

気象レーダーで見た桜島 2009 年 4 月 9 日噴火噴煙*

Ash cloud from the April 9, 2009 Sakurajima eruption detected by weather radars

気象庁気象研究所**

気象庁

Meteorological Research Institute, JMA

JMA

2009 年 4 月 9 日 15 時 31 分桜島昭和火口噴火による噴煙が種子島気象ドップラーレーダー（南岳の S16° E, 108 km. 以下種子島レーダー）および鹿児島空港気象ドップラーレーダー（南岳の N13° E, 25 km. 以下鹿児島空港レーダー）で捉えられた。桜島と各レーダーサイトの位置を第 1 図に示す。

両レーダーとも C バンド（波長 5.6 cm）を利用しており、第 1 表に示す走査パターンで運用されている（2009 年 4 月のパターン。7 月以降はレーダーの観測間隔 5 分化に伴って変更されている）。表中の高度は桜島南岳上空におけるビーム中心標高である。種子島レーダーは 1 分間に約 4 回転し、約 8 分で一連の走査を終え、2 分後に次の走査に入るパターンで 10 分毎のデータが取得される。走査番号 1～6 および 9～16 は 150 km レンジ、7 および 8 は 250 km レンジ、17～27 は 450 km レンジによる観測であり、下層部は走査番号 1～8 と 17～27 によって 5 分毎のデータを取得することができる。鹿児島空港レーダーは通常空域モードで、悪天時は飛行場モードで運用され、探知範囲は 120 km である。4 月 9 日噴火時は空域モードで運用されていた。

種子島レーダーで観測された噴煙エコーの PPI（等仰角）画像と鉛直断面を第 2 図に示す。図の左側に示した高度は南岳上空におけるビーム中心のおおよその標高で（第 1 表参照）、図上部に示した時刻は噴煙エコーが観測された走査時のおおよその時刻（JST）である。鉛直断面は 10 分毎の全仰角の走査データを利用して作成している。種子島レーダーでは 15 時 37 分から 16 時 07 分の間噴煙エコーが捉えられた。15 時 37 分の前の走査は 15 時 30 分 07 秒から 32 分 28 秒の間であり、標高 1.4 km および 2 km のデータは噴火時刻より後に取得されているが、噴煙エコーは捉えられなかった。15 時 42 分から 15 時 47 分における噴煙エコーは標高 6 km 以上に達し、鹿児島地方気象台の遠望観測による噴煙高度火口縁上 4000 m 以上と整合した結果となっている。第 3 図には桜島周辺上空の最大エコー強度とエコー頂高度の時間変化を示す（ここで示したエコー頂高度は 12 dB 以上のデータより算出されており、第 2 図の最大高度とは異なる）。噴煙エコーは噴火が始まって 15 分ほど経過してから最高高度に達している。噴火開始 30 分後の 16 時頃には鹿児島市街上空に達し、この頃から市街地で降灰が始まっている。その後、市街地では降灰が続いていたが、16 時 12 分以降噴煙エコーは検知されなくなった。

第 4 図に鹿児島空港レーダーで捉えられた噴煙エコーの例を示す（15 時 47 分 59 秒、仰角 3.4 度（南岳上空で標高 1.8 km）の PPI 画像）。この画像は第 2 図の 2 km、15h47m の画像とほぼ同時刻に取得されているが、噴煙エコーの分布範囲は種子島レーダーよりも狭い。これは、鹿児島空港レーダーのビーム幅が種子島レーダーの半分程度であり、また桜島に近い、桜島上空におけるレーダービームの広がり種子島レーダーの 10 分の 1 程度であることと関係している。

