

津軽平野の上位沖積面に認められる洪水堆積物について

弘前大学理工学部 堂元礼比古・梅田浩司

1. はじめに

十和田火山は約 20 万年前から活動を開始し、約 1 万 5 千年前にはデイサイト～流紋岩質の八戸火砕流が発生し、現在の十和田カルデラが形成された。その後は、1～3 千年に 1 回のペースで VEI が 4～5 クラスの噴火を繰り返しており、最新の噴火は西暦 915 年に発生した噴火エピソード A と呼ばれるもので、大湯 1～3 軽石や毛馬内火砕流を放出した。これらの火砕物やその遠方相は、一般に十和田 a テフラ (To-a) と呼ばれている。To-a の噴火後、米代川流域では大規模なラハール (シラス洪水) が頻繁に発生し、現河床から比高 10 m 前後の最も新しい段丘面を軽石質ラハール堆積物が広く覆った (平山・市川, 1966 ; 赤石, 1999)。一方、十和田火山の北西方向に位置する津軽平野でも、岩木川に沿って To-a に起因する大規模なラハールが発生し、低湿地が埋め立てられ、当時の居住環境に大きな影響を及ぼしたことが指摘されている (小野ほか, 2012)。しかしながら、このラハール堆積物の分布は限られている。また、片岡ほか (2015) は、津軽平野の浅層堆積物のテフラの分析を行った結果、碎屑粒子は十和田起源のテフラのみならず、より古い時代の尾開山凝灰岩相当層などに由来するテフラ粒子が混合・再堆積したものであることを指摘している。以上のことから、To-a の噴火後に発生した岩木川流域のラハールの影響が米代川流域に匹敵するか否かは必ずしも明らかでない。そのため、本研究では津軽平野に広く分布する上位沖積面を構成する堆積物を対象に、層相観察、粒度分析、碎屑粒子の記載および火山ガラスの主成分元素分析を実施し、To-a 由来のラハール堆積物の識別を試みた。

2. 調査地点の地形概観

津軽平野は南北に細長い沖積低地である。周囲を山に囲まれていて、平野に流れ込む浅瀬石川・平川・岩木川によって地形が形成された。南から北に向かって扇状地、氾濫原、デルタと配列する。氾濫原では岩木川が下刻し、上位沖積面と下位沖積面を形成する。形成された両沖積面は比高数 m の段丘崖によって区分される。両沖積面を区分する段丘崖は五所川原付近で不鮮明になり、デルタに遷移していく。調査地点は青森県弘前市大字三世寺であり、氾濫原上流域の上位沖積面上に位置する後背湿地である。調査地点の標高は 18.2 m で、現岩木川の河床からの比高は 7.1 m である。

3. 研究方法

調査地点では深さ 3.1 m のトレンチを掘削した。トレンチ面の上部 1 m ほどは耕作土である。層相観察の結果、下位から第①層～第⑬層の合計 13 の層準に区分した。上位沖積面の形成時期を推定するため、泥炭層 (②層, ④層) および⑧層に含まれる樹木について放射性炭素年代測

*Flood deposits in the upper alluvial deposits of the Tsugaru Plain by Akihiko Domoto, Koji Umeda

定を行った。

次にトレンチ面の堆積構造を定量的に把握するため、泥炭層を除く各層から採取した 11 試料について粒度分析を行った。粒度分析は弘前大学のレーザー回折式粒度分布測定装置（島津製作所製 SALD-3000J；測定粒子径 $0.1 \sim 2000 \mu\text{m}$ ）を使用した。分取した試料は、分散剤としてヘキサメタリン酸ナトリウム 0.2 wt%を加え、1 分間の超音波洗浄したものを投与試料とした。測定は試料毎に平均 3 回ずつ行い、粒径加積曲線を求めた（図-1, B）。また、測定結果の粒径加積曲線から含泥率（図-1, D）、Folk and Ward（1957）に基づき、平均粒径値（図-1, C）を算出した。

破碎粒子の給源を検討するため、弘前大学共用機器基盤センターの波長分散型 X 線マイクロアナライザー（EPMA：JEOL JXA-8230）を用いて、火山ガラスの主成分元素組成の測定を行った。試料はナイロン製使い捨て #255 メッシュシート（糸径 $43 \mu\text{m}$ 、目開き $57 \mu\text{m}$ ）を使い、流水中で指圧にて粉碎しながら洗浄した。残渣を #125 メッシュシート（糸径 $70 \mu\text{m}$ 、目開き $133 \mu\text{m}$ ）を用いて水中で篩分けした。これにより $1/8\text{mm} \sim 1/16\text{mm}$ に粒度調整した試料を超音波洗浄機により洗浄し、粒子表面に付着した粘土分を洗い流した。さらに、エポキシ樹脂を用いてスライドガラス上に包埋し、#3000 カーボンランダムで研磨し、 $1 \mu\text{m}$ のダイヤモンドペーストにて鏡面研磨した薄片を作成した。EPMA の測定条件は加速電圧を 15kV、照射電流を $6.00 \times 10^{-9} \text{A}$ 、ビーム径 $10 \mu\text{m}$ に設定し、主成分 9 元素（Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na および K、ただし Fe は全鉄）について定量を行った。なお、測定ごとにワーキングスタンダードである AT 火山灰の火山ガラスを用いてチェックした。

