

8. 三瓶山麓

(1) 地形・地質

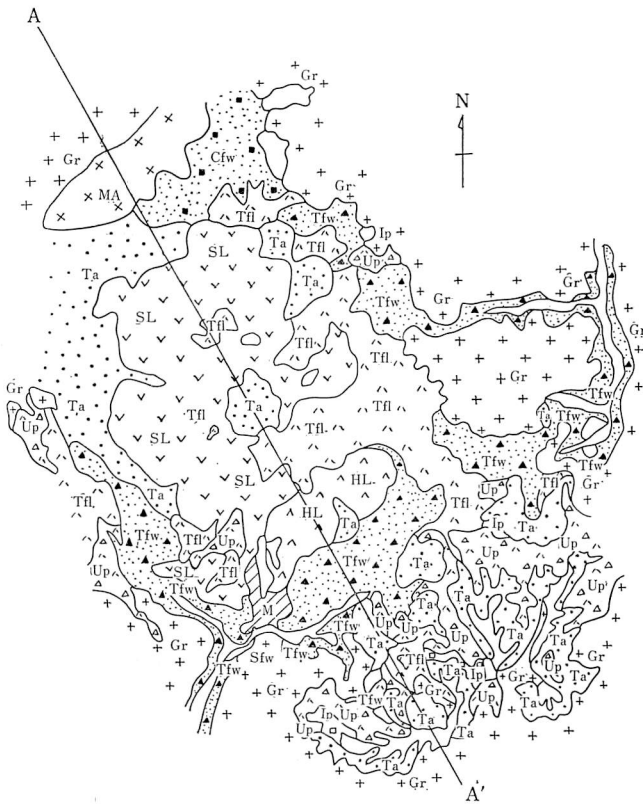
三瓶山は、島根県の中央部にあり、標高 1,126 m で、ほぼ円形の広大な山麓を有し、その面積はほぼ 48 km<sup>2</sup> である。三瓶山は大山、大江高山および青野山とともに白山火山帯に属する火山で、風光明媚な地域中央部は隠岐大山国立公園に編入されている。また、標高 400~600 m の山麓一帯は、主に牧草地やレクリエーションの場として利用されているが、未利用の原野も多く、一部に農業開発の期待がもたれている。

三瓶山は、火山としては休火山であるが、構造的には小じんまりとしたカルデラ火山であり、山麓の外側の標高 500 m から 600 m の花崗岩山地が外壁のようになっている。三瓶山の形成については、山口 (1963), 小幡 (1967), 鈴木ら (1968), 久野 (1954) および松井ら (1974) によって研究されており、これらによると、三瓶火山の中央部の円頂丘群を形成する溶岩は黒雲母一角閃石-石英安山岩 (以下石英安山岩という) であり、噴出物は降下堆積物と火砕流に分けられている。なお、これらの層序は松井ら (1971) によって表 2-7-22 のようにまとめられている。これによると、三瓶山の活動期は古三瓶期と新三瓶期の 2 つに大きく分かれ、さらにそれらが 3 つに細分され、計 6 期の活動期がある。古三瓶期の噴出物は第三紀以前の流紋岩や花崗岩などの基盤岩の岩

表 2-7-22 三瓶火山層序と三瓶カルデラ内のボーリング結果 (B.1) による地層区分

略号	深度 (m)	層厚 (m)	色調	図解	地層	対比 (推定)	粒度	礫	特徴・記事
①	14.88	14.88	褐 褐灰 赤褐		火山砂 火山砂礫	(Td) 崖錐 水成堆積物	中	多	軽石 (Da) を不規則に挟む。 組織はルーズ。
②	20.83	5.95	黒 黄褐灰		ビット 火山砂礫	(B <sub>2</sub> ) 志学火砕流 (S <sub>2</sub> ) (B <sub>1</sub> )	細 中	少	上下に有機質土を挟む。 中間は火砕流か?
③	44.33	23.50	褐灰 白灰 灰		降下軽石	(U <sub>2</sub> ) 浮布降下軽石	中	中	白色の硬い軽石、上部は特に密で径大きい。 全体に半固結状。 異質岩片が散見される。
④	72.35	28.02	褐灰 淡桃灰		降下軽石 火山砂 軽石流	(U <sub>1</sub> ) 浮布火砕流	中 粗	少	砂粒状の細い軽石が高密度で含まれる。 下部程軽石多くなる。 半固結状。
⑤	80.95	8.60	灰褐 暗灰 黄褐灰		火山砂 火山砂礫		特に 粗い	多	特に粒径粗く、礫を多量に含む。 組織はルーズ。
⑥	93.17	12.22	黒 暗赤褐		ビット 火山灰		細	中	上部は特に有機質。Da 礫含む。 木片混じる。旧表土。
⑦	99.45	6.28	赤褐		火砕流	日影山円頂丘熔岩 (HL)	粗	多	赤色化強く、Da フロックの混入多い。 二次堆積?
⑧	100.00	0.55	灰-淡緑灰		軽石流	池田降下軽石 (I <sub>p</sub> )	中	少	半固結状。

