

# 阿蘇火山噴出物特に<sup>(1)</sup>霾の化學的研究

理學博士 石 橋 雅 義

理 學 士 清 田 壽

## I. 緒 言

阿蘇火山の噴出物に關する研究は比較的少なく、殊に最近の噴出物に關する化學的研究に至つては更に少ない状態である。朝比奈<sup>(2)</sup>氏及三宅<sup>(3)</sup>氏等が霾の水溶性成分、吸濕性等に關する研究を報告し、三宅<sup>(4)</sup>氏等が霾の一試料の化學組成其他に關する研究を報告してゐる程度に過ぎざるものゝ如くである。尙古き熔岩或は火山彈等の分析數値若干が地質學礦物學等の報文中に掲載されてはゐるが、何れも一部の參考として取り扱はれてゐるに過ぎない。南葉<sup>(5)(6)</sup>氏は阿蘇火山活動の特異性と皿石の報文中に、阿蘇の皿石の膠着部に對する精密なる實驗結果を報告する傍、昭和4年第四火口より噴出せる火山彈1種霾2種、昭和5年第四火口より噴出せる霾1種、昭和7年第一火口より噴出せる霾2種の分析數値其他を掲載してゐるが、之も噴出物其物の化學的研究を主目標とせるものではなく主要成分の數種が省略してある。

著者等は數年前阿蘇火山最近の噴出物、就中特に霾の化學的研究に着手し今日迄之を繼續してゐる。未だ漸やくその緒に就いたのみであるが以下之に就て報告せんとする。

- (1) 霾：阿蘇火山灰のことにして阿蘇地方特有の言葉である。尙下記參照。a) 伊木常誠：阿蘇火山調査報文、震災豫防調査會報告第33號(明治34年)、13—21；b) 小林房太郎：“日本の火山”，東京隆文館(大正9年)、118；c) 南葉宗利：阿蘇火山活動の特異性と皿石，地球物理，第3卷(昭和14年)第2號，100—108。
- (2) 朝比奈貞一，三宅泰雄：火山化學(第一報)火山灰の水溶性成分，氣象集誌，第2輯第13卷(昭和10年)第12號，549—554。
- (3) 三宅泰雄：火山灰に關する一二の觀察，氣象集誌，第2輯第16卷(昭和13年)第3號，89—91。
- (4) 三宅泰雄，眞山金剛：阿蘇火山灰の化學的組成について，氣象集誌，第2輯第16卷(昭和13年)第3號，94—96。
- (5) M. Namba: Characteristics of the Activity and the peculiar product “SARA-ISI” of the Aso Volcano, Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., A 19 (1936). 131-159.
- (6) 前出(1c), 89—111.

先づ最初に野滿<sup>(7)(8)(9)</sup>、南葉<sup>(10)(11)</sup>、志田<sup>(12)</sup>、本間諸博士等<sup>(13)(14)</sup>の文獻の各一部並に著者等が實地に踏査見聞せる所等に従つて阿蘇火山噴出物に關聯する若干の考察を行ひ、次に實驗方法の概略及霾の化學組成に就き研究せる所を報告する。

## II. 阿蘇火山概觀

阿蘇火山はその噴出物を以つて九州の大半を覆ひ、現時に至る迄活動を繼續して今尙盛に噴煙を擧げつゝあるとはいへ、その大活動は盡く極めて古き時代の事に屬し、石器時代以後に於ては活動微弱にして熔岩若しくは泥流を流出する程の大活動をなしたる形跡は認められてゐない。現今では爆發時に於てさへ火口附近或は火口より 1km 内外の地點に安全に止まることができる。

現在の阿蘇火山は一大カルデラの周圍に整然たる外輪山を繞らし、その中に中央火丘群を備へた代表的態形の複成火山である。外輪山の高さは大體 1000m 内外にして 1200m 餘を最高とし、中央火丘群は 1592m の高嶽を最高とし 1500m の中嶽之に次ぐ。(地球物理、第3巻第3號口繪參照)

