

## 津波堆積物の認定手順

### Identification procedure of tsunami deposit

後藤 和久<sup>1</sup>・菅原 大助<sup>2</sup>・西村 裕一<sup>3</sup>・藤野 滋弘<sup>4</sup>  
小松原純子<sup>5</sup>・澤井 祐紀<sup>5</sup>・高清水康博<sup>6</sup>

#### 1. はじめに

津波堆積物研究の大目的の一つは、過去の津波の発生時期や規模を明らかにし、その情報を津波ハザード評価に役立てることにある。そのため、津波堆積物研究においては、歴史・先史時代に発生した古津波が主たる研究対象になる。過去の津波を地質学的な研究対象とする場合、まず地層中から津波堆積物を認定し、その後に津波の発生時期や発生要因、規模等を検討することになる。ところが、津波堆積物は高潮や高波で形成される堆積物等と特徴が類似していることが知られており（例えば、Nanayama et al., 2000；Morton et al., 2007；Komatsubara et al., 2008）、堆積物の観察のみで津波起源であることを証明することは通常は困難である。そのため、津波堆積物研究の今の水準では、各種の調査・分析を行って対象とする堆積物が津波以外の要因で形成された可能性を消去法的に排除し、「津波堆積物である可能性が高い」と解釈（認定）することになる。

実際の津波堆積物認定には様々な手法が活用されている。これは、各研究者の専門性も関係するが、津波の波形や地形等によって規定される堆積作用の多様性、対象地の堆積環

境や歴史記録の充実度などにより採用すべき認定手法が異なる場合もある。津波堆積物の特徴や認定基準について整理した文献も多数出されている（例えば、藤原, 2004, 2015；七山・重野, 2004；Morton et al., 2007；Goff et al., 2012；澤井, 2012；小松原, 2012）。ただし、認定手順が体系的に整理されているわけではなく、簡便かつ統一的な基準での認定が難しいという問題がある。そこで本稿では、我が国における津波堆積物研究に特化し、陸上から浅海にかけて堆積した津波堆積物の実用的な認定手順の整理を行った。

#### 2. 津波堆積物の認定手順

津波堆積物研究は、現地調査を行うことから始まる。調査地の選定方法や試料の分析方法については、西村 (2009)、澤井 (2012)、藤原 (2015) 等に詳しく記載されている。調査においては、津波堆積物の可能性がある堆積物（イベント堆積物）を選定する作業をまず行う。ここで言うイベントとは、地質学的な時間スケールで考えた場合に瞬時に生じる特異な事象のことで、イベント堆積物はその過程で形成される堆積物である（例えば、志岐, 1988, 1993）。イベント堆積物には様々な定義があるが（例えば、志岐, 1988, 1993；澤井, 2012；原子力安全基盤機構, 2014）、本稿では、“上下の堆積物や周辺の地形から推定される平常時の堆積環境では形成され得ない堆積構造、包有物等が認められる堆積物”と定義する。この場合、津波のみならず洪水や高潮・高波、地すべり等のあらゆるイベントにより形成された可能性が残される。

<sup>1</sup> 東北大学災害科学国際研究所

<sup>2</sup> ふじのくに地球環境史ミュージアム

<sup>3</sup> 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

<sup>4</sup> 筑波大学生命環境系

<sup>5</sup> 産業技術総合研究所

<sup>6</sup> 新潟大学人文社会・教育科学系

調査の過程でイベント堆積物が地層中から見出された場合、津波により形成された可能性を検討することになる。手順としては、現地調査で堆積学的な記載をまず行い、その後実験室等で詳細な分析を実施し、対象とするイベント堆積物が津波により形成された可能性を検討する。屋外では詳細な分析は行えないことから、現地調査中は肉眼での観察に基づく堆積学的特徴を中心に検討することになる。具体的には、津波堆積物の候補となりうるイベント堆積物を効率よく見出すため、“現世の津波堆積物と類似した堆積学的特徴を有するイベント堆積物”であるかどうかを検討することが多い。ここで現世の津波堆積物とは、近代的な堆積物調査が津波直後に実施されるようになった 1960 年チリ津波以降の津波で形成された堆積物を指す(澤井, 2012)。現世の津波堆積物と類似した堆積学的特徴には、例えばイベント堆積物の下部の侵食面、偽礫、上方細粒化構造、貝殻や木片の濃集等の特徴があり、2004 年インド洋大津波や 2011 年東北地方太平洋沖地震津波後の調査でも多数報告されており(例えば、藤野ら, 2006; Naruse et al., 2010, 2012; Goto et al., 2011a)、津波堆積物が持つ一般的な特徴と考えられる。ただし、これらの構造は高潮・高波堆積物や洪水堆積物でも観察される場合があり(例えば、Morton et al., 2007)、津波堆積物であることを直接的に示唆するわけではない。それでも、上記のような特徴は強い水流の作用に伴う堆積現象だった可能性や地質学的に短時間で堆積した可能性を示唆することから、津波堆積物の候補として詳細分析を行う対象を狭めることができる。

