

# 阿蘇火山噴出物特に霾の化學的研究—續報<sup>(1)</sup>

理學博士 石 橋 雅 義

理 學 士 清 田 壽

## 霾の化學組成(其の二)

著者等は霾に昭和12年に第一火口より噴出せし霾の中の3種—A:10月9日採集, B:10月19日採集, C:11月18日採集—を取つて研究せる結果, 夫れ等の霾は主要成分に就て見れば其の化學組成に甚しき差違を有せざると共に,  $\text{SiO}_2$  が僅かながら A, B, C の順に増加し,  $\text{SO}_3$ , S,  $\text{H}_2\text{O}+$ ,  $\text{H}_2\text{O}-$ , 硫黄總量, 灼熱減量が僅かながら A, B, C の順に減少してゐることを認めた。而して之等3個の試料間に於ける此の差違が過然ならざるやうに思はれることを指摘したが, 之を阿蘇火山現活火口群の活動狀況と併せ考へて, 霾の化學組成は一般に 1)一噴火期間中に於ける夫れ等の噴出時期 2)同一活火口の活動期間中に於ける夫れ等の噴出時期と何等かの關係を有するものならずやとの疑問を抱いた。即ち噴火の進行に従つて或成分の含量が次第に規則的に變化するものならずやとの疑問を抱いた。

霾の組成變化に關聯を有する從來の研究としては, 曾て南葉氏<sup>(2)</sup>が昭和4年に第四火口より噴出せし霾2種, 昭和5年に第四火口より噴出せし霾1種, 昭和7年に第一火口より噴出せし霾2種に就き, 其の  $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$  の比が火口爆發の初めに噴出せし試料の場合には大にして末期に噴出せし試料の場合には小なることを報告してゐるが, 其の他の文獻に就ては寡聞にして著者等は之に接しない。

著者等は前報では霾の色合を主要なる標準として試料を選定したが, 本報では上記の(1)に關する研究を主目標として試料を選定した。而して其の浸出液の pH を檢して霾が常に弱酸性を有することを知り, 又主要成分の定性及定量分析を行つて其の化學組成を決定し,

(1)前報: 本誌, 第6卷(昭和17年)第1號, 37—49.

(2)a) 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.

b) 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, 89.

其の結果より霾の化學組成は一噴火期間中に於ける噴出時期によつて著しき差違を有することを確め、且つ一噴火期間中に於ける噴火の進行と霾の化學組成の變化との關係及同一の活火口の活動期間中に於ける霾の化學組成に關する若干の知識を得ることができた。又霾が常に微量のアンモニウム鹽を含むこと、 $\text{SiO}_2$ ；金屬酸化物總計の比が霾を研究する上の一指標として役立つべきこと及其他を指摘した。以下之等に就て報告する。

## 試 料

下記4種類の霾にして京都帝國大學火山溫泉研究所阿蘇研究所より提供されたものである。

- I 昭和13年7月16~18日噴出 (採集者南葉助教授)
- II 昭和13年7月18~20日噴出 (〃 〃 )
- III 昭和13年7月20~25日噴出 (〃 〃 )
- IV 昭和13年7月25~27日噴出 (〃 〃 )

何れも第一火口より噴出せしものである。採集位置採集方法等は前報の試料の場合と同様にして、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集めたものである。

昭和13年7月16日午後2時第一火口内の一部に爆發が起り、それ以來活動を續けて噴煙を出し7月27日に至つて全く終了した。此の一噴火期間中の降灰を上記の通り4個の小期間に區分して採集し、硝子壺に入れ密栓を施して保存されたものである。一噴火期間中に於ける化學組成變化の有無を確め、其の變化の模様を研究し且つ之に關聯する事項を考察する上に都合よき貴重な試料である。

## 實驗結果並に考察

(1) 濕式定性分析法により4試料共主要成分として珪酸、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、カリウム、ナトリウム、鹽酸根、硫酸根の存在を検出した。此の結果は昭和12年噴出の前報試料 A, B, C, に就て得た所と同一である。又昭和10年噴出の霾に就ても同種の成分が報告されてある。<sup>(3)(4)</sup> 尙水溶性ならざる硫黃化合物及遊離硫黃の存在することも確實であるが其の量は少量であつた。