片を多量に捕獲している。新三瓶期の噴出物の岩片はほとんど石英安山岩からなる。細分された活動期のうち、カルデラ内に認められるものは、古三瓶期では大田軽石流 (Op...水成が主) および池田降下軽石 (Ip), 新三瓶期では日影山円頂丘熔岩 (HL), 三瓶円頂丘熔岩 (SL), 浮布池降下軽石 (Up) および大平山火砕流 (Tfw) などである。これら活動期の堆積物の分布を図 2-7-22 に示す。



凡 例	
表層地質図(図-1)	断面図(図-2)
沖積層(谷底堆積物)	
Ta	▲▲
Tfl	△△
Tfw	▲△
M	////
SL	▽▽
Cfw	■
Sfw	▲
Up	△
HL	^^
Ip	□
Op	□
MA	××
Gr	++

図2-7-22 三瓶カルデラ地質図

降下軽石群は、それぞれ特有な方向性をもって遠隔地に飛翔し、大山起源の倉吉浮石とともに火山灰層序学の対称となり、山陰中央部での鍵層として、重要視されている。とくに、大田軽石流(Op)は100億m<sup>3</sup>といわれる膨大な噴出量であり、三瓶カルデラ形成に大きな役割を果たしたと考えられる。カルデラの中央部には、まず日影山熔岩円頂丘が形成され、活動の終り近くに男三瓶、女三瓶、子三瓶および孫三瓶の三瓶熔岩円頂丘が形成され、最終期に多数の降下堆積物を挟在する大平山火砕流が碎屑丘を形成し、室ノ内の凹部ができるとともにカルデラ内が埋積されたと考えられている。確認されたカルデラ内の堆積物は、最も厚いところが志学部で、地表下180mあり、このうち、下部の60mが軽石流で、上部は降下軽石および火砕流である。このカルデラは巨大な地下水盆であり、砂質の降下軽石が帯水層となっている。また、地区内には、志学、池田および小屋原に温泉が湧出している(図2-7-22, 23)。

表2-7-23 三瓶山麓の主要な火山噴出物の層序

活動期	噴出物名	最大層厚(m)	色調	固結度	含有岩片	古土壌と <sup>14</sup> C年代(Y. B. P)	地下水との関係
新第三紀	Ta	20	青灰	未固結	安山岩		( )内のkは透水係数で単位はcm/s, Tは地下水温で単位は°C, Cは比電導度で単位はvS/mである。
	Tf1	2	青灰	"	"		不圧地下水の帯水層 (k=1~3×10 <sup>-3</sup> , T=15.0~17.0, C=50)
新第三紀	Cfw	90	灰褐	少し固結	"		上とはほぼ同じ帯水層
	M	5	灰	"	"		火砕流そのものは難透水性であるが、この中に挟在する厚さ数十cmの降下堆積物は被圧地下水の帯水層 (k=8×10 <sup>-3</sup> cm/sec, T=11~12, C=150)
新第三紀	SL	700	青灰・赤褐	固結	—	3,680±90 Y.B.P	難透水性; 志学温泉付近のみに分布
	Cfw	10	青灰	少し固結	安山岩		一般に不透水性 (局部的な自破砕部は透水性)
後期更新世	Sfw	5	灰白	未固結	"	4,480±110 Y.B.P	不圧地下水の帯水層 (k=α×10 <sup>-2</sup> , T=11.0, C=80)
	Up	60	灰白~黄褐	"	"	16,000+400 Y.B.P	一般に難透水性; 分布範囲は狭い
後期更新世	H1L	300	赤褐	固結	"		不圧地下水の帯水層 (k=1.2×10 <sup>-2</sup> , T=12.5, C=110)
	Ip	10	黄灰~黄褐	未固結	花崗岩		一般に不透水性 (局部的な自破砕部は透水性)
先新第三紀	Op	40	青灰~桃灰	半固結	"	25,600±1000 Y.B.P	透水性であるが、カルデラの外縁の上に分布することが多く地下水はない。
	Gr	—	赤黄	固結	—	 ▲▲▲ 最上部にまさ土状の強風化帯がある。	難透水性

