

塩ビパイプと速乾性ボンドを用いた 未固結砂礫の定方位柱状試料採取法

重野 聖之¹⁾・七山 太²⁾・廣田 勲³⁾

1. はじめに

私達が生活している平野の歴史や災害イベントを、地層より読みとることは、たいへん重要なことである。しかし、現在の日本列島においては、多くの地域で人工改変が進んでいる。そして、人工改変のおよんでいない地域は、主に生活に適さない軟弱かつ湿潤な湿原や湖沼などに限られる。その一方で、未改変地域における地質調査は、自然保護の観点から、生態系にダメージを与えず、短時間で作業を終了する必要もある。そのためには未固結堆積物を、迅速かつ不攪乱のまま採取して、研究室において詳細に解析する必要がある。

未固結堆積物の柱状試料採取には、従来より様々な方法が考案されてきた(例えば、シンウォールサンプラー、検土杖及びブロックサンプリング等; 地盤工学会, 1995)。しかし、これらの方法には、それぞれ技術的な問題がある。例えばシンウォールサンプラーは、押し込みの際に堆積物が固いと変形が生じることや、特殊な機械(ボーリング機やウィンチなど)が必要であること、検土杖は簡便ではあるが、少量しか試料を採取できないこと等があげられる。特に、この種の試料採取法は、軟泥に関しては好成績をおさめているが、砂及び礫の採取には問題が多い。

1997年以来、地質調査所地震地質部では、下川浩一氏をリーダーとして北海道沿岸地域における歴史および先史時代の津波堆積物の調査を行ってきた。渡島半島西岸の大成町における1993年北海道南西沖地震津波の痕跡調査の際、Lunch Boxと

速乾性ボンドを用いた未固結砂礫の定方位試料作成法(Lunch Box法; 七山・重野, 1998)を考案し、一定の成果を収めた(七山ほか, 1998)。しかし、引き続き行っている北海道東部、浜中町霧多布湿原の調査では、調査地の地下水位が高く、ピット(1m四方)掘削などの作業が困難であり、Lunch Box法による定方位試料採取の適用に限界があった。そこで、地下水位が高い場所の泥や砂、礫などを大口径かつ不攪乱試料で採取し、堆積構造を定方位で観察することができる柱状試料採取法(以下、PP: Plastic Pipe法)を現地で新たに考案し、実践した。その結果、一定の成果を収めたので、これを紹介したい。

2. 用意する資材

PP法に必要な資材を以下に列挙する。これらは全て一般のホームセンターで入手できるものであり、筆者らは厚岸町内のホームセンターにおいてすべて購入することができた。なお、作業中◎はぜひ必要、○はあった方が便利なものである。

- ◎ 採取したい試料の長さや体積に合わせた塩ビパイプ: 地中に打ち込みやすいように、片方の先端を斜めに切断しておくが良い。特に堆積構造を観察する場合には、後述する大口径のVU100 (JIS K 6741)を推奨したい。
- ◎ グラインダ(切断砥石を使用)もしくは金鋸: グラインダの方が短時間で楽にパイプを切断できる。
- ◎ ドリル: パイプに穴を開ける際に使う。
- ◎ かけや(木製もしくはプラスチック製の大型ハンマー): パイプを打ち込む際に使う。

1) 新潟大学大学院自然科学研究科地球環境科学専攻:
〒950-2181 新潟市五十嵐2の町8050番地
2) 地質調査所 地震地質部
3) 明治コンサルタント(株)新潟支店
〒950-2002 新潟市青山1-1-22

キーワード: 定方位試料, 未固結砂礫, 塩ビパイプ, 速乾性ボンド,
津波堆積物

- ◎ シャベル。
- ◎ クリノメーターもしくはクリノコンパス：方位を測定する。
- ◎ 油性マジックペン。
- ねじり鎌，園芸用スコップ，根切り鋏等。
- ◎ 厚手のポリエチレン袋，塩ビラップ，ビニールテープ等：パイプ試料の乾燥や攪乱を防ぐ。
- ◎ スプレー式速乾性ボンド：コニシ(株)G-17が安価でかつ試料の固結も良好。
- ◎ 瞬間接着剤(アロンアルファ等)：不安定な礫や試料中に生じたひびなどを，随時固結する。
- ◎ クリアラッカー：油性のものが良い。
- ◎ ペイント用の刷毛：いろいろな大きさや硬さの刷毛を用意しておくとうい。
- 補強用のベニヤ板もしくは布：試料の固結度が弱い場合には補強(裏打ち)が必要。
- ◎ 包丁：先のとがった薄歯のものの方が良い。
- 新聞紙，ビニールシート等。