カルデラは舊阿蘇火山の陥没によつて生じたものと推定せられ、其の規模の大なること世界第一と言はれてゐる。京都帝國大學火山溫泉研究所阿蘇研究所の調査によれば、其の周圍大約 80km、面積約 370km<sup>2</sup> に及び、又假想橢圓の南北長經約 25km、東西短經約 19km と算定されてゐる。<sup>(15)</sup>このカルデラ内に阿蘇 1 郡 3 ケ町 11 ケ村を含み人口 5 萬を居住せしめてゐる。

カルデラ陥没以前に於ける舊阿蘇火山の活動は極めて猛烈にして其の噴出熔岩は遠く四

- 
- (7) T. Nomitsu and M. Namba: On the Distribution of Bombs from a Volcanic Vent, Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., A 15 (1932), 215-233.
  - (8) 野滿隆治: 阿蘇の中央火丘群及び温泉の分布と現火山活動勢力源の潜在位置に就て, 地球物理, 第3巻(昭和14年)第1號, 8-11.
  - (9) 野滿隆治, 南葉宗利: 阿蘇第四火口噴出火山彈の分布に就て, 地球物理, 第3巻(昭和14年)第2號, 112-128.
  - (10) 前出(8) (11) 前出(1c).
  - (12) 志田順: 阿蘇山活動の過去現在と爆發豫知の問題, 地球物理, 第3巻(昭和14年)第1號, 1-7.
  - (13) 本間不二男, 迎三千壽: 阿蘇中央火丘群地質構造概報, 火山, 第4巻(昭和13年)第1號, 45-76.
  - (14) 本間不二男, 迎三千壽: 阿蘇中央火丘群地質構造概報, 地球物理, 第3巻(昭和14年)第3號, 255-280.
  - (15) 京都帝國大學火山溫泉研究所阿蘇研究所發行パンフレット“所謂大阿蘇舊火口の廣さ”(昭和14年).

方に流れて九州の大半を覆ひ、東は延岡國東半島、西は天草、南は人吉、北は耶馬溪直方附近、即ち中嶽を中心とする半徑 100km 内外の地點に及び、それ以前九州を南北兩地方に分離してゐた阿蘇水道を埋め盡して現在の如き地勢を造りしものと認められてゐる。

中央火丘群は12箇の主火丘と更に多數の寄生小火丘とより成る。この中央火丘群の中に昔から阿蘇の五岳と呼ばれて有名な山が五つある。カルデラ内にあつてこの地方古來の主要都市なる宮地町附近から眺められる5箇の中央火丘で東から挙げると猫嶽、高嶽、楯尾嶽、烏帽子嶽、杵島嶽がそれである。この中楯尾嶽は舊時一名中嶽とも呼び、陸地測量部五萬分の一地圖にある現在活動中の中嶽をも包含した名稱であつた。

中央火丘群の活動年代には甚しき新舊の區別がある。或者は極めて古くその噴出熔岩が既に著しく解析を受けたものも少なくない。而して現在の活火口丘以外のものは何れも石器時代以前に活動を停止したものと認められてゐる。

現在の活火口丘は陸地測量部地圖に中嶽と記入されてゐる地點の僅か西方にあり、一つの小複成火山を成してゐる。その舊火口は中嶽火丘建設の後その中腹に起つた大爆發によつて形成された爆烈火口にして、大約 2km×1km 位の略々橢圓状をなし舊火口原は南部に砂千里ヶ濱と稱する砂地として發達してゐる。この舊火口の中に現活火口群が略々北々西——南々東の線に並んでゐて、その中の特に顯著なものに北から順次に第一火口、第二火口、第三火口、第四火口の名稱が與へられてゐる。但し第四火口の周圍には第五火口以下二三箇の小火口が附屬してゐる。曾ては現在の第一第二を合はせた大位置を第一火口、第三第四第五の位置を夫々第二第三第四火口と呼び<sup>(17)</sup>、又現在の第一第二を合はせた位置を北の御池、第三を中の御池、第四以下を總稱して南の御池と呼んだこともあるらしい。これ等の現活火口は全體として一個の不規則な繭形の噴火口丘を形成し、その全體の大きさは南北 1km 餘東西幅廣き所で大約 450m である。明治39年第四火口の南方砂千里ヶ濱中に爆發が起り之を新火口と呼ぶ。但し今日では埋没して殆んど痕跡を止めない。この活火口丘は現活火口の活動によつて上記の爆烈火口内に新に建設されたものであつて、今尙幼年期にあるものと認められ現にその建設的噴火を繼續してゐる。

