀線の距離が似たような位置にあったことを示している。これに対して、大野湾は岸からすぐ深くなる海底地形である。

この海退期のA地点の津波堆積物は2000~3500yBP間にほぼ12回の津波跡が確認されており、低地帯の津波到達はほぼ100年に1度の割合であることを示している(図3参照)。この中には大津波も含まれている。

海水面は2000yBP頃には-2mまで戻っており、汀線も現在に近づき、A地点の標高は2m程度かそれ以下であったろう。A地点の津波堆積層の上は泥炭が分解して出来た黒泥土であるが、泥炭が黒泥土に変わるには相当な時間を要するので、黒泥土はこの2000年間にできたものであろうと推定される。そしてこの期間にこの地点では津波堆積物が確認できない時期と重なる。そして津波堆積物の一部は作土層(AP層)に混入した痕跡があるにすぎない。理由として考えられるのは海面の上昇により汀線も近くなり、海砂は2011年3月11日津波のように強い引き波で海に戻っていったのかもしれない。

### 4) 津波堆積物と衝突位置

津波発生源がいつも同じとはかぎらないので、発生源によっては広田湾と大野湾から入る津波に時間差が生じ、両津波の衝突位置が変わることはありうる。D地点のように一方向からの津波の堆積物とは異なり、B地点のように奥まった場所の津波堆積物は衝突位置からずれることもあるし、入江からこの奥まった標高の高いところまで来る間に、海砂を落としてしまうことはあるだろう。さらに寒冷期の時期で標高が高くなり、津波3のように津波堆積層の欠落することはありうる。低地帯であるA地点の津波堆積層が寒冷期の海退時期に集中しているのとは対象的である。

なお、今回の調査地域で2011.3.11の津波漂流物は標高20m付近まで見られたが、比重の重い堆積物の海砂は7~8m以下でしか堆積の確認はできなかった。したがって津波堆積物の存在が津波の高さを示すものではなく、過去においても津波堆積層は

それよりも高い津波が到達していたと解釈すべきであろう。海砂は津波の流れが淀（よど）む前に沈降するので、かなり高い津波であっても流れが緩く入ってくる条件ではすでに海砂を含まずに海水だけ漂うこともありうるであろう。津波の衝突は早い流れでもこれを一気に止めるので、津波の衝突ラインは海砂の沈降しやすい場所である。

なお、この小友地区にはこれまで報告されている大津波のほとんどの堆積物がどこかに存在することが今回の調査で明らかになった。

#### 5) 津波発生の定期性とハザードマップ

津波の原因となる三陸沖の太平洋プレートの移動は年間 80mm といわれる (巽 2012)。

この動きは一定の速さであるので、大陸側プレートのゆがみで発生する大津波は火山噴火 (町田・新井 1992) と異なりきわめて定期的となる。したがって津波の襲来は今後もこれまでと同じ間隔で定期的にあることは間違いなく、そのための備えはぜひともしてはならない。また、大津波の発生する間隔が人間の一生と比較するとあまりにも長いために、何世代も過ぎると「大津波の襲来は過去のことである」との誤った認識に立つ恐れがある。この地質的事実は正確に子孫に伝えていかなくてはならない。

一方、火山噴火は富士山やその他の火山噴火の記録からもわかるとおり、その大噴火は不定期であって、そのことも一般に十分に伝え、普段からハザードマップを用意し、用心を怠ってはならない。ハザードマップといえ、20 世紀最大の火山爆発といわれたフィリピンのピナツボ火山のラハール地帯 (火砕流地帯) の農業生産力国際学術研究 (南条ら 1996) に参加した時、フィリピンでは立派なハザードマップが 1991 年の噴火以前にすでに出来上がっていて、被害を最小限に食い止めたことを知った。これから比較すると、日本のハザードマップ等の整備はいまだお寒い現況である。

#### 5. 要約

今回の陸前高田市小友地区の津波堆積層の調査検討の結果以下のことが明らかになった。

1) 本地域においては 6000yBP から現在まで巨大津波が 1000 年に一度の割合で襲来した。巨大津波とは 15m の高台を乗り越え、なおかつ堆積物の海砂

を被災地に運びこむことのできるほど大きな津波を指す。このことは当時の標高で 9~10m であった一部の地点でも確認される。しかし同じ標高でも海から離れ、奥まった場所にある地点では津波があっても堆積物の確認されない場合もある。

2) 現在の標高が 1m の低地帯の A 地点では、2000~3500yBP の約 1500 年間に 12 回の津波堆積物の層が確認された。したがって低地帯ではおおよそ 100 年に一度の津波があった。