(2) ネスラー氏法によつてアンモニウムの分析を行ひ4試料共其の存在することを確

(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。

(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。

めた。但し其の含量は極めて少なく何れも 0.01%にも達しない。主要成分として考慮し得ざる程度の微量である。分析結果を第1表に示す。

第 1 表

試料の種類	アンモニウムの%
I	0.0040
II	0.0036
III	0.0036
IV	0.0038

アンモニウム鹽は曩に昭和12年の試料3種類に就ても存在することを確めた。昭和9年の試料に就ても亦検出されてゐる。<sup>(5)</sup>斯くて第一火口最近の活動期間中に噴出せる霾には常に多少のアンモニウム鹽が存在するものと認められる。

(3) 試料 1g に水 10ml を加へて浸出せる溶液の pH を檢し第2表の如き結果を得た。東洋、水素イオン濃度試験紙を使用した。

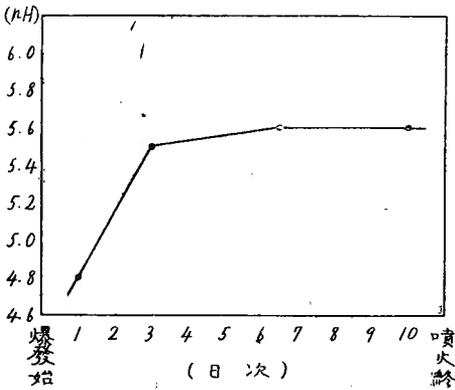
第 2 表

試料の種類	I	II	III	IV
pH	4.8	5.4~5.6	5.6	5.6

試料は噴出採集後直ちに硝子壺に入れ密栓を施して保存しありたるものにして、保存中に於ける pH の變化は若しあるにしても僅少なるべしと察せられる。従つて第2表の結果は採集時の値と大差無きものと認められる。

第2表より4試料は何れも弱き酸性を有することを知る。而して第一期間即ち爆發初期に噴出せし試料 I は最も酸性強く、第二期間に噴出せし II は第三期間に噴出せし III, 第四期間即ち末期に噴出せし IV より極めて僅かに強くなつてゐる。之によつて霾の酸性度は爆發初期に於て最も強く、噴火の進行と共に急激に低下し、其の後は殆んど變化なく略々一定の値を保てることが分つた。變化の模様を第1圖に示す。試料採集上に採られた時間的區分の粗きことを考慮すれば、此の曲線に嚴密なる意味を持たせることはできないが、之によつて變化の概略を見ることができやう。

(5) 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.



第一圖

次に此處に得た結果を他の場合と比較すれば、III, IV の酸性度は昭和12年に噴出せし霾 A, B, C の場合に等しい。又三宅氏は昭和10年8月6日に噴出せし霾に就き pH=3.6 を報告してゐる。<sup>(6)</sup> 處理方法の記載なき爲數値を比較することは困難であるが、此の場合にもやはり弱酸性である。斯くて第一火口最近の活動期間中に噴出せる霾は常に弱き酸性を有するものと認定される。

此の酸性は遊離酸の存在によるものか、加水分解の結果によるものか、或は此の兩者の

第 3 表

	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.29	9.11	9.56	9.34
TiO <sub>2</sub>	0.79	0.97	0.99	1.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.09	18.65	18.02	19.43
MnO	0.17	0.15	0.17	0.18
CaO	7.20	8.85	8.75	8.54
MgO	2.80	3.51	4.47	3.89
K <sub>2</sub> O	1.43	1.44	1.47	1.51
Na <sub>2</sub> O	1.54	1.58	1.49	1.46
SiO <sub>2</sub>	46.69	53.38	53.01	53.63
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.29	0.30	0.30	0.29
Cl	1.84	0.21	0.19	0.14
SO <sub>3</sub>	3.16	0.61	0.44	0.29
S	0.36	0.10	0.08	0.04
H <sub>2</sub> O+	4.25	0.83	0.65	0.24
H <sub>2</sub> O-	6.06	0.78	0.76	0.34
合計	100.96	100.47	100.35	100.36
硫黄總量 (SO <sub>3</sub> として)	4.06	0.86	0.65	0.39
灼熱減量	4.43	0.88	0.69	0.26

(6)前出(3).

(7)前出(5).