### III. 現活火口群の活動狀況瞥見並に其の噴出物概観

(17) 前出 (1a), 18—23頁及第 6 版第 2 圖.

現活火口丘は阿蘇火山中唯一の活火山にして有史以來幾多の活動記録を残してゐる。延暦15年7月のものが活動狀況に關する最古の記録らしく、それ以來幾多の活動記録が残されてゐるが熔岩若しくは泥流を流出した例は一回もない。<sup>(18)</sup>

活動の中心は古來屢々上記現活火口群の間を移動し、最近に於ては、明治時代には主として第一火口が活動し、大正12年より昭和5年末迄は第四火口が活動の中心となり、昭和7年9月4日再び第一火口に移動して昭和17年4月1日現在に至つてゐる。

噴火の様子は時により強弱の程度に差はあるが性質は大同小異にして、常に現活火口に於て爆發を起し、熱湯を噴出し氣體と火山灰とを主とする多量の噴煙を出し、最盛時には未だ凝固せざる熔岩片を火山彈として抛出する。噴煙は高く天空に噴き上げられて遠方に達し、火口の西方約7.5kmの距離にある研究所附近に多量の降灰を見ることあるは勿論にして更に遙かに遠距離に達するのが普通である。この噴煙が地面を這ふやうに通過した跡は數百米の帶狀に草木を枯らすやうな現象も珍らしくない。植林被害の例多く農作物も亦これが爲め收穫皆無になること等が屢々あるとのことである。

この爆發活動は大體1週間内外にして一段落を告げ、その後は氣體の噴出を主とする活動となる。その氣體は著者が昭和11年6月11日、昭和14年5月24日、昭和15年8月19日及昭和16年10月19日現地で目撃調査せし所によれば、亞硫酸瓦斯の臭氣極めて強く火口壁上で直接に之を受けるときは咽喉痛みて堪え難き程であつた。氣體中の水蒸氣の量は更に極めて多く、凝結して小雨の如く落ち來るのを認めた場合が多い。但し昭和16年10月19日には活動比較的弱く、水蒸氣の量は小雨の如く落ち來る程ではなかつたが、氣體の性質に相違があるやうには認められなかつた。火口活動中はこの状態で消長を続け時々前記の爆發を起す。

而して其の活動衰滅すれば火口は閉塞され、時には池狀をなし、内壁各所より強き硫化水素臭を有する氣體を噴出するのみとなる。この噴氣孔は吾々の容易に到達し得る火口壁上縁の各所にも點在し、其の臭氣と熱氣とを直接に感ずることができた。硫化水素を含有主成分とする水蒸氣なるべしと認められた。昭和16年10月19日、第二火口底と第三火口底との境界線東端附近及其の上方の内壁各所に在る噴氣孔より噴出する氣體は相當強き硫化水素臭を有する水蒸氣にして、境界線西端にある熔岩の裂孔より噴出する氣體は亞硫酸瓦

(18) a) 前出(1a), 18; b) 前出(12), 8; c) 前出(1c), 107.