(注) この層序は三浦(1977)と松井ら(1974)の層序から和田が加筆して作成した。 ||||| は古土壌

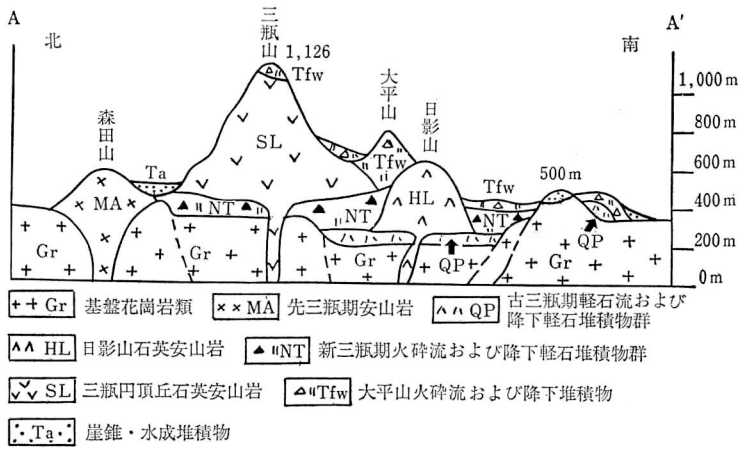


図 2-7-23 三瓶カルデラ模式断面図

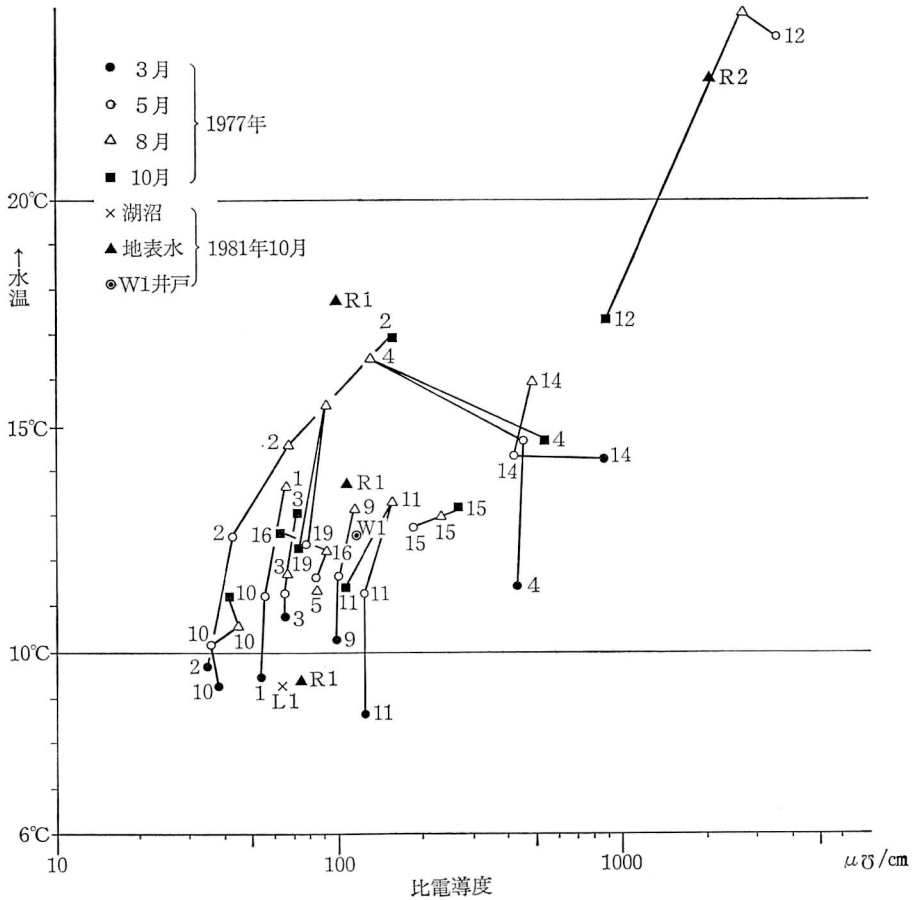


