

鹿児島城跡のボーリング調査で見つかった火砕流堆積物の一考察

Notes on the pyroclastic flow deposits newly found from wells at the ruins of Kagoshima Castle, Kagoshima City

大木公彦¹⁾・古澤 明²⁾・中原一成³⁾

ŌKI Kimihiko¹⁾, FURUSAWA Akira²⁾ and NAKAHARA Kazunari³⁾

Abstract: Pyroclastic flow deposits were found from three wells drilled for survey of basement rocks on the ruins of Kagoshima Castle, Kagoshima City. This pyroclastic flow deposits are overlain by the Shiroyama Formation which is marine sediments in the last interglacial epoch and is thought to overlies the Yoshino pyroclastic flow deposits from the data of the other well. Chemical composition of glass was obtained by an energy dispersive X-ray micro-analyzer and refractive index of orthopyroxene is also obtained. These analytical data suggest that this pyroclastic flow deposits are similar to the Oda pyroclastic flow deposits in the Kokubu Group.

Keywords: Yoshino pyroclastic flow, Oda pyroclastic flow, Kagoshima Castle, Kagoshima City

まえがき

鹿児島県は、平成26年度「鶴丸（鹿児島）城跡保全整備事業」にともなって、鹿児島県歴史資料センター黎明館敷地内において、御楼門部跡の基礎調査のために3地点のボーリング調査を行った。このボーリング調査によって、標高3メートル前後より下に軽石を多く含む火砕流堆積物の存在が明らかになった。今回、これら3地点から採取したコア試料を分析した結果、新たな事実が得られたので報告する。

試料と分析方法

鹿児島城（別名鶴丸城）は、鹿児島市北部の城山の南東側斜面の麓にある。今回、鹿児島県が行なった平成26年度「鶴丸城跡保全整備事業」にともない、島津藩主の居館正門であった御楼門部の基礎調査が行われ、御楼門跡西側・五疋立御召馬廐跡付近（No. 1）、御楼門跡北側・榊形内（No. 2）、御楼門跡東側・横矢掛部分（No. 3）の3地点においてボーリング調査が行われた（図1）。3地点の標高と深度を次ぎに示す。

御楼門跡西側（No. 1）：標高11.33メートル：深度15.00メートル

御楼門跡北側（No. 2）：標高 6.67メートル：深度19.00メートル

御楼門跡東側（No. 3）：標高11.83メートル：深度15.00メートル

今回、存在が明らかになった火砕流堆積物の試料は、御楼門跡西側（No. 1）が深度11メートル（海水準上0.33メートル）、御楼門跡北側（No. 2）が16メートル（海水準下9.33メートル）、御楼門跡東側（No. 3）が15メートル（海水準下3.17メートル）から採取した。試料は御楼門跡西側（No. 1）と御楼門跡北側（No. 2）が非溶結、御楼門跡東側（No. 3）が弱溶結である。図2の地質断面図では、前者が桃色（Sim）、後者が赤色（Sih）で示されている。

3つのボーリング試料について、下記の分析を行った。

試料の一部を粉碎し、砂サイズ粒子として偏光顕微鏡観察を行った。この試料を用いてエネルギー分散

1) 鹿児島大学名誉教授（鹿児島大学総合研究博物館学外協力研究者） 〒890-0065 鹿児島市郡元1-21-30

The Kagoshima University Museum, Korimoto 1-21-30, Kagoshima 890-0065

2) (株) 古澤地質調査事務所 〒444-0840 愛知県岡崎市戸崎町屋敷 93-7

FURUSAWA Geological Survey Inc., Yashiki 93-7, Tosaki-cho, Okazaki, Aichi 444-0840

3) 鹿児島県歴史資料センター黎明館 〒892-0853 鹿児島市城山町7-2

Kagoshima Prefectural Museum of Culture and History Reimeikan, Shiroyama-cho 7-2, Kagoshima 892-0853

型 X 線分析装置 (EDX) による主成分化学組成分析用の薄片を作成し、微小な斑晶の主成分化学組成を分析した。主成分化学組成は、エネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EDX) を用いて分析した。使用した機材は日立 S3000H および堀場製作所 EMAX ENERGY EX-250 である。測定条件は、加速電圧を 15kV、試料電流を 0.3nA、ビーム径約 150nm で 4 μ m 四方を走査させ、ライブタイムを 150秒として、基本的に ZAF 法にて主成分組成の補正計算を行った。スタンダードには高純度人工酸化物結晶 (純度 99.99% 以上の SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, MnO, MgO), 高純度天然酸化物結晶 (純度 99.99% 以上の石英, Fe₂O₃), 純度 99.99% 以上の人工単結晶 NaCl, KCl, CaF₂ を用いた。このスタンダードについて、アメリカ標準局 NIST620 ガラスを測定し、公称値との比較により 0.2% 程度以上の差が生じているか検討した。また、ワーキングスタンダードに AT テフラのガラスを用い、測定時毎に分析誤差を確認した。分析結果は揮発成分を除いて 100% に換算した。なお、鉄は全鉄を FeO として表記した (古澤担当)。