阿蘇火山噴物出特に霾の化學的研究

斯の臭氣は勿論認められず硫化水素の臭氣も其他の臭氣も認められず有臭含有成分無きか又は極めて少なき水蒸氣なるべしと感じられた。尙ほ火口内壁各所に硫黃其の他の物質を生成し其の採取の行はれたこともある。昭和11年6月11日著者も硫黃の採取を目撃した。

火山彈は其の數比較的少なく落下範圍も狭い。火口より 1200m の距離に達した記録なく、最近では 600m 以上に達したことはない。次に其の分析數値の見當りたるもの及熔岩の分析數値數種を掲げる。(第1—2表)

第 1 表

	(19) 1	(20) 2	(21) 3
SiO <sub>2</sub>	53.52	52.66	53.12
TiO <sub>2</sub>	0.85	0.95	1.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.67	18.31	17.73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.69	3.24	2.36
FeO	5.93	5.89	6.31
MnO	0.14	0.13	0.17
MgO	3.80	4.40	4.10
CaO	9.27	8.67	8.66
Na <sub>2</sub> O	2.90	3.73	3.98
K <sub>2</sub> O	1.86	1.89	1.88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.27	0.28	0.30
H <sub>2</sub> O+	0.21	0.26	0.36
H <sub>2</sub> O-	0.08	0.29	0.16
合 計	100.19	100.70	100.151

1 昭和4年抛出, 2 昭和8年抛出物, 3 昭和8年抛出半凝固熔岩片

IV. 霾の化學組成

霾には色調外觀上多くの種類がある。其の化學組成に差違の存することも亦充分推定さ

- (19) a) H. Tsuya: On the recent ejecta of Volcano Aso, 地質學雜誌, 第36卷(昭和4年)第432號, 英文の部20; b) 田中館秀三, 阿蘇火山最近の活動, 岩石礦物學, 第1卷(昭和4年)第5號, 221.
- (20) 河野義禮: 昭和七・八年阿蘇火山活動の概況, 岩石礦物學, 第12卷(昭和9年)第1號, 21.
- (21) 前出(13), 71.

阿蘇火山噴出物特に霾の化學的研究

第 2 表

	(22) 1	(23) 2	(23) 3	(23) 4	(23) 5
SiO <sub>2</sub>	52.32	72.50	66.86	51.69	51.88
TiO <sub>2</sub>	0.82	0.40	0.80	1.20	1.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.63	13.91	16.16	16.35	17.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.15	0.40	1.20	4.02	4.50
FeO	4.33	1.38	2.76	6.37	6.59
MnO	0.18	0.06	0.05	0.12	0.10
MgO	4.67	0.02	0.90	4.24	4.16
CaO	8.58	1.34	2.93	10.13	8.94
Na <sub>2</sub> O	3.53	4.17	4.10	2.86	2.72
K <sub>2</sub> O	0.81	5.01	2.97	1.30	1.52
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.22	0.13	0.26	0.28	0.30
H <sub>2</sub> O+	1.11	0.60	0.62	0.82	0.57
H <sub>2</sub> O-	0.51	0.16	0.10	-0.26	0.16
合 計	99.86	100.08	99.71	99.64	99.76

1 根子岳頂上東部熔岩, 2 栃木下部熔岩(長陽村水溜兩西), 3 千里ヶ濱熔岩(長陽村千里ヶ濱火丘西腹), 4 高岳頂上熔岩(色見村高岳火口南西壁), 5 杵島岳熔岩(黒川村杵島岳西麓)

れる。南葉氏は霾の成分中 6 種類に就ての分析結果を掲げ、SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の比が霾の噴出時期に従つて變化することを指摘してゐる。之は霾相互間の組成の差違延いては噴火の進行と霾の組成の變化との關係に着眼し、其の一部に言及せる最初のものと思はれる。又曩に朝比奈氏等は昭和 9 年 12 月 16 日及同月 20 に噴出せる霾 2 種類に就き、第 3 表の如き水溶性成分の定性分析結果と共に吸濕性其他に就て報告し、<sup>(24)</sup> 三宅氏は昭和 10 年 8 月 6 日に噴出せる霾の水溶性成分を 100°C 以上に乾燥せるもの、定量分析結果(第 4 表)並に霾の吸濕性其他に就て報告し、<sup>(25)</sup> 三宅氏等は同じく昭和 10 年 8 月 6 日に噴出せる霾を粒の大小に従つて分別し水洗乾燥せるものに就き第 5 表の如き定量分析結果其他を報告してゐる。<sup>(26)</sup> 霾の化

(22) 前出(13), 76.

