

阿蘇カルデラの成因と陥没深度の判定

理學博士 野 満 隆 治

緒 言

阿蘇のあの廣大なる火口原は如何にして出来たか。諸學者は均しく夫れが陥没カルデラであらうといふことに一致して居るようである。然らば其の論據はといふと、大體の地形から推斷されただけで、別に之といふ具體的實證が擧がつて居るわけではない様である。即ち單に阿蘇舊火口が餘りに廣大であること、外輪は殆んど等高にして極めて整然たること、外輪壁は全く絶壁をなして熔岩の互層を露出して居ること等から、阿蘇熔岩の北九州大半を掩ふ莫大な量と併せ考へて推論せられたものの様である。阿蘇山下深所より斯程まで多量の熔岩が流出した以上、其下は質量不足になつて空虚にならうとするから、山體の重量によつて陥没が惹起されてもよいからである。

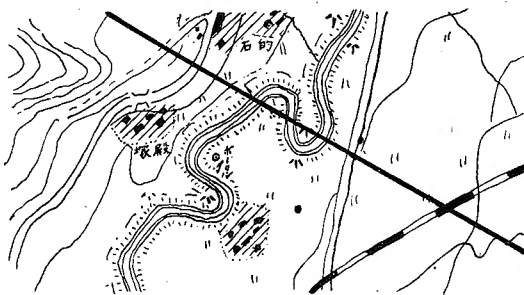
それで著者は、阿蘇カルデラが陥没によるか否かを突き止むべき具體的實證を握る目的を以て、ボーリングを行ふことにした。外輪の上部にある熔岩層と同質の岩石が火口原内の地下に潜在するかどうかを、ボーリングで取つたコアによつて判定しやうといふのである。若し外輪上部の熔岩と同質のコアが上がれば、夫れによつて阿蘇カルデラは陥没によつたものといつてよい譯であり、且つ其のコアの潜在深度によつてカルデラの陥没深度も判明すると思つたからである。

本 論

1. ボーリングの地點選定と豫定掘鑿深度 先づボーリング地點の選定であるが、目的の熔岩までは成るべく岩盤がなく掘鑿が容易な様にカルデラ成生後の内輪熔岩の掩蔽がなく、而も其の外輪壁小崩壊に因る轉石などは届き得ないと思はれる地點が好ましいから、ボーリングは火口原中で外輪方面に近寄せ而も相當の距離は保つ必要がある。それで吾人は現在の外輪が相當崩落しても到底其の轉石は到達し得ないと思はる、黒川左岸の赤水一石道路附近外輪絶壁より 1.5~2km にボーリングを実施する腹をきめた。其の道路附近

中でも、経費の節約上成るべく浅くに熔岩の潜在する地点が望ましいので、地抵抗が比較的浅くに激増する處を選ぶことにした。前論文⁽¹⁾に述べた如く、赤水一的石道路に沿つて6點も地下 140m まで地抵抗の垂直分布を測定したのは、既述の如く裂弱線判定の資料を作る目的もあつたが、一つには此のボーリング地點判定の目的もあつたのである。

前論文の第 5 圖を見るに、測點 No.5_a, 9_a, 13_a, 24_a は深度 80~120m で地抵抗の飛躍的激増を見るが、増加した抵抗の絶対値は No.5_a のものが最大である。又前論文第 7 圖で



・ 第 1 圖 ボーリング地點

知つた通り黒川左岸すれすれの處に地抵抗の不連続的極大部がある。依つてボーリングの實施は結局測點 No.5_a を通る放射線上黒川左岸に近い畑中で測點 No.8_a に對應する地點に行つた〔第 1 圖〕。

次に掘鑿豫定深度は 400m とし

た。之は別論文にて述べた通り、内ノ牧附近の温泉研究からすれば、カルデラ陥没深度は同地方で地面下 350m 程度かと想像されたので、多少の餘裕を置いて、400m としたわけである。それ迄には必ずや外輪上部の熔岩と同質岩を掘出せると豫期したのであつた。