3. 作業手順

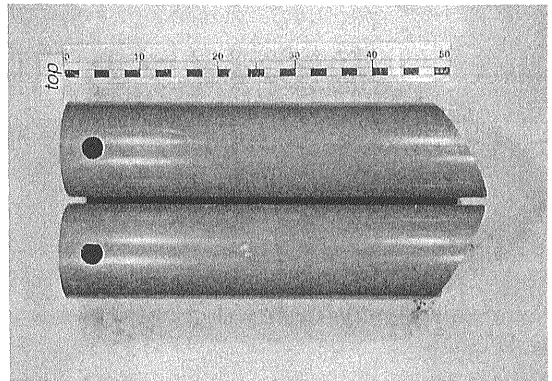
以下に，試料採取容器の作成法，ならびに野外と室内における作業手順を示す。

3.1 試料採取容器の作成法

- ① 試料採取容器（以下にパイプ容器）として，塩ビパイプを用意する。塩ビパイプの大きさは任意だが，我々は1) 持ち運びの利便性，2) 堆積構造を観察する際大口径であるほど望ましいこと，さらに3) 管壁が厚く丈夫であることから，市販のVU100(内径107mm，厚さ3.4mm；JIS K 6741)を長さ50cmに切断した物を使用している。我々の経験では，この手法で1m位までの柱状試料の採集が一度に可能ではあるが，パイプが長くなるほどその後の回収と運搬の際，手間取ることが多い。
- ② はじめに，グラインダを使ってパイプの先端を斜めに切断し，地中に打ち込みやすいようにする。さらに，他方の端には，回収時に指やロープを通せるように，ドリルで直径2cmほどの穴を二つ開ける(第1図)。