(23) 前出(13), 71.

(24) 前出(2).

(25) 前出(3).

(26) 前出(4).

第 3 表

陽 イ オ ン		陰 イ オ ン	
Al <sup>+++</sup>	++	SO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	++
Fe <sup>++</sup>	+	SO <sub>3</sub> <sup>---</sup>	-
Mn <sup>++</sup>	+	S <sup>---</sup>	-
Ca <sup>++</sup>	+	SiO <sub>3</sub> <sup>---</sup>	-
Ba <sup>++</sup>	-	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	-
Mg <sup>++</sup>	+	BO <sub>2</sub> <sup>---</sup>	-
Na <sup>+</sup>	+	CO <sub>3</sub> <sup>---</sup>	-
K <sup>+</sup>	+	Cl <sup>-</sup>	++
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	+		

++ 相當多量, + 明らかに存在す, - 検出し得ず

第 4 表

Al	5.9
Ca	9.8
Mg	6.6
Mn	0.3
SO <sub>4</sub>	61.4
Cl	15.3
H <sub>2</sub> Oその他	0.7
計	100.0

學組成に關聯を有する研究の水  
準は大體此の程度なるものゝ如  
く、他の詳細なる報文は見當ら  
ない。

著者等は先づ 1)各種の甕は  
果して其の化學組成に差違を有

するか 2)其の差違は如何なる程度であるか 3)色の異なる原因は多分主として鐵の化合  
状態の差にあるものと直觀されるが其の成分の種類に差違はないか 4)色の相違と化學組

第 5 表

	1 大粒	2 中粒	3 小粒
SiO <sub>2</sub>	53.02	49.98	51.06
TiO <sub>2</sub>	0.72	0.28	.....
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.10	21.56	19.07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.44	6.85	} 9.31
FeO	3.78	5.52	
MnO	0.08	0.01	.....
MgO	4.86	5.04	7.63
CaO	8.08	6.83	13.05
Na <sub>2</sub> O	0.32	0.31	.....
K <sub>2</sub> O	0.05	0.08	.....
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13	0.21	.....
H <sub>2</sub> O(+) etc	1.57	3.33	.....
合 計	100.15	100.00	100.12

大粒が火山灰の主要部分である。

成の間に如何なる關係があるか等を目標とし、下記の通り色調を異にして代表的と認められるもの3種類を取り、差し當り主要成分の定性及定量分析を精密に行つてそれ等の組成を決定し且つ其の結果に就て考察した。試料は何れも京都帝國大學火山溫泉研究所阿蘇研究所から提供されたものである。

試料	}	A	昭和12年10月9日採集	(採集者	南葉助教授)
		B	昭和12年10月19日採集	(同	同)
		C	昭和12年11月18日採集	(同	同)

試料Aは帶赤黒褐色にして Red Yona に屬し、試料Bは僅かに綠色を帯びたる灰色にして Green Yona に屬し、試料Cは灰黒色にして Gray Yona に屬する。何れも第一火口の噴出物にして、火口縁に準備せるコンクリート板上に紙を置き其の上の降灰を採集し木綿布の袋に入れて保存されたものである。

### 實驗方法並に實驗結果の一部

(1) 少量の試料を試験管に取り穩かに加熱せしに各試料共微かに亞硫酸瓦斯の如き臭氣を發し又試験管の冷所に多量の水滴を附着した。

(2) 試料約1gに水約10mlを加へて浸出せる溶液は何れも5.6のpH價を示した。

(3) 少量の試料を試験管に取り鹽酸を加へしに何れの場合にも認むべき變化なく又氣泡の發生を見なかつた。但し鉛糖紙を僅かに黒變せしめるのを認めた。以上1, 2, 3の實驗には木綿袋中に保存された試料をその儘使用した。風乾状態にあるものと認められたが殊更乾燥を施してゐない。

