

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540539

研究課題名(和文) 地中レーダーを用いた地震性バリアーシステムの堆積様式の解明

研究課題名(英文) Estimation of sedimentation style of seismic barrier system using ground penetrating radar

研究代表者

七山 太(Nanayama, Futoshi)

独立行政法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・上級主任研究員

研究者番号：20357685

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：風蓮湖北東縁に位置する走古丹バリアースピットには、5帯の浜堤列が認識される。我々の掘削により、7層の完新世テフラが見いだされ、千年オーダーでの地形発達史を解読した。現在のシステムが成立したのは5500年前であり、BR1は17世紀以降、BR2は17世紀、BR3は12～13世紀、BR4は9～10世紀に離水した浜堤と推定される。千島海溝沿岸域では500年間隔で発生した巨大地震の存在が明確になり、特にこの地の地盤は17世紀巨大地震後には1-2m隆起し、その後現在まで8.5mm/年の速さで沈降し続けていることがわかっている。ゆえに、各分岐砂嘴の出現には、地震性地殻変動が関わっていたのであろう。

研究成果の概要(英文)：The Hashirikotan barrier spits are active in the northeastern part of Furenko facing the Nemuro Strait because five branches of spits (BR1-BR5) are clearly observed and dated by tephrochronology. The Furenko barrier system has been established since 5.5 ka. The youngest BR1 has occurred after the 17th century and BR2 caused by the last seismic up rifting in the 17th century. BR4 caused by the seismic up rifting in the 9th century. BR3 rifted in the 12-13th century. Since 2003, it was clearly that the great earthquakes (Mw8.5) have been occurred at an interval of 500 years along the southern Kuril subduction zone. Especially coastal area raised almost 1 or 2m just after the great earthquakes due to the post seismic displacements. But conversely land subsidence has been continuing at a rate 8.5mm/year since the 17th century until now. We express that geomorphological evolution of the Furenko barrier system has been controlled by the seismotectonics along the Kuril subduction zone.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：地中レーダー 地震性バリアーシステム 堆積様式 風蓮湖 テフラ 分岐砂嘴 砂丘 沿岸漂砂

1. 研究開始当初の背景

堆積学的に見るとバリアーシステムとは、主に海進期を特徴づける堆積体であり、(1) 1cm/年以下の海面上昇速度、(2) バリアースピットもしくはバリアー島、潮流口、ラグーン、干潟、上げ潮・下げ潮三角州、これらに付随して越流扇状地、砂丘が特徴的な地形として存在、(3) 小潮差 (micro-tidal) (< 2m) が一般的、(4) 外浜-海浜システムをなすこと、(5) 沿岸漂砂が豊富に供給されること、(6) 緩やかな海浜勾配であること、等の条件下で成立することが知られている (Reinson, 1994). 世界的に見ると米国東部沿岸域や欧州北海沿岸域に広域に発達し、特にフロリダ半島東海岸のバリアー島は世界最大の規模を誇る (Davis, 1994). 地形学的に見た場合、バリアー(島)地形の存在は、後氷期以降現在まで海面上昇が継続している (=海進期) ことを意味している。一方、我が国の沿岸域では、ハイドロアイススタシ効果によって 5000~6000 年前の海面高度が現在より 2~3m 高く、多くの場合、現在は停滞もしくは海退ステージにあるため明確なバリアー(島)地形は認められない。ところが、北海道東部沿岸域にはこの種の地形が幾つか認められ、このうちオホーツク海に面した春国岱バリアー島、走古潭バリアースピットおよび風蓮湖ラグーンの構成する風蓮湖バリアーシステムが、その典型例としてあげられる。しかし、この地域の完新世海面変動に関する研究は Maeda et al. (1992) 以降停滞り、沖積低地での掘削研究も限られており、現状では海面変動からのバリアーシステムの検証は難しい状況にある。その一方で、2003 年以降、釧路~根室沿岸域では 500 年間隔で発生した巨大地震 (M8.5~) の存在が明確になり (Nanayama et al., 2003; Sawai et al., 2009), 特にこの地の地盤は、17 世紀の巨大地震時 (もしくはその後) には 1~2 m 隆起し、逆に地震以降現在まで 8.5mm/年の速さで沈降してきたことがわかっている (Atwater et al., 2004; 澤井, 2007).