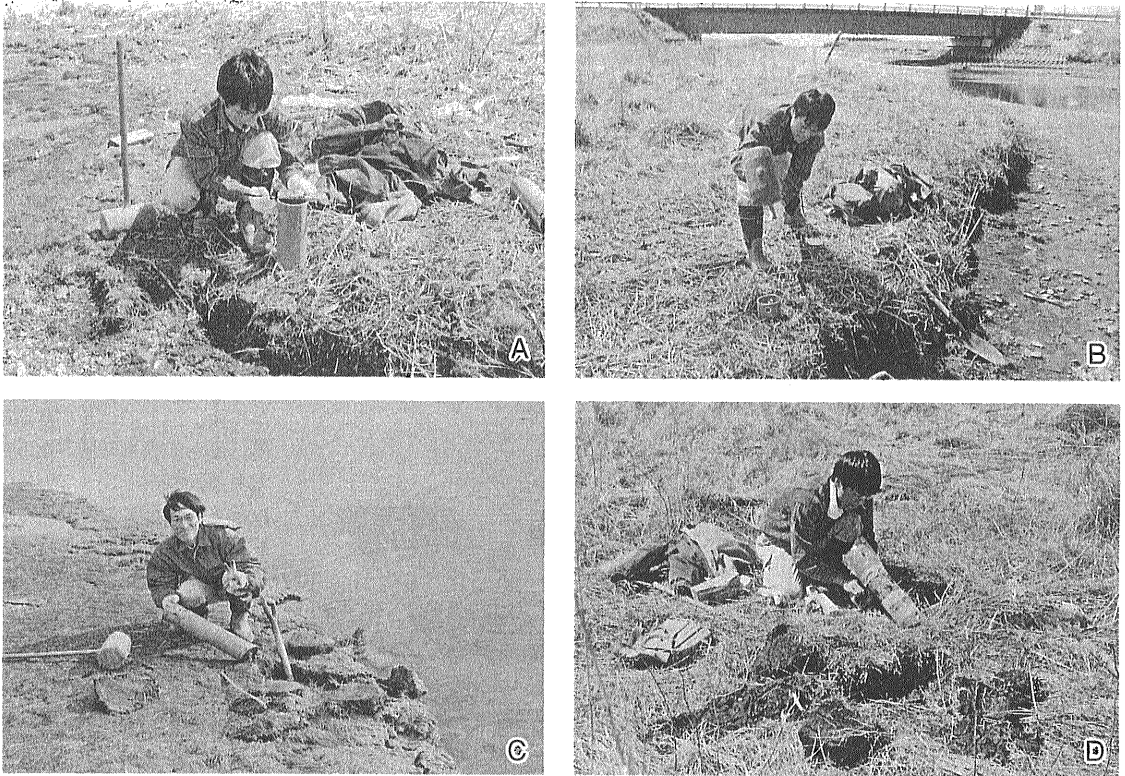
3.2 野外作業

- ① 採取したい箇所(深い場合は，その深度まで掘り下げる)の地表をねじり鎌や根切り鋏で刈り，平坦にならす。
- ② パイプ容器に試料番号を書く。地表を掘り下げた場合は，掘りこんだ深度も同時に記入する。



第1図 試料採取容器。塩ビパイプを地中に打ち込みやすいように，片側の先端を斜め切りしておくとうい。

- ③ パイプ容器を手で押し込み，クリノメーターを用いて方位を測る(第2図A)。この時に油性マジックペンで方位を記入し，上面に開けた穴をあらかじめ北に向けておけば，簡単に定方位採取できる。
 - ④ かけやを使ってパイプ容器を地表面に垂直に打ち込む(第2図B)。この時，試料を乱したり，容器を傾けたりしないよう注意する。
 - ⑤ 上面の穴にロープを通してそのまま引き抜く，もしくはシャベルでパイプ容器を掘り起こし，試料を回収する。この時，底の試料が抜け落ちないように注意する(第2図C)。
 - ⑥ 回収後直ぐに，パイプ容器の両端を塩ビラップや厚手のポリエチレン袋等で梱包する(第2図D)。また，パイプ容器にすきまがある場合は，運搬時に動く可能性があるため，詰め物(布や紙等)をする。
- #### 3.3 室内作業
- ① 室内に持ち帰った後，パイプ容器を固定台に乗せ，パイプの両側面をグラインダを用いて半割する。この時，試料までは歯が通らないように注意する。また，水流によって生じた堆積物を観察する場合，推定される流向と平行に半割すると，堆積構造が観察しやすい。さらに，パイプの切り目に包丁をさし込み，試料を慎重に半割する。
 - ② 半割後，片方の試料表面を平坦に整形し，大まかな記載を行う。これを観察用試料と呼ぶ。観察用試料は，その後半日ほど乾燥させる。もう一方の半割試料(保存用試料)は，分析用とし



第2図 PP法での試料採取の手順を示す写真一覧(野外作業). A) パイプ容器を手で押し込み、クリノコンパスを用いて方位を記入する. B) かけやを使ってパイプ容器を地表面に垂直に打ち込む. C) シャベルでパイプ容器を掘り起こし、試料を回収する. D) 回収後直ぐに、パイプ容器の両端を塩ビラップや厚手のビニール等で梱包する.

