

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：35302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350411

研究課題名(和文)火山噴火の植生へのインパクトと回復プロセスの高分解能な復元

研究課題名(英文) Impact on the vegetation by the volcanic eruption and their recovery process

研究代表者

藤木 利之(Fujiki, Toshiyuki)

岡山理科大学・理学部・講師

研究者番号：10377997

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：花粉分析によるテフラ降下による植生への影響とその回復過程を調査した。植生が環境変化や人類活動の影響を受けたことは検出できたが、テフラ降下による明瞭な影響は認められなかった。層厚10数cmのテフラは、植生に影響しないようである。しかし、高さ数cmの植物には影響があったと思われるが、花粉生産量が低いため、化石花粉が検出されなかったようである。今後は測定数を増やす必要がある。茨散沼では、火山ガラス粒子の移動の可能性が示され、数10年の噴火間隔での植生への影響とその回復過程は、ある程度攪乱されてしまうようである。テフラ降下による植生への影響を評価するには、さらに高分解能な分析が必要である。

研究成果の概要(英文)：We researched the impact and the recovery process for vegetation by tephra fall using pollen analysis. We detected that the vegetation was affected by environment change and human activity, but could not detect the influence for vegetation by tephra fall. Tephra of a few cm may have no influence on the vegetation. But, the plants with a height of several cm should have had a great influence. The pollen production of these plants is very low. Hence, there is a possibility that the fossil pollen grains of these plants could not be detected in pollen analysis. Hence, it is thought that it is necessary to increase the measurement number of fossil pollen grains. In Barasantou, the possibility of migration of volcanic glass particles was shown. The impact and the recovery process for vegetation of the eruption interval for several decades seems to be disturbed. To evaluate the impact of vegetation by tephra fall, it is suggest that further high-resolution analysis may be necessary.

研究分野：古生態学

キーワード：植生変遷 花粉分析 テフラ 年代測定

1. 研究開始当初の背景

2011年3月の東日本大震災をはじめ、日本はこれまでも様々な自然災害に見舞われてきた。自然災害の中で、爆発的噴火は広範囲に様々な影響をもたらすものであり、これまでも、世界各地の爆発的噴火と自然環境とのかかわりについて数多くの研究がある (Sigurdsson, 1989)。しかし、テフラ粒子の放出で気候が寒冷化した影響を扱うものがほとんどであった。

一方、火山噴火により生産されたテフラは、時間指標層として有効であり (町田・新井, 2003)、それと同時に周囲の植生に少なからずインパクトを与えると考えられる。噴火災害からの復興は、防災や減災と並んで重要なテーマであるが、過去に被害を受けた植生がどのように回復したかはあまり知られていない。火山噴火による植生への直接的なインパクトとその回復プロセスを調べるには、実際に被害を受けた植生を定点観測すれば良いが、その回復には相当の年月が必要であり、人間の一生では完結することが困難であると考えられる。堆積物には、このような過去の自然災害の痕跡が記録されている (石原ほか, 2002; Yamada *et al.*, 2010)。特に泥炭層には、テフラ層と共に化石花粉が良く保存されているため、花粉分析にもとづく古植生の復元に盛んに利用されており、この研究の対象地域である北海道でもよく研究されている (五十嵐, 1998)。

テフラの植生へのインパクトに関しては、始良 Tn (AT) テフラ (辻・小杉, 1991) や鬼界アカホヤ (K-Ah) テフラ (杉山, 1999; 松下, 2002) についての研究がある。しかしながら、これらの研究は、噴火の直接的なインパクトというより、噴火による気候寒冷化の影響に関するものであり、直接的に被害を受けた植生がどのように回復したか、といった回復プロセスについては、ほとんど研究されていないといえる。これは、堆積物から植生の回復プロセスを読み取るために必要な高分解能な分析が実現されていないことが原因であると推察される。そこで、この研究では、堆積物の分析の分解能を検証し、火山噴火により植生がどのようなインパクトを受け、さらにその植生がどのようなプロセスで回復したのかを復元する。