図 2-7-24 湧水などの水温と比電導度  
(番号のみのものはSを省略してある)

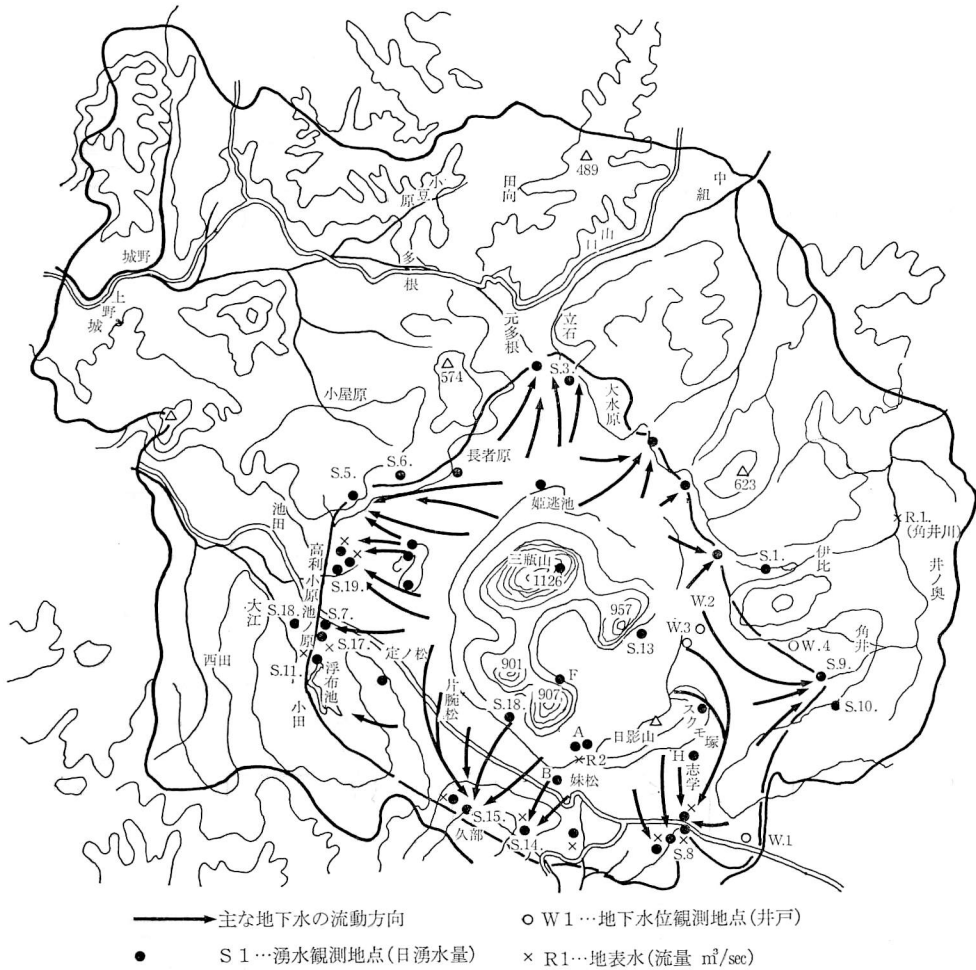


図 2-7-25 三瓶山麓地域の湧水分布図(島根県(1959)に加筆)