て、塩ビラップで梱包した後、冷暗所で保存しておく。

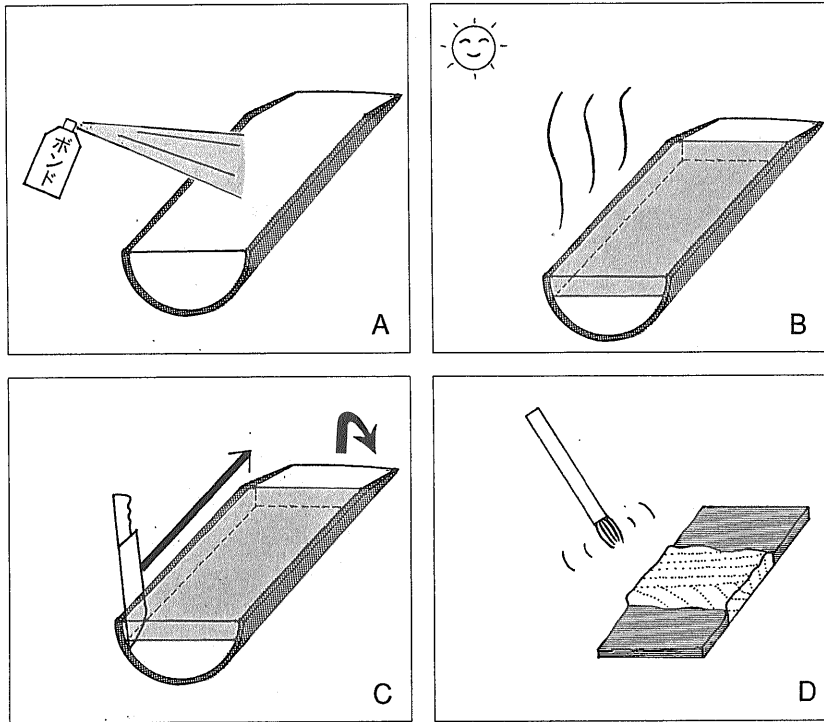
- ③ 観察用試料の表面が乾燥したことを確認した後、スプレー式速乾性ボンドを満遍なく吹き付ける(第3図 A)。この際、ボンドの浸透量によって定方位試料の厚さがある程度調整できるが、試料表面より1 cm ぐらいの浸透が目安となる。ボンドの必要量も試料の粒度により規定され、粗粒な空隙率が高い試料の場合には、ボンドは安易に浸透し、逆に細粒な試料の場合には浸透量も少なく、固結後も表面しかはぎ取れない。この状態で、試料を半日乾燥する(第3図 B)。
- ④ ボンドが固結したことを確認した後、包丁でパイプ容器の隅に沿って底まで切り込みを入れる(第3図 C)。さらに、パイプ容器を反転させ、適度な振動を与え、試料を取り出す。
- ⑤ 固結した定方位試料をペイント用の刷毛で掃く(第3図 D)。すると、ボンドの浸透量の違いによ

り、凹凸が現れレリーフが徐々に浮き上がってくる。相対的に、粗粒な粒子ほど凸状、細粒な粒子ほど凹状の構造がまるで地層のように現れてくる。また、刷毛で掃いた際とれかかった礫などは、瞬間接着剤で固定する。

- ⑥ レリーフの表面を乾燥させた後、表面に濡れ色を出すために、クリアラッカーを塗布する。また、必要に応じてベニヤ板や布で補強(裏打ち)する。
- ⑦ 方位などの情報を記入する。