4. 分析結果

a) 放射性炭素年代測定

放射性炭素年代測定を行った 3 つの試料のうち、下部 2 つは泥炭層より試料を採取し、トレンチ面中央部は樹木より測定したものである（図-1, A）。結果は下部より $4440 \pm 30 \text{ yr. BP}$ 、 $4230 \pm 30 \text{ yr. BP}$ 、 $4250 \pm 30 \text{ yr. BP}$ であった。上位沖積面は縄文海進時の水域に注ぐデルタとして形成された。その後に堆積した下位沖積面は、海退以後の岩木川の下刻によって形成されてものである。下位沖積面の最下部に生育面を持つ埋没樹の放射性炭素年代から、下位沖積面は 2240 年前以降に形成されたと考えられる（海津, 1974）。一方、上位沖積面下部の粘土層は十三湖層中部シルト部層に対比される（小貫ほか, 1963）。そのため、粘土層は縄文海進高頂期ごろに形成されたものとする。これらのことから、上位沖積面の形成時期は約 6000～2500 年前頃と推定されているが、今回の得られた放射性炭素年代測定結果もこれと調和的である。

b) 粒度分析

頻度分布図（図-1, B）によると、中粒砂サイズ以上にピークを持つ層（①, ③, ⑧, ⑨, ⑪, ⑫, ⑬層）と細粒砂サイズ以下にピークを持つ層（⑤, ⑥, ⑦, ⑩層）に区分される。2 つの特徴の違いは各層の平均粒径（ ϕ ）と泥（粒径 $56.58 \mu\text{m}$ 未満の粒子）の含有率からも見て取れる。平均粒径（図-1, C）は細粒砂以下にピークを持つ試料が 4ϕ 程度（極細粒砂～粗粒シルト）であるのに対して、中粒砂以上にピークを

持つ試料は 0~3 φ 程度（粗粒砂～細粒砂）である。含泥率（図-1, D）は細粒砂サイズ以下にピークを持つ試料について、少なくとも 30%以上泥が含まれている。一方で中粒砂以上にピークを持つ層ではほぼ泥が認められない。このことから、中粒砂サイズ以上にピークを持つ層はそれらを運ぶような輸送力を有する強い水流を伴う環境であったことを示唆する。そのことから洪水イベントを記録した洪水堆積物と考える。一方、細粒砂以下にピークを持つ試料は水流などによって輸送されやすい細かな粒子が堆積する静かな環境であったことを示唆する。なお、最下位の第①層は円礫を含む砂礫層が 30cm 以上堆積していることため、岩木川水系の河床であった。その上位に堆積する 2 つの泥炭層は植生が繁茂していた時期があったことを示す。しかし調査地点では、基本的に、細粒砂サイズの破碎粒子が堆積する後背湿地のような環境が継続していたと考える。そこに強い水流を伴う突発的なイベントによって砂質の破碎粒子が流入し、イベント堆積物を形成した。また、トレンチ面は少なくとも 3 つの洪水イベント（イベントⅠ：第③層；イベントⅡ：第⑧・⑨層，イベントⅢ：第⑪～⑬層）を記録している。

c) 火山ガラスの主成分元素分析

計 8 つの試料（①，③，⑦，⑧，⑨，⑩，⑪，⑬層）に含まれる火山ガラスについて EPMA 分析を行った。図-2 に主成分元素の分析結果をハーカー図で示す。なお、第⑩層には火山ガラスが含まれていなかった。どの層においても含まれる火山ガラスの化学組成は、尾開山凝灰岩（約 4.0 Ma）、大滝沢凝灰岩（約 2.5 Ma）、虹貝凝灰岩（約 2.5 Ma）、青荷凝灰岩（約 1.5 Ma）、鶴ヶ坂凝灰岩（約 0.76 Ma）といった津軽平野に広く分布するテフラを主体とする（山田ほか，2021）。一方で、 K_2O 量が低い（1.5～2.0 wt.%）十和田起源のテフラ（To-Cu, To-H, To-Of など）が認められることから、これらのテフラが混合・再堆積したものとする。なお、火山ガラスの化学組成がバイモダルで高い FeO^* 量とアルカリ含有量を特徴とする白頭山・苫小牧テフラ（B-Tm）は含まれなかった。