## (2) 地下水

三瓶山麓は一般に水に乏しい。三瓶温泉の泉源地のある沢を除いて、渓流水はほとんどカルデラの外壁に近いところの湧水が源流となっている。集落や水田もこの外壁の近くかその外側に発達している。火砕流を河床とする渓流水は涸渇しやすく、古くから水源は湧水利用が主体であり、井戸も志学部落の一部を除いてほとんど掘られていない。主要な湧水の位置は図 2-7-25 に示す。一般に、水温が低く、湧水直下でワサビ田に利用されているものが多い。島根県(1959)では湧水の経路を図 2-7-25 のように推定している。季節的に水温の変化の大きい湧水は降水量に関係し、湧水量の変化が大きく、温度差の少ない湧水は量が少ない。降水量に関する湧水は季節的に変化し、時間的に地下水位より遅れて対応している(図 2-7-26)。

山麓一帯は緩傾斜の原野であり、ほとんど放牧と遠足の場として利用され、戦後、牧草地などの畑地やスキー場などのレクリエーションの場として、土地利用の高度化に伴い、1960年代から深井戸による地下水開発が進められている。



表2-7-24 井戸概要表

番号	所在	口径	深度	揚水量	自然水位	揚水水位	備考
W1	志学	1.00 m	20 m	—	1.8 m		1977年10月より水なし
W2	東の原	150m/m	90 m	600 m <sup>3</sup> /d	25 m	28 m	未利用
W4	角井	150m/m	40 m	〃	26.5 m	27.0 m	〃
W5	久部	?	50 m	293 m <sup>3</sup> /d	?	?	上水道用
W6	志学	?	200 m	1000 m <sup>3</sup> /d	(水位降下 8 m)		〃
W7	水無原	?	10 m	300 m <sup>3</sup> /d	4.0 m	5.0 m	〃

開発された深井戸は表2-7-24のとおりであり、主に上水道用および農業用として開発されてきた。これらの地下水は、古三瓶期の噴出物中には少なく、新三瓶期の噴出物の中で採取されている。この噴出物は、一般に薄い降下堆積物（主に火山砂）と厚い火砕流の互層であり、中でも降下堆積物が有力な帯水層となっている。この層は薄層であり、枚数も多い。一般に地下水位は地表から15～30 mと低く、噴出物の透水係数は $8 \times 10^{-3} \sim 3.7 \times 10^{-2}$  cm/sである。しかし、降下堆積物のみが帯水層のところではオーダーは1ランクあがる。水質の分析結果は表2-7-25に示すとおりで、良質の地下水である。水位変化は図2-7-26に示した。三瓶カルデラ内の東の原では、W-2およびW-3の記録にみられるように、日量50 m/m以下の降雨の影響ははっきり現われず、角井川の長期的な流量変化の傾向と15～30日遅れて連動するようである。また、融雪の影響が3カ月遅れて現われる傾向がある。カルデラの深さは、W-2では73 m（標高450 m）で基盤の花崗岩に到着する。W-3ではW-2よりカルデラの中央部の溶岩円頂丘に近づくが、深さ90 m（標高430 m）で基盤の花崗岩に到着していない。堆積物はすべて新三瓶期の噴出物である。カルデラ南部の志学では、深さ180 m（標高200 m）で基盤の花崗岩に到達し、この上に厚さ60 mの古三瓶期の噴出物が堆積している。このことから、カルデラは古三瓶期のものと新三瓶期のもので深さが異なるのではないかと考えられる。カルデラの外側にある深井戸W-4は深さ36 mで基盤の花崗岩に着岩し、この上に大平山の碎屑丘を形成したときの火砕流および降下堆積物が堆積している。地下水位は26 mと低いが、比湧出量は1,000 m<sup>3</sup>/d/mと大きい。水位変動は温度差の少ない湧水と似た傾向を示す。また、角井川の湧水量は流域内の湧水の合計量とほぼ同じである。これらのことから、三瓶カルデラおよびその周辺の水収支は、長期的には、降雨の一部が地下に浸透し、カルデラ内の地下水位を上昇させ、これが湧水となって溪流に流出するので、カルデラが自然の地下ダムになっていると考えられる。