4. PP法による研究例

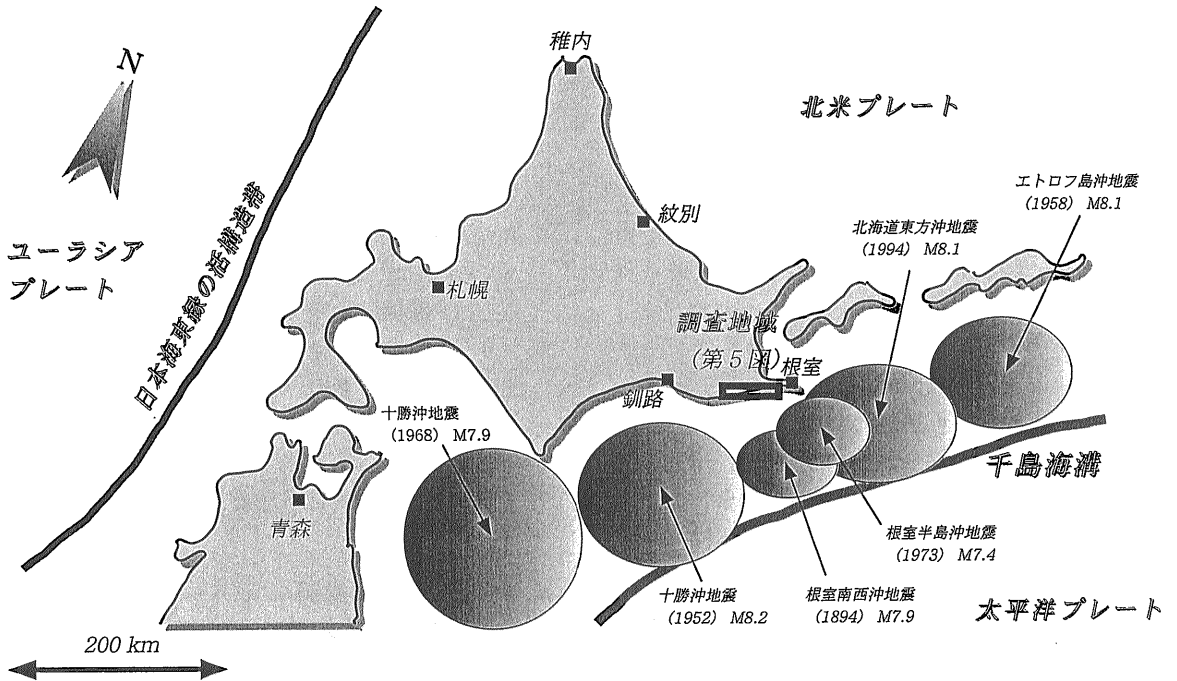
地質調査所地震地質部では、北海道千島海溝沿岸地域における津波履歴の解明を目指して、PP法を用いた津波堆積物の調査を実践している(七山・重野, 1998)。以下に、その研究の概要を紹介しよう(口絵参照)。



第3図

PP法での試料採取の手順を示す写真一覧(室内作業)。

- A) スプレー式速乾性ボンドを、観察用試料に満遍なく吹き付ける。
- B) この状態で、試料を半日乾燥する。
- C) ボンドが固結したことを確認した後、包丁でパイプ容器の隅に沿って底まで切り込みを入れる。さらに、パイプ容器を反転させ、適度な振動を与え試料を取り出す。
- D) 固結した定方位試料をペイント用の刷毛で掃く。すると、ボンドの浸透量の違いにより凹凸が現れ、レリーフが徐々に浮き上がってくる。