城山の地質概略

城山地域の地質は、大木・早坂 (1970), 大木 (1974) によって詳細に調べられ、報告された。図3に地質図を示すが、最近の調査によって地層境界の標高が少し異なることがわかった。各地層の記載の中では修正した標高を示す。図3の横幅は 1.13km, 上が北である。

城山地域の地層は、下位より城山層 (竜尾層を含む), 鳥越火砕流堆積物, 入戸火砕流堆積物, 桜島薩摩テフラ (小林, 1986) が累重している。下位の城山層と鳥越火砕流堆積物は、城山地域の北東部に露出し、南西部は入戸火砕流堆積物のみが城山の南東側の崖に露出している。これらの地層の浸食面を覆って、城山の頂上部および東斜面の一部に桜島薩摩テフラが分布している。

城山層は、鹿兒島城に面した城山の南東斜面の標高 30 m 付近まで露出しており、鳥越火砕流堆積物 (阿多火砕流堆積物) の直下に分布することから、最終間氷期 5e の海成層と考えられている (大木, 1999; 下山ほか, 1999)。また、産出する貝化石や底生有孔虫化石群集から内湾浅海域の堆積環境であったことが報告されている (大木・早坂, 1970; Ōki, 1975)。城山地域北東部に分布する城山層はおもにシルト層からなり、一部に砂礫層, 砂層を挟む。

標高 10 m 前後に下部貝化石層 (大木・早坂, 1970) が存在し、大型重厚な殻を持つ *Crassostrea gigas* (Thunberg) が密集して産出する。標高 20 m 前後の上部貝化石層 (大木・早坂, 1970) は、貝化石の殻がすべて溶け去っている。この層準には巣穴の生痕化石が多産し、大木ほか (2013) が指摘したように、シルト層を覆う砂層 (竜尾層下部層) との関係は生痕化石が両者を貫いており、明らかに整合関係である (図 4)。

城山層を覆う鳥越火砕流堆積物 (大木, 1980) は、大木・早坂 (1970) の竜尾層上部層に相当し、大木 (1974) によって鹿兒島市西之谷付近に分布する竜尾層上部層は火砕流堆積物の水中堆積物である可能性が指摘されている。大木ほか (2013) が報告した岩崎谷の露頭 (図 5) では、標高 30 m 付近で本火砕流堆積物が城山層の砂層 (竜尾層) を覆っている。この露頭では本火砕流堆積物が海水の影響を受けたと考えられる堆積構造を示し、城山層が堆積している当時の海底を鳥越火砕流が埋め立てた可能性が高い。一部では、城山層が海面下で浸食された後に層理を伴った鳥越火砕流堆積物とその浸食面を埋めて堆積していると考えられる露頭 (鹿兒島県地学会編, 1997) もあることから、今後の研究が待たれる。また、鹿兒島



図3. 城山の地質 (青・桃・黄緑: 城山層; 黄: 鳥越火砕流堆積物; 橙: 入戸火砕流堆積物; 紫: 桜島薩摩テフラ)。

市地盤図編集委員会（1995）が図示しているように鳥越火砕流堆積物は阿多火砕流堆積物に対比されると考えられ、城山層との時間間隙がほとんどないことから一連の阿多火砕流堆積物の最下部層である可能性が高い。ちなみに城山岩崎谷の鳥越火砕流堆積物から採取した軽石の火山ガラスの屈折率は1.5102–1.5109、斜方輝石の屈折率は1.7084–1.7120であった。この測定値は町田・新井（2011）に公表されている阿多火砕流堆積物の火山ガラスの屈折率に一致するが、斜方輝石の屈折率（1.704–1.708）に比べてやや高い。



