

# 草津白根火山1982 - 1983年の活動 と地球化学的研究(その3)\*

東京工業大学・工学部  
上智大学・理工学部

## 1. まえがき

1982年10月に活動を再開した草津白根火山は、同年12月にも再度噴火したが、1983年に入っても7月、11月、12月の3回にわたって噴火をくり返している。筆者らはその間これまでの定常的な測定のほか、湯釜周辺に新たに生じた噴気孔のガス成分の変化、湯釜の水位、水質、固形噴出物の成分、東麓河川水の成分等について、地球化学的研究をくり返して来ているので、その結果について報告する。

## 2. 活動の経過

1982年10月26日と同年12月29日の噴火と、これにともなう諸成分変化については、既に本連絡会報26号、28号に報告してあるので、今回はその後の1983年7月26日、11月13日、12月21日の3回についてその概要を述べる。

### 2-1 1983年7月26日の噴火

約1時間前から白煙が増加、12時13分主火孔北東部から強い鳴動を伴ってほぼ真横に噴出、小粒の噴石の音あり、噴煙の高さ、最初は約100m、火山灰は東方へ約600m、巾最大約300m、約30分で噴煙は白色に変る。16時20分には白煙も弱まった。(主として気象庁機動観測班による)。(図1-A参照)

### 2-2 1983年11月13日の噴火

前日にも火山性微動発生の際臨時火山情報が出ていたが、当日の11時43分と12時09分の2回にわたって大音響とともに爆発した。特に2回目の爆発では、かなり強い地震を伴った。噴石は直径5~10cmのものを約700mにまで飛散させた。(図1-B)。火山灰は東北東へ約45kmの渋川にまで達した。今回の噴火は第6、7火孔付近で起ったもので、火口壁の一部を崩落拡大し、湖岸地形を著しく変形させた。また東方50mにも火孔(Na.8)が新たに生成した。また潤釜の北側火口壁の下部に長さ約45mの割目を生じ、火山灰を放出した。(図1-B参照)。

### 2-3 1983年12月21日の噴火

12月18日頃から火山性地震が急増し、12月20日11時50分には臨時火山情報が出されていた。翌21日、草津町職員によれば10時10分頃先づ潤釜の前回の噴火で生じた亀裂に沿って鈍い音とともに水蒸気と湿った火山灰を何回も噴上げた。10時20分頃から約3分間は湯釜の第2火口とその北側から噴石を伴う噴煙を約300m噴上げた。10時35~36分からは、さらにその東の第7火孔付近の湖面下から噴火し、湖面の小島の一つを水没させ、結水多量を湖岸に打上げた。噴石は第2火孔及びその付近の火孔から南東方向に100m~150m放出し、降灰は潤釜のものも含めて図1-Cのほか東南東約2kmの振子

\* Received may 1, 1984

沢に達した。

### 3. 測定・分析結果

#### 3-1 噴気孔ガスの化学成分

1982年10月の噴火により新たに生じた噴気孔のガス成分を表1に、その変化図を図2に示した。それによると1982年10月最初の噴火の直後にはたしかにSO<sub>2</sub>が多かったが、また同年12月の噴火では、その直前のガス中にH<sub>2</sub>が多かった。またSO<sub>2</sub>が1983年11月の噴火前に、またH<sub>2</sub>は同年7月の噴火直後や、1983年3月にはやゝ大きな値を示した。

なお、これまでくり返し測定して来た草津白根火山山腹の主要噴気孔の本年のガス成分は表2に示すような結果であり、今回の噴火に際しては、外斜面の噴気孔は特に変化が認められなかった。

#### 3-2 湯釜水位の測定

湯釜湖面の水位は表3、図3に示すような変化をしており、1982年10月の噴火開始時には過去18年間にない高い水位を示していたものが、噴火により水面下に爆裂火孔を生じ、その漏水で湖面が急激に降下した。同年12月の噴火時、一時的に水位が上昇したが、さらに減水が続き1983年1月には約8.59mの水位低下を示した。その後は漏水の停止と融雪水の流入により、水位は若干上昇し、1983年8月～11月にかけては約2mの水位上昇を示したが、現在はまた1983年5～7月頃の水位まで減水している。