第4図 調査位置図。北海道と千島海溝のテクトニクス、海溝型地震の余震域、ならびに今回の調査地域。

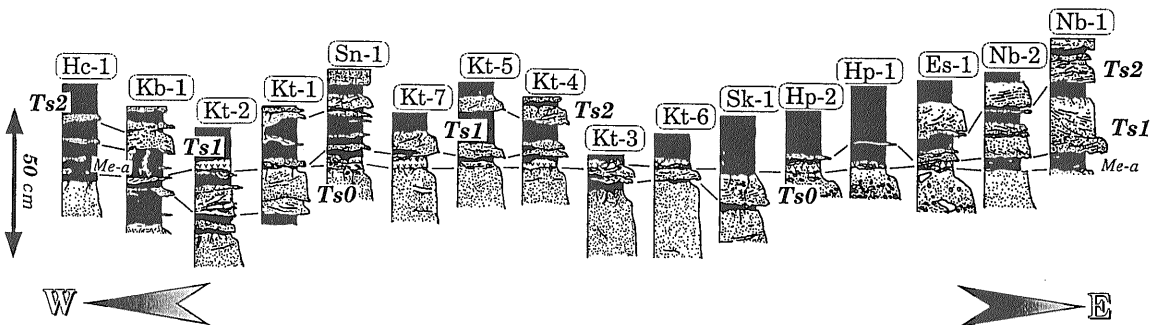
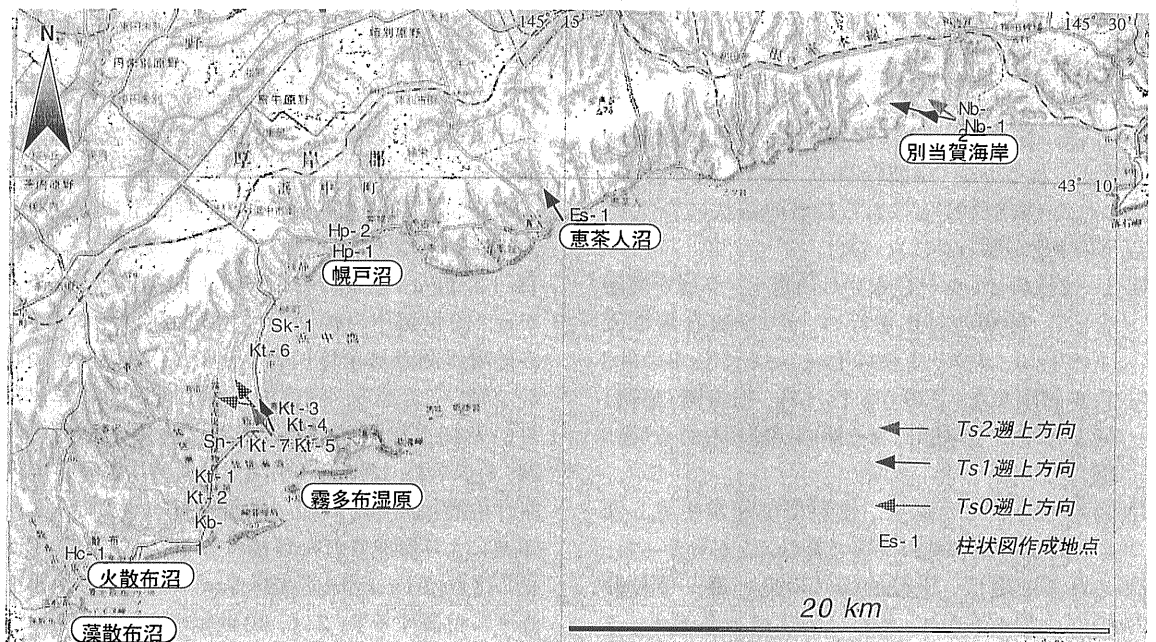
4.1 調査地域

北海道東部の釧路～根室沿岸地域は、千島海溝に隣接する本邦屈指の地震多発地域である(第4図)。特に沿岸地域は、1952年十勝沖地震津波ならびに1960年チリ地震津波の来襲を受け、甚大な被害を出した。さらに最近では、1973年根室半島沖地震、さらには1994年北海道東方沖地震による津波被害を受けたことは記憶に新しい。この地域の和人による進出は、1701年の和人とアイヌによる交易所(キリタツ場所)開設に始まり、古文書としては、厚岸の国泰寺に1804年以降の記録「日鑑記」が残されているにすぎない。このため、本地域

の過去の津波履歴を古文書より解析することは困難である。一方、この地域には人工改変を被っていない湿原や湖沼が多数存在し、その堆積物中には、津波来襲の記録が津波堆積物として残されている可能性が高い。そこで筆者らは、PP法を用いて湿原や湖沼堆積物中より津波堆積物を検出し、津波履歴の解明を目指す研究を開始した。