図4. 岩崎谷の城山層のシルト層と砂層の境界。

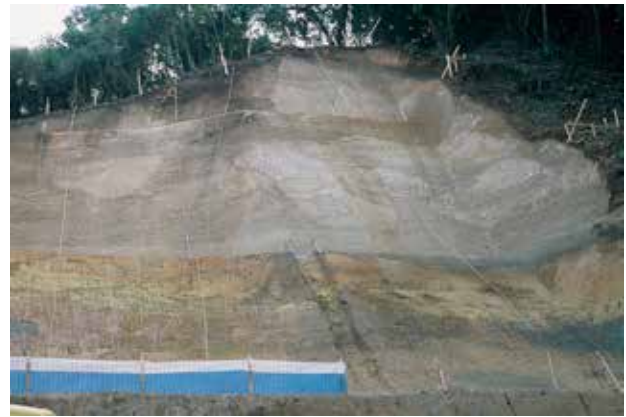


図5. 岩崎谷の城山層・鳥越火砕流堆積物の露頭。

桜島薩摩テフラ（小林，1986）は、大木・早坂（1970）の新期火山灰および軽石層の下部の、薄層理軽石質火山灰層に相当し、鹿児島市北部地域の台地上の平坦面に広く発達する。吉野台地東縁のカルデラ壁を覆うように海岸から台地上まで分布し、海岸近くの花倉では層厚が5 mにも達する。大木・早坂（1970）は、この堆積物の層厚の変化から噴出源を桜島付近に求めている。一部に斜交層理が見られ、この部分を水成堆積物としているが、台地上で東の桜島側から西へ流動した堆積構造を示す（図6）ことから、マグマ水蒸気爆発の堆積物と考えられる。城山展望台へ至る遊歩道では、城山層、鳥越火砕流堆積物、入戸火砕流堆積物を削った小規模の谷を埋めるように分布し、鹿児島城跡（黎明館）に沿った遊歩道まで続いており、その斜交層理の堆積構造から、桜島薩摩テフラが小規模な旧谷地形を遡ったと考えられる。桜島薩摩テフラは、縄文草創期の約12,800年前に噴出したと報告され（町田・新井，2011）、城山の浸食地形を覆っていることから、縄文草創期には現在の城山の原型が出来ていたことになる。



図6. 吉野台地坂元の薄層理軽石質火山灰層（桜島薩摩テフラ）に見られる斜交層理（左が東；右が西）。

鹿兒島城跡地（黎明館敷地）のボーリング調査結果

1) 地下層序

今回、鹿兒島県歴史資料センター黎明館敷地内のボーリング調査は、御楼門跡西側・五正立御召馬厩跡付近（No. 1）、御楼門跡北側・榊形内（No. 2）、御楼門跡東側・横矢掛部分（No. 3）の3地点で行なわれた。

ボーリング調査（図2）によって地下地質は4層に分けられ、下位より火砕流堆積物（Si）、比較的固結度の高い堆積物（t）、軟弱な堆積物（a）が累重する。御楼門跡西側（No. 1）、御楼門跡東側（No. 3）の地下は、榊形の御楼門跡地の敷地面より高い部分は埋土（f）である。比較的固結度の高い堆積物（t）はN値から城山層に対比され、軟弱な堆積物（a）は分布高度から縄文海進時の沖積層と考えられる。

2) 火砕流堆積物

火砕流堆積物は弱溶結から非溶結で、硬さから指圧で変形しない弱溶結部をSih、非溶結部で強い指圧で部分的に変形する硬さをSim、指圧で変形する硬さをSisとしている（図2）。いずれのボーリングでも本火砕流堆積物より下位の地層に達しておらず、層厚は16.3 m以上である（御楼門跡北側；No. 2）。各ボーリング地点において、御楼門跡西側（No. 1）では標高3.09 mより下に、御楼門跡北側（No. 2）では標高3.52 mより下に、御楼門跡東側（No. 3）では標高3.27 mより下に分布している。2016年度に鹿兒島城跡地である黎明館の敷地内で行なわれた4地点のボーリング調査でも、ほぼ同じ標高に本火砕流堆積物の浸食面が位置し、平坦面を形成していることが明らかになった。火砕流堆積物はN値の変化から、火砕流堆積物の中部で溶結作用が強く、その層準の溶結度は東へ向かって高くなっている。

3) ガラスの主成分化学組成と斜方輝石の屈折率

御楼門跡西側（No. 1）、御楼門跡北側（No. 2）、御楼門跡東側（No. 3）の試料から無作為に選んだ15ポイントのガラスの主成分化学組成をエネルギー分散型X線分析装置（EDX）で求めた。それらの分析値とEDX-カチオン値を表1～3に示す。また、それらの分析値を図7に示した。なお、図7には、比較のために行なった吉野火砕流堆積物、小田火砕流堆積物、加久藤火砕流堆積物、阿多鳥浜火砕流堆積物のガラスの主成分化学組成の値も示す。これらの分析結果からも明らかのように、鹿兒島城跡のボーリング調査で得られた3つの試料の化学分析値は極めて似た値を示した。御楼門跡北側（No. 2）の試料について分析した斜方輝石の屈折率は1.708–1.716であった。