#### 3-3 湯釜湖水成分の変化

湯釜U-1地点における表面水の水温と化学成分の変化を表4、図4に示した。それによると噴火の影響で成分の変化の比較的小さいCl<sup>-</sup>などと、Ca, Al, Fe, Mgなどのように噴火のたびごとに著しくその含有量の増加する成分とがあることがわかる。またそのうちでも1982年10月と1983年11月の噴火においてそれが著しく、その他の噴火ではあまり変化していない。また水温の変化も'82年10月の時の上昇が最高で、'83年11月、同7月にも若干増加が認められたが、その他の噴火による湖水温度の変化は著しくない。

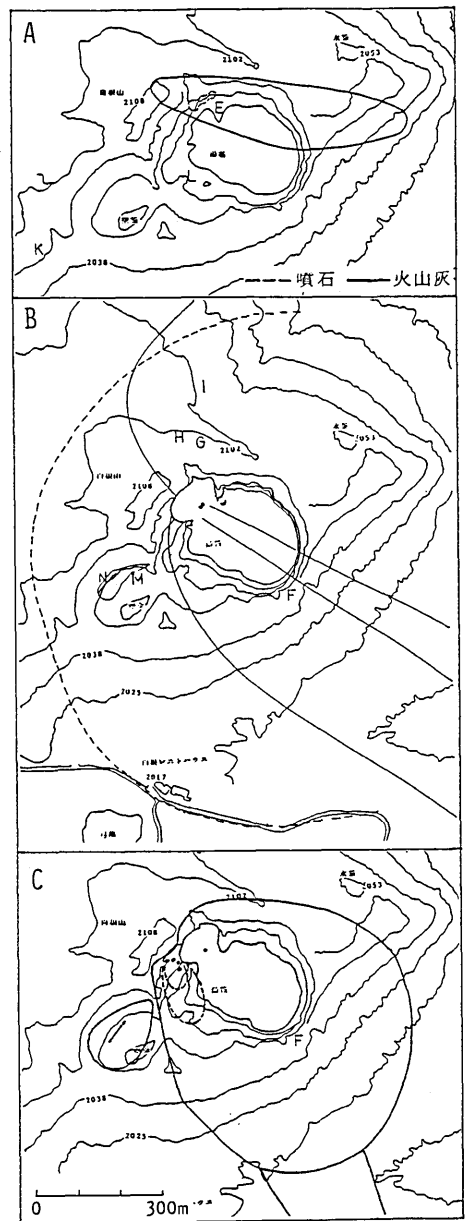


図1. 草津白根火山1983年噴火における噴出物の分布

Fig.1 Map showing the distribution of ejecta.(1983-Eruption of the Kusatsu-shirane Volcano)

表1. 湯釜新火孔火山ガスの化学成分

Table 1 Chemical compositions in volcanic gases of new pit at Yugama

試料採取 年月日	温度 ℃	H <sub>2</sub> O (V%)	H <sub>2</sub> O以外のガス組成(V%)					R-ガス組成 (V%)					SO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S
			HCl	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	R	He	H <sub>2</sub>	Ar	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	
'82-10-27 *1	-	-	0.0	10.2	7.8	82.0	-	-	-	-	-	-	1.3
'82-11-3 *2	81.0	-	-	16.9	5.8	77.3	-	0.03	0.014	-	100.0	0.0	2.9
'82-11-9 *3	91.4	95.0	0	0.1	18.1	81.8	-	0.02	0.49	0.55	99.0	0.0	0.006
'82-12-24	94.1	99.2	0	0.9	44.7	53.3	1.1	0.012	48.3	0.55	51.1	0.055	0.020
	94.1	99.2	0	0.8	42.0	56.2	1.0	0.011	45.7	0.57	53.5	0.228	0.019
'82-12-30	-	-	-	-	-	-	-	-	0.065	-	99.9	-	-
'83-1-23 *1	-	-	0	0	11.5	88.5	-	0.034	0.026	-	99.9	-	-
'83-3-12 *3	91.2	97.0	-	0.6	0.06	99.3	-	0.002	0.263	-	99.7	-	10.0
'83-4-16 *3	84.2	95.8	-	-	8.3	91.7	-	0.001	0.022	-	99.98	-	-
'83-7-27 *1	-	-	-	-	13.9	86.1	-	0.032	0.15	-	99.8	-	-
'83-10-29	-	-	0.9	1.8	19.9	77.4	-	0.045	0.026	-	99.9	0.0	0.090