本研究の調査地である北海道の大雪山・旭岳、白老町のポロト湿原、別海町の茨散沼には (図1)、駒ヶ岳の1640年噴火 (Ko-d) 以降、度重なる噴火によって複数のテフラが堆積している (例えば、徳井, 1989)。徳井 (1989, 1993) や和田ほか (2001) によると、最近1000年間でも、樽前火山の1739年噴火 (Ta-a)、駒ヶ岳の1694年噴火 (Ko-c2)、摩周火山の約1000年前噴火 (Ma-b)、白頭山の946~947年噴火 (B-Tm) によるガラス質火山灰層が分布している。また、北海道では17世紀以降、交易品や食料の不足などに起因するアイヌと和人の抗争事件が度々

勃発している。この原因として噴火との関係が指摘されており (徳井, 1989)、火山噴火が自然環境にインパクトを与えた可能性が高い。対象地域の4地点は、火山からの距離や標高が違っており、これらを比較検討することから、火山噴火の直接的・間接的影響を選別でき、テフラ降下のインパクトを受けた植生の変化を数年オーダーで検証できることが期待できる。また、高分解能の古環境変化と高分解能の年代・テフラ編年を基礎としてインパクトを受けた植生が回復に要した時間や、同じテフラの層厚や粒径の違いをもとに、給源地からの距離の違いによる植生へのインパクトと回復プロセスの違い、回復に要した時間の違いを詳しく検証することができると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の調査地である北海道の大雪山・旭岳、白老町のポロト湿原、別海町の茨散沼には泥炭層が発達し、テフラの同定が確立されている (図1)。そこで、泥炭層の¹⁴C年代編年学とテフラ編年学を組み合わせ、さらに花粉分析学によりテフラ降下による植生へのインパクトと回復プロセスを数年オーダーで検証する手法を確立することを目的とする。また、高分解能の¹⁴C年代編年・テフラ編年・古環境変遷と歴史的事例を照合し、植生回復の高分解能な復元方法も検討する。これにより、火山噴火がこの当時の人文環境 (特にアイヌ) に与えた影響についても検証することも可能になると考えられる。

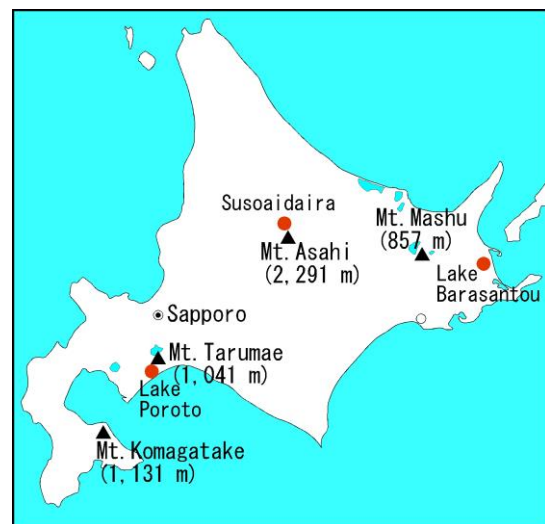


図1. 調査地点地図

3. 研究の方法

北海道の大雪山・旭岳および茨散沼および大雪山・旭岳、ポロト湿原の泥炭層をピートサンプラーにより採取し、堆積物の年代編年・テフラ編年を高精度で構築するとともに、堆積物に含まれる化石花粉を抽出し古植生を高分解能で復元する。高分解能の古植生変遷を¹⁴C年代とテフラ編年に照らし合わせ、テフラ降下による植生への影響と影響を受けた植生の回復過程および回復に要した時間を

数年オーダーで検証する。テフラの同定は、EPMA を使用し、火山ガラスの主成分化学組成から同定する。また層厚・粒径が異なる樽前 (Ta-a) 火山灰からは給源地からの距離の違いによるインパクトと回復プロセスも検証する。さらに、17 世紀以降の火山噴火による詳細な古環境変化の情報を得るとともに、テフラが人文環境 (特にアイヌ) に与えた影響について歴史的事例を挙げて検証する。

4. 研究成果

(1) 茨散沼

① 放射性炭素年代とテフラの同定について

^{14}C 年代は、深度 230 cm で 3765 ± 25 BP, 95 cm で 935 ± 25 BP, 65 cm で 370 ± 25 BP であり、それぞれ約 4.1 cal kBP, 約 0.8 cal kBP, 約 0.4 cal kBP の暦年代に相当する (図 2)。