考察

1) 吉野火砕流堆積物との関係

吉野火砕流堆積物は吉野台地を形作って北東から南西へ緩く傾斜して分布している（大木・早坂、1970；大木ほか、2010）。噴出年代は約500,000年前と報告されている（町田・新井、2011）。始良カルデラ壁に相当する吉野台地東縁の急峻な崖において、台地北東部の寺山近くの標高300 m前後に露出していた本火砕流堆積物は、南の吉野町磯から多賀山付近では堆積物の最下部が海水準以下になる。吉野台地南縁では、沖積平野との境界付近に連続して分布し、鹿兒島城跡（黎明館）より約700 mほど北へ離れた南洲墓地付近まで露出している。ちなみに吉野町磯・多賀山付近から南洲墓地までの間は、本火砕流の溶結凝灰岩を城山層が直接不整合で覆っている（大木・早坂、1970）。一方、鹿兒島城跡内の3本のボーリング地点から200 mほど南西に離れた場所（旧KKR敬天閣敷地）で掘削された温泉ボーリングでは、海水準下33mから80 mの間に吉野火砕流の溶結凝灰岩が確認されている（早坂・大木、1971）。これらのデータから、今回、新たに確認された火砕流堆積物は、直接コアで確認されていないが吉野火砕流堆積物の上位にあると考えられ、層位的に吉野火砕流堆積物と城山層の間に位置すると推定される。

表1. 御楼門跡西側 (No. 1) の火砕流堆積物の火山ガラス主成分化学組成.

glass																		
採取地点 No.1 11m																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	平均値	標準偏差	
SiO ₂	72.49	72.80	71.71	70.93	71.68	73.34	71.19	71.51	70.61	71.80	70.80	70.53	71.47	72.55	72.24	SiO ₂	71.71	0.84
TiO ₂	0.39	0.37	0.24	0.27	0.41	0.32	0.26	0.26	0.21	0.35	0.28	0.30	0.32	0.40	0.32	TiO ₂	0.31	0.06
Al ₂ O ₃	11.86	12.09	11.69	11.58	11.83	12.00	11.70	11.90	11.61	11.82	11.72	11.67	11.93	11.86	11.93	Al ₂ O ₃	11.81	0.15
FeO	1.40	1.59	1.28	1.21	1.46	1.38	1.26	1.38	1.39	1.56	1.18	1.36	1.21	1.40	1.39	FeO	1.36	0.12
MnO	0.17	0.03	0.12	0.01	0.23	0.06	0.09	0.09	0.22	0.07	0.00	0.13	0.04	0.07	0.08	MnO	0.09	0.07
MgO	0.30	0.29	0.27	0.25	0.23	0.28	0.23	0.26	0.34	0.29	0.32	0.29	0.25	0.28	0.26	MgO	0.28	0.03
CaO	1.43	1.35	1.39	1.29	1.37	1.33	1.44	1.40	1.35	1.31	1.43	1.36	1.38	1.34	1.37	CaO	1.37	0.04
Na ₂ O	3.62	3.54	3.58	3.44	3.53	3.60	3.41	3.51	3.47	3.52	3.42	3.55	3.47	3.56	3.72	Na ₂ O	3.53	0.08
K ₂ O	3.17	3.17	3.16	3.01	3.15	3.16	3.20	3.05	3.13	3.08	3.20	3.16	3.11	3.12	3.06	K ₂ O	3.13	0.06
Total	94.83	95.23	93.44	91.99	93.89	95.47	92.78	93.36	92.33	93.80	92.35	92.35	93.18	94.58	94.37		93.60	