一般に海進期 (transgressive) バリアーシステムが作る堆積シーケンスは、海面上昇に伴うバリアー(島)の海陸方向への単純な移動によって特徴づけられ、バリアー(島)の接近にともなって外洋側からの粗粒堆積物の供給が増加し上方粗粒化浅海化シーケンスを示すことになる (Reinson, 1994). しかし現在の風蓮湖バリアーシステムを見た場合、バリアーが周期的に外洋側にシフトしているように見え、従来の海退性 (regressive) バリアーモデル的ではあるが、単純な海退モデルの当てはめだけでは説明できない。例えば、我々の春国岱バリアー島の予察によれば、海側の浜堤 1 は Ta-a テフラの被覆から見て 17 世紀の巨大地震に起因して発生した可能性が高く、この際、隆起によって汀線が数 100m 海側にシフトする強制海退 (forced regression) と大規模浸食が起

こり、この時点でバリアー(島)システムが一度放棄されたと理解される。その後現在に至るインターサイクリックな沈降 (海進) によって再びシステムが復活して、現在明確な地形として認識できるのであろう。ゆえに、(1) 完新世高海面期を経験せず、過去 5500 年間ほぼ海面高度が停滞していたこと、および (2) この間、500 年間隔で繰り返した地殻変動によって堆積様式が規定されてきたこと、の 2 点がバリアーシステムの成立条件として重要であったと我々は予測している。即ち、プレート境界域で形成された沖積層は、氷河性海水準変動が支配する 1 万年オーダーのシーケンスと 500~1000 年オーダーで繰り返す地殻変動が規定するパラシーケンスが相殺して地層の累重様式を支配するものと考えられ、この風蓮湖バリアーシステム研究が、その事例として明確に示せる可能性がある。

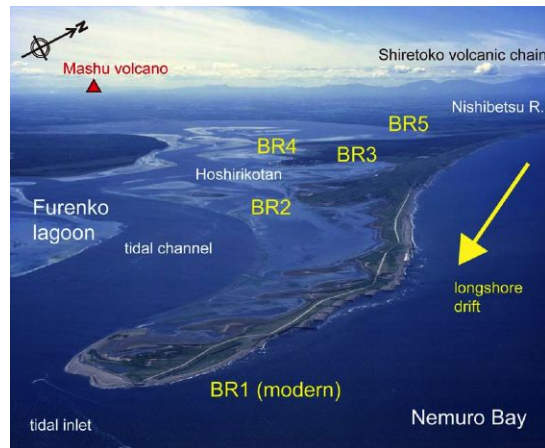
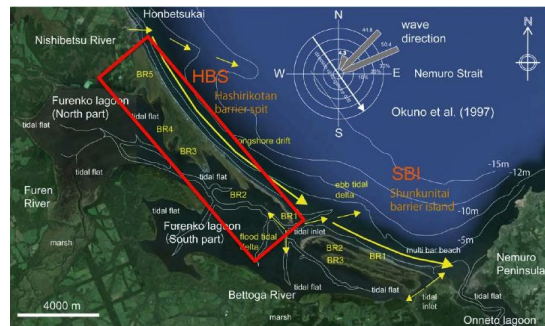


図 1. 風蓮湖バリアーシステムの概要・海況 (上) および走古丹バリアースピットを構成する 5 帯の分岐砂嘴 (下)。

2. 研究の目的

北海道東部沿岸域には、本邦では珍しいバリアー(島)地形が認められる。その成立条件を堆積学的に解明する目的で、オホーツク海に面する現世の風蓮湖バリアーシステムにおいて、GPS-VRS-RTK を用いた高精度測量技術と地中レーダーを用いた高解像度地層イメージング技術を併用して検討を試みる。我々は、このバリアーシステムの成立条件として (1) 完新世高海面期を経験せず、過去 5500 年間ほぼ海面高度が停滞していたこと、および (2) 500 年間隔地震に規

定された小規模な海退・海進現象が繰り返し発生していたこと、の2点が重要と考えており、3ヶ年計画の実施により、プレート境界域に位置する地震性バリアースシステムの堆積モデルを構築する。

3. 研究の方法

走古丹バリアースピットにおいて浜堤を横断する5本の測線(H0, H1, H2, H3, H6)を設定し、(1)GPSスタティックとトータルステーションを用いた地形測量と地形断面図の作成、(2)地中レーダー(NOGGIN 250MHz)探査と探査記録を用いた各浜堤の離水標高の計測、(3)ハンドボーリング調査および(4)掘削試料を用いたAMS14C年代測定およびテフラによる年代の検討、(5)EC、珪藻および花粉分析による古環境の推定、(6)海浜砂と砂丘砂の粒度分析による判別、(7)水域の音波探査や測深調査、などを実施してきている。