共同によるものかでなければならぬ。之に關して若干の實驗を行つた。今の所では尙不充分であるが其の結果と、曩に朝比奈氏等<sup>(7)</sup>が昭和9年12月16日及20日に噴出せし霾の水溶性成分に就て指摘せしと同様に、著者等の場合にも加水分解を起す傾向の著しき鹽類例へば鐵、アルミニウム等の硫酸鹽、鹽化物の存在することが豫想される點とを綜合すれば、此の酸性の有力なる原因は、加水分解なるべしと考へられる。

(4) 前報と同様にして主要成分の定量分析を行ひ第3表の如き結果を得た。但し前報と同様に試料は室内に放置して乾燥せしめ共栓壘に貯へて實驗に供した。又前報と同様に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之をSとして表示し、灼熱減量よりこのSの1/2を控除せる値を假に灼熱によつて除去される水分の量と認め之を  $H_2O+$  として表示した。

第 3 表

	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.75	9.14	9.60	9.34
TiO <sub>2</sub>	0.83	0.97	0.99	1.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.99	18.72	18.10	19.43
MnO	0.18	0.15	0.17	0.18
CaO	7.60	8.88	8.79	8.54
MgO	2.96	3.52	4.49	3.89
K <sub>2</sub> O	1.51	1.45	1.48	1.51
Na <sub>2</sub> O	1.63	1.59	1.50	1.46
SiO <sub>2</sub>	49.29	53.57	53.25	53.63
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.31	0.30	0.30	0.29
Cl	1.94	0.21	0.19	0.14
SO <sub>3</sub>	3.34	0.61	0.44	0.29
S	0.38	0.10	0.08	0.04
H <sub>2</sub> O+	4.30	0.78	0.61	0.22
合 計	100.01	99.99	99.99	100.00
	(重量比)	(重量比)	(重量比)	(重量比)
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.98	2.86	2.94	2.76
SiO <sub>2</sub> /金屬酸化物の總計	1.22	1.21	1.18	1.18

第3表より4試料の組成は相互の間に顯著なる差を有し、特にIはII, III, IVに比して甚しく異なることが認められる。即ちIの各金屬酸化物及  $\text{SiO}_2$  はII, III, IVに比して概して少なく、Cl,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}+$ ,  $\text{H}_2\text{O}-$ , 硫黄總量, 灼熱減量は極めて多くなつてゐる。又第3表中のCl以下の各成分は夫れ夫れI, II, III, IVの順に減少してゐる。之等の一部に關しては後に改めて考察する。次に各試料に於てCl及  $\text{SO}_3$  の量と  $\text{H}_2\text{O}-$  の量とが略々對應する値を示すことは、朝比奈氏等<sup>(8)</sup>及三宅氏<sup>(9)</sup>が霾が吸濕性を有することを認め其の源因を水溶性成分に歸してゐる點に關聯して興味ある事實と思はれる。

第3表を基礎としてそれより  $\text{H}_2\text{O}-$  を省きたる他の成分相互の重量百分比を算出すれば第4表の如くなる。

此處に得た結果を他の場合と比較して注意される點を第5表に掲げる。 $\text{TiO}_2$  は昭和12

第 5 表

	試 料 の 種 類	$\text{TiO}_2$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{SiO}_2$
(10) 1	昭和10年8月6日, 阿蘇霾, (大粒)	0.72	0.05	0.32	53.02
(11) 2	昭和12年10月9日, 阿蘇霾, (A)	1.37	1.06	1.16	51.83
(11) 3	昭和12年10月19日, 阿蘇霾, (B)	1.40	1.22	1.17	52.32
(11) 4	昭和12年11月18日, 阿蘇霾, (C)	1.51	1.16	1.17	52.57
5	昭和13年7月16日~18日, 阿蘇霾, (I)	0.83	1.51	1.63	49.29
6	昭和13年7月18日~20日, 阿蘇霾, (II)	0.97	1.45	1.59	53.57
7	昭和13年7月20日~25日, 阿蘇霾, (III)	0.99	1.48	1.50	53.25
8	昭和13年7月25日~27日, 阿蘇霾, (IV)	1.04	1.51	1.46	53.63
(12) 9	昭和10年8月4日, 淺間火山灰, (大粒)	0.77	0.92	2.42	60.56
(12) 10	昭和10年8月17日, 淺間火山灰, (大粒)	0.76	1.32	1.42	55.55
(12) 11	昭和10年11月7日, 淺間火山灰	0.09	1.42	1.77	60.00

年10月~11月の試料より平均30%餘り少ない。 $\text{K}_2\text{O}$  及  $\text{Na}_2\text{O}$  は昭和12年10日~11月の試

(8)前出(5).

