

< 論 説 >

北海道石狩湾沿岸の分部越観測井の火山灰分析と埋没地形の検討

嵯峨山 積^{1) 2)}・藤原 与志樹³⁾・井島 行夫⁴⁾・岡村 聡^{1) 5)}

Analysis of volcanic ash in the Bunbegoe observation well and investigation of buried landforms at the Ishikari Bay area, Hokkaido, Japan

*Tsumoru Sagayama^{1) 2)}, Yoshiki Fujiwara³⁾, Yukio Izima⁴⁾
and Satoshi Okamura^{1) 5)}*

2021 年 5 月 29 日受付

2021 年 7 月 12 日受理

- 1) 北海道総合地質学研究センター 〒069-0834 江別市文京台東町 18 番地の 12 嵯峨山気付
Hokkaido Research Center of Geology, c/o Sagayama, Ebetsu 069-0834, Japan
- 2) アースサイエンス株式会社 〒001-0039 札幌市北区北 39 条西 3 丁目 2-1
Earth Science Co. Ltd., Sapporo, 001-0039, Japan
- 3) 〒001-0905 札幌市北区新琴似 5 条 1 丁目
Shinkotoni, Sapporo 001-0905, Japan
- 4) 〒061-1132 北広島市北進町 3 丁目 4 番地 10
Hokushin 3-4, Kitahiroshima 061-1132, Japan
- 5) 北海道土質試験協同組合 〒003-0831 札幌市白石区北郷 1 条 8 丁目
Hokkaido Soil Research Co-operation, Sapporo 003-0831, Japan

要旨

火山灰対比のために、石狩湾新港地域の分部越観測井の深度 38.0 m 付近に挟在する軽石混じりの細砂について火山灰分析を行った。火山ガラスの屈折率レンジは 1.495 ~ 1.501 で最頻値は 1.496 で、洞爺火山灰や支笏軽石流堆積物の値とは一致せず、恵庭 a 降下軽石層とほぼ同じである。火山灰直下の埋没地形 Bt2 を形成する礫混じり粗粒砂の礫は夕張川～石狩川から供給されたと推定され、当時の石狩川の流路は南西から北東に移動しながら埋没地形 Bt2 ~ Bt4 を順次形成していった。

Corresponding author: T. Sagayama, tsaga@hrcg.jp

Keywords: volcanic ash, Bunbegoe observation well, buried landforms, Ishikari Bay, Hokkaido

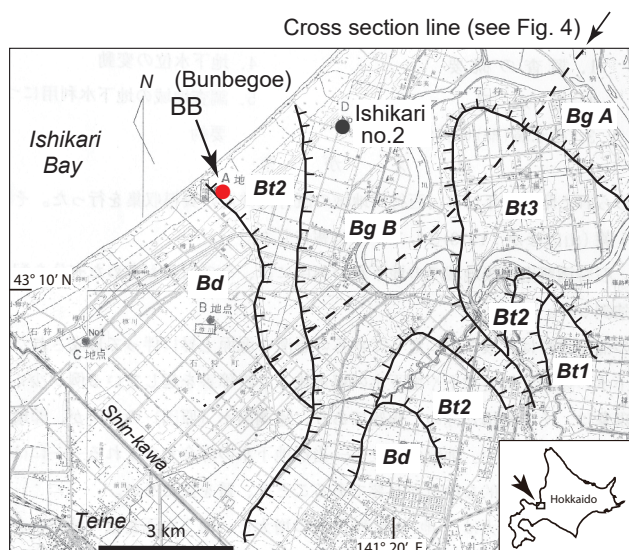
はじめに

北海道中央部の石狩市から苫小牧市に至る石狩低地帯(長尾, 1941)には、氷河性海水準変動の影響を受けて堆積した上部更新統や最上部更新統～完新統の沖積層が厚く累重する。同低地帯には多くの人々が生活し、地下水資源開発や地下空間利用を行う場合にはこれらの地層が対象となる。一方、これらの地層は未固結で軟弱であるため地震の揺れに敏感に反応し大きな被害をもたらすことから、工事面や防災面からも層序や堆積環境の研究は重要である(嵯峨山ほか, 2017)。