(4) 普通の金屬元素及酸根に對する濕式定性分析を行ひ又チタンに對する過酸化水素の呈色反應を検したるに3試料共に珪酸、鐵、チタン、磷酸、アルミニウム、マンガ、カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウム、鹽酸根、硫酸根の存在が檢出された。又ネスラー氏法によつてアンモニウム鹽に就て分析を行ひ、3試料共その存在することを確めた。但し含有量は0.004%以下の微量であつた。主要成分として考慮し得ざる程度である。

(5) 火山灰の研究上都合よき分析方法を編成しそれによつて定量分析を行つた。次に其の方法の概略を記す。方法に關する分析化學的詳細は日本化學會誌上の報文<sup>(27)</sup>及其の參考文

(27) 清田壽：阿蘇火山噴出物の化學的研究(第一報)，日本化學會誌，第62卷(1941)第12號，1223.

獸を参照されたい。

1) 試料は室内に放置して乾燥せしめたる後共栓罎に貯へて實驗に供した。而して珪酸、鐵、チタン、磷酸、アルミニウム、マンガン、カルシウム、マグネシウムは一括して系統的に分離定量し、カリウム及ナトリウム、鹽酸根及硫黃總量、硫酸根、乾燥減量及灼熱量は夫々獨立に定量した。

2) 珪酸、鐵、チタン、磷酸、アルミニウム、マンガン、カルシウム、マグネシウムの定量 アルカリ熔融より出發して得た試料溶液を用ひ、珪酸は  $\text{SiO}_2$  として秤量し弗化水素處理の減量を以つて其の量となし、鐵はアンモニア性酒石酸溶液より  $\text{FeS}$  として分離せる後  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  として沈澱せしめ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  として秤量し、チタンは酒石酸を含める硫酸々性溶液よりクベロンを以つて  $\langle \text{---} \rangle - \text{N} \begin{matrix} \text{NO} \\ \text{O} \end{matrix} \left( \begin{matrix} | \\ \text{Ti} \end{matrix} \right)$  として沈澱せしめ  $\text{TiO}_2$  として秤量し、磷酸は鐵及チタンを沈澱分離せる溶液より有機物を除去せる後 ammonium phosphomolybdate として沈澱せしめ Magnesia mixture を以つて  $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$  の沈澱となし  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  として秤量し、アルミニウムは  $\text{Al}(\text{OH})_3$  として沈澱せしめ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  として秤量した。

マンガン、カルシウム、マグネシウムは夫々  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ 、 $\text{CaC}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  として沈澱せしめ  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  として秤量した。

3) カリウム及ナトリウム 弗化水素及硫酸を用ひて試料を分解し更に妨害物質を除去せる溶液を使用し、カリウムは Sodium cobaltinitrite を用ひて沈澱せしめ  $\text{K}_2\text{NaCo}(\text{NO}_2)_6$  として秤量し、ナトリウムは Magnesium uranyl acetate を用ひて沈澱せしめ  $\text{Na}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) \cdot \text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) \cdot 6\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  として秤量した。

4) 鹽酸根及硫黃總量 試料にアルカリ熔融を施し必要なる處理を行つた後、夫々  $\text{AgCl}$  及  $\text{BaSO}_4$  として秤量し  $\text{Cl}$  及  $\text{SO}_3$  として表示した。

5) 硫酸根 試料 1g に就き大約 250ml の水を使用して煮沸浸出せる溶液を用ひ、 $\text{BaSO}_4$  として秤量し  $\text{SO}_3$  として表示した。