*2009 年 11 月 25 日受付

**福井 敬一・新堀 敏基

第1表 種子島レーダー、鹿児島空港レーダーの走査パターン。高度は桜島南岳上空におけるビーム中心の標高

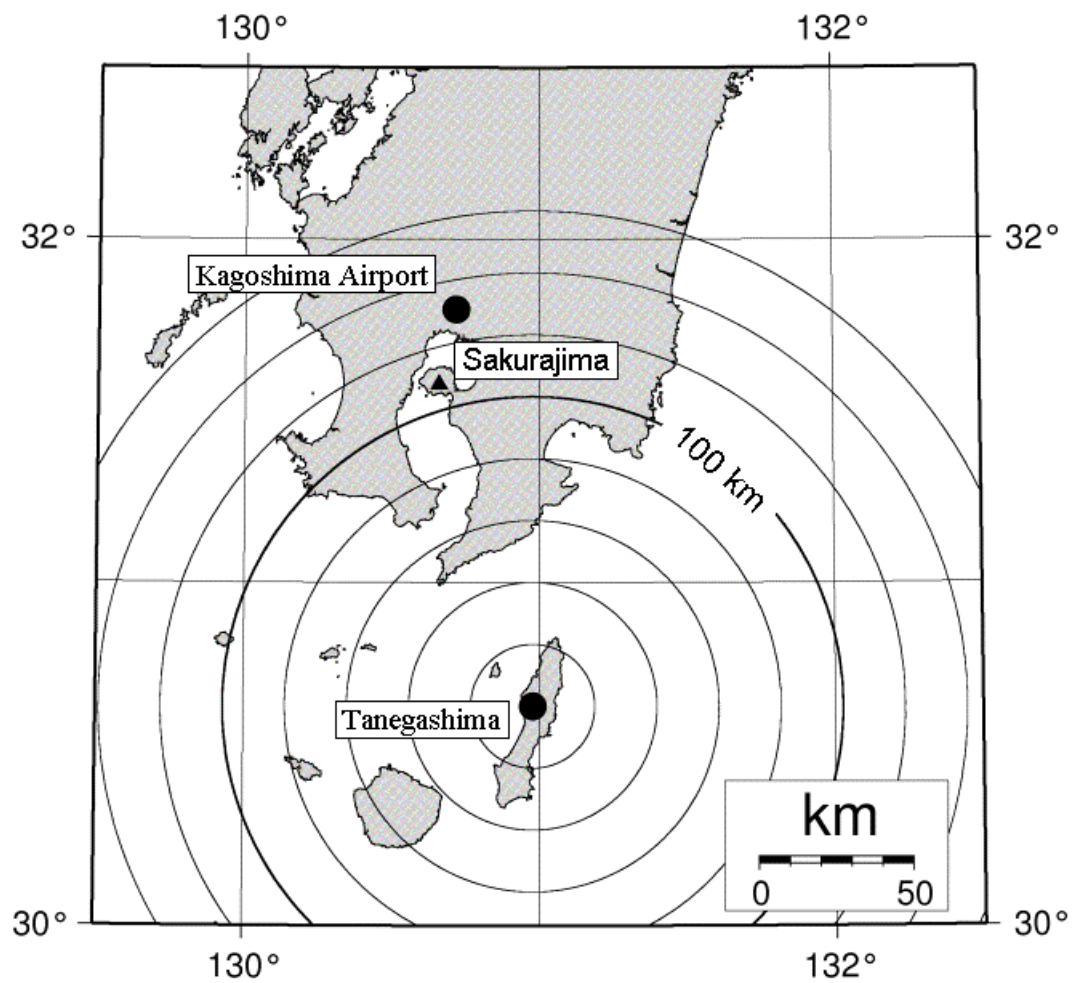
Table 1 Antenna scan sequence of Tanegashima doppler weather radar and Kagoshima DRAW (doppler radar for airport weather). Height means the altitude above sea level at the center of radar beam over Minami-dake of Sakurajima.

種子島レーダー Tanegashima

走査番号 Scan No.	仰角(°) El. Angle	高度(km) Height
1	4.5	9.48
2	3.5	7.60
3	2.6	5.90
4	1.8	4.39
5	1.2	3.25
6	0.6	2.12
7	0.2	1.36
8	0.2	1.36
9	30.0	55.07
10	23.4	43.96
11	18.4	35.15
12	14.6	28.27
13	11.5	22.57
14	9.1	18.11
15	7.2	14.56
16	5.7	11.74
17	4.5	9.48
18	3.5	7.60
19	2.7	6.09
20	2.1	4.95
21	1.6	4.01
22	1.1	3.06
23	0.8	2.49
24	0.5	1.93
25	0.2	1.36
26	-0.1	0.79
27	-0.3	0.41