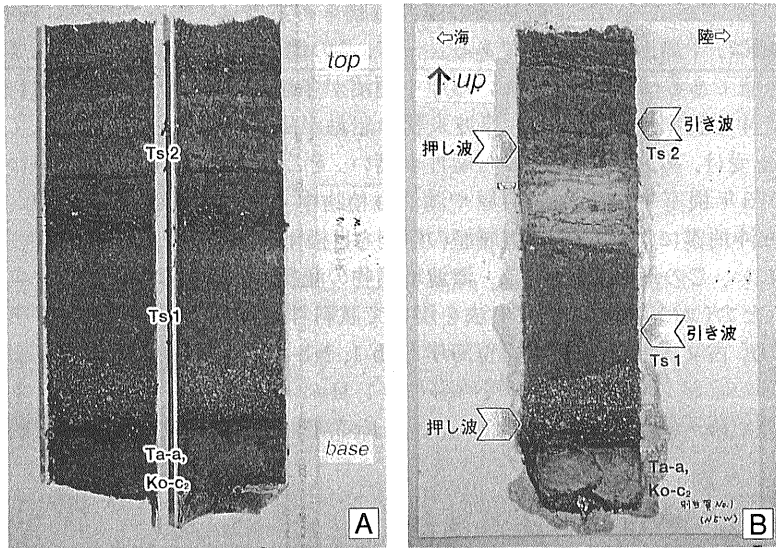
4.2 津波堆積物の産状

PP法を用いて試料採取を行った結果、根室市別当賀海岸(Nb-1, Nb-2)、浜中町恵茶人沼(Es-1)、幌戸沼(Hp-1, Hp-2)、霧多布湿原(Sk-1, Kt-1, Kt-2, Kt-3, Kt-4, Kt-5, Kt-6, Kt-7, Sn-1, Kb-1)、火散



第5図 根室～霧多布地域における津波堆積物の分布。

- A: 津波堆積物が確認された地点、ならびに堆積構造から推定される3つの津波(Ts0, Ts1, Ts2)の遡上方向。
- B: Ta-aならびにKo-c₂を基準面とした堆積柱状図の広域対比図。柱状図の砂地は砂層、黒く塗りつぶしたのは泥炭、vはTa-aとKo-c₂の降灰層準。Ts0, Ts1, Ts2は津波堆積物。



第6図
PP法により採取された、根室市別当賀海岸(Nb-1地点)における津波堆積物の産状。
A：はぎとり処理前。Ta-a, Ko-c₂上にTs 1, Ts 2の2枚の津波堆積物が観察できる。Ts 1下部の粗粒な堆積物は押し波による堆積物。
B：はぎとり処理後。Ts 1, Ts 2とも押し波と引き波の構造が明瞭に観察できる。矢印は堆積構造より読みとった津波の古流向。

布沼(第5図A)において、泥炭層中に津波堆積物と考えられる砂層(津波のTs 0, Ts 1, Ts 2)が認められた(第5図B)。これら砂層の産状について、以下の4点が明らかになった。

- ① 1～2枚のオレンジ色ないし白色テフラ層を鍵層として、砂層の対比を行い、テフラ夾在層準直下のTs 0、テフラ上位のTs 1、さらにTs 2の計3枚を識別した。このうちTs 1は、根室側(東側)ほど粗粒かつ厚層になる傾向が認められる(第5図)。
- ② 砂層を分析した結果、湿原では通常生息しない、海水棲種の珪藻を多く含むことが分かった。
- ③ これら砂層は、比較的淘汰の良い細～中粒砂の海成砂からなり、見かけ級化構造を示す。その基底部には削りこみが見られ、細礫～中礫を伴うことがある(第6図A)。
- ④ 砂層中には、押し波と引き波、またはその一方(多くは引き波)によるデューンとカレントリップルが観察された(第6図B)。

4.3 津波堆積物の形成年代

火山灰は、堆積物の年代を特定する鍵として広く用いられている。調査地域の地表下20～30cmに夾在する、2枚もしくは混在して1枚のオレンジ色ないし白色テフラ層は、野外での特徴および鏡下観察の結果、上位は1739年樽前山起源のTa-a、下位のものは1694年駒ヶ岳起源Ko-c₂に対比された(第6図)。これより、津波によってもたらされたと考

えられうる3枚の砂層について、その形成年代を考察する。

最下位のTs 0はKo-c₂テフラの直下に位置することから、およそ17世紀に堆積したと考えられる。Ts 1はTa-aテフラの約5.5cm上位に位置することから、19世紀中～後期の堆積物と考えられる。この砂層は調査域全体に広く分布し、東部ほど粗粒かつ厚いことから、1843年(天保十四年)に厚岸において46名の溺死者を出した北海道東部地震津波、もしくは、1894年(明治二十七年)根室半島南西沖地震津波などの根室方面近海の地震で生じた津波により形成された可能性が高い。この推定が正しければTs 1の上位約5.5cmに位置し、地表面直下に位置するTs 2は、20世紀に入ってからの津波によって生じたと推定できる。