2. ボーリングの結果 掘鑿は東京の利根ボーリング會社に依頼した。昭和 17 年 4 月末より準備に着手したが、何分田舎のことではあり且つ時局柄資材が入手困難のため準備のみに多大の日數を費やし、掘進を開始したのは 6 月 11 日であつた。以後掘進中にも種々の困難に遭遇し、8 月 18 日に至つても漸く 206m まで掘鑿したにすぎず、豫定深度の半に達したまでであるが、其以上は経費が到底續かず遺憾ながら中止の止むなきに至つた。それでも中途に外輪の上部二層に當る熔岩と同質のコアが取得され、又内輪の杵島熔岩も夾在して居つて相當の成果を擧げることは出來た。次にそれ等を報告する。

地下各深度に於ける地質は第 1 表及び第 2 圖の通りである。上部 79m ほどは淡黒色の粘土層で、それより深度 122m までは黒色の礫交り砂土で礫の非常に多い部分と左程でない部分とが交互して居る。地下水は少い。前論文第 7 圖測點 No. 8 の地抵抗が深度 40 m

(1) 野滿, 川口, 輕部: 阿蘇大火山口原に於ける裂弱線の電氣的探查成績. 本誌本號 159 頁。

(2) 野滿隆治: 阿蘇内ノ牧に於ける京大研究用温泉の掘鑿と地點選定並に湯量調節法. 本誌第 6 卷 (昭和 17 年), 1。

阿蘇カルデラの成因と陥没深度の判定

では割合小さく、80m の分は著しく高抵抗となつて居るのは、此の粘土層と砂礫層の違いであつたと思はれる。

第 1 表 ホーリング成果

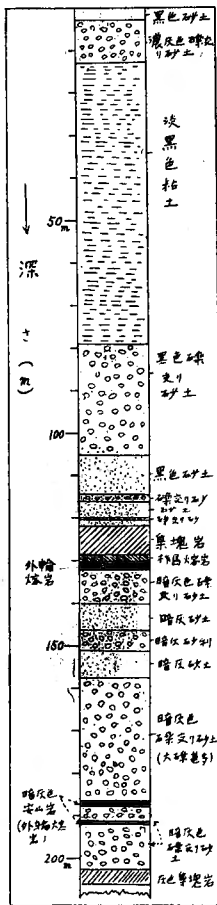
深 度 (cm)	0~2.8	~13.0	~78.9	~105.0	~114.3	~122.7	~128.2	~130.9	~133.3
土 質	黒砂土	濃灰礫 交り砂土	淡黒粘土	黒色礫 交り砂	黒色砂 土	前二者頗 繁互層	濃灰色 集塊岩	濃灰色 安山岩	暗灰色 安山岩
説 明	地 下 水			水 少 な し				内輪杵 島熔岩	外輪上 部熔岩

深 度 (cm)	~140.0	~146.4	~157.4	~187.2	~187.5	~190.67	~191.4	~201.9	~205.8 以下
土 質	暗灰色礫 交り砂土	暗灰色 砂土	暗灰色 砂土	暗灰色礫 交り砂土	暗灰安 山岩	暗灰色礫 交り砂土	暗灰色 安山岩	暗灰色礫 交り砂土	暗灰色 集塊岩
説 明	外輪第一層熔岩以下の輝石安山岩屑片						外輪第二 層熔岩		

深度 128.2~130.9m に内輪の杵島岳熔岩流があつて其の下に 133.3 m まで厚さ 2m ほどの外輪最上部熔岩と同質のものが潜在する。それより 190.67m まで厚さ 55m ほどは堅礫多き砂土であるが、石片は外輪第一層熔岩流以下の碎屑物と同じく輝石安山岩質である。其の下 191.4m まで厚さ 1m 足らずとはいへ外輪熔岩第二層と同質のものがある。それより復砂礫層、集塊岩となる。

外輪熔岩の第一層と第二層に等しい安山岩が略ほ外輪に於けると同じ間隔に出るといふことは、此の深度がカルデラ陥没の深度と見てよいかも知れぬ。もしさうだとすれば、現在の地面から 133m、従つて地面から外輪壁頂上の高さ 440m ほどを加へて計 570m ほど陥没したことになる。而して此の地點の海拔標高は 470m で、其の下 133m といふのは海拔 337m 位の處に當る。ところが他方栃木温泉近くの白川に懸る鮎返り瀧は造瀑岩層が矢張り外輪熔岩と同質で、海拔標高は地圖で見ると 340m である。之によつても上記のカルデラ陥没深度判定は相當有力なるものと思はれる。