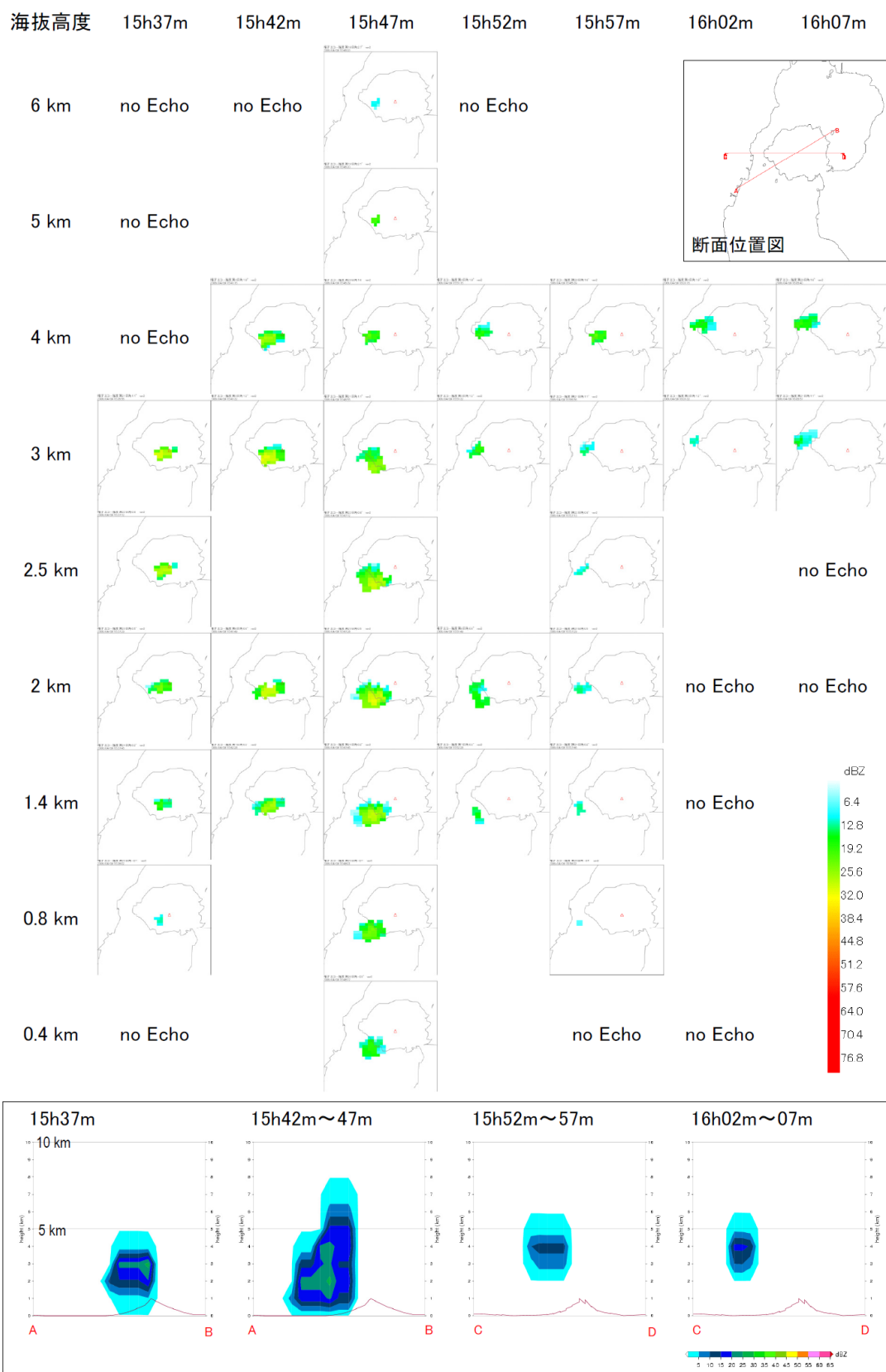
鹿児島空港レーダー Kagoshima DRAW

走査番号 Scan No.	空域モード Area mode		飛行場モード Airport mode	
	仰角(°) El. Angle	高度(km) Height	仰角(°) El. Angle	高度(km) Height
1	0.7	0.65	0.7	0.65
2	1.0	0.78	1.1	0.82
3	1.3	0.91	0.7	0.65
4	1.7	1.08	1.5	1.00
5	2.1	1.26	2.7	1.52
6	2.7	1.52	5.1	2.55
7	3.4	1.82	0.7	0.65
8	4.3	2.21	9.2	4.31
9	5.4	2.68	17.0	7.60
10	6.8	3.28	32.1	13.52
11	8.6	4.06	0.7	0.65
12	10.9	5.04	2.1	1.26
13	13.7	6.22	3.8	1.99
14	17.4	7.76	6.9	3.33
15	22.2	9.72	0.7	0.65
16	28.5	12.18	12.5	5.72
17			23.2	10.12
18			45.9	18.15