\*1 噴気孔近くの大気中の火山ガス組成

\*2 H<sub>2</sub>Oは測定出来なかった

\*3 H<sub>2</sub>Oの含有量はH<sub>2</sub>Oと酸性ガスの含量に対する割合である

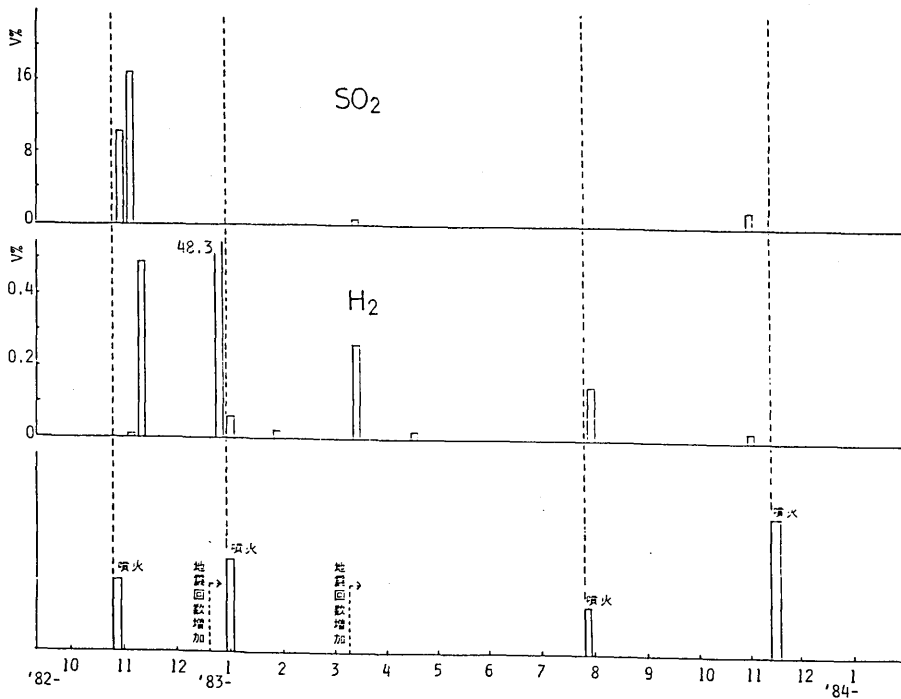


図2. 湯釜新火口火山ガス成分変化

Fig. 2 SO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> content in volcanic gases of new fumarols of Yugama.

表2. 周辺噴気孔の火山ガスの化学成分

Table 2 Chemical compositions in volcanic gases at Kitagawa, Manza-Karabuki and Sesshogawara.

試料採取点	試料採取 年月日	温度 ℃	H <sub>2</sub> O (V%)	H <sub>2</sub> O以外のガス組成(V%)					R-ガス組成 (V%)					SO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O
				HCl	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	R	He	H <sub>2</sub>	Ar	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	
山頂北側	'83- 8- 2	930	98.1	0.02	0.13	23.1	75.8	1.0	0.21	0.23	0.26	99.3	0.00	0.006
	'83-10-29	103.2	94.6	0.03	0.04	12.2	86.6	1.2	0.04	0.10	0.09	99.8	0.02	0.003
	'83-11-15	940	97.9	0.01	0.01	13.4	85.9	0.6	0.07	0.15	0.26	99.5	0.00	0.001
万座空噴	'83- 8- 2	949	99.2	0.00	0.4	78.0	20.7	0.9	0.015	0.90	1.41	96.1	0.60	0.006
	'83-11-16*	955	99.2	-	0.87	60.2	38.5	0.4	0.02	1.93	-	97.7	0.31	0.014
殺生河原	'83- 8- 2	946	95.6	0.00 <sub>2</sub>	0.09	33.3	65.4	1.3	0.10	0.088	0.96	97.2	1.65	0.003
	'83-10-29	938	92.7	0.00 <sub>2</sub>	0.08	26.7	72.1	1.1	0.03 <sub>3</sub>	0.069	0.72	97.9	1.30	0.003
	'83-11-15	937	92.9	0.00	0.13	27.7	71.1	1.0	0.03	0.14	0.73	97.8	1.25	0.005