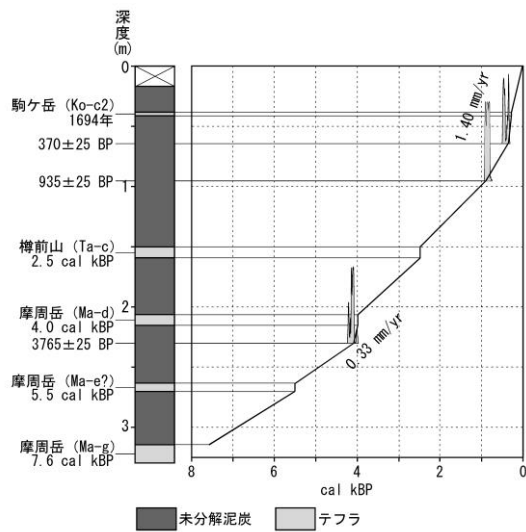


図 2. 茨散沼コアの柱状図および堆積年代曲線

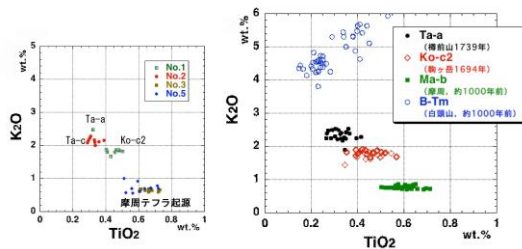


図 3. 茨散沼コアに含まれる火山ガラス組成

$\text{TiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ 関係図 (図 3) から第 1 層 (38-41 cm) は、駒ヶ岳 Ko-c2 に対比されるが、わずかながら樽前火山 Ta-a の粒子も混在している。第 2 層 (150-159 cm) は樽前火山 Ta-c (2.5 cal kBP) に、第 3 層 (207-216 cm) は、摩周火山 Ma-d 降下軽石層 (4.0 cal kBP) に対比される。第 4 層 (264-271 cm) は、分析可能な火山灰粒子を抽出できなかったが、層準から判断すると摩周火山 Ma-e (5.5 cal kBP) に対比できると思われる。第 5 層 (315-330 cm) は、摩周火山 Ma-g (7.6 cal kBP) に対比される。これらをあわせて平均堆積速度を求めると、下部の約 0.33 mm/yr から徐々に増加し、地表付近で約 1.40 mm/yr

になる (図 2)。

② 花粉分析による植生変化について

木本類花粉 21 種類、草本類花粉 18 種類、シダ孢子 3 種類の合計 42 種類の化石花粉・孢子を検出した。それらを下記に列挙し、主要な化石花粉・孢子の変遷図を図 4 に示し、検出された化石花粉の光学顕微鏡写真を図 5 に示す。

全層でコナラ属コナラ亜属が優占し、その他、最下部から約 300 cm までイネ科、カラムツソウ属、ヨモギ属が多い。約 240 cm まではハンノキ属とシダ孢子が優占する傾向があった。約 150 cm からはモミ属、トウヒ