対象とするイベント堆積物が津波堆積物である可能性を検討する上で重要なのが、津波の遡上方向(通常は海域から内陸方向)に向けた物質輸送の証拠である。この検討を行ううえで広く活用されるのが古生物学的手法である。例えば、イベント堆積物中に海域に生息・生育する生物の遺骸が含まれる場合、海域からの物質輸送に伴う堆積現象だった可能性が強く示唆される(例えば、澤

井, 2012, 2014; Dura et al., 2016)。近年では、元素組成やバイオマーカーなどを活用する方法も提案されている(例えば、Chagué-Goff et al., 2012; Shinozaki et al., 2015)。ただし、海水起源の物質等が常に津波堆積物中に含まれているとは限らない。例えば 2011 年東北地方太平洋沖地震津波では、仙台平野において津波堆積物中に海域に生息・生育する生物遺骸の含有量が極端に少ないことが報告されているが(例えば、Szczuciński et al., 2012; Takashimizu et al., 2012)、これは、地形条件と津波波形により海底で堆積物の移動が起こりにくかったためと考えられている(Sugawara and Goto, 2012; Sugawara et al., 2014)。また、古生物学的手法は専門性が高く各分類群の同定や結果の解釈を慎重に行う必要がある(澤井, 2014)。一方、内陸方向への薄層化、細粒化傾向や陸側方向への流れを示す堆積構造の有無、粒子・鉱物組成や粒子の円磨度等から、沿岸部(砂浜や砂丘)から内陸に向けて物質が運搬された痕跡が認められるなどの特徴も、海側からの物質輸送を評価する方法として考えられる(例えば、Naruse et al., 2010, 2012; Goto et al., 2011a; Takashimizu et al., 2012; Fujiwara and Tanigawa, 2014)。

ここまでの手順で海側から内陸方向に向けて物質が輸送されたことを確認できれば、地すべりや土石流、洪水など、一般的に陸側から海側に向かう方向(標高が低い方向)に進行する堆積現象により対象とするイベント堆積物が形成された可能性は低くなる。

次の手順として、対象とするイベント堆積物が津波または高潮・高波のどちらにより形成されたかを検討することになる。高潮・高波の作用により形成された堆積物は、一般的に津波堆積物と特徴がよく類似していることが知られている(例えば、Morton et al., 2007; Komatsubara et al., 2008)。さらに、高潮・高波堆積物も海水起源の物質等を含むことから上記の手順だけでは不十分で、別の手段を用いて識別を行う必要がある。

両者の識別には、津波の発生機構あるいは

水理学的特性の違いが利用される。例えば、近地地震に伴い発生した津波で堆積した場合、沿岸部では地震性地殻変動（隆起・沈降）が生じることがある。これにより、地震前後で平常時の環境が変わり、堆積物や堆積速度に変化が生じることが考えられる。地殻変動に伴った環境変化の痕跡は堆積物中における珪藻群集等の変化として表れることが知られており（例えば、Sawai et al., 2004, 2012）、対象とするイベント堆積物と復元された環境変動（地殻変動）の同時性が示されたならば、津波により形成された可能性を強く示唆する証拠と言える。また、地震性地殻変動を示す海岸段丘や海底地滑り等の痕跡が既に報告されており、それらとイベント堆積物の堆積年代の同時性が確認できる場合も、津波による堆積が強く示唆されると考えられる。