\* 温泉水が混入したと思われる

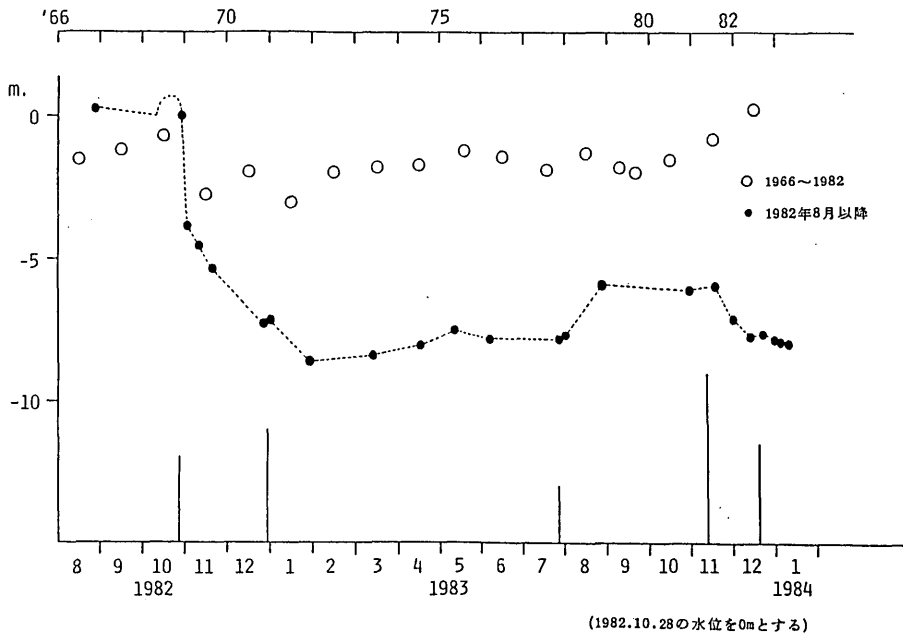


図3. 火口湖湯釜の水位変化

Fig.3. Changes of water level at crater lake Yugama.

表3. 火口湖湯釜の水位変化

Table.3 Changes of water level at crater lake Yugama.

測定年月日	水位*(cm)
1966- 7- 4	-151
1971- 7-29	-305
1982- 8-26	+ 27
10-28	0
11- 3	-389
11- 9	-460
12-24	-762
12-30	-712
1983- 1-28	-859
3-12	-841
4-16	-802
5- 1	-747
6- 5	-780
7-27	-780
7-31	-768
10-29	-605
11-15	-594
11-30	-708
12-11	-769
12-22	-762
12-30	-782
1984- 1- 3	-788
1-10	-794
1-25	-785
2- 1	-786
2-14	-770
2-21	-772