(9)前出(3).

(10)前出(4).

(11)前出(1).

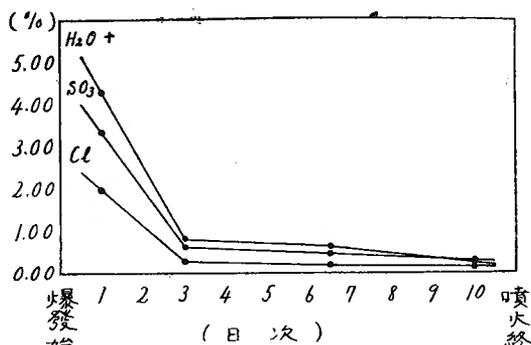
(12)三宅泰雄, 松居秀夫: 淺間火山灰の化學的組成について, 氣象集誌, 第2輯第16卷(昭和13年)第3號, 91.

料より各々約30%多く昭和10年8月の試料より更に多い。 $K_2O$  及  $Na_2O$  は此の3年間に順次に著しき増加を示してゐる。 $SiO_2$  は試料Iを例外とし、昭和12年10月~11月及昭和10年8月の試料と大差なく、又昭和10年8月~11月の淺間火山灰より少ない。

(5) 霾相互間の化學組成の差違 前報に於て、昭和12年に噴出せし霾の中試料に採りたる3種類に就き、數種の成分含量に甚しからざれ共明瞭なる差違のあることを認めたるが、第3表及第4表より本報の試料に於ては極めて著しき差違のあることが認められる。斯くて霾の化學組成は一噴火期間中に得たる試料間に於ても一定せるものに非ざるのみならず、極めて著しき差違を示す場合さへあることが明らかになつた。

而して斯くの如く主要成分全體に就き考察すれば、其の化學組成に極めて著しき差違あるに拘はらず、各金屬酸化物、 $SiO_2$ 、 $P_2O_5$  に就き考察すれば、後に記す如く、噴出時期の接近せる試料殊に一噴火期間中に噴出せる試料間に於ては其の相互百分比に僅少なる差違を認めるのみである。

(6) 霾中に於ける鹽酸根、硫酸根、灼熱減水分含量の變化 第4表に示せる如く、I, II, III, IV の4試料中に於ける之等の成分の含有量には特に著しき差違が認められる。即ち試料Iに極めて多く II, III, IV に少ない。又 II, III, IV 相互間に於ても順次に減少してゐる。I, II, III, IV は一噴火期間を4個の小期間に區分して採集せし試料である。故に此の一噴火期間中の霾に於ては、噴火の初期に之等の成分を著しく多量に含み、噴火の進行と共に始めは急激に減少し其の後は逐次に減少して末期には極めて少なくなることを知る。試料採集上の時間的區分が粗なるため、各小期間中に於ける變化の模様を實驗的に確めること能はず、従つて全期間を通ずる變化の詳細を適確に知ることはできないが、略々



第二圖

規則的に減少するものと察せられる。變化の模様を第2圖に示す。試料採集上に採られた時間的區分の關係上嚴密なる意味の曲線を描くことはできないが、此の概略の圖示によつて大體の狀況を見ることができやう。

此の期間中の噴火は、試料採集並に研究上都合よき狀況に經過せし以外に

は格別の特異性を示してゐない。従つて他の一般の噴火の場合にも類似の現象があるものと察せられる。

(7) 霾中に於ける各金屬元素、<sup>(13)</sup> SiO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量の變化 第4表より明らかなる如く一噴火期間中に於ける之等の含有量には、前項の成分に於けるが如き顯著な變化なく、唯其の中の多くが爆發初期に噴出せし試料 I の場合に概して少なきことが注意を引く。尙 TiO<sub>2</sub> に漸増の傾向あり、又 Na<sub>2</sub>O 及 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> に漸減の傾向あるものゝ如くであるが何れも其の變化は僅少である。