石狩低地帯北部の石狩湾沿岸域に位置する分部越観測井(BB)の地質層序は Igarashi (1975) をはじめ、

大嶋ほか(1978)や松下(1979)、赤松・松下(1984)などで記述されている。この内、松下(1979)は同観測井の深度 38 m 付近に軽石混じりの細砂の挟在をのべているものの、その軽石の供給源については明らかにしていない。

今回、同軽石混じり細砂について火山灰分析した結果、恵庭 a 降下軽石層(以下、En-a と称する)と対比できる可能性が明らかになり、埋没地形の形成についても検討したので報告する。なお、火山灰分析の結果は、著者の一人である藤原による北海道教育大学札幌校修士論文の一部である。MIS の年代は五十嵐(2009)のを用いた。



第1図 石狩湾沿岸の埋没地形区分と分部越観測井の位置、位置図は松下 (1976) の第1図を用い、埋没地形は松下 (1979) による。海岸線に平行な破線は第4図の断面線である。Bd: 古三角州, Bt2 ~ Bt4: 埋没地形面, BgA・BgB: 埋没谷。

Fig. 1 Location of the Bunbegoe observation well and buried landforms in the Ishikari Bay area.

The map is reproduction of Fig. 1 of Matsushita (1976). Buried landforms are after Matsushita (1979). Broken line indicates section line of Fig. 4. Bd: Paleo delta, Bt2 ~ Bt4: buried landforms, BgA and BgB: buried valleys.