5. PP法による利便性と今後の課題

PP法による調査の利便性は、以下のようにまとめられる。

- ① 特殊でかつ高価な装備が要らず、どこでも、誰にでも簡単に実施できる。
- ② 野外作業の時間を短縮し、室内で詳細に柱状試料を観察できるため、より高精度の成果が期待できる。
- ③ 地下水位が高いなどの悪条件な調査地域でも容易に調査できる。

- ④ 現地で重機や薬剤等を使わず、環境保護にも配慮できる。
- ⑤ 広い粒度分布を示す試料、特に砂礫を含む未固結試料の堆積構造を観察する際有効な手法である。
- ⑥ パイプ容器を長くすることにより、1m程度までの不攪乱柱状試料を採取できる。
- ⑦ 自在に厚みを持った定方位試料を作成できるので、古流向が容易に計測できる。
- ⑧ 残りの試料は、堆積構造や粒度に対応させて各種分析用に用いることができる。

しかし、このPP法試料採取の唯一の欠点は、パイプ容器を打ち込む際の柱状試料の短縮率の問題である。我々の調査では、通常の泥や砂礫では短縮はほとんど認められなかった。しかし、霧多布湿原において広く観察されるようなふわふわの泥炭は、70%程度に短縮する結果となった。また、木の根などの障害物により、試料の一部が乱れる事態も発生した。このような問題があるにしても、簡易に地下水下の泥や砂、礫などを大口径かつ不攪乱試料として採取し、堆積構造を定方位で観察することができるPP法は、有効な調査手法である。

なお、この方法とよく似た柱状試料採取法は米地質調査所のAlan Nelson氏等によっても行われているらしい。詳細は下記の太田(1999)の116ページ

をご参照頂きたい。

謝辞：本稿の作成にあたり、新潟大学理学部立石雅昭教授、地震地質部活断層研究室の杉山雄一室長、下川浩一氏、佐竹健治氏、有田正史統括研究調査官、米地質調査所のBrian F. Atwater博士ならびに明治コンサルタント(株)札幌支店三上芳正氏に多数のご助言を頂いた。

参考文献

- 地盤工学会(1995)：地盤調査法, 134, 152-158, 173-176.
 七山 太・重野聖之(1998)：Lunch Boxと速乾性ボンドを用いた未固結砂礫の定方位試料作成法, 地質ニュース, no. 523, 52-56.
 七山 太・佐竹健治・下川浩一・重野聖之・小坂橋重一・宮城省吾・石井正之(1998)：遼上型津波堆積物の堆積相と堆積過程—1993年北海道南西沖地震津波の研究例—, 月刊海洋号外, no. 15, 140-146.
 七山 太・重野聖之(1998)：北海道東部、千島海溝沿岸地域における歴史津波堆積物—研究序説—, 月刊海洋号外, no.15, 177-182.
 太田陽子(1999)：完新世段丘の年代と環境変化—掘削調査による諸方法。太田陽子著“変動地形を探るI—日本列島の海成段丘と活断層の調査から”。古今書院, 116-122.

SHIGENO Kiyoyuki, NANAYAMA Futoshi and HIROTA Isao (1999)：How to make an oriented sample of loose sediments by pipes made of unplasticized polyvinyl chloride and easy-dry bond ?

< 受付：1999年7月15日 >

第41回科学技術映像祭参加作品募集

- ◇ 科学技術に関する優れた映像を選奨する、科学技術映像祭の参加作品を募集。
- ◇ 分野は「科学教育」「科学技術」「医学」「学術研究」「ポピュラーサイエンス」の5部門。
- ◇ 参加資格は、日本所在の製作者・企画者(スポンサー)・テレビ局・学術研究機関・及び個人の製作により、1999年2月1日～2000年1月31日までに完成または放映した映像作品。
- ◇ 募集期間は1999年12月末～2000年1月31日まで。3月中旬に内閣総理大臣賞(予定)、科学技術庁長官賞(予定)等の入選作品を発表。詳細は下記ホームページをご覧ください。

問合せ先：日本科学技術振興財団 四村

TEL：03(3212)8487

FAX：03(3212)0014

URL：<http://ppd.jsf.or.jp/shinko/pro/s-m/index.htm>