6) 乾燥減量及灼熱減量 電熱空氣乾燥器を使用し大約 3 時間半  $103 \sim 110^\circ$  に保持して乾燥減量を測定し、更に 25 分間灼熱して灼熱減量を測定した。乾燥減量は假に水分のみと認め  $\text{H}_2\text{O}$  として表示した。

7) 不溶性硫黃及灼熱減水分 硫黃總量より硫酸根の量を差引し換算せるものを假に不溶性化合物硫黃及遊離硫黃の量と認め  $\text{S}$  として表示した。又灼熱減量よりこの不溶性硫黃

量の1/2を控除せるものを假に灼熱によつて除去される水分と認め之を  $H_2O+$  として表示した。

灼熱減量を其の儘灼熱によつて除去される水分の量を認め、之を  $H_2O+$  として表示することは普通に行はれる所であるが、この方法の不合理なる場合は少なくない。阿蘇火山灰の場合に於ても灼熱中に於ける遊離硫黄の燃焼、硫化物の酸化、鐵の酸化程度の變化、或種の硫酸鹽の分解等による重量變化も僅かながら有るものと考へねばならぬ。嚴密に言へば灼熱によつて除去されし水分を捕捉定量して  $H_2O+$  の量となすべきは勿論であるが、本報の場合には特別の考慮を拂はずとも結果に著しき影響なきものゝ如くである。但し著者等は此の實驗値整理に關して便宜上上記の如き方法を取つた。

### 定量分析結果並に其の考察

(1) 定量分析結果を第6表に示す。この表の合計は100%になるべきものとは限らない。實驗上の誤差以外に實驗値整理に關する一部の假定より生ずる誤差、試料中に於ける化合物状態とこの表に示せる形態との相違より生ずる差違等もあるものと考へられる。

第 6 表

	A (%)	B (%)	C (%)
$Fe_2O_3$	10.26	9.48	9.51
$TiO_2$	1.34	1.36	1.50
$Al_2O_3$	17.87	17.85	18.71
$MnO$	0.21	0.24	0.22
$CaO$	8.78	8.72	8.99
$MgO$	3.61	4.14	4.48
$K_2O$	1.04	1.19	1.15
$Na_2O$	1.14	1.14	1.16
$SiO_2$	50.78	50.91	52.24
$P_2O_5$	0.41	0.40	0.43
Cl	0.37	0.49	0.23
$SO_3$	1.01	0.62	0.38
S	0.18	0.12	0.10
$H_2O+$	0.99	0.65	0.27
$H_2O-$	2.75	2.74	1.20

阿蘇火山噴出物特に霏の化學的研究

合 計	100.74	100.06	100.57
硫 黃 總 量 (SO <sub>2</sub> として)	1.46	0.92	0.62
灼 熱 減 量	1.08	0.71	0.32

(2) 第6表にも明らかなる如く3種の試料はその組成に甚しき相違を有せざることが認められる。但し SiO<sub>2</sub> は僅かながらA, B, Cの順に増加し SO<sub>2</sub>, S, H<sub>2</sub>O+, H<sub>2</sub>O-, 硫黄總量, 灼熱減量は僅かながらA, B, Cの順に減少してゐる。この差違は顯著ではないが偶然ならざるやうに考へられる。或は噴火の進行中に於ける噴出時期の前後することゝ何等かの關係を有するものではなからうか。

(3) 第6表を基礎としてそれより乾燥減量を省きたる他の成分相互の重量百分比を算出すれば第7表上半の如くなる。無水珪酸の量は何れも52%内外である。岩石化學の見地よりこの無水珪酸の量を標準として霏を見れば、大略中性と鹽基性との中間附近に位する。

(4) 第6表を基礎として従来より行はれた如く SiO<sub>2</sub>: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の比を計算すれば、第7表