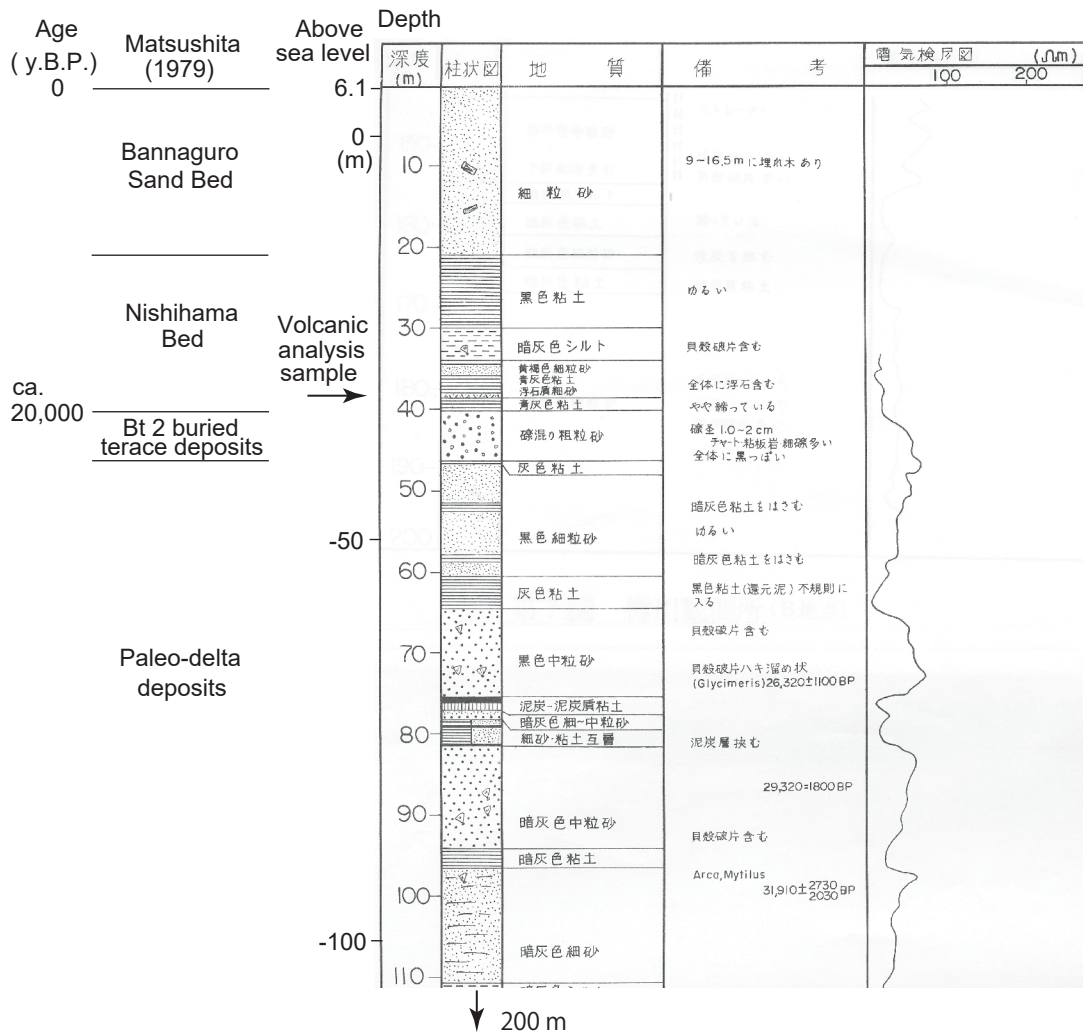
主な研究

石狩平野の地下地質は小山内ほか (1956) の5万分の1地質図幅「札幌」以降、多くの研究がなされている。Igarashi (1975) は分部越観測井 (TARUKAWA 2) を初め、4本のボーリングについて花粉分析と放射性炭素 (^{14}C) 年代測定を行い、花粉帯を下位よりI帯~VI帯に区分している。大嶋ほか (1978) は石狩湾沿岸域のボーリング資料の対比を行い、地形発達史を明らかにしている。松下 (1979) は石狩平野の海岸域において分部越観測井を含む多数のボーリングのコアを観察し、1つの堆積原面 (Bd) と4段の埋没地形 (Bt1 ~ Bt4)、1つの埋没谷 (Bg) を区分し、Bd面の形成はIgarashi (1975) で公表された ^{14}C 年代値を根拠に 26,000 ~ 25,000 yBP 頃とし、Bg は最終氷期極相期としている。また、4段の埋没地形の内、Bt1を除く3段 (Bt2 ~ Bt4) はBd面形成以降の海面低下により生じたとし、分部越観測井の約3 km北東方に位置する石狩 No. 2 観測井 (第1図) の深度41 m (標高-36 m) の木片の ^{14}C 年代値は 10,590 $\pm$ 440 y.BP と報告している。湊 (1980) は上記の石狩 No. 2 観測井の ^{14}C 年代値から、Igarashi (1975) のIV

花粉帯の対比に疑問を呈している。赤松・松下 (1984) は分部越観測井を含む10本のボーリングについて貝化石群と ^{14}C 年代値を用いて層序区分を行い、後期更新世の地層を下位より約34,000 yBPの八軒 Bed, 約32,000 ~ 29,000 yBPの山口 Bed, 約26,000 yBPの樽川 Bed としている。一方、嵯峨山ほか (2017) は札幌市手稲区の石狩 No.1 や新川 no.1, 同市東区のモエレ沼周辺のボーリングの層序を検討し、約113 ka 降灰 (町田・新井, 2003) の洞爺火山灰 (Toya) は標高-33 ~ -15 m 付近に存在し、海洋酸素同位体ステージ (MIS) 5e (130-117.3 ka) の堆積物の広がりを示唆している。また、嵯峨山ほか (2021) は、札幌市中沼町のボーリング解析を行い、松下 (1979) の埋没地形区分をより内陸まで拡大している。以上の嵯峨山ほか2論文の内容は、Igarashi (1975) の ^{14}C 年代値や赤松・松下 (1984) の上記の層序区分を否定するものである。