\* 1982-8-26の水位を0 cmとする。

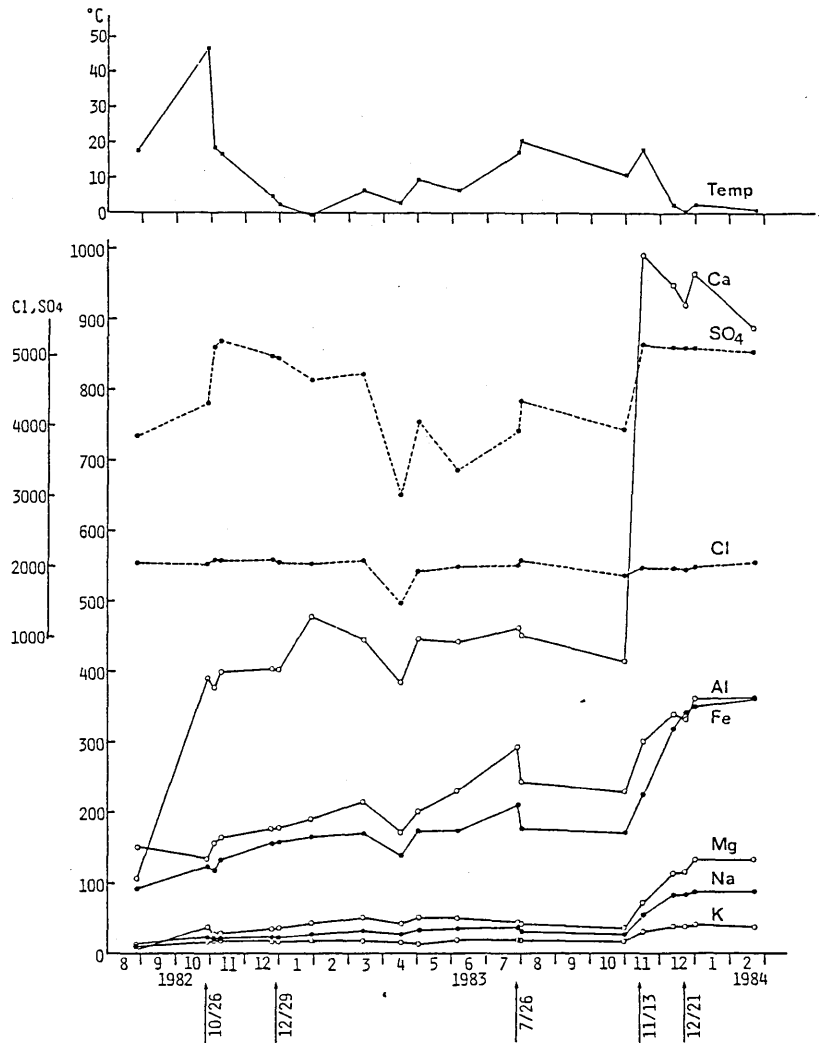


図4. 火口湖湯釜の水質変化

Fig.4 Changes of chemical compositions in lake water at crater lake Yugama.

表4. 火口湖湯釜の水質変化

Table 4 Changes of Chemical composition in lake water at crater lake Yugama.

Date	A.T. W.T.		pH	mg/l										
	°C	°C		Na	K	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al	Mn	Cl	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>
'82. 8.26	16.0	18.1	1.40	11.6	10.2	106	53	91.1	0.5	151	0.2	2050	3846	158
10.27		46.5	1.29	23.1	16.2	390	37.2	121	2.0	133	1.4	2030	4309	210
11. 3	6.0	18.8	1.28	20.0	16.6	377	27.4	155	0.7	156	1.2	2080	5104	202
11. 9		17.0	1.30	20.5	17.4	399	29.4	131	0.5	164	1.2	2070	5188	212
12.24	-5.0	5.0	1.35	24.4	17.6	403	35.1	156	0	176	1.2	2090	4984	254
12.30	-6.2	2.7	1.29	23.5	17.5	402	36.3	156	1.4	178	1.2	2050	4952	254
'83. 1.28	-5.3	-0.4	1.43	27.6	17.8	478	44.1	166	190	1.6	2030	4639	278	
3.12		6.5	1.35	33.7	18.3	446	52.0	171	215	1.8	2080	4721	349	
4.16		3.0	1.31	27.5	15.3	384	41.8	138	172	1.4	1730	3006	282	
5. 1		9.8	1.39	34.3	13.1	446	50.2	174	201	1.7	1940	4052	324	
6. 5		6.5	1.33	34.9	18.3	441	50.1	174	230	1.7	2000	3355	337	
7.27	16.0	17.5	1.48	36.8	18.5	462	44.3	211	294	1.7	2020	3912	335	
7.31	20.2	20.8	1.46	32.0	18.0	452	44.3	176	243	1.6	2090	4344	312	
10.29	5.3	11.1	1.46	29.2	17.4	414	36.7	172	230	1.7	1870	3952	276	
11.15	1.7	18.2	1.58	56.0	31.6	992	72.5	226	301	1.8	1990	5152	357	
12.11	-0.3	2.6	1.61	84.7	33.8	948	114	319	341	4.5	1980	5103	473	
12.22	-2.0	0.3	1.65	84.2	38.7	920	116	342	333	4.4	1960	5084	456	
12.30	-8.5	3.5	1.68	88.4	41.3	965	133	352	361	5.3	1990	5104		
'84. 2.21	-7.0	1.0	1.68	87.9	37.6	887	134	360	361	5.5	2050	5045		