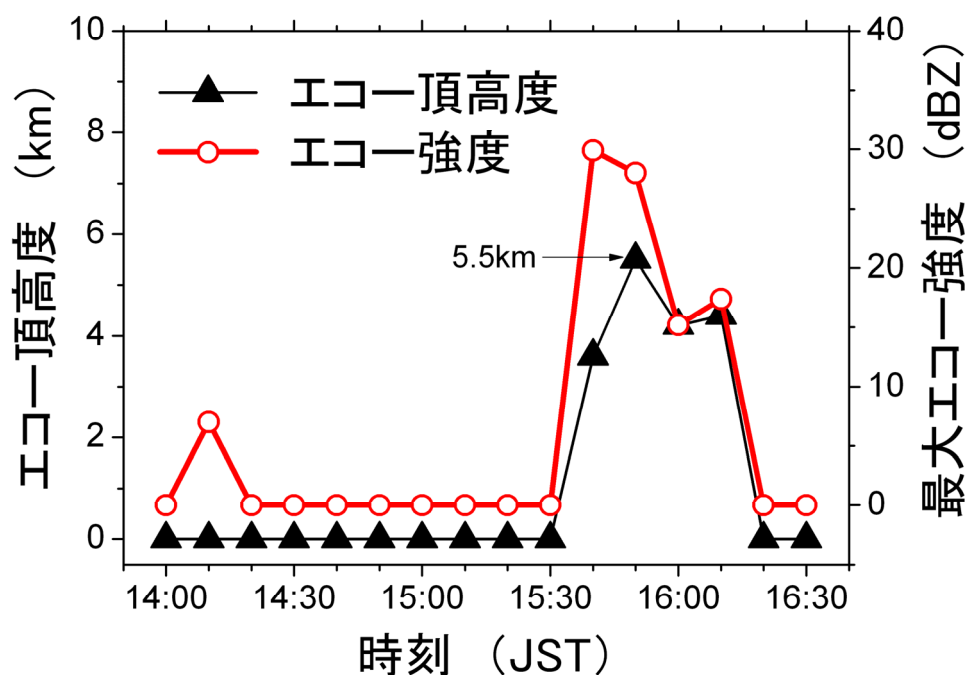
第 1 図 桜島、種子島レーダー、鹿児島空港レーダーの配置。同心円は種子島レーダーを中心とする 20km毎の等距離線

Fig. 1 Location map of Sakurajima volcano, Tanegashima radar and Kagoshima DRAW.



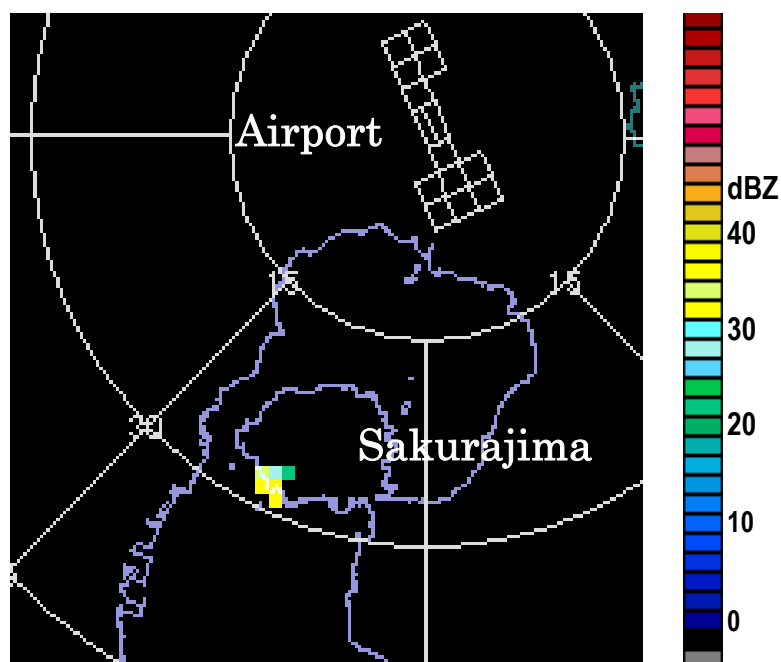
第 2 図 2009 年 4 月 9 日桜島昭和火口噴火に伴う噴煙のレーダーエコー強度の時間変化。PPI 画像、鉛直断面の時間変化（種子島レーダー）。高度はビーム中心の南岳におけるおおよその海拔高度を示し、時刻は一連の走査における代表時刻である。

Fig. 2 The April 9, 2009 eruption cloud echo at Sakurajima volcano observed by Tanegashima radar (15h37m - 16h07m JST, April 9, 2009). Upper part: PPI image at 0.4 km to 6 km height with different observation time. Lower part: Vertical cross sections along the A-B or C-D line at each time, respectively.



第3図 種子島レーダーによる桜島噴火噴煙のエコー頂高度、最大エコー強度の時間変化

Fig. 3 Temporal change of the maximum height (thin line with triangle) and maximum intensity (thick line with open circle) of radar echo around Sakurajima observed by Tanegashima radar.



第4図 鹿児島空港レーダーによる桜島噴火噴煙エコー (2009年4月9日15時47分59秒, 仰角3.4度)

Fig. 4 An example of the eruption cloud echo observed by Kagoshima DRAW (15h47m59s JST, April 9, 2009. Elevation angle: 3.4 degree) .