glass																		
採取地点 No.2 11m																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	平均値	標準偏差	
SiO ₂	76.44	76.45	76.74	77.11	76.34	76.82	76.73	76.60	76.48	76.55	76.66	76.37	76.70	76.71	76.55	SiO ₂	76.62	0.20
TiO ₂	0.41	0.39	0.26	0.29	0.44	0.34	0.28	0.28	0.23	0.37	0.30	0.32	0.34	0.42	0.34	TiO ₂	0.33	0.06
Al ₂ O ₃	12.51	12.70	12.51	12.59	12.60	12.57	12.61	12.75	12.57	12.60	12.69	12.64	12.80	12.54	12.64	Al ₂ O ₃	12.62	0.08
FeO	1.48	1.67	1.37	1.32	1.56	1.45	1.36	1.48	1.51	1.66	1.28	1.47	1.30	1.48	1.47	FeO	1.46	0.12
MnO	0.18	0.03	0.13	0.01	0.24	0.06	0.10	0.10	0.24	0.07	0.00	0.14	0.04	0.07	0.08	MnO	0.10	0.07
MgO	0.32	0.30	0.29	0.27	0.24	0.29	0.25	0.28	0.37	0.31	0.35	0.31	0.27	0.30	0.28	MgO	0.29	0.03
CaO	1.51	1.42	1.49	1.40	1.46	1.39	1.55	1.50	1.46	1.40	1.55	1.47	1.48	1.42	1.45	CaO	1.46	0.05
Na ₂ O	3.82	3.72	3.83	3.74	3.76	3.77	3.68	3.76	3.76	3.75	3.70	3.84	3.72	3.76	3.94	Na ₂ O	3.77	0.07
K ₂ O	3.34	3.33	3.38	3.27	3.35	3.31	3.45	3.27	3.39	3.28	3.47	3.42	3.34	3.30	3.24	K ₂ O	3.34	0.07
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		100.00	

表2. 御楼門跡北側 (No. 2) の火砕流堆積物の火山ガラス主成分化学組成.

glass																		
採取地点 No.2 16m																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	平均値	標準偏差	
SiO ₂	68.69	69.86	69.75	70.46	70.00	71.10	70.40	70.35	70.16	71.80	71.32	71.54	71.94	70.72	70.80	SiO ₂	70.59	0.87
TiO ₂	0.25	0.21	0.16	0.21	0.36	0.34	0.39	0.37	0.23	0.37	0.31	0.28	0.24	0.30	0.21	TiO ₂	0.28	0.07
Al ₂ O ₃	11.37	11.35	11.41	11.40	11.52	11.61	11.61	11.57	11.49	11.69	11.75	11.78	11.92	11.77	11.76	Al ₂ O ₃	11.60	0.18
FeO	1.23	1.37	1.27	1.42	1.35	1.23	1.38	1.23	1.15	1.33	1.30	1.34	1.30	1.32	1.46	FeO	1.31	0.08
MnO	0.09	0.06	0.07	0.07	0.18	0.00	0.14	0.06	0.11	0.12	0.11	0.01	0.04	0.06	0.00	MnO	0.07	0.05
MgO	0.25	0.19	0.29	0.27	0.28	0.34	0.31	0.29	0.30	0.25	0.31	0.28	0.28	0.27	0.28	MgO	0.28	0.03
CaO	1.31	1.28	1.36	1.45	1.46	1.42	1.33	1.45	1.34	1.37	1.28	1.43	1.34	1.44	1.36	CaO	1.37	0.06
Na ₂ O	3.30	3.41	3.38	3.44	3.44	3.38	3.48	3.46	3.40	3.54	3.39	3.46	3.59	3.44	3.45	Na ₂ O	3.44	0.07
K ₂ O	3.05	2.98	3.02	2.92	3.14	3.07	3.04	2.98	3.05	3.04	2.95	3.14	2.99	3.06	3.04	K ₂ O	3.03	0.06
Total	89.54	90.71	90.71	91.64	91.73	92.49	92.08	91.76	91.23	93.51	92.72	93.26	93.64	92.38	92.36		91.98	

glass																		
採取地点 No.3 15m																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	平均値	標準偏差	
SiO ₂	76.71	77.01	76.89	76.89	76.31	76.87	76.46	76.67	76.90	76.78	76.92	76.71	76.83	76.55	76.66	SiO ₂	76.74	0.19
TiO ₂	0.28	0.23	0.18	0.23	0.39	0.37	0.42	0.40	0.25	0.40	0.33	0.30	0.26	0.32	0.23	TiO ₂	0.31	0.08
Al ₂ O ₃	12.70	12.51	12.58	12.44	12.56	12.55	12.61	12.61	12.59	12.50	12.67	12.63	12.73	12.74	12.73	Al ₂ O ₃	12.61	0.09
FeO	1.37	1.51	1.40	1.55	1.47	1.33	1.50	1.34	1.26	1.42	1.40	1.44	1.39	1.43	1.58	FeO	1.43	0.09
MnO	0.10	0.07	0.08	0.08	0.20	0.00	0.15	0.07	0.12	0.13	0.12	0.01	0.04	0.06	0.00	MnO	0.08	0.06
MgO	0.28	0.21	0.32	0.29	0.31	0.37	0.34	0.32	0.33	0.27	0.33	0.30	0.30	0.29	0.30	MgO	0.30	0.04
CaO	1.46	1.41	1.50	1.58	1.59	1.54	1.44	1.58	1.47	1.47	1.38	1.53	1.43	1.56	1.47	CaO	1.49	0.07
Na ₂ O	3.69	3.76	3.73	3.75	3.75	3.65	3.78	3.77	3.73	3.79	3.66	3.71	3.83	3.72	3.74	Na ₂ O	3.74	0.05
K ₂ O	3.41	3.29	3.33	3.19	3.42	3.32	3.30	3.25	3.34	3.25	3.18	3.37	3.19	3.31	3.29	K ₂ O	3.30	0.07
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		100.00	