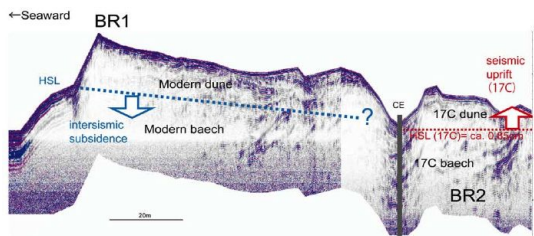


図2. 地中レーダーイメージとその解釈。

4. 研究成果

これまでの主な成果として、各浜堤間低地の泥炭層の掘削により、上位から7層の完新世テフラ Ta-a(1739年樽前火山起源)、Ko-c2(1694年北海道駒ヶ岳火山起源)、B-Tm(929年白頭山火山起源)および Ma-b(10世紀摩周火山起源)、Ta-c(2.5ka 樽前火山起源)、Ma-d(4.0ka 摩周火山起源; 山元ほか, 2010)、Ma-e(5.2ka 摩周火山起源; 山元ほか, 2010)が見いだされ、これらを時間面として、約1000年オーダーでの地形発達史を解釈することが出来たことである。即ち、風蓮湖バリアースシステムが現在の位置に成立したのは、H6測線での泥炭層基底の年代(湿原環境の開始)から5500年前と推定されるが、その下位の海進期バリアーは現在浸食されて地形としては存在しない。その後、現在の海面停滞期バリアースシステムに移行した。5200年前と4000年前に大規模な海進が繰り返し起こり、その都度、広域に干潟環境が広域に広がった。BR5は4000年前に離水した湾中央砂嘴が起源と考えている。

一方、最も若い浜堤であるBR1はTa-a, Ko-c2に被覆されないことから、17世紀以降に過去のバリアースピット(BR2-BR5)の根元を浸食するように最も外洋側に出現し、西別川河口から岬の先端(トウフト)まで明確に連続する現在活動的な浜堤である。BR2はハルタモシリ付近からBR1と分岐し西別川河口まで連続する、この浜堤はTa-a, Ko-c2に

直接被覆されることから、17世紀に離水した可能性が高い。BR4の発年代は、B-Tm+Ma-bに被覆されることから、9~10世紀と推定できる。走古丹の集落が立地するBR3の発年代は明確ではないが、17世紀よりも古く10世紀より若い、おそらく12~13世紀と予測される。

南千島海溝沿岸域では500年間隔で発生した巨大地震(Mw8.5)の存在が明確になり(Nanayama et al., 2003)、特にこの地の地盤は17世紀巨大地震時(もしくはその後)には1~2m隆起し、逆に地震以降現在まで8.5mm/年の速さで沈降し続けてきたことがわかっている(Atwater et al., 2004)。澤井(2007)は、過去2500年間に、約300年前、約700~300年前、約1300~1000年前、約2400~1700年前の4回の離水イベントがあったとの仮説を述べている。ゆえに、少なくともBR5よりも若い分岐砂嘴の出現には、南千島海溝の地震性地殻変動が関わっていた可能性がある。

引用文献: Atwater, B.F. et al., 2004, The Holocene, 14, 487-501. Nanayama, F. et al., 2003, Nature, 424, 660-663. 奥野正洋ほか, 1997, 土木学会北海道支部論文報告集, no. 53(B), 284-287. 澤井祐紀, 2007, 第四紀研究, 46, 363-383. 山元孝広ほか, 2010, 地質調査研究報告, 61, 161-170.



図3. 地殻変動によって規程されたバリアースピットの堆積モデル(案)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 11 件)

嵯峨山 積・重野聖之・内田康人・七山 太・安藤寿男, 2014, 北海道東部厚岸湾・湖底表層堆積物と厚岸湾沖積層コアの珪藻分析 - 堆積環境・塩分指数・電気伝導度の検討 - . 地球科学, 68, 99-108. (査読有)

七山 太, 2013, <表紙> 風蓮湖と根室海峡を隔てる走古丹分岐砂嘴と湖岸の急激な地形変化. GSJ 地質ニュース, 2, 表紙. (査読無)

七山 太・古川竜太・小笠原正継, 2013, 粒子径を測る! - 地質分野の粒子径測定機器のシステム統合化とデータの高度化計画 -. GSJ 地質ニュース, 2, 82-85. (査読無)

在田一則・石井正之・重野聖之・中川充・池田保夫・石渡一人・七山 太,

2013, 2012 年地質の日普及行事 in・BETSUKAI ならびに根室市ガッカラ浜での北海道内の教育機関贈呈用の巨大津波堆積物剥ぎ取り作成作業に関する報告. GSJ 地質ニュース, 2, 114-115. (査読無)

長谷川健・花岡正光・古川竜太・重野聖之・七山 太・中川光弘・安藤寿男, 2013, 北海道東部, 釧路地域における樽前火山灰 d 層 (Ta-d) の発見とその意義. 地質雑誌, 119, 446-456. (査読有)