ボーリングの概要と地質

分部越観測井 (BB) は海岸線から約800 m内陸の小樽市銭函5丁目 (北緯 43° 11' 08", 東経 141° 17' 21") に位置し (第1図)、地盤標高は6.1 mである。掘削深度は200 mで、1974年より地下水位と地盤沈下の観測が現在も続いて行われている (北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所, 2019)。詳細な孔内地質は松下 (1976) により公表されており、深度110 m以浅を第2図に示す。以下に、同図に基づき孔内地質の深度を読み取り、層相や ^{14}C 年代測定値を列記する。なお、 ^{14}C 年代値については松下 (1976) より以前に Igarashi (1975) で公表されている。下位より深度96.5 m以深は暗灰色の細砂で、深度97.5 m付近から貝化石の Arca や Mytilus が産し、 ^{14}C 年代値は 31,910 $\pm$ 2,730, -2,030 y BP である。深度96.5 ~ 94.0 m は暗灰色の粘土、深度94.0 ~ 81.5 m は貝殻片を含む暗灰色の中粒砂で、貝殻片の ^{14}C 年代値は 29,320 $\pm$ 1,800 y BP としている。深度81.5 ~ 77.0 m は細砂・粘土互層と暗灰色の細~中粒砂が累重し、泥炭の薄層を挟む。深度77.0 ~ 75.7 m は泥炭質粘土~泥炭からなり、深度75.7 ~ 64.5 m は Glycimeris などの貝殻片を含む黒色の中粒砂で、 ^{14}C 年代値は 26,320 $\pm$ 1,100 y BP である。深度64.5 ~ 60.5 m は灰色の粘土で、黒色の粘土が不規則に挟在する。深度60.5 ~ 47.0 m は黒色の細粒砂で、暗灰色の粘土薄層を挟む。深度47.0 ~ 40.05 m は径1 ~ 2 cm の礫が混じる粗粒砂で、礫種はチャートや粘板岩などである。深度40.05 ~ 34.0 m は粘土から細砂が累重し、深度38.5 ~ 38.0 m に軽石混じりの細砂が挟在する。軽石は径0.5



第2図 分部越観測井の地質柱状図と火山灰試料採取層準。柱状図は松下（1976）の第6図を用い、地層区分は松下（1979）による。

Fig. 2 Geologic column and horizon of volcanic ash analysis sample in the Bunbegoe observation well. The column is reproduction of Fig. 6 of Matsushita (1976), and division of formation is after Matsushita (1976).

mm 前後で、淡桃色を呈する。深度 34.0 ～ 30.0 m は貝殻片を含む暗灰色のシルトで、深度 30.0 ～ 21.0 m は固結度の低い黒色の粘土からなり、深度 21.0 ～ 0.0 m は細粒砂である。

細砂から採取した。有色鉱物は少なく、わずかに角閃石が認められる。火山ガラスの屈折率レンジは 1.495 ～ 1.501 で最頻値は 1.496 である（第3図）。

考察

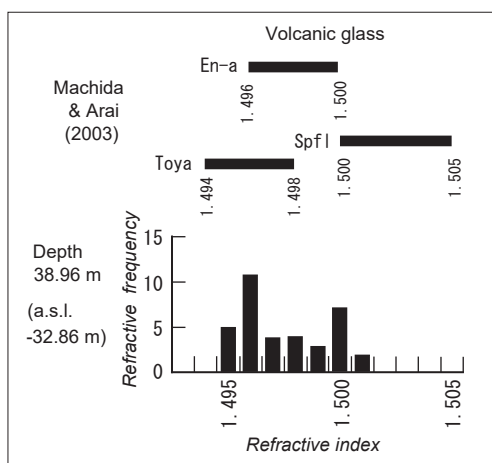
火山灰分析の方法と結果

分析方法は以下の通りである。試料を水洗し約 60℃ で乾燥した後、粒径 0.125 ～ 0.063 mm の火山ガラスを選別して、北海道教育大学札幌校の温度変化型屈折率測定装置により屈折率を測定した。本方法は横山ほか（1986）により実用化された温度変化型測定法の一つで、井島・春日井（1980）や春日井ほか（1980）により改良されたものである。測定誤差は浸液で ±0.002、鏡下観察で ±0.001 である。