表3. 御楼門跡東側 (No. 3) の火砕流堆積物の火山ガラス主成分化学組成.

glass																		
採取地点 No.3 15m																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	平均値	標準偏差	
SiO ₂	71.14	71.38	70.80	71.64	70.00	72.03	71.86	71.57	72.24	71.52	71.68	71.67	71.21	71.11	70.47	SiO ₂	71.35	0.59
TiO ₂	0.26	0.32	0.21	0.30	0.32	0.31	0.36	0.24	0.22	0.31	0.30	0.34	0.16	0.29	0.35	TiO ₂	0.29	0.06
Al ₂ O ₃	11.67	11.71	11.66	11.68	11.46	11.71	11.75	11.76	11.92	11.73	11.85	11.67	11.74	11.50	11.64	Al ₂ O ₃	11.70	0.11
FeO	1.27	1.38	1.27	1.35	1.37	1.36	1.38	1.44	1.50	1.26	1.33	1.27	1.23	1.33	1.29	FeO	1.34	0.07
MnO	0.10	0.09	0.27	0.07	0.00	0.00	0.04	0.02	0.07	0.10	0.05	0.07	0.10	0.02	0.06	MnO	0.07	0.07
MgO	0.27	0.30	0.27	0.27	0.27	0.23	0.26	0.32	0.28	0.27	0.31	0.29	0.28	0.30	0.31	MgO	0.28	0.02
CaO	1.33	1.41	1.31	1.48	1.41	1.40	1.38	1.39	1.36	1.38	1.37	1.38	1.34	1.35	1.39	CaO	1.38	0.04
Na ₂ O	3.47	3.51	3.42	3.53	3.32	3.66	3.44	3.52	3.42	3.46	3.41	3.55	3.48	3.53	3.44	Na ₂ O	3.48	0.08
K ₂ O	3.00	3.08	3.15	3.08	3.04	3.05	3.26	3.01	3.00	3.07	3.13	2.95	3.10	2.98	3.09	K ₂ O	3.07	0.08
Total	92.51	93.18	92.36	93.40	91.19	93.75	93.73	93.27	94.01	93.10	93.43	93.19	92.64	92.41	92.04		92.95	

glass																		
採取地点 No.3 15m																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	平均値	標準偏差	
SiO ₂	76.90	76.60	76.66	76.70	76.76	76.83	76.67	76.73	76.84	76.82	76.72	76.91	76.87	76.95	76.56	SiO ₂	76.77	0.12
TiO ₂	0.28	0.34	0.23	0.32	0.35	0.33	0.38	0.26	0.23	0.33	0.32	0.36	0.17	0.31	0.38	TiO ₂	0.31	0.06
Al ₂ O ₃	12.61	12.57	12.62	12.51	12.57	12.49	12.54	12.61	12.68	12.60	12.68	12.52	12.67	12.44	12.65	Al ₂ O ₃	12.58	0.07
FeO	1.37	1.48	1.38	1.45	1.50	1.45	1.47	1.54	1.60	1.35	1.42	1.36	1.33	1.44	1.40	FeO	1.44	0.07
MnO	0.11	0.10	0.29	0.07	0.00	0.00	0.04	0.02	0.07	0.11	0.05	0.08	0.11	0.02	0.07	MnO	0.08	0.07
MgO	0.29	0.32	0.29	0.29	0.30	0.25	0.28	0.34	0.30	0.29	0.33	0.31	0.30	0.32	0.34	MgO	0.30	0.03
CaO	1.44	1.51	1.42	1.58	1.55	1.49	1.47	1.49	1.45	1.48	1.47	1.48	1.45	1.46	1.51	CaO	1.48	0.04
Na ₂ O	3.75	3.77	3.70	3.78	3.64	3.90	3.67	3.77	3.64	3.72	3.65	3.81	3.76	3.82	3.74	Na ₂ O	3.74	0.07
K ₂ O	3.24	3.31	3.41	3.30	3.													