5. 議論・まとめ

津軽平野の堆積環境の変遷を明らかにするための一環として、氾濫原上流域の上位沖積面堆積物のトレンチ調査を行った。津軽平野の氾濫原の上位沖積面は約 6000 年前から 2500 年前頃には形成されたと考えられているが、放射性炭素年代測定の結果もこれを支持する。粒度分析と堆積構造によると、トレンチ面最下部は河床であったが、河道が移動し、植生が繁茂する時期があった。しかし、基本的には細粒砂サイズの破碎粒子が堆積するような湿地的環境が続いた。そこに強い水流を伴う突発的なイベントによって中粒砂以上の破碎粒子が堆積するイベント堆積層が形成された。洪水イベントは少なくとも 3 回発生したと考えられる。また、火山ガラスの主成分元素から、堆積物の給源を検討した結果、鮮新世～更新世中期のテフラが主体であり、十和田火山起源のテフラは比較的少量であった。また、B-Tm（西暦 946 年）が含まれないことから、この地域では To-a のラハール含む最近約 1000 年間の洪水イベントの影響は小さかったと考えられる。

引用文献

- 赤石和幸（1999）十和田火山，毛馬内火砕流に伴う火山泥流堆積物中から平安時代の埋没家屋の発見，地質学雑誌，105，123-124.
- Folk, R.L. and Ward, W.C.（1957）Brajors river bar: a study in the significance of grain-size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-27.
- 平山次郎・市川賢一（1966）1,000 年前のシラス洪水～発掘された十和田湖伝説～，地質ニュース，140，10-28.
- 小野映介・片岡香子・海津正倫・里口保文（2012）十和田火山 AD915 噴火後のラハールが及ぼした津軽平野中部の堆積環境への影響，第四紀研究，51，317-330.
- 小貫義男・三位秀夫・島田豊郎・竹内貞子・石田琢二・斉藤常正（1963）青森県津軽十三湖地域の沖積層，東北大地古邦報，58，1-36.
- 海津正倫（1974）岩木川河床より出土した埋没林とその形成環境について，第四紀研究，13，216-219.
- 海津正倫（1976）津軽平野の沖積世における地形発達史，地理学評論，49，714-735.
- 山田淳越・柴 正敏・近藤美左紀・梅田浩司（2021）津軽地方の鮮新世～前期更新世の記載岩石学的特徴について—火山ガラスの主成分化学組成—，青森地学，66，2-6.