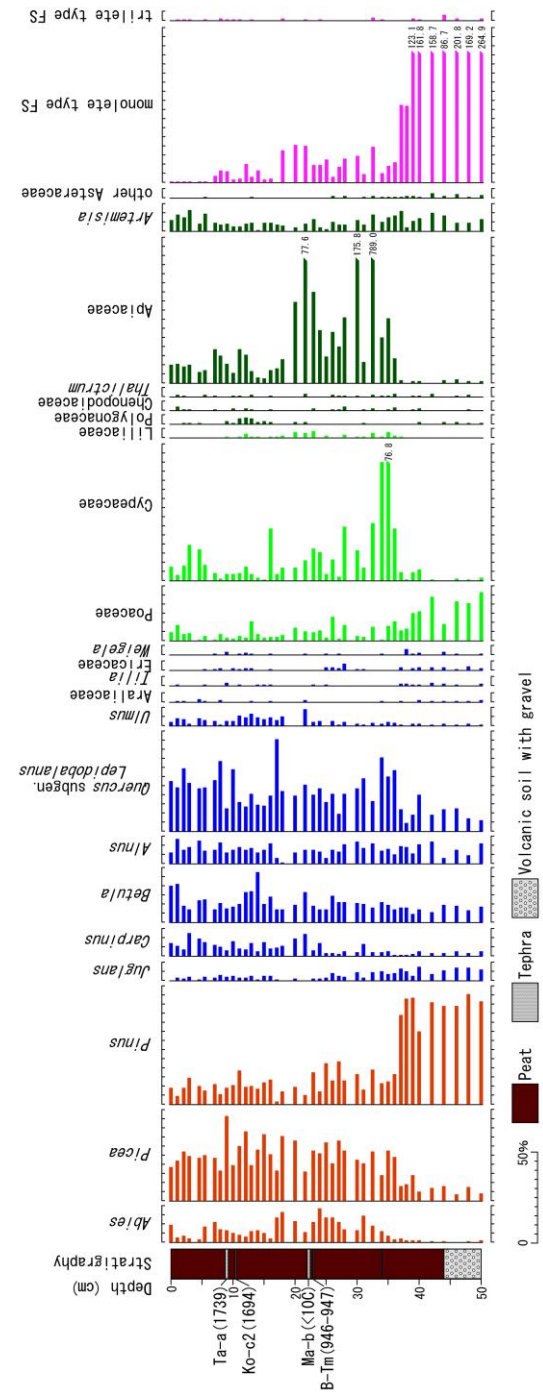


図 4. 茨散沼コアの花粉変遷図

属, マツ属のマツ科針葉樹が増加し, コナラ属コナラ亜属の若干の減少がみられる. 約 70 cm からはヤチヤナギ, カバノキ属, ハンノキ属の増加とともに, コナラ属コナラ亜属の減少がみられた. 摩周 g (Ma-g) 降下後, 泥炭が堆積を始めた当時は, ハンノキ属, イネ科, カラマツソウ属, ヨモギ属, シダ類が多く, 地下水位が非常に低い湿地であった. その後, 徐々に地下水位が高くなり, 約 5~4.5 cal kBP までには現在のような湿地になったとみられる. 2.5 cal kBP から気候が冷涼化し, マツ科針葉樹が増加する. 約 0.8 cal kBP 以降は, 若干地下水位が下がったためか, 再びヤチヤナギやハンノキ属が増加し, 湿地の縁辺に繁茂したとみられる. 同時に, コナラ属コナラ亜属が減少し, カバノキ属の増加がみられる. これは人類の影響を示している可能性がある.

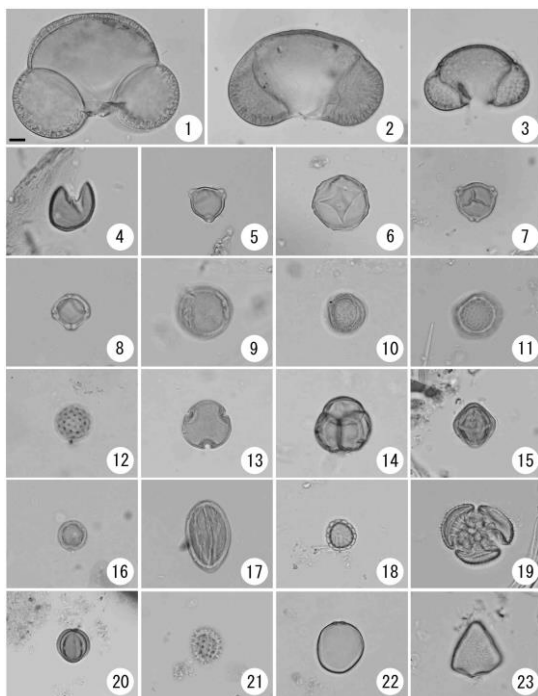


図 5. 茨散沼コアから検出された化石花粉の光学顕微鏡写真 1: モミ属, 2: トウヒ属, 3: マツ属, 4: スギ属, 5: ヤチヤナギ, 6: クルミ属, 7: カバノキ属, 8: ハンノキ属, 9: ブナ属, 10: コナラ属コナラ亜属, 11: ニレ属, 12: アカザ科, 13: シナノキ属, 14: ツツジ科, 15: ワレモコウ属, 16: マツカゼソウ属, 17: ミツガシワ属, 18: タヌキモ属, 19: モウセンゴケ属, 20: ヨモギ属, 21: その他のキク科, 22: イネ科, 23: カヤツリグサ科, スケールは 10 μ m.