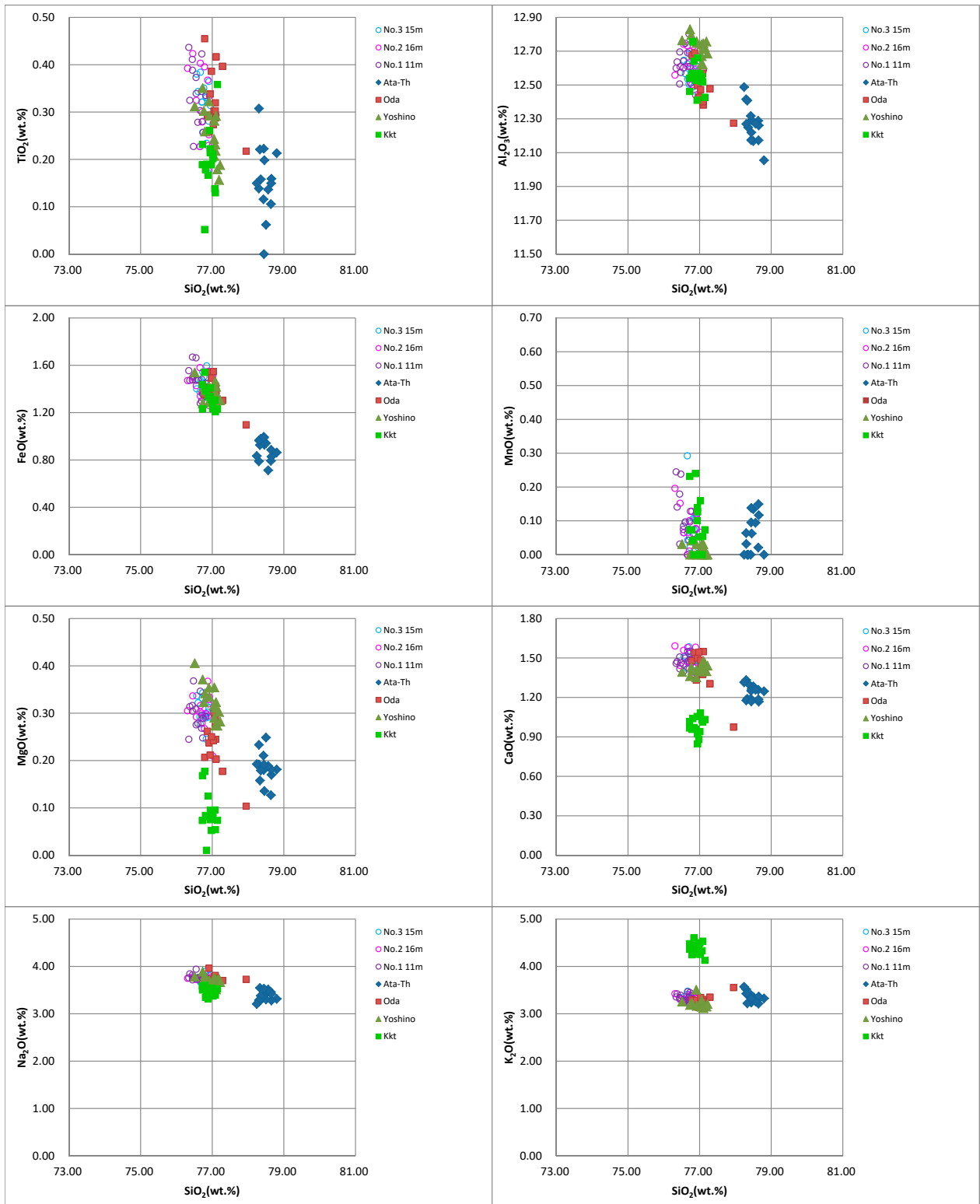


図7. 鹿児島城趾地下に分布する火砕流堆積物のガラス主成分分析結果（吉野火砕流，小田火砕流，加久藤火砕流（Kkt），阿多鳥浜火砕流の結果も示す）。

2) 吉野火砕流と城山層との間に存在する火砕流堆積物との比較

吉野火砕流と城山層の間に存在する、南九州における大規模火砕流は、下位より加久藤火砕流堆積物、阿多鳥浜火砕流堆積物が知られている。これらの火砕流堆積物のガラスの主成分化学組成の値は、図7で明らかなように鹿児島城趾のボーリング調査で得られた火砕流堆積物とは異なる。また、両者の斜方輝石の屈折率も、加久藤火砕流が1.718–1.725、阿多鳥浜火砕流が1.714–1.718で、鹿児島城趾の斜方輝石の屈折率1.708–1.716に比べて高い。阿多鳥浜火砕流堆積物は角閃石を特徴的に含むことから異なる。