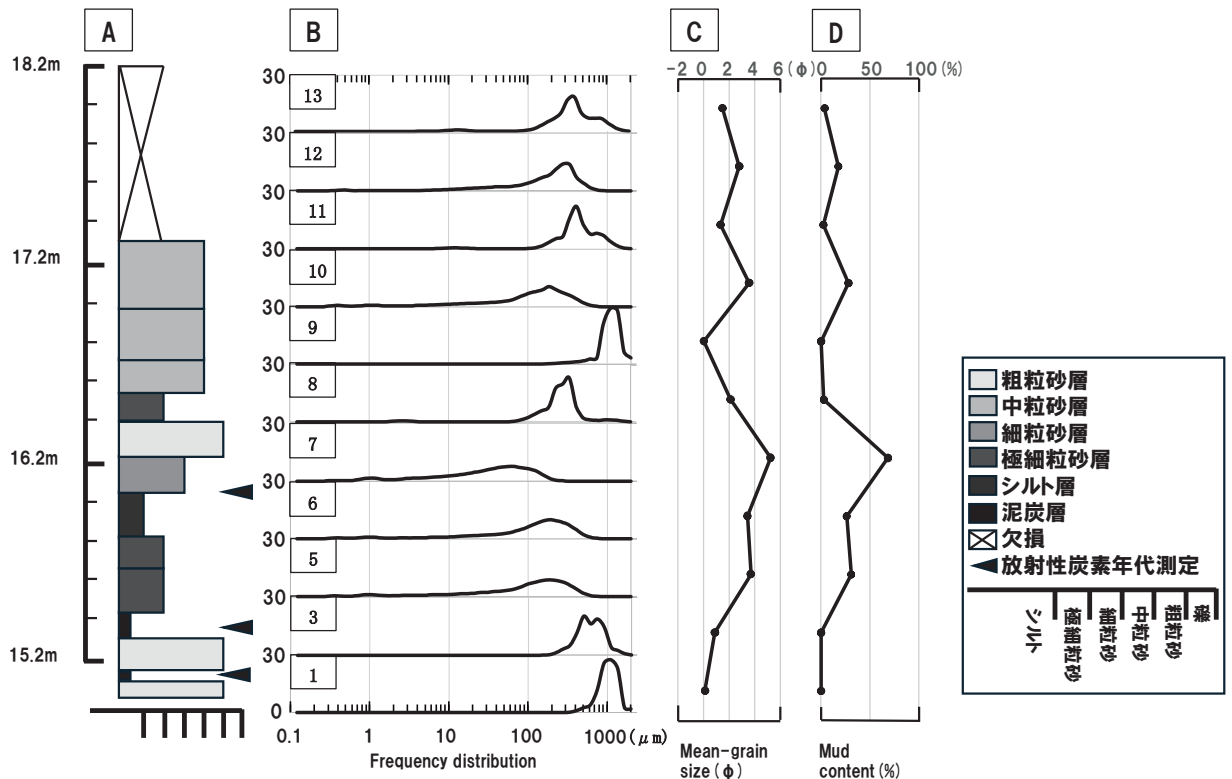


図-1 A; 柱状図, B; 頻度分布 (μm), C; 平均粒径 (ϕ), D; 含泥率 (%)

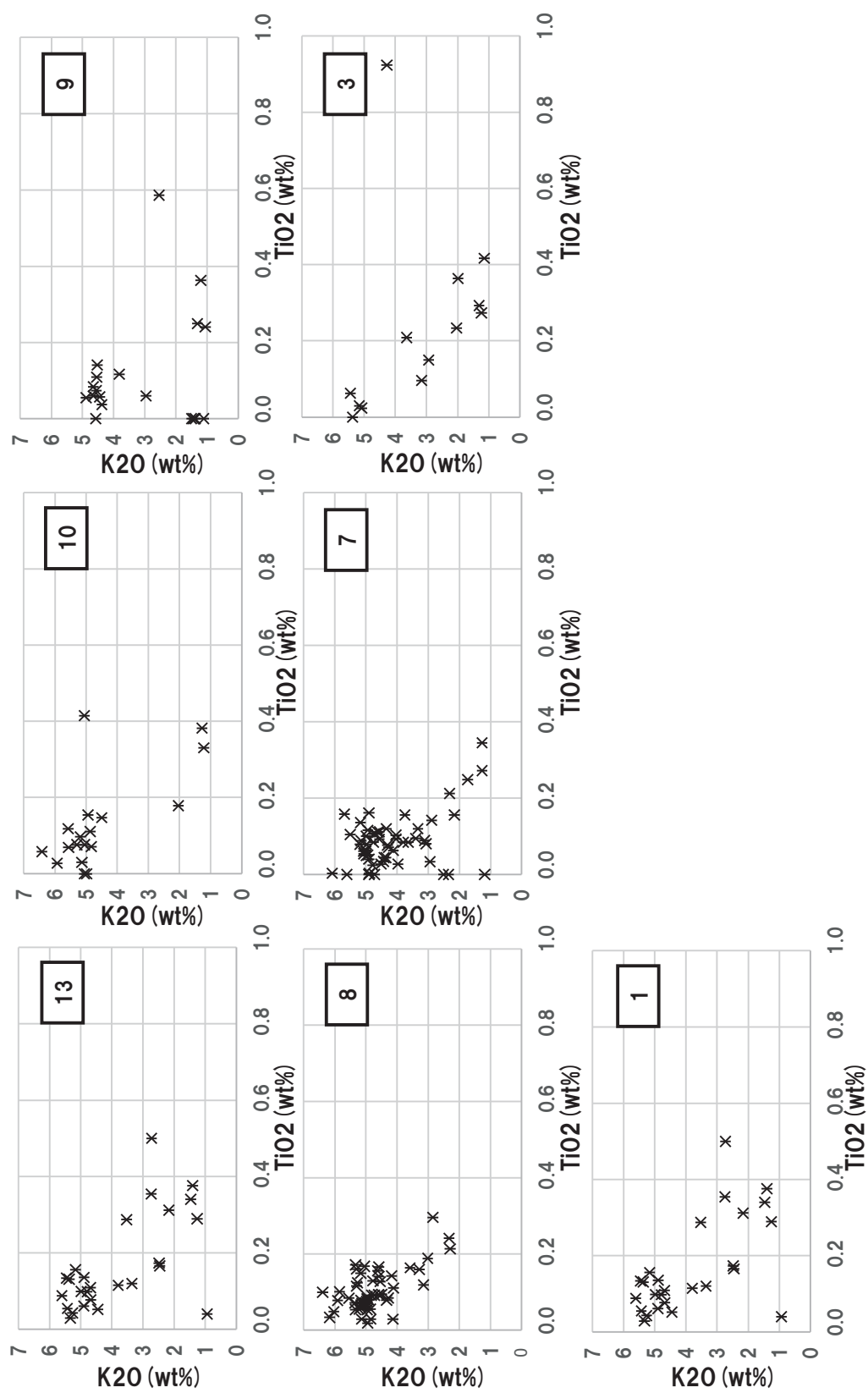


図-2 火山ガラスの主成分化学組成