ただし、上記のような特徴が確認できる事例は稀であり、多くの場合は水理特性の違いを根拠として認定が行われている。長周期波である津波は、台風の高波等の影響が及ぶ限界水深より深い海底から物質を輸送できると考えられる（首藤，2007；Weiss, 2008；Sugawara and Goto, 2012）。そのため、イベント堆積物中に台風の高波等による暴浪時の波浪限界水深以深に生息・生育する生物の遺骸が優位な割合以上含まれている場合は、津波により堆積した可能性が強く示唆される（例えば、Uchida et al., 2010）。また、イベント堆積物の形成当時の海岸線からの分布距離、標高、あるいは堆積学的特徴（堆積構造等）が高潮等で説明できない場合、津波堆積物である可能性が高いと言える。一般に、砂質の津波堆積物分布範囲は高潮・高波堆積物よりも広いと考えられ（例えば、Morton et al., 2007）、想定される高潮・高波の浸水範囲（あるいは到達標高）をはるかに超えて堆積していることが確認できれば、津波堆積物である可能性が高くなる。しかしながら、ここでの問題は津波でなければ説明できないことが、いかに定量的に示されるかである。台風の高潮・高波により数メートル大の巨礫でさえも十メートル超の高さの崖上で堆積・

移動することが報告されているし（加藤ら，1991；Goto et al., 2011b）、数百メートルから地形によっては1キロメートル以上内陸まで砂質堆積物が堆積した事例も報告されている（Pilarczyk et al., 2016）。そのため、対象地の地形条件や気象条件等の局所性を考慮して台風の高潮・高波の規模を数値的に検討し、高潮・高波が対象とするイベント堆積物の形成要因となりうる可能性を定量的に評価する必要がある。しかしながら、これらの規模を数値的に評価した事例はほとんどなく、定量的な識別方法の開発は津波堆積物の認定における大きな課題である。また、特に海岸線に近い範囲においては、津波または高潮・高波のどちらでも堆積物を形成させうると考えられ、そのような場所では数値計算を用いても識別が困難となる可能性がある。

我が国において特徴的なのは、津波に関する歴史記録が約1300年と長いことである。現在知られている最古の津波記録は684年に南海トラフ沿いで起きた白鳳地震津波まで遡る（例えば、首藤ら，2007）。地域により得られる歴史記録の長さや精度は異なるものの、この歴史的背景を活かし、歴史記録との対比から津波堆積物の認定が行われる事例が多い（例えば、Komatsubara et al., 2008）。イベント堆積物の年代推定精度が十分かは慎重に評価する必要があるものの、歴史記録との対比は我が国沿岸部での津波堆積物認定において重要な要素だと言える。特に、津波の発生機構あるいは水理学的特性の違いに注目して高潮・高波堆積物との識別が定量的にでき、かつ歴史記録との対比が行える場合は、高い確度で津波堆積物であると認定することができると考えられる。

近年、巨礫堆積物（津波石）も世界的に数多く報告されており、我が国でも琉球列島を中心に報告例が多い（例えば、河名・中田，1994；Goto et al., 2010）。上記の手順は、砂質あるいは泥質の堆積物を主たる対象としているが、基本的な考え方は巨礫堆積物にも適用できる。巨礫特有の特徴としては、サンゴや海域に生息・生育するその他の生物遺骸

が付着している場合（例えば、河名・中田，1994）やポットホールのように波浪の影響下で形成される侵食痕（例えば，Mastronuzzi and Sansò, 2000）等の特徴などが見られる場合があり，これらを根拠として陸上からの転石との識別を行うことができる。

### 3. 認定フローの作成

以上を踏まえ，著者らが考える津波堆積物の認定フローを図 1 に示す。ここでは，得られている根拠に基づき大きく 6 つのグループ（S, A1, A2, B, C, X）に分類した。まず，イベント堆積物全般を X グループとし，そのうちで津波堆積物とする確度をもっとも高いイベント堆積物を S グループ（A1 と A2 の両方の特徴を有する）としている。また，多くの論文で活用されている認定項目と，各項目がどのグループに属するかを表 1 に整理した。現時点までに報告されている我が国沿岸部を対象とした論文や報告書で活用されて

いる認定項目は，表 1 で概ね網羅されている。調査や分析結果に基づき表 1 を用いて項目分類をし，図 1 のフローに当てはめれば，対象とするイベント堆積物がどのグループに分類されるかを評価することができる。ここで，「現世の津波堆積物と類似した堆積学的特徴を有するイベント堆積物」の項目が含まれるかどうかは，より上位に分類するための必要条件ではない。一方，「海起源のイベント堆積物」の項目が含まれることは津波堆積物認定において重要であり，より上位のグループに分類されるための必要条件だと考えられる。