鹿児島湾北部沿岸域に分布する国分層群中には、60万年以降と考えられる火砕流堆積物が挟在する。桑の丸火砕流堆積物（佐藤ほか、2000）は下門火砕流堆積物に対比される可能性があり、角閃石で特徴づけられること、本城火砕流堆積物（佐藤ほか、2000；佐藤、2011）は小林笠森火砕流堆積物に対比される可能性があり、黒雲母で特徴づけられることから、本火砕流堆積物とは異なる。その上位と考えられる小田火砕流堆積物のガラスの主成分化学組成（図7）と斜方輝石の屈折率1.708–1.716の値は、上記の火砕流堆積物の中では最も鹿児島城趾の火砕流堆積物に近い。鹿児島市北部には吉野台地、赤崩・牟礼ヶ岡山地があり、火砕流堆積物の分布が連続しないために、両火砕流堆積物を露頭で直接対比することはできないが、ほかの火砕流堆積物を含め、層序の対比が急がれる。

まとめ

今回、鹿児島城趾（黎明館）の敷地で行なわれた3地点のボーリング調査から、城山層より古い火砕流堆積物の存在が確認された。3地点のみの調査であったことから、この火砕流堆積物の3次元的な溶結作用の変化を捉えることはできなかったが、2016年度に行なわれたコアのデータが加われば、ある程度の側方変化を捉えることができると期待される。

この火砕流堆積物は、斜方輝石の屈折率の比較から、吉野台地の基盤を成す吉野火砕流堆積物と異なり、城山周辺の地質およびボーリングデータから、吉野火砕流堆積物の上位に存在すると考えられる。

吉野火砕流堆積物と城山層の間に存在する大規模火砕流堆積物の中では、国分層群に挟在する小田火砕流堆積物に最も近似し、対比される可能性が高いが、鹿児島県内に分布する近接した層準の火砕流堆積物との対比をさらに深める必要がある。

引用文献

- 鹿児島県地学会編、1997、写真集「地球からのメッセージ」鹿児島。斯文堂出版、鹿児島、136 pp.
- 早坂祥三・大木公彦、1971、鹿児島市地域のボーリング資料にもとづく地質学的考察。鹿児島大学理学部紀要（地学・生物学）、(4): 15–29.
- 鹿児島市地盤図編集委員会、1995、鹿児島市地盤図。鹿児島大学地域共同研究センター・(社)鹿児島県地質調査業協会、132pp.
- 小林哲夫、1986、桜島火山の形成史と火砕流。文部省科学研究費自然災害特別研究「火山噴火に伴う乾燥粉体流（火砕流等）の特質と災害」（研究代表者：荒牧重雄）、137–163.
- 町田 洋・新井房夫、2011、新編 火山灰アトラス。東京大学出版会、336pp.
- 大木公彦、1974、鹿児島市西部地域における第四系の層序。鹿児島大学理学部紀要（地学・生物学）、(7): 15–22.
- Ōki, K., 1975, Foraminifera from the Shiroyama Formation (late Pleistocene) in Kagoshima City, South Kyushu, Japan. Rep. Fac. Sci., Kagoshima Univ. (Earth Sci., Biol.), (8): 33–61.
- 大木公彦、1980、鹿児島市に分布する火砕流堆積物についての新知見。日本地質学会西日本支部会報、(70): 9–10.
- 大木公彦、1999、鹿児島県に分布する後期更新世海成層の堆積環境とネオテクトニクス。南太平洋海域調査研究報告、32: 81–87.

- 大木公彦・早坂祥三, 1970, 鹿兒島市北部地域における第四系の層序. 鹿兒島大学理学部紀要 (地学・生物学), (3): 67-92.
- 大木公彦・深港恭子・寺尾美保・田中 完・桑波田武志・松尾千歳, 2010, 集成館事業に使われた疎水溝の地形・地質学的考察. 鹿兒島大学理学部紀要, (43): 16-24.
- 大木公彦・内村公大・中島一誠・稲田 博, 2013, 鹿兒島市城山岩崎谷の城山層と鳥越火砕流堆積物. 鹿兒島県地学会誌, (103): 25-27.
- 佐藤 亮・大木公彦・古澤 明・廣瀬亜紀子, 2000, 鹿兒島湾北西部沿岸地域に分布する上部新生界の層位学的研究. 鹿兒島大学理学部紀要, (33): 69-87.
- 佐藤 亮, 2011, 露頭を利用した地質層序の概念形成. 鹿兒島県地学会誌, (98): 39-43.
- 下山正一・木下裕子・宮原百々・田中ゆかり・市原季彦・竹村恵二, 1999, 旧汀線高度から見た九州の後期更新世地殻変動様式. 地質学雑誌, 105: 311-331.