### 3-4 東麓酸性河川水質の変化

東麓の湯川、谷沢川、大沢川の酸性3河川の水質の測定結果からCl/Kを求め、その変化を表5、図5に示したが、それによると、このうち谷沢川のみが噴火に先だって増加することが判明した。その後この値は一旦降下したかに見えたが、再び増加しはじめた後の11月13日、4回目の噴火が発生した。

### 3-5 固形噴出物の成分

これまでの噴火による固形噴出物は、岩片、火山灰とも、水蒸気爆発に特有な著しく変質したものであった。これまでの噴出物のX線回析による鉱物組成、化学成分をそれぞれ表6、表7に示した。それによるとこれらの噴出物は噴出前の変質作用による変化が著しく、パイロフィライト、カオリン、モンモリロナイトなどの粘土鉱物や、石膏、硬石膏、明礬石、黄鉄鉱などの火山性析出物を多量に含んでおり、化学成分からもかなり変質の進んだものであることが判明した。

表 5. 湯川, 大沢川, 谷沢川におけるK, Cl濃度とCl/Kの変化

Table 5. Changes of K and Cl content, and Cl/K ratio in waters at Yukawa, Ohsawagawa and Yazawagawa.

測定年月	K mg/l			Cl mg/l			Cl/K		
	湯川	谷沢川	大沢川	湯川	谷沢川	大沢川	湯川	谷沢川	大沢川
'65- 8	12.4			400.			32.3		
'66- 7	11.1			353.			31.8		
'67- 7	11.5			336.			29.2		
'70- 7	9.7	5.5		276.	134.		28.5	24.4	
'71- 8	11.4	5.0		323.	115.		28.3	23.0	
'73- 7	10.7	4.3		296.	61.9		27.7	14.4	
'75- 7	9.4	4.3	9.3	265.	72.2	184.	28.2	16.8	19.8
" -10	9.7	4.9		265.	91.2		27.3	18.6	
'76- 3	10.9	6.0		289.	134.		26.5	22.3	
" - 4	10.5	5.5		267.	114.		25.4	20.7	
'77- 7	9.35	4.85	11.3	266.		253.	28.4		22.4
'78- 7	10.0	5.6	10.9	261.	107.	215.	26.1	19.1	19.7
'79- 7	9.70	4.52	9.18	276.	76.4	220.	28.5	16.9	24.0
'80- 7	9.20	4.31	11.2	251.	74.6	235.	27.3	17.3	21.0
'81- 7	7.4	4.4	9.5	174.	55.6	166.	23.5	12.6	17.5
'82- 8	7.57	3.67	7.69	191.	48.9	161.	25.2	13.3	20.9
" -11	8.71	4.51	9.86	226.	84.7	201.	25.9	18.8	20.4
" -12	9.05	5.66	10.4	239.	123.	201.	26.4	21.7	19.3
'83- 7	7.94	4.02	8.84	185.	64.1	171.	23.3	15.9	19.3
" -10	8.63	4.90	9.69	196.	92.4	196.	22.7	18.9	20.2