第 6 表

	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.72	9.30	9.73	9.41
TiO <sub>2</sub>	0.93	0.99	1.01	1.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.87	19.04	18.34	19.57
MnO	0.20	0.15	0.17	0.18
CaO	8.44	9.04	8.91	8.60
MgO	3.28	3.58	4.55	3.92
K <sub>2</sub> O	1.68	1.47	1.50	1.52
Na <sub>2</sub> O	1.80	1.61	1.52	1.47
SiO <sub>2</sub>	54.74	54.50	53.97	54.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.34	0.31	0.31	0.29
合 計	100.00	99.99	100.01	100.01

次に第3表を基礎として本項の成分相互の重量百分比を計算せしに第6表の如き結果を得た。4試料共互に近似せる値を示し、第4表に於ける之等成分含量の差違は殆んど消失する。斯くて試料 I 中の之等の成分が第4表に於て概して少なき事實は Cl 及其れ以下の含量が特に多きことに影響されて斯くの如く表はれるるに過ぎざることが判明した。

鹽酸根、硫酸根、灼熱減水分等の含量は I, II, III, IV の一噴火期間中に著しく變化するに拘はらず、各金屬酸化物、SiO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の相互百分比が殆んど變化せざることは特に注意を引く。噴火の進行中に於ける岩漿組成の變化を考察する手掛かりとなるものゝ如く期待される。

(13) 霾の中に於ける化合形に關係なく分析表に示せる形の儘で考察を進める。

前報の第6表を基礎として昭和12年噴出のA, B, Cに就き同様に計算すれば第7表の如くなる。

第 7 表

	A (%)	B (%)	C (%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.75	9.93	9.67
TiO <sub>2</sub>	1.40	1.43	1.52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.72	18.71	19.02
MnO	0.22	0.25	0.22
CaO	9.20	9.14	9.14
MgO	3.78	4.34	4.55
K <sub>2</sub> O	1.09	1.25	1.17
Na <sub>2</sub> O	1.19	1.19	1.18
SiO <sub>2</sub>	53.21	53.35	53.10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.43	0.42	0.44
合 計	99.99	100.01	100.01

次に第6表及第7表を通じて考察する。A, B, CはI, II, III, IVの場合と異なりて一噴火期間中に噴出せしものではないが、其の噴出時期は互に接近してゐる。且つ此の兩試料群の間には大約8ヶ月間の間隔がある。同じく第一火口最近の活動期間中に相當の時日を距て、噴出せし此の兩試料群を比較するに、TiO<sub>2</sub>が減少し、K<sub>2</sub>O及Na<sub>2</sub>Oが夫々増加し、SiO<sub>2</sub>が稍増加せるも其の他には著しき變化が認められない。

(8) SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 第3表を基礎としてSiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の比を計算比較すれば、第4表下段の通り4試料共殆んど一致せる値を示す。

昭和12年の霏A, B, Cに於ても第8表<sup>(14)</sup>の通り殆んど一致せる値を示してゐる。

第 8 表

	A (重量比)	B (重量比)	C (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

(14) 前出(1).

次に兩試料群を通じて比較するに 1)殆んど一致せる値を示し 2)注意すべき規則性を認め得ない。

(9)  $\text{SiO}_2$ : 金屬酸化物の總計

1)第3表を基礎として  $\text{SiO}_2$ : 金屬酸化物總計の比を計算比較すれば、第4表下段の通り殆んど一致せる値を示すと共に、僅かながら I, II, III, IV の順に減少の傾向を示してゐる。

2)昭和12年の A, B, C, に於ても第8表の通り殆んど一致せる値を示してゐる。

3)次に兩試料群を比較すれば、各試料を通じて極めて近似せる値を示すと共に、兩群間に僅少ながら稍明瞭なる差違のあることが認められる。

4)試料中に於ける酸性成分と鹽基性成分との割合は一定してゐない。而も鹽酸根、硫酸根等に就て見れば其の殆んど全量が金屬鹽類として存在することは、霾の浸出液が極めて弱き酸性なる點よる見るも明瞭である。それにも拘はらず、此の比は殆んどその影響を受けざるもの、如く、殆んど一定の値を示してゐる。各試料中に於ける元素の化合状態には相當の差違があるものと想像される。

5)以上の諸點を綜合すれば、この  $\text{SiO}_2$ : 金屬酸化物總計の比は霾を比較區別するに適切なるものと認められ、霾の研究上に於ける一指標として役立つものなるべしと察せられる。

本研究の試料を提供せられ實地踏査其他に各種の便宜並に助言を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。