(2) 裾合平

① テフラ同定について

第 1 層 (9 cm) は樽前火山 Ta-a, 第 2 層 (10.5 cm) は駒ヶ岳 Ko-c2, 第 3 層 (22 cm) は摩周火山 Ma-b (<10 世紀), 第 4 層 (23 cm) は白頭山 B-Tm にそれぞれ対比された. 第 5 層 (34 cm) のテフラは今のところ不明である.

② 花粉分析による植生変化について

約 35 cm までマツ属, イネ科の花粉, および単条溝型シダ胞子が優占する. これらの花粉はその後急減し, コナラ属コナラ亜属などの落葉広葉樹のほか, モミ属, トウヒ属など花粉が増加し優占する. また, 35 cm 付近でカヤツリグサ科が, 30 cm 付近でセリ科が増加し, その後減少している. 大雪山には約 1700 m 付近に森林限界があり (高橋; 1988), その下部はダケカンバ林, アカエゾマツやエゾマツなどの針葉樹林, ミズナラなどの落葉広陽樹林が成立している (伊藤・佐藤; 1981). 35 cm 以浅で優占する多くの木本花粉の植物は, 裾合平より低標高域に生育していることになる. このように, 高山域で周辺植生とは異なる花粉組成を示す現象は他の地域でもみられ (守田; 1984a, 守田; 1985), 山地特有の上昇気流や下降気流によって容易に他の植生域から運搬されたものと考えられる (守田; 1984b). また, 草本類やシダ植物の増加で, 単条溝型シダ胞子→カヤツリグサ科→セリ科への変化は, 大雪山の遷移過程を示しているかもしれない. その後, 現在のような雪田植生へと遷移していったのであろう.

(3) ポロト湿原

① テフラ同定について

第 1 層 (128-129 cm) は駒ヶ岳 Ko-c1, 第 2 層 (142-158 cm) は駒ヶ岳 Ko-c2, 第 3 層 (158 cm 以深) は有珠山 1663 年噴火の火山灰 (Us-b) にそれぞれ対比された.

② 花粉分析による植生変化について

現在分析中である.

(4) テフラ降下による植生へのインパクト評価

北海道東部の茨散沼, ポロト沼, 中央部の旭岳・裾合平でテフラが挟在する泥炭層を採取し, 花粉分析によるテフラ降下による植生へのインパクトおよびその回復プロセスを調査した. 今回の分析では, 周辺の植生が気候や地下水面の変化や人類の影響を受けたことは検出できたが, テフラ降下による植生への明瞭な影響は認められなかった. このことは, 層厚 10-15 cm 程度のテフラでは, 周辺の植生にほとんど影響していないのかもしれない. しかし, 湿地に生育するタヌキモやモウセンゴケのような高さが数 cm の湿地性植物には多大な影響があったはずである. これらの植物の花粉生産量は非常に低く, 今回の花粉分析では化石花粉が検出されなかった可能性もある. 今後, テフラの直下・直上については, 化石花粉の測定数を増やす必要がある. さらに, 裾合平は長期に渡り雪に覆われていることを考慮すると, 積雪により植物群落がテフラから保護された可能性も考えられた.