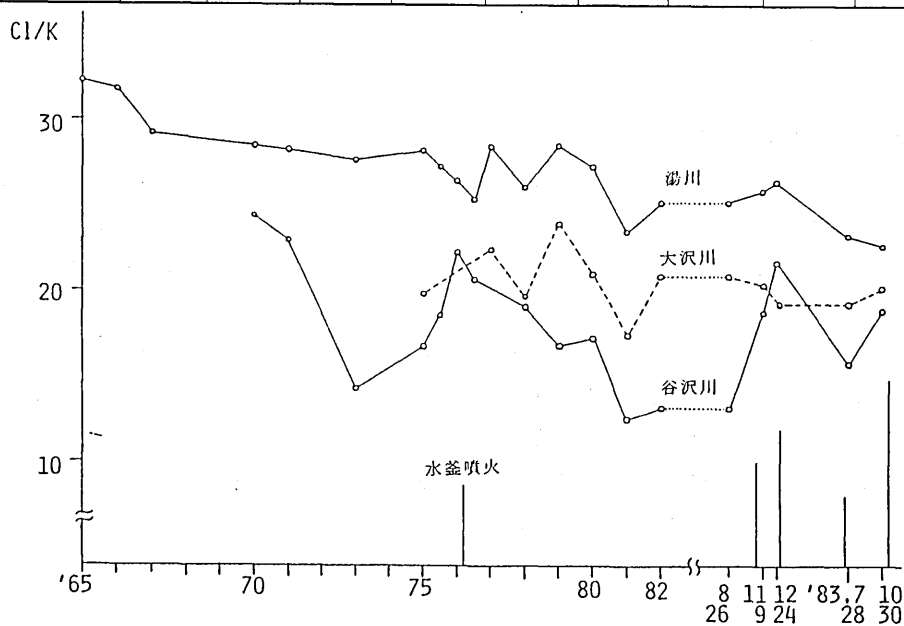


図 5. 湯川, 大沢川, 谷沢川, 各河川水のCl/Kの変化

Fig.5 The variation of the Cl/K ratio in waters at Yukawa, Ohsawagawa and Yazawagawa.

表 6. 固形噴出物の鉱物組成

Table 6. Mineral composition of volcanic ejecta.

		Qu	Cri	Tri	Fel	Gyp	Anhy	Alu	pyr	pyro	Kao	Mon
湯 釜 噴 出 物	第1回 A	++	+	+	(+)	++	-	+	++	++	++	
	第2回 B	+	+	+	(+)	+++	-	+	++	++	+++	+++
	" C	++	+	++	-	++	-	+	++	+++	+++	+
	" D	-	+	+	-	-	+	++	++	++	++	-
	第3回 E	+	-	+	(+)	++	+	++	++	++	++	+
	第4回 F	++	+	+	-	+	-	+	++	++	++	++
	" G	++	+	+	-	+	-	+	++	++	++	++
	" H	++	+	+	-	+	-	+	++	++	++	(+)
	" I	++	+	+	-	-	-	+	-	+	++	(+)
	J	++	++	+	-	-	-	+	-	-	+	-
K	+	++	+	-	-	-	+	-	-	+	-	
L	++	++	+	-	+	-	+	(+)	++	++	-	
噴か 出ら 物釜	M	++	+	+	-	+	-	+	++	++	++	-
	N	++	+	+	-	(+)	-	+	++	++	++	-

Qu: Quartz      Cri: Cristobalite      Tri: Tridymite  
 Fel: Feldspar      Gyp: Gypsum      Anhy: Anhydrite  
 Pyr: Pyrite      Pyro: Pyrophyllite      Kao: Kaolin  
 Mon: Montmorillonite

+++ : 非常に多い    ++ : 多い    + : 存在する    - : 存在しない    (+) : 存在不明  
 A: 1982.10.26    B-D: 1982.12.29    E: 1983.7.26    F-1, M-N: 1983.11.13  
 の各噴火の際の噴出物  
 J-L: 現在, 火山活動による変質を受けていない物

表 7. 固形噴出物の化学成分

Table 7. Chemical composition of volcanic ejecta.

	A	C	E	F	J
SiO <sub>2</sub>	51.60	43.78	45.17	53.04	59.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.99	16.74	15.31	15.66	15.88
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.06	6.86	5.24	7.50	5.53
MgO	1.07	0.12	0.18	0.82	1.12
CaO	2.61	3.53	2.69	3.70	1.33
Na <sub>2</sub> O	0.60	0.60	0.94	1.14	0.83
K <sub>2</sub> O	0.91	0.74	0.99	1.10	1.07
H <sub>2</sub> O-	3.88	2.78	2.93	2.04	1.96
TiO <sub>2</sub>	-	1.38	1.28	1.12	1.43
MnO	-	0.01	0.01	0.03	0.04
SO <sub>3</sub>	0.36	2.84	1.58	1.58	0.16
Ig. loss	<u>16.27</u>	<u>20.12</u>	<u>23.32</u>	<u>12.92</u>	<u>2.18</u>
Total	100.35	99.50	99.64	100.65	100.57