このフローは，得られる根拠の種類により津波堆積物である可能性がより高まるという流れになっている。ただし，調査対象によっては様々な制約から詳細な検討が行えない場合もあり，実際には津波起源である可能性が高い堆積物でも下位のグループに分類されることも考えられる。したがって，上位のグループに属さないからと言って，津波堆積物の可能性が否定されるわけではない点に注意が必

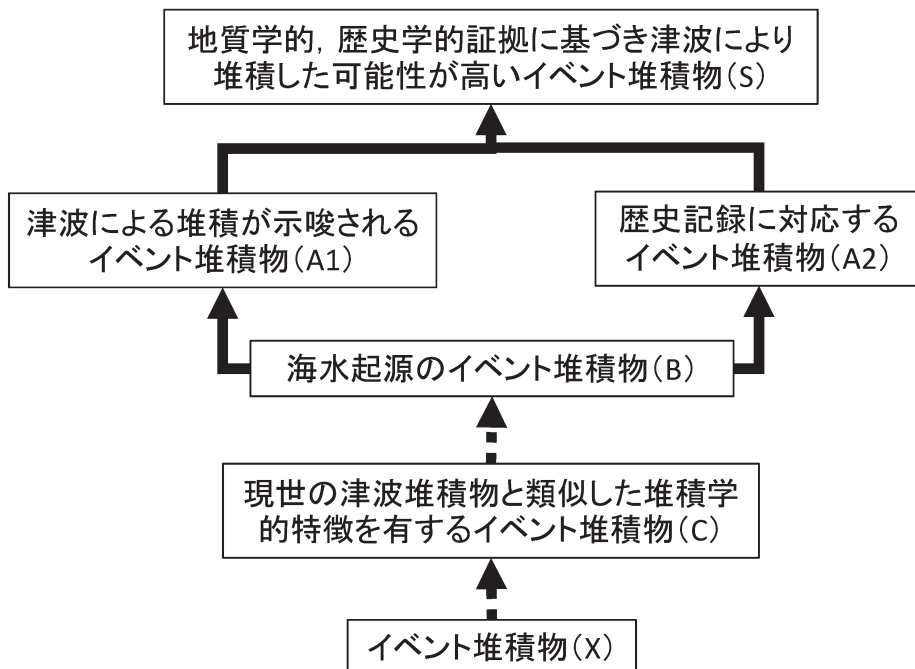


図 1 津波堆積物の認定フロー。カッコ内は表 1 の分類グループに対応する。点線と実線は，それぞれ上位に分類されるための十分条件と必要条件。

要である。

このようなフローを整備する利点としては、これまで研究者により異なっていた津波堆積物認定手法をある程度統一し、簡便かつ客観的な評価を実施できる点が挙げられる。一方、今後の研究の進展により新たな項目が追加され、それに応じて項目やフローを定期的に更新する必要が生じる可能性があると考えられる。