分析用の試料は深度 38.5 ～ 38.0 m の軽石混じりの

今回得られた火山ガラスの屈折率レンジは Toya の 1.494 ～ 1.498 や支笏軽石流堆積物（Spfl, 約 4.1 万年前噴出；許ほか, 2001）の 1.500 ～ 1.505（町田・新井, 2003）とは一致せず、約 17,000 yBP 降灰（加藤, 1994）の En-a の屈折率レンジ 1.496 ～ 1.500（町田・新井, 2003）とは、1.495 と 1.501 の部分を除くとほぼ同じ範囲に位置する（第3図）。

松下（1979）は、分部越観測井の北東方の Loc.2（石狩 No.2 観測井；第1図）の標高約 40 m にも火山灰薄層を認め、同火山灰は今回の分析対象のものと水平方向



第3図 火山灰分析によるガラス屈折率

Fig. 3 Refractive index of volcanic glass by volcanic ash analysis.

に連続するとしている。Loc.2の火山灰は約2万年前の最終氷期の礫層の約12 m上位で、 ^{14}C 年代値 $10,590 \pm 440$ yBPを示す泥炭層の数m下位に狹在する。このため、火山灰狹在層準の年代は1万数千年前と推定される。今回の火山ガラスの屈折率レンジから、ToyaやSpfl, En-aなどが河川などにより混合され堆積したとも考えられるが、分部越観測井とLoc.2で対比が可能となる同じ“顔つき”（組成）の混合物が広く存在する可能性は低いと思われる。瀬尾ほか（1965）によれば、En-aの細粒相の降灰域は札幌市や藻岩山も含んでおり、石狩湾沿岸域付近にまで降灰が達した可能性がある。石橋ほか（1973）や春日井ほか（1974）はEn-aの層序について検討しているものの、上記の瀬尾ほか（1965）の降灰域については否定していない。以上から、今回分析した火山灰はEn-a（細粒相）を含む堆積物と考えられ、前述した1万