3) 陸前高田市小友地区で貞観津波 (1054yBP) は堆積物を残していることが年代測定で確認された。

4) 海拔の低いところに津波堆積物を残した時期は 2000~3500yBP の 1500 年間の弥生海退の時期であり、海水面は現在より 4m 低く、汀線が沖合に 400~1000m ほど後退した時期である。この時期の A 地点標高は 3~4m あり、大野湾と広田湾汀線の丁度中間点であった。

5) 現在標高 6m の地点で高台の陰にあり、窪地のような条件にある地点では、おおよそ 1000 年間で泥炭は 25cm の厚さに発達し、4~7cm の厚さの津波堆積物を挟みながら規則的に層位を繰り返す。これは大津波が規則的であったことを示す。

#### 4. おわりに

今回の調査のしばらく後に、農地の掘削でご協力頂いた方が津波被害の家の修繕後、家族の説得で家を去ることになったことをテレビで知った。調査結果を手紙に書き旧住所に郵送したが、手紙は届くことがなかった。この住宅は標高 15m の高台にあったが、家の下部の 2m 以上も津波に冒され、調査時点では家の修理の最中であった。しかしその後家族が「このような恐ろしいところには住めない」となったとテレビは伝えていた。

この現地調査は 2011 年の 7 月 3 日に始まり、本格的な調査は 7 月中下旬であった。現地はガレキが散らばり、宿泊所と食糧調達もままならない時期であり、被災者の過酷な生活に身をもって接する作業でもあった。

三陸沖の地震や津波の原因となる海底プレートの動きは、一方では名峰の早池峰山を育み、この地域特有の植物生態系を形成する自然の一連の営みであり、いずれも独立の現象ではない。これらの現象は人間生活の時間単位と異なる途方もなく長い

年月で行われてきたことを忘れてはならない。

今後の津波の調査は人的にも機材的にも恵まれた条件にある専門機関が行い、そのメカニズムの解明にあたっていくであろう。本報告がそれらの研究のヒントとなって今後の津波対策に役立てば幸いである。

### 引用文献

- 穴倉正展・澤井祐紀・行谷佑一 2010：平安の人々が見た巨大津波を再現する－西暦869年貞観津波－. AFERC NEWS, 16, 1～10.
- ウィキペディア 2014a：歴史的な津波の一覧. <http://ja.wikipedia.org/wiki/歴史的な津波の一覧>
- ウィキペディア 2014b：縄文海進. <http://ja.wikipedia.org/wiki/縄文海進>
- 鎌滝孝信・澤井祐紀・穴倉正展・佐竹健治・山口正秋・松本 弾 2004：潮間帯における津波堆積物の分布様式：北海道東部、藻散布沼の例. 活断層・古地震研究報告, 4, 31～43.
- 海上保安庁 1983：海底地形図, 大船渡湾.
- 黒田茂夫 2011：東日本大震災復興支援地図. p.13. 昭文社 (東京).
- 小野有五・五十嵐八枝子 1991：北海道の自然史. 北大図書, p.5～6.
- 七山 太・牧野彰人・佐竹健治・古川竜太. 横山芳春・中川 充 2001：釧路市春採湖コア中に認められる、千島海溝沿岸域における過去9000年間に生じた20層の津波イベント堆積物. 活断層・古地震研究報告, 1, 233-249.
- Monecke K, Finger W, Klarer D, Kongko W, McAdoo BG, Moore AL & Sudrajat SU 2008: A 1,000-year sediment record of tsunami recurrence in northern Sumatra. Nature, 455, 1232-1234.
- 巽 好幸 2012：地震と噴火は必ず起こる. p.12, 新潮社 (東京).
- 南条正巳ほか 1996：フィリピン・ピナツボ火山ラハール地帯の環境回復と農業生産力の向上に関する研究. 国際学術研究成果報告書, 1～202 (東北大学).
- 町田 洋・新井房夫 1992：火山灰アトラス. pp.1-276, 東大出版 (東京).
- 吉村 昭 2004：三陸海岸大津波. pp.15-179, 文春文庫 (東京).
- 理科年表 2005：日本付近のおもな被害地震年代表. p.718.



## 養賢堂の発行図書



シリーズ 21 世紀の農学

日本農学会編

# 東日本大震災からの 農林水産業と地域社会の復興

定価 (本体 1,905 円 + 税) A5 判 138 頁

### [目次]

はじめに

第1章 農地における塩害の概況とその修復

第2章 福島第一原子力発電所事故からの畜産業の復興のための家畜や畜産物の放射性核種汚染の実証的調査研究

第3章 水産業における震災からの復興

第4章 津波被災農地の雑草植生と復旧に向けた植生管理について

第5章 東日本大震災からの復旧・復興を目指した研究開発

第6章 震災復興を担う木造建築における地域材の活用の意義と可能性

第7章 地域コミュニティの現状と再建をめぐる課題～2012年9月現在の状況～

あとがき