## 謝辞

本研究は、原子力規制庁からの委託業務「平成27年度原子力施設等防災対策等委託費(津波堆積物データベースの高度化)事業」の成果の一部を取りまとめたものである。

## 引用文献

- Chagué-Goff, C., Andrew, A., Szczuciński, W., Goff, J., Nishimura, Y., 2012, Geochemical signatures up to the maximum inundation of the 2011 Tohoku-oki tsunami—implications for the 869AD Jogan and other palaeotsunamis. *Sedimentary Geology*, 282, 65–77.
- Dura, T., Hemphill-Haley, E., Sawai, Y., Horton, B. P., 2016, The application of diatoms to reconstruct the history of subduction zone earthquakes and tsunamis. *Earth-Science Reviews*, 152, 181–197.
- 藤野滋弘, 松本弾, 成瀬元, 藤田和彦, Suphawajruksakul, A., Jarupongsakul, T., 2006, 陸上津波堆積物の堆積構造と堆積過程—タイ南西部におけるインド洋津波の例—. *月刊地球*, 326, 558–562.
- 藤原治, 2004, 津波堆積物の堆積学的・古生物学的特徴. *地質学論集*, 58, 35–44.
- 藤原治, 2015, 津波堆積物の科学. 東京大学出版会, 283pp.
- Fujiwara, O., Tanigawa, K., 2014, Bedforms record the flow conditions of the 2011 Tohoku-Oki tsunami on the Sendai Plain, northeast Japan. *Marine Geology*, 358, 79–88.
- 原子力安全基盤機構, 2014, 津波堆積物調査・評価に関する手引き, 75pp.
- Goff, J., Chagué-Goff, C., Nichol, S.L., Jaffe, B.E., Dominey-Howes, D., 2012, Progress in palaeotsunami research. *Sedimentary Geology*, 243–244, 70–88.
- Goto, K., Kawana, T. and Imamura, F., 2010, Historical and geological evidence of boulders deposited by tsunamis, southern Ryukyu Islands, Japan. *Earth-Science Reviews*, 102, 77–99.
- Goto, K., Chagué-Goff, C., Fujino, S., Goff, J., Jaffe, B. E., Nishimura, Y., Richmond, B. M., Sugawara, D., Szczuciński, W., Tappin, D.R., Witter, R., Yulianto, E., 2011a, New insights of tsunami hazard from the 2011 Tohoku-oki event. *Marine Geology*, 290, 46–50.
- Goto, K., Miyagi, K., Kawana, T., Takahashi, J. and Imamura, F., 2011b, Emplacement and movement of boulders by known storm waves—Field evidence from the Okinawa Islands, Japan. *Marine Geology*, 283, 66–78.
- 加藤祐三, 赤嶺信一, 大堀健司, 玉木亨, 田村一浩, 松尾憲一, 1991, 高波による石灰岩塊の移動—1990年台風21号による沖縄島残波岬での例—. *琉球大学理学部紀要*, 51, 19–33.
- 河名俊男, 中田高, 1994, サンゴ質津波堆積物の年代からみた琉球列島南部周辺海域における後期完新世の津波発生時期. *地学雑誌*, 103, 352–376.
- 小松原純子, 2012, 浅海域および沿岸低地に堆積した津波堆積物の識別基準. *堆積学研究*, 71, 119–127.
- Komatsubara, J., Fujiwara, O., Takada, K., Sawai, Y., Aung, T. T., Kamataki, T., 2008, Historical tsunamis and storms recorded in a coastal lowland, Shizuoka

- Prefecture, along the Pacific coast of Japan. *Sedimentology*, 55, 1703–1716.
- Mastronuzzi, G., Sansò, P., 2000, Boulders transport by catastrophic waves along the Ionian coast of Apulia (southern Italy). *Marine Geology*, 170, 93–103.
- Morton, R.A., Gelfenbaum, G., Jaffe, B.E., 2007, Physical criteria for distinguishing sandy tsunami and storm deposits using modern examples. *Sedimentary Geology*, 200, 184–207.
- 七山太, 重野聖之, 2004, 遡上津波堆積物概論 – 沿岸低地の津波堆積物に関する研究レビューから得られた堆積学的認定基準 –. *地質学論集*, 58, 19–33.
- Nanayama, F., Shigeno, K., Satake, K., Shimokawa, K., Koitabashi, S., Miyasaka, S., Ishii, M., 2000, Sedimentary differences between the 1993 Hokkaido-nansei-oki tsunami and the 1959 Miyakojima typhoon at Taisei, southwestern Hokkaido, northern Japan. *Sedimentary Geology*, 135, 255–264.
- Naruse, H., Fujino, S., Suphawajruksakul, A., Jarupongsaku, T., 2010, Features and formation processes of multiple deposition layers from the 2004 Indian Ocean Tsunami at Ban Nam Kem, southern Thailand. *Island Arc*, 19, 399–411.
- Naruse, H., Arai, K., Matsumoto, D., Takahashi, H., Yamashita, S., Tanaka, G., Murayama, M., 2012, Sedimentary features observed in the tsunami deposits at Rikuzentakata City. *Sedimentary Geology*, 282, 199–215.
- 西村裕一, 2009, 津波堆積物の時空間分布に基づく古津波の調査研究. *地震*, 61, s497–s508.
- Pilarczyk, J. E., Horton, B. P., Soria, J. L. A., Switzer, A. D., Siringan, F., Fritz, H. M., Khan, N. S., Ildefonso, S., Doctor, A. A., Garcia, M. L., 2016, Micropaleontology of the 2013 Typhoon Haiyan overwash sediments from the Leyte Gulf, Philippines. *Marine Geology*, 339, 104–114.
- 澤井祐紀, 2012, 地層中に存在する古津波堆積物の調査. *地質学雑誌*, 118, 535–558.
- 澤井祐紀, 2014, 古地震研究において珪藻化石分析が果たす役割. *Diatom*, 30, 57–74.
- Sawai, Y., Satake, K., Kamataki, T., Nasu, H., Shishikura, M., Atwater, B. F., Horton, B. P., Kelsey, H. M., Nagumo, T., Yamaguchi, M., 2004, Transient uplift after a 17th-Century earthquake along the Kuril subduction zone. *Science*, 306, 1918–1920.
- Sawai, Y., Namegaya, Y., Okamura, Y., Satake, K., Shishikura, M., 2012, Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology. *Geophysical Research Letters*, 39, doi: 10.1029/2012GL053692
- 志岐常正, 1988, 序論; イベント堆積物と非イベント堆積物. *月刊地球*, 7, 438–440.
- 志岐常正, 1993, イベント堆積物の研究 – その経緯と課題. *月刊地球号外*, 8, 227–244.
- Shinozaki, T., Fujino, S., Ikehara, M., Sawai, Y., Tamura, T., Goto, K., Sugawara, D., Abe, T., 2015, Marine biomarkers deposited on coastal land by the 2011 Tohoku-oki tsunami. *Natural Hazards*, 77, 445–460.
- 首藤伸夫, 2007, 津波による地形変化の実例と流体力学的説明の現状. *第四紀研究*, 46, 509–516.
- 首藤伸夫, 今村文彦, 越村俊一, 佐竹健治, 松富英夫 (編), 2007, 津波の事典, 朝倉書店, 350pp.
- Sugawara, D., Goto, K., 2012, Numerical modeling of the 2011 Tohoku-oki tsunami in the offshore and onshore of Sendai