数千年前という年代とも矛盾しない。なお、火山灰分析については主成分分析も行う必要があり、今後の課題である。

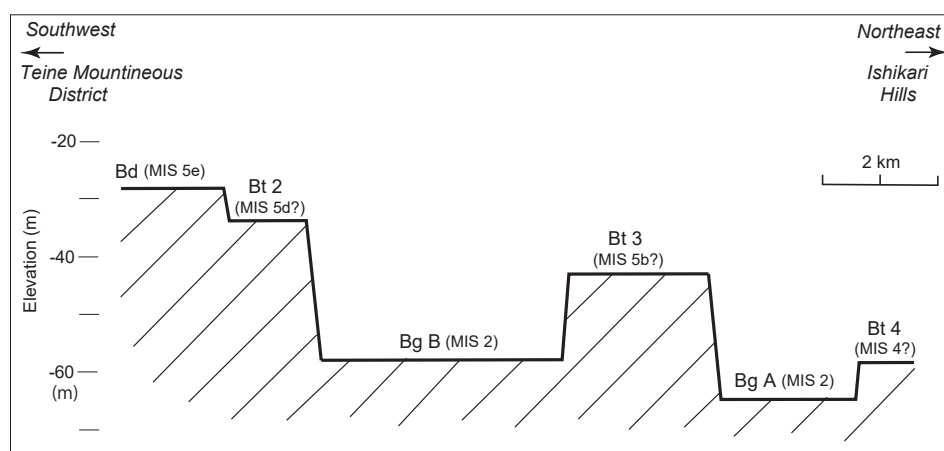
次に、埋没地形について検討する。

分析した軽石混じりの細砂の下位に堆積する深度47.0～40.05 mの礫混じり粗粒砂の下限は松下（1979）によれば埋没地形Bt2面に相当する。すなわち、同粗粒砂は埋没地形（Bt2）の堆積物と考えられ（第2図）、嵯峨山ほか（2021）は同地形の堆積時代は117.3-105.6 kaとされるMIS 5dとしている。礫種はいわゆる日高系の礫で（松下，1976，1979）、チャートや粘板岩などが分布する夕張山地の八盛山を源とする夕張川から運搬されてきたものとする。豊平川や発寒川などを流域とする手稲山地は主に安山岩からなることから、これらの河川からの供給ではなく、石狩川には合流した夕張川から上記の礫が供給され、その後、石狩湾沿岸域もたらされたと推定される。すなわち、当時の石狩川は現在よりも西側を流れ、上記の礫混じり粗粒砂を堆積したと考えられる。

第4図に松下（1979）の図5と図6を基に作成した埋没地形断面を示す。断面線は海岸線と平行に4 km内陸に位置する（第1図）。第4図は、埋没地形Bt2～Bt4の面は全体として南西（手稲山地）側から北東（石狩丘陵）側に向かって古い方から新しい方へと順次高度を下げながら形成されたことを示唆している。すなわち、石狩川の流路は北東方向に徐々に移動しながら新しい埋没地形面を形成していったことが推定される。

おわりに

多くの人々が生活する石狩平野は、汎世界的な氷河



第4図 石狩湾沿岸の埋没地形断面

第1図に断面線を示す。Bd：古三角州，Bt2～Bt4：埋没地形面，BgA・BgB：埋没谷。

Fig. 4 Cross section of buried landforms in the Ishikari Bay area. Section line is shown in

Fig. 2. Bd: Paleo delta, Bt2～Bt4: buried landforms, BgA and BgB: buried valleys.

性海水準変動の影響を受けながら形成され、今日に至っている。詳細な地史の解明は、防災のみならず今後の開発と保全といった課題を統一的に進める上で重要と考える。そのためにも、火山灰分析や ^{14}C 年代測定、微化石分析などにより層序が明らかにされたボーリング資料が必要で、地層の対比や年代についての根拠なき推定を極力排除していくことが重要と思われる。

本文では石狩湾新港地域の分部越観測井の深度 38.0 m 付近に狭在する軽石混じり細砂についての火山灰分析結果を示し、埋没地形について検討した。火山ガラスの屈折率レンジは 1.495 ~ 1.501, 最頻値は 1.496 で、恵庭 a 降下軽石層由来と推定した。火山灰直下の埋没地形 Bt2 の礫混じり粗粒砂の礫は夕張川～石狩川から供給されたと推定され、埋没地形 Bt2 ~ Bt4 は流路を南西から北東に移動する石狩川により順次形成されたと考える。

謝辞 分析用試料は北海道立総合研究機構地質研究所（現在、エネルギー・環境・地質研究所）に保管されていたボーリングコアの一部で、同コアの入手や保管は松下勝秀氏や小原常弘氏などの尽力によるものである。査読は岡孝雄氏（北海道技術コンサルタント、北海道総合地質学研究センター）により行われ、貴重な指摘や意見をいただきました。記して感謝申し上げます。