A: 1982.10.26      E: 1983.7.26  
 C: 1982.12.29      F: 1983.11.13



## 4. 結果の検討と考察

### 4-1 火山ガス成分の変化

1982年に始った今回の一連の噴火活動は、草津白根山の外斜面にある主要な噴気孔の温度や成分にほとんど影響を与えていない事が判明した。一方湯釜内に新たに生じた爆裂火孔のあとに生じた噴気孔では、噴火直前の水素(H<sub>2</sub>)、直後の二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)の増加等が認められたものの、これらの噴気孔は度重なる噴火によって絶えず変形するので、その噴出ガス成分を定常的、連続的な観測を行うことは困難である。

### 4-2 噴火の湯釜に与える影響

湯釜の水位は降水、水面下における漏水、地下からの熱水の上昇等により変動するものようで、最初の水位が極めて高かった事、その後の漏水による著しい水位の降下については既に述べたが、このほかさらに噴火直前に水位のわずかな上昇が認められるようにも思われるが、未だ充分確認していない。

なお湯釜の湖水温度や成分に大きな影響を与える噴火と、そうでないものがあることが判明した。温度には1982年10月の最初の噴火が最大で、また成分に対しては1983年11月の噴火が最も大きく、またその変化は成分によってもそれぞれ異なり、塩素(Cl)のようにほとんど変化しない成分もある。

### 4-3 谷沢川の水質の変動

東麓3酸性河川のうち、谷沢川のみその塩素含量が噴火により増加することは既に述べたが、その後の噴火活動でもこの傾向はくり返され、未だ測定間隔も長く例証も少いが、この増加はやゝ前駆的なものとも考えられ、今後は出来るだけ測定回数をふやして行きたいと考えている。

### 4-4 固形噴出物の組成

既にも述べたが、固形噴出物の変質状況から、草津白根火山の山体地下には、膨大な変質、貯留槽があり、その一部が噴火のたびごとと与圧されて放出されると考えられる。粘土鉱物の種類から、その貯留槽はかなり深いところまで及んでおり、多量の溶脱成分を含み、これがまた噴出熱水や湯釜湖水成分にも著しく影響を与えるものと推定される。

## 5. あとがき

以上要するに

- a) 草津白根火山は1982年10月26日、12月29日に続いて、1983年も7月26日、11月13日、12月21日の3回噴火した。
- b) そのうち1983年11月13日の噴火は同火山の今回の一連の火山活動中では最大のもので、湯釜火口中心より約600~700m噴石を飛ばし、火山灰は約45Kmにまで達した。
- c) 湯釜火口に生じた新しい噴気孔では、噴火前後にSO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>ガスが増加することが、確認された。但し山腹に存在する主要噴気孔の成分、温度は噴火により特に顕著な変動を示さなかった。
- d) 湯釜湖水の大量の減水は止ったが、噴火前後にはわずかな変動があるようである。また湖水の成分変化や、温度上昇は噴火により異なるものである事、また変動する成分も限定されていることがわかった。
- e) 東麓谷沢川のClが噴火の際、増加することが再び確認された。
- f) 固形噴出物中には、いづれも多量の粘土鉱物や、火山析出物が含まれており、またその中にはやゝ高圧で生ずるものもあり、この水蒸気爆発は若干深い所にその起源を発しているものと考えられる。
- g) なおこれらの噴出物には多量の可溶性成分も含まれており、それが湯釜湖水や湧出熱水に著しく影響

を与えているものと推定される。

## 参 考 文 献

- 1) 東工大・工, 上智大・理工, 埼玉大・工: 草津白根火山1982年10月の活動と地球化学的調査研究 (1), 噴火予知連会報**26**(1983) p.8 - 19
- 2) 東工大・工, 上智大・理工: 草津白根火山1982年の活動と地球化学的研究(その2), 噴火予知連会報**28**(1983) p.7 - 18