七山 太・下岡順直・重野聖之・古川竜太・長友恒人, 2013, 光ルミネッセンス法を用いた津波堆積物の年代測定の試みと今後の課題. 号外地球, no. 62, 59-65. (査読無)

重野聖之・七山 太・須藤雄介・嵯峨山積・長谷川健・安藤寿男, 2013, 北海道東部厚岸湾沿岸地域の完新世バリアーシステムと海面変動の復元. 地質雑誌, 119, 171-189. (査読無)

重野聖之・七山 太・石井正之・小久保慶一・山代淳一・近藤康生・松島義章・横山芳春・上原 亮・安藤寿男, 2012, 平成 23 年度「地質の日」普及行事, “パシクル沼に潜む巨大津波痕跡と化石カキ礁の秘密”実施報告. GSJ 地質ニュース, 1, 266-271. (査読無)

Ishikawa, S., Kashima, K. and Nanayama, F., 2011, Diatom assemblages Changes and their relations to tsunami events at Lake Harutori, eastern Hokkaido, Japan. Transactions, JGU, 32, 226-229. (査読有)

七山 太, 2011, パシクル沼に巨大津波の痕跡! 広報しらぬか, 9月号, 6-7. (査読無)

渡辺和明・七山 太・重野聖之・石川智・高野建治・佐野健一・猪熊樹人・池田保夫, 2011, 風蓮湖バリアーシステム地形調査報告-道東に見る海進期の驚異の世界-. GSJ ニュースレター, 87, 1-3. (査読無)

[学会発表](計 6 件)

七山 太・重野聖之・長谷川 健・渡辺 和明・石渡一人・池田保夫, 風蓮湖バリアーシステムの地形発達史から読み解く根室海峡沿岸域の過去 5500 年間の海面変動と地殻変動. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会 (パシフィコ横浜), 2014/5/1.

七山 太・吉川 秀樹・渡辺 和明・重野聖之・長谷川 健・池田保夫・境 智洋・石渡一人・内田康人, 走古丹バリアースピットの地形発達史から読み解く根室海峡沿岸域の過去 5500 年間の海面変動と地殻変動. 日本地質学会第 120 年学術大会 (東北大学), 2013/9/16.

Nanayama, F., Shigeno, K. Hasegawa, T. and Uchida, Y., Geomorphological evolution of the Furenko barrier system due to scismotectonics along the southern Kuril subduction zone. 2013 IGU Regional Conference in Kyoto (Kyoto International Conference Center), 2013/08/08.

Nanayama, F. and Shigeno, K., Geomorphological evolution of the strand plain controlled by great earthquakes and tsunamis. 2013 Western Pacific Sedimentology Meeting (Longtan Aspire Resort, Taiwan), 2013/5/13.

Nanayama, F., Shigeno, K. and Uchida, Y., An active barrier system controlled by great earthquakes along the southern Kuril subduction zone, eastern Hokkaido, Japan. 2013 Western Pacific Sedimentology Meeting (Longtan Aspire Resort, Taiwan), 2013/5/13.

七山 太, 風蓮湖周辺に認められる地震性バリアーシステム解明計画. 日本地球惑星科学連合 2012 年大会 (幕張メッセ国際会議場), 2012/5/23.

[図書](計 1 件)

Nanayama, F., Shigeno, K., Shitaoka, Y. and Furukawa, R., 2011, The Tsunami Threat - Research and Technology, Edited by Nils-Axel Mörner, 283-298.

[その他](計 6 件)

(1) アウトリーチ活動

野付崎ネイチャーセンター主催, ラムサール条約登録湿地 8 周年記念 “晩秋の自然を楽しむ音楽と語り” 招待講演, 2013/11/10.

別海小学校 5, 6 年生対象の出前授業, 2013/11/7.

別海町郷土資料館 ふるさと講座自然系 2012 地質の日記念行事 in・BETSUKAI, 2012/1/3.

根室市春国岱原生野鳥公園ネイチャーセンター市民見学会, 2011/10/29.

釧路市立博物館「地質の日」記念行事 パシクル沼の化石カキ礁と巨大津波痕跡を巡る観察会, 2011/8/11.

白糠町「地質の日」記念行事 白糠町の生い立ちと馬主来沼に潜む巨大津波痕跡と化石カキ礁の秘密, 2011/8/11.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

七山 太 (NANAYAMA, Futoshi)

産業技術総合研究所・地質情報研究部門・上級主任研究員

研究者番号: 20357685

(2)研究分担者

古川竜太 (FURUKAWA, Ryuta)
産業技術総合研究所・地質情報研究部門・
主任研究員
研究者番号： 60357928