引用文献

- 赤松守雄・松下勝秀, 1984, 石狩西部地下における更新統の貝化石群と層序区分. 第四紀研究, **23**, 183–195.
- 許成基・山崎誠・佐高裕之・中川昌巳・秋山泰祐・平野令緒, 2001, 支笏火山噴出層年代の再検討. 地球科学, **55**, 145–156.
- 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所, 2019, 地下水位地盤沈下観測記録 XXXIX (平成 29 年札幌市北部～石狩地区). 62p.
- Igarashi, Y., 1975, Palynological study of subsurface geology of the coastal plain along the Ishikari Bay, Hokkaido, Japan. *The Quaternary Research*, **14**, 33–53.
- 五十嵐八枝子, 2009, 北西太平洋・鹿島沖コア MD01-2421 の MIS6 以降の花粉記録：陸域試料との対比. 地質雑, **115**, 357–366.
- 石橋教子・大貫康行・柏原信・春日井昭・鈴木久恵・田中秀樹, 1973, 北海道月寒丘陵に分布する恵庭降下軽石層 ^{14}C 年代–日本の第四紀層の ^{14}C 年代 (86) –. 地球科学, **27**, 208–210.
- 井島行夫・春日井昭, 1980, 位相差偏光顕微鏡による斜方輝石, 角閃石および火山ガラスの屈折率の測定. 軽石学雑誌, **6**, 83–86.
- 春日井昭・藤田亮・細川貢四郎・岡村聡・佐藤博之・矢野牧夫, 1980, 南部石狩低地帯の後期更新世のテフラ–斜方輝石の屈折率と Mg-Fe 比との比較研究–. 地球科学, **34**, 1–15.
- 春日井昭・石橋教子・大貫康行・柏原信・鈴木久恵・田中秀樹・松田紘一, 1974, 恵庭火山の降下軽石層–分布と層準についての改定–. 地球科学, **28**, 115–127.
- 加藤茂弘, 1994, 恵庭 a 降下軽石層の降下年代と降下前後の古気候. 地理学評論, **67**, 45–54.
- 町田洋・新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス–日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 336p.
- 松下勝秀, 1976, 石狩湾新港地域地下水調査報告 (II) 帯水層の性状および地下水位観測結果について. 北海道立地下資源調査所, 22p.
- 松下勝秀, 1979, 石狩海岸平野における埋没地形と上部更新統～完新統について. 第四紀研究, **18**, 69–78.
- 湊正雄, 1980, 変動する海水面. 東海大学出版会, 197 p.
- 長尾巧, 1941, 札幌–苫小牧低地帯 (石狩低地帯). 矢部教授還暦記念論文集, **2**, 677–694.
- 大嶋和雄・池田国昭・山屋政美, 1978, 石狩湾の海底地形からみた低地帯の地形発達史. 地質調査所月報, **29**, 461–476.
- 小山内熙・杉本良也・北川芳男, 1956, 5 万分の 1 地質図幅「札幌」及び同説明書. 北海道立地下資源調査所, 64p.
- 嵯峨山積・井島行夫・藤原与志樹・岡村聡・山田悟郎・宿田浩司・赤松周平, 2017, 北海道石狩平野の沖積層の基底と MIS 5e 期堆積物の堆積面. 地球科学, **71**, 43–61.
- 嵯峨山積・井島行夫・岡村聡・宿田浩司, 2021, 北海道札幌市中沼町のボーリングコアの層序と石狩平野の埋没地形の検討. 地球科学, **75**, 3–17.
- 瀬尾春雄・富岡悦郎・片山雅弘, 1965, 石狩国南部および胆振国東部 (一部) 土性調査報告–石狩支庁管内 (市を含む) –. 北海道農業試験場土性調査報告, **15**, 242p.
- 横山卓雄・壇原徹・山下透, 1986, 温度変化型屈折率測定装置による火山ガラスの屈折率測定. 第四紀研究, **25**, 21–30.

Abstract

In order to elucidate the volcanic ash correlation, we carried out volcanic ash analysis of pumiceous fine sand bed intercalated in 38 m in depth of the Bunbegoe observation well, located in the Ishikari Bay area, in the north of Sapporo. The result of the analysis shows possibility of that the fine sand bed is correlative with the Eniwa-a pumice fall deposits, ca 17 ka erupted. It is estimated that the gravels on Bt2, buried landform, deposited just underlies the fine sand bed were transported by the Ishikari River, and buried landforms, Bt2 ~ Bt4, were formed in order by the river, shifted gradually from southwest to northeast.