第 7 表

	A (%)	B (%)	C (%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.47	9.74	9.57
TiO <sub>2</sub>	1.37	1.40	1.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.24	18.34	18.33
MnO	0.21	0.25	0.22
CaO	8.96	8.96	9.05
MgO	3.68	4.26	4.51
K <sub>2</sub> O	1.06	1.22	1.16
Na <sub>2</sub> O	1.16	1.17	1.17
SiO <sub>2</sub>	51.83	52.32	52.57
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.42	0.41	0.43
Cl	0.38	0.50	0.23
SO <sub>2</sub>	1.03	0.64	0.38
S	0.18	0.12	0.10
H <sub>2</sub> O+	1.01	0.67	0.27

阿蘇火山噴出物特に霽の化學的研究

合 計	100.00	100.00	100.00
	(重量比)	(重量比)	(重量比)
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.84	2.85	2.79
SiO <sub>2</sub> /金屬酸化物の總計	1.15	1.15	1.14

下段に示す通り略々一致せる値を示す。又この比を他の場合に比較すれば、以前噴出せる霽の場合より遙かに小さく、皿石の膠着部を 5N 苛性曹達を以つて處理せる殘渣及櫻島火山灰の場合より多少小さい(第 8 表參照)<sup>(28)</sup>。第 8 表の分析方法は著者等の方法と異なるべく、嚴密なる意味の比較は困難であるが概略の狀況を察するために比較することは可能であらう。

(5) 第 6 表を基礎として試みに SiO<sub>2</sub>: 金屬酸化物總計の比を計算比較せしに、第 7 表下

第 8 表

	1	2	3	4	5	6	7
試料の種類等	阿蘇火山 第四火口	阿蘇火山 第四火口	阿蘇火山 第四火口	阿蘇火山 第一火口	阿蘇火山 第一火口	阿蘇皿石の膠着部の殘渣 (換算値)	櫻島火山 九大工學會分析 <sup>(29)</sup>
噴出年月日	昭和 4 年 8 月 27—28	昭和 4 年 11 月 5—8	昭和 5 年 9 月 4—8	昭和 7 年 9 月 7 日	昭和 7 年 12 月 10 日	—	昭和 3 年
SiO <sub>2</sub>	52.28	57.58	51.21	51.77	54.34	48.14	60.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.23	12.44	8.48	5.92	6.81	15.88	18.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.47	8.74	6.88	11.45	11.13	20.90	8.49
CaO	6.30	5.56	5.24	5.53	6.02	8.06	6.01
MgO	0.66	0.65	1.19	1.69	1.54	—	3.68
SO <sub>4</sub>	0.33	3.22	0.74	0.95	2.40	0.19	—
—	—	—	—	—	—	—	—
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.9	4.6	6.0	8.8	8.0	3.2	3.3

(28) 前出(1c), 99—100; 前出(5), 146—147.

(29) 地質學雜誌, 第 21 卷(昭和 3 年), 540.

段に示す通り略々一致することを認めた。

(6) 3種の試料の分析結果に甚しき差違なき點より見れば、霾の色調相違の主原因は主要成分の種類相違によるものならざるのみならず、其の含有量の差違によるものとも認められない。多分其れ等(主として鐵)の化合状態の相違によるものと考へられる。之に關聯して第一鐵化合物、第二鐵化合物、磁性酸化鐵の存在することは容易に認められる。

## 總 括

昭和12年第一火口より噴出せる霾の中試料に取りたる3種類に就ては

(1) 其の浸出液は何れも弱酸性を示した。

(2) 其の主要成分は珪酸、鐵、チタン、磷酸、アルミニウム、マンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウム、鹽酸根、硫酸根、化合水分なることを認めた。尙不溶性化合硫黄及遊離硫黄の存在することも確實であるがその量は極めて少量であつた。

(3) 各主要成分の含有量には著しき差違が認められなかつた。但し數種の成分に於ては僅少なから偶然ならざるべしと考へられる差違のあることが認められた。

(4) 色調の相違は主要成分の種類及含有量の相違に原因するものとは認められなかつた。

本研究の試料を提供して實地踏査其他に各種の便宜並に助言をなし下された野滿隆治教授及南葉宗利助教授に厚く感謝する次第である。