- Plain, Japan. *Sedimentary Geology*, 282, 110–123.
- Sugawara, D., Takahashi, T., Imamura, F., 2014, Sediment transport due to the 2011 Tohoku-oki tsunami at Sendai: Results from numerical modeling. *Marine Geology*, 358, 18–37.
- Szczuciński, W., Kokociński, M., Rzeszewski, M., Chagué-Goff, C., Cachão, M., Goto, K., Sugawara, D., 2012, Sediment sources and sedimentation processes of 2011 Tohoku-oki tsunami deposits on the Sendai Plain, Japan – insights from diatoms, nannoliths and grain size distribution. *Sedimentary Geology*, 282, 40–56.
- Takashimizu, Y., Urabe, A., Suzuki, K., Sato, Y., 2012, Deposition by the 2011 Tohoku-oki tsunami on coastal lowland controlled by beach ridges near Sendai, Japan. *Sedimentary Geology*, 282, 124–141.
- Uchida, J., Fujiwara, O., Hasegawa, S., Kamataki, T., 2010, Sources and depositional processes of tsunami deposits: Analysis using foraminiferal tests and hydrodynamic verification. *Island Arc*, 19, 427–442.
- Weiss, R., 2008, Sediment grains moved by passing tsunami waves: Tsunami deposits in deep water. *Marine Geology*, 250, 251–257.

表 1 津波堆積物の認定項目。分類グループは、図 1 の各グループに対応する。

大分類	津波堆積物の特徴	No	項目	分類 グループ
I	堆積学的特徴（現地 観察・剥ぎ取り試料 からわかる情報）	1	イベント堆積物下端部に侵食面が認められる。	C
		2	イベント堆積物の下部に偽礫（粘土礫等）が認められる。	C
		3	イベント堆積物の下位層に変形が認められる。	C
		4	イベント堆積物に火炎状構造が認められる。	C
		5	当時の海岸線から連続的に追いかけて見た場合、イベント堆積物が陸側に薄層化する。	B
		6	当時の海岸線から連続的に追いかけて見た場合、イベント堆積物が陸側に細粒化する。	B
		7	イベント堆積物の内部または最上部に木・植物片が濃集する。	C
		8	イベント堆積物の内部に貝殻、礫等が濃集する。	C
		9	イベント堆積物に級化・逆級化構造が認められる。	C
		10	イベント堆積物の内部に強い水流下で形成されたことを示す堆積構造が認められる。	C
		11	イベント堆積物の内部に海・陸両方向の流れを示す堆積構造が周期的に認められる（潮汐堆積物との識別ができる）。	B
		12	上下の堆積物や周辺の地形から推定される平常時の堆積環境では形成され得ない堆積構造、包有物等が認められる。	X
		13	当時の海岸線から連続的に追いかけて見た場合、内陸へ向かう流れを示す古流向が認められる（洪水堆積物との識別のため）。	B
		14	イベント堆積物の中に長周期の波の影響下で形成された証拠が認められる（侵食面や薄い泥層（マッドドレープ）で境された複数の層がイベント層内部にある、など）。	C
		15	海域に生息・生育する生物の遺骸が認められないものの、上流側（砂丘や砂浜など）からの物質供給が確認できる。	B