この他にも泥炭試料と花粉分析の分解能

の問題が考えられる。泥炭層は、陸上の堆積物のなかでは分解能の比較的高いものであるが、茨散沼において Ko-c2 に対比される第 1 層への Ta-a ガラスの混入は、このような粒子の上下移動があり得ることを示す。両者の噴火間隔は 45 年であり、この程度の期間での植生へのインパクトとその回復プロセスは、ある程度攪乱されてしまうであろう。また、花粉分析のサブサンプリング間隔の 5 cm は、上記の平均堆積速度から年代に換算すると、約 35-150 年に相当する。テフラ降下による植生へのインパクトを評価するためには、さらに高分解能なサブサンプリングが必要かもしれない。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① 藤木利之, 和田恵治, 佐藤鋭一, 奥野 充, 北海道東部, 茨散沼のコア試料の科石化分およびテフラ分析, 号外地球, 査読無, 67 巻, 2017, 印刷中.
http://www.kaiyo-chikyu.com/gougai_kikyuu4.htm
- ② 奥野 充, Virginia H., Kale B., 野口真, 藤木利之, 中村俊夫, アリュウシャン列島, ウナラスカ島のダッチハーバー東部 Iliuliuk 川沿い泥炭層の層序と年代, 号外地球, 査読無, 67 巻, 2017, 印刷中.
http://www.kaiyo-chikyu.com/gougai_kikyuu4.htm
- ③ 佐藤鋭一, 和田恵治, 北海道東部, 雌阿寒岳, 阿寒富士の噴火活動, 号外地球, 査読無, 67 巻, 2017, 印刷中.
http://www.kaiyo-chikyu.com/gougai_kikyuu4.htm
- ④ Okuno M., Harijoko A., Warmada I.W. Watanabe K., Nakamura T., Taguchi S. and Kobayashi T., Geomorphological classification of post-caldera volcanoes in the Buyan-Bratan caldera, north Bali, Indonesia, 6th ITB International geothermal workshop (IGW2017), IOP conference series: earth and environmental science, 査読有, 2017, 印刷中.
- ⑤ 奥野 充, 鳥井真之, 西山賢一, 中西利典, 横田修一郎, 井口 隆, 高見智之, 加藤靖郎, 宮崎精介, 長谷中利明, 北園芳人, 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震で誘発された阿蘇カルデラ内のアースフロー堆積物, 日本応用地質学会九州支部・九州応用地質学会平成 28 年度研究発表会論文集, 査読無, 23 巻, 2016, 47-50.
- ⑥ Okuno M., Nagaoka S., Saito-Kokubu Y., Nakamura T., and Kobayashi T.,

AMS radiocarbon dates of pyroclastic-flow depositions on the southern slope of the Kuju volcanic group, Kyushu, Japan, Radiocarbon, 査読有, 58 巻, 2016, 483-488.

DOI: 10.1017/RDC.2016.66

- ⑦ 佐藤鋭一, 和田恵治, 大雪火山, 御鉢平カルデラ形成期の噴出物と噴火活動, 火山, 査読有, 第 60 巻, 2015, 159-166.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kazanan/60/2/60_KJ00010006527/_article-char/ja/
- ⑧ Sano K., Wada K. and Sato E., Rates of water exsolution and magma ascent inferred from microstructures and chemical analyses of the Tokachi-Ishizawa obsidian lava, Shirataki, northern Hokkaido, Japan, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 査読有, 292 巻, 2015, 29-40.
DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2014.11.015
- ⑨ 藤木利之, 森脇 広, 奥野 充, 火山噴火の植生への影響と回復過程の高分解能復元, 査読無, 地学雑誌, 123 巻, 2014, 133.
<http://journal.geog.or.jp/ja/?start=13>
- ⑩ Miyabuchi Y., Okuno M., Torii M., Yoshimoto M. and Kobayashi T., Tephrostratigraphy and eruptive history of post-caldera stage of Toya Volcano, Hokkaido, northern Japan, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 査読有, 281 巻, 2014, 34-52.
DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2014.05.019.

[学会発表] (計 15 件)

- ① 藤木利之, 和田恵治, 佐藤鋭一, 奥野 充, 北海道コア試料の花粉化石およびテフラ分析: 火山噴火の植生へのインパクト, 2016 年度第 2 回国際火山噴火史情報研究集会, 2017 年 1 月 23 日, 福岡大学 (福岡).
- ② 奥野 充, Virginia H., Kale B., 藤木利之, 中村俊夫, アリュウシャン列島, ウナラスカ島のダッチハーバー周辺の泥炭層の層序と年代, 2016 年度第 2 回国際火山噴火史情報研究集会, 2017 年 1 月 23 日, 福岡大学 (福岡).
- ③ 和田恵治, 北海道東部のテフラ: 特に摩周火山の形成史の検討, 2016 年度第 2 回国際火山噴火史情報研究集会, 2017 年 1 月 23 日, 福岡大学 (福岡).