たゞ多少の疑問は、吾々の掘出した熔岩コアの厚さが僅かに第一層 2m、第二層 1m 程度を出でず、現在の外輪壁に見る同熔岩の厚さに比して餘りに薄いから、或は大きい轉石にすぎないかも知れぬといふ疑ひが起る。然しカルデラ陥没の際には其の破斷箇所近くの山體縁邊はどうしても碎片に壊れるのは當然であるから、吾々のコアが假令一大轉石であるとしてもそれが陥落面を指示するものと考へられぬことはない。事實現在の地下 80 m



第 2 圖
ホーリング地質圖

までも悉く火山灰が其の腐蝕した粘土であるのに、吾々の外輪熔岩コアの間或は其上下が非常に堅い同質の礫を多數に混交した砂礫土で、ボーリングに異常の困難をしたことを思ひ合はせば、此の砂礫土相當の部分がカルデラ陥没の際に破壊した岩屑と見られぬこともない。

又假りにさうではなくて、吾々の得た外輪熔岩コアはカルデラ成生後に更に外輪壁の崩壊によつて轉落した岩塊であるとしても、それが斯かる距離まで到達し得るには、其の崩壊は異常の大勢力のもので全く一の大地變と見ねばならぬ。換言すればカルデラの再度の陷落か何か一大變動に伴つて起つたものと考へられるのである。内ノ牧附近の 200m 深度のボーリングでは外輪熔岩質のコアが得られず、温泉溫度の研究からしてカルデラ陷没深度が其處では 350m 程度かと推定せられることと併はせ考ふれば、的石附近の外輪熔岩コアに対する考察も或は後者が眞に近く、現在の阿蘇のカルデラは少くとも二回若くは其以上數回の陷落が累積して出來たものかも知れない。的石附近のボーリングが豫定の 400m まで推進出來ず、漸く其の半にして中止の已むなきに至り、此の點を闡明する迄に立至らなかつたことは經費不足の爲とはいへ返す返すも残念である。

結論

以上の要點を摘記すれば

- 1). 阿蘇カルデラが果して陥没カルデラなりや否やの具體的證據を掴む目的を以て、赤水驛よりの石に至る道路の中間で黒川左岸近くに深度 200 米までコア・ボーリングを行った。
- 2). 此の地點を選んだのは、火口原平地の外輪寄りでも外輪と相當距離を保ち得ながら、地抵抗が比較的淺くに著しく大なるからである。成るべく淺くて堅岩に達する様にとの目算であつた。
- 3). ボーリングの結果は、上部が厚い粘土層で、地抵抗の激増する深度 80 米で凝灰岩と

なり、128 米で集塊岩、130.9m で内輪杵島熔岩流、133 米で外輪最上層熔岩、191 米で外輪第二層熔岩と同質のコアを得た。仍て阿蘇火口原は陥没によつたものと云へる。

4). 外輪第一層熔岩と同質の熔岩が出た地下 133 米といふのは、栃木温泉近くの鮎返りの瀧を作る造瀑岩層と殆んど同じ海拔標高である。而してその造瀑層も亦外輪第一層熔岩と同質である。

5). 仍つて此の位置をカルデラ陥没時の地表とすれば、現在の外輪頂上まで 570 米ほどの陥没があつたことになる。

6). 但し今回のボーリングで得た外輪熔岩コアの厚さが 1~2 米にすぎない薄いものであるから、カルデラ成生後の外輪崩落による轉石かも知れぬといふ疑ひもある。然し轉石としても此程の距離に夫れが到達するには、外輪崩落が非常に大規模で一大地變に伴生したものとなねばならぬ。即ちカルデラ再度の陥没であつたかも知れぬ。

7). 若しさうとすれば、カルデラの全陥没深度は更に大で、或は内ノ牧で筆者が推定した 350m となるかも知れぬ。ボーリングを 400m まで行ふ豫定の處、經費の都合上夫れが出来なかつた。

8). 内輪杵島熔岩が地下 130 米にあることも注意に値する。

終りに本研究は文部省科學研究費により、又ボーリングの監督には南葉助教授を煩はした。茲に厚く謝意を述べる。