II	古生物学的特徴	1	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が陸域であるにも関わらず、イベント堆積物中に海域に生息・生育する生物の遺骸が含まれる。	B
		2	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が浅海～陸域であるにも関わらず、イベント堆積物中に暴浪時波浪限界水深以深に生息する海域に生息・生育する生物の遺骸が優位な割合以上含まれている。	A1*2
		3	イベント堆積物の中に含まれる海域に生息・生育する生物の遺骸が、その上下の地層から推定される環境に生息するものとそれ以外の環境に生息するものの混合群集からなる。	C
III	古地震学的・歴史学的特徴	1	イベント堆積物の存在と地震、火山や山体崩壊等の目撃証言とが一致する（現世の事例を含む）。	A2
		2	イベント堆積物の形成年代と、古文書や多点精密年代測定結果（テフラ、年稿、U/Th など数年以内の誤差で年代決定できるもの）等から得られる歴史津波の発生年代が調和的である。	A2
		3	イベント堆積物のある地点が歴史津波の浸水範囲内である。	C
		4	イベント堆積物の上下で地盤の隆起もしくは沈降を示す古環境変化が珪藻・花粉等の分析により認められる。	A1
		5	周辺に地震痕跡（液状化痕や地盤の隆起／沈降）、テフラ（火山）、地すべり痕（地すべり）等の津波発生源の証拠が存在し、その年代とイベント堆積物の形成年代とが調和的である。	A1
IV	各種室内分析によりわかる特徴	1	イベント堆積物中で海水由来の元素（微量元素も含む）が増加する。	B
		2	上下の地層と比べて磁化率が異なる。	C
		3	鉱物組成の類似性でイベント堆積物が地点間対比でき、分布の広がり認められる。	C
		4	泥を含むイベント堆積物でヒ素や鉛などの重金属類を多く含有する。	C
		5	粒度分析の結果、上方細粒化または粗粒化傾向やユニット構造が認められる。	C
		6	粒度分析の結果、内陸細粒化の傾向が認められる。	B
		7	鉱物組成や粒子の特徴（粒度特性値や粒子形状等）が、海底堆積物の特徴を有している。	B
		8	鉱物組成と粒度分析結果から、内陸に向けて粒子の軽量化傾向が認められる。	B
		9	X線CT撮影など各種非破壊高解像度分析に基づき、肉眼では観察できなかった流水を示す堆積構造が認められる。	C

V	水理学的特徴 (計算に基づく)	1	イベント堆積物の当時の海岸線からの分布距離ないし範囲が高潮や洪水で説明できない。	A1 <sup>*1</sup>
		2	イベント堆積物の中の堆積構造や含有する海域に生息・生育する生物の遺骸が、その堆積場や供給源の深さから推定される波の周期や高さが津波でなければ説明が困難である(再堆積の可能性が排除できる)。	A1 <sup>*1</sup>
		3	イベント堆積物の分布標高が、津波でしか説明できない(海成段丘からの再堆積の可能性が排除できている)。	A1 <sup>*1</sup>
VI	巨礫 (津波石) の特徴	1	供給源からの移動距離が台風の高波や著しく発達した低気圧による高潮等などでは説明ができない(数値計算に基づく)。	A1 <sup>*1</sup>
		2	供給源が自明であり、海側から陸側への移動が確認できる(転石とは区別できる)。	B
		3	ポットホールのように、常時波浪にさらされていた場所にあった特徴がある。	B
		4	表面に海域に生息・生育する生物の遺骸が付着しており、海中に一時期あったことが自明である。	B
		5	古文書等に巨大岩塊の津波による移動が記録されており、現物が特定できる。	A2
		6	巨礫が存在する(転石の可能性が排除できた場合に限る)。	C

\*1 数値計算や観測波浪などの情報に基づき、定量的に示すことができている場合に限る。定性的な場合は、V-1はC、V-2はB、V-3はC、VI-1はCとする。

\*2 この項目のみでも A1 とする (B 項目を満たしているため)。