三瓶山麓の地下水利用は、三瓶カルデラ内の志学、久部および水無原で合せて1,600 m<sup>3</sup>/dであり、東の原では2本の深井戸で1,200 m<sup>3</sup>/dの開発可能性が確認されている。自然の地下ダムである三瓶カルデラの大きさは、面積が約13 km<sup>2</sup>、深さを新三瓶期の堆積物の厚さである平均100 mとすれば、体積が $1.3 \times 10^9$  m<sup>3</sup>と巨大である。有効間隙率を10%、利用水深を平均1 mとし、地下ダムの利用効率を10%としても、1,000万 m<sup>3</sup>の利用量が見込める。降水量は2,000 mm/年を越し、補給も十分と考えられる。しかしながら、この自然の地下ダムからあふれた湧水は生活用水および農業用水としてすでに利用されているので、地下水開発はこれに影響を与えない範囲内で行う必要がある。湧水利用も取り込んだ開発構想として、現況の15 m以

表2-7-25 水質分析結果一覧表

項 目	記 号	単 位	試掘井 No. 1	試掘井 No. 2
水素イオン濃度	pH	—	6.2	6.7
塩素イオン	Cl <sup>-</sup>	ppm	25.0	14.0
硫酸イオン	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	3.50	4.7
硝酸態窒素	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	ppm	0.77	<0.02
アンモニア態窒素	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	ppm	<0.03	<0.05
リン酸態リン	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	ppm	0.26	<0.03
ナトリウムイオン	Na <sup>+</sup>	ppm	15.0	7.6
カリウムイオン	K <sup>+</sup>	ppm	4.4	1.5
カルシウムイオン	Ca <sup>2+</sup>	ppm	18.5	5.6
マグネシウムイオン	Mg <sub>a</sub> <sup>2+</sup>	ppm	9.7	1.2
全 鉄	Fe	ppm	0.04	0.09
溶 存 酸 素	DO	ppm	7.1	9.8
過マンガン酸 カリウム消費量	COD	ppm	1.10	0.34
生物化学的酸素要求量	BOD	ppm	0.9	0.5

下の地下水位の部分ダムアップして利用効率をあげるなどの方式が考えられるだろう。

(和田温之)

#### 参 考 文 献

- (1) 久野 久 (1954): 火山及び火山岩, 岩波全書
- (2) 山陰第四紀研究グループ (1969): 山陰海岸地域の第四系, 地団研専報, 15号, 354—376
- (3) 三瓶団研グループ (1964): 三瓶団研について, 島根地学会報, 4号, 1—6
- (4) 種子田定勝 (1944): 三瓶火山の地質並に岩石に就いて (略報), 岩鉱, 32巻, 170—190
- (5) 松井整司・井上多津男 (1970): 三瓶火山噴出物の<sup>14</sup>C年代, 地球科学, 108号, 112—114
- (6) 三浦 清 (1959): 島根県三瓶火山産 Pisolite について, 岩鉱, 43巻, 5号, 262—266
- (7) 山口鎌次 (1955): 三瓶火山の地質 (演旨), 地質雑, 718号, 340—341
- (8) 島根県 (1959): 三瓶地域用水源調査報告
- (9) 中国四国農政局 (1980): 三瓶山麓地区地下水調査報告

## 9. 周防丘陵

### (1) 地形・地質

山口県の周防灘に面した地域では平野部も沖積層が薄く、丘陵を構成する古第三紀の宇部挟炭層などから地下水を揚水している。周防丘陵は、標高 50~130 m で開析は著しいが、海岸付近で標高 80 m 付近に瀬戸内面に相当する平坦面がみられる。また、洪積段丘も発達し、高橋ら (1968) によって 3 段に区分され、古い方から標高 32~45 m の王子段丘、標高 20~25 m の古殿段丘、標高 10~15 m の丸尾原段丘があり、ほかに沖積平野に埋没する能楽段丘が標高 6~10 m に分布している。これらは、表 2-7-26 にみられるように、それぞれ砂礫層をもっている。これらの構造を図 2-7-27 に示す。王子段丘 (高位面) の大田礫層は厚さ 20 m 以上あり、礫径 1~15 cm で一部くさり礫となっている。古殿段丘 (中位面) は吉南層に対応するが、これはさらに三層に分かれ、下部の小路礫層は径 2~10 cm でくさり礫を含み、基質は粘土およびシルトで、厚