- ④ 佐藤鋭一, 和田恵治, 北海道東部, 阿寒富士の噴火活動, 2016 年度第 2 回国際火山噴火史情報研究会, 2017 年 1 月 23 日, 福岡大学 (福岡).
- ⑤ Wada K. and Sano K., Emplacement model of obsidian-rhyolite magma deduced from complete internal section of the Akaishiyama lava, Shirataki, northern Hokkaido, Japan, AGU fall meeting 2016, 2016 年 12 月 14 日, San Francisco (USA).
- ⑥ Sato E. and Wada K., Mixing processes of basaltic magmas recorded in zoning profiles of minerals of Akanfuji from Me-akan volcano, eastern Hokkaido, Japan, Goldschmidt 2016, 2016 年 6 月 28 日, Yokohama (Japan).
- ⑦ 藤木利之, 和田恵治, 佐藤鋭一, 奥野 充, 北海道東部, 茨散沼のコアの花粉化石およびテフラ分析: 火山噴火の植生へのインパクトと回復プロセス, 福岡大学国際火山噴火史情報研究所第 7 回研究会, 2016 年 1 月 23 日, 福岡大学 (福岡).
- ⑧ 藤木利之, 和田恵治, 佐藤鋭一, 奥野 充, 北海道東部茨散沼の花粉分析, 日本花粉学会第 56 回大会, 2015 年 10 月 3 日, 琵琶湖博物館 (滋賀).
- ⑨ 佐藤鋭一, 和田恵治, 奥野 充, 中村瑞恵, 大雪火山, 旭岳の最近 3000 年間の噴火活動, 日本火山学会 2015 年秋季大会, 2015 年 9 月 28 日, 富山大学 (富山).
- ⑩ 藤木利之, 和田恵治, 佐藤鋭一, 奥野 充, 火山噴火の植生へのインパクトと回復プロセス: 北海道での予察的研究報告, 福岡大学国際火山噴火史情報研究所第 6 回研究会, 2015 年 6 月 13 日, 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設 (大分).
- ⑪ Wada K., Sato E., Anzai K. and Baba H., Geological and petrological evidences for mingling and mixing of magmas in the Me-akan and Taisetsu volcanoes, eastern and central Hokkaido, Japan, European Geosciences Union General Assembly, 2015 年 4 月 14 日, Vienna (Austria).
- ⑫ 和田恵治, 佐藤鋭一, 十勝岳と雌阿寒岳における噴火推移の高分解な解析とマグマ供給系, 平成 26 年度「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」成果報告シンポジウム, 2015 年 3 月, 東京大学 (東京).
- ⑬ Wada K., Hinata H., Nakaoka Y. and Sato Y., The transition of magma activity between 1962 and 1988—89 eruptions in Tokachidake volcano, central Hokkaido, Japan : difference in eruption style and its magma plumbing system, 2014 GSA Annual Meeting, 2014 年 10 月, Vancouver (Canada).
- ⑭ 藤木利之, 永迫俊郎, 森脇 広, 奥野 充, 花粉分析による火山噴火への影響, 福岡大学国際火山噴火史情報研究所第 4 回研究会, 2014 年 6 月 21 日, 福岡大学 (福岡)
- ⑮ 佐藤鋭一, 和田恵治, 雌阿寒岳, 阿寒富士の噴火史と噴出物の岩石記載, 日本地球惑星連合大会, 2014 年 5 月 1 日, パシフィコ横浜 (神奈川).
- [図書] (計 1 件)
- ① 藤木利之, 三好教夫, 木村裕子, 北海道大学出版会, 日本産花粉図鑑増補・第二版, 2016, 1016.
- [産業財産権] (計 0 件)
- [その他]
ホームページ等
<https://www.facebook.com/daspollenlaboratory/>
6. 研究組織
- (1)研究代表者
藤木 利之 (FUJIKI Toshiyuki)
岡山理科大学・理学部・講師
研究者番号: 10377997
- (2)研究分担者
和田 恵治 (WADA Keiji)
北海道教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 50167748
- (3)奥野 充 (OKUNO Mitsuru)
福岡大学・理学部・教授
研究者番号: 50309887
- (4)連携研究者
中村 俊夫 (NAKAMURA Toshio)
名古屋大学・名誉教授
研究者番号: 10135387
- (5)佐藤 鋭一 (SATO Eiichi)
神戸大学・大学教育推進機構・助教
研究者番号: 40609848