

## はじめに

白川の治水事業の一環として、立野附近に、洪水調節のためのダムを建設しようという案が出されておりますが、もし、ここにダムが出来て、水が貯つたときには、その位置と大きさの次第によつては、阿蘇国立公園の特別地域であり一部は天然記念物にもなつている北向山天然林が、一部分水没する可能性がある。そこで、ダムができたなら、貴重な存在である北向山にどのような影響があるだろうか。又、ダムをあそこに作ること自体の安全性はどうだろうか、というようなことについて、あらかじめ学術的に調査しておく必要があるということで、委託を受けて、県が、熊本大学等の先生方に植物、動物、地質、地震の各分野について、調査をお願いしました。

実施に入つたのが、昭和47年の秋だつたため、動植物についてのフィールドワークを含む調査としては、季節の関係もあつて、年度内に完成することが不可能であり、昭和48年度まで、継続していただくことになりました。

ようやく、2箇年度にわたる調査をとりまとめるにいたり、本書を刊行するのはこびとなりました。この報告が、自然の保護のために役立つことができれば幸いです。

御多忙の中、非常な御協力を賜りました諸先生に厚く御礼を申し上げます。

昭和49年1月

熊本県自然保護課長

# 北向山および周辺の地学

熊本大学助教授 松本 幡郎

## §序 言

北向山および周辺の地学に関しては、筆者が昭和24年、大学の卒業論文として記載し(1949)、その後渡辺、小野が論文を発表している(1969)。今回、白川ダム建設が天然記念物にもなっている北向山天然林に及ぼす影響の調査を依頼され、同件に関し、昭和47年度より地学的調査を行なったので報告する。

## §地 形

北向山の北の深い溪谷は往時南葉(1940頃)の地球物理的研究より、構造谷でなく単なる侵蝕谷であるとされていたが、その後の研究により、非常に大きな構造に左右されていることが判明しつつある。この溪谷は、白川と黒川が流れており、戸下温泉で合流し白川となっている。この溪谷は普通の溪谷に見られるV字谷ではなく、U字谷であり、溪谷の兩岸は高い絶壁を形成している。これは瀑布の後退によるものであり、鮎婦滝は合流点より約1.1 Km上流の白川に、数鹿流滝は合流点より約1.8 Km上流の黒川に懸っており、瀑布は最初合流点の約3 Km下流の中央火口丘の一熔岩流である米塚熔岩流の末端に形成されたわけであるが、後退し続け、合流点より、白川・黒川にと別れ後退し現在の位置になったのである。この合流点よりの後退距離は、両河川の流域面積に略比例している。河川の南部は大部分阿蘇火山よりは古い約70~100万年前の古琉球火山帯に属する一火山であった立野火山の噴出物より成る北向山である。北部は阿蘇中央火口丘の数種の熔岩流等より形成されているが、この巾は約1000 mであり、これより北は南部と同様立野火山の噴出物より形成され、北向山に比較すれば急峻ではないが、やはり急峻な立野山となっている。従って、古い立野火山が形成され、そこに河川の発達があり、この巾は1000~500 m程のものが存在しており、この河川部の低地に、阿蘇中央火口丘の熔岩流に流れこみ、更に旧河川の跡に瀑布も形成され、瀑布の後退で現地形が形成された。旧河岸より山嶺部ま

では両岸とも急峻であるが、山頂部より西部は平均傾斜 $3^{\circ}$ という緩やかな高原地形と化している。これは巨大な阿蘇カルデラ形成の原因となった阿蘇火砕流のためである。又現在の河岸より北約1 Kmの立野部落のある平坦部は阿蘇中央火口丘の熔岩流の表面であるために起因する。地形的に平坦であるため、幾層かの火山灰層が堆積している。河川は勾配稍急であり、流速の速いため、河床堆積物が薄いことも、一つの特徴である。

### § 地質概論

本地域は、大別して次の4つに分けることができる。古い方より、立野火山噴出物、阿蘇火砕流、湖底堆積層、及び最も新しいものである阿蘇中央火口丘熔岩流である。立野火山噴出物は前記のように約70—100万年前、未だ阿蘇火山誕生していぬ古い時代の火山活動によるもので、熔岩流と中心噴火、爆発による凝灰角礫岩との互層をなす成層火山の残骸である。熔岩流は少くとも8枚は数えられ、これらの熔岩流及び凝灰角礫岩はすべて西に $10^{\circ}$ 程で傾斜しており、このことより立野火山の活動中心は、現在のカルデラ内に存在していたことに疑がう余地はない。立野火山活動後、南の方に聳える俵山火山の活動があった。この火山は4回の活動が認められ、その最下部に当る熔岩流のみが、当区域内では七曲りの少し南に分布している。俵山火山は立野火口瀬の南に噴出したが、対称的に同時期に同種の熔岩を溢流した火山が北に屹立する鞍岳火山である。この両者の火山岩は立野火山のものと性質異なり、角閃石を含む特徴を持っている。俵山、鞍岳両火山の活動と同時期か、あるいは若干遅れて角閃石安山岩の貫入があった。この貫入岩は北向山の一つの斜面を形成している山峯線（北東方向）に見られる。これまでの活動は九州で金鉱床の母岩となっている古琉球火山帯に属する火山の活動に由来するものである。この後20—30万年火山活動は活発でなかったが約43—50万年前、瀬戸内火山帯に属する火山の活動が、阿蘇火山を東西に横切る場所であったが、当区域内では見られない。立野火山が活動後、熊本—大分構造線上に断層活動があったと考えられる。瀬戸内火山帯の活動後30—35万年間は静かな時代であったようで、この間に相当する火山活動の噴出物は無い。約8—2.5万年前、阿蘇カルデラを形成した原因である大規模の熱雲式噴火があ

った。これからは琉球火山帯の活動になる。阿蘇カルデラ形成以前の、また熱雲式噴火をした火山が阿蘇火山の初期に当るが、一応区別して、これに阿蘇外輪火山と名付けられている。阿蘇外輪火山の活動は、その回数は多くはないが、その規模は大規模のものであり、その噴出物は中部九州はおろか、南九州（人吉市南の大畑付近）や北九州（福岡県飯塚市）にまで及んでいる。近年まで、その回数は4回とされていたが、竹田市付近より阿蘇の方にかけての調査結果（熊大地学教室の踏査による）8回と考えざるを得ないようになっている。（地質図では古い分類によって図示してある）。阿蘇外輪火山の大噴火により、陥没現象がおこり、世界で有名な阿蘇カルデラが形成された。当区域の東部はカルデラの内壁に当り、このため、ここは急傾斜の地形を呈している。カルデラ形成後、水が溜りカルデラ湖が形成された。その水面の高さは海拔600m付近に、その漣の跡がみられる場所（高森町色見地区）があるので、最も水面の高くなった時はこれ以上であったかも知れない。この状態の時の堆積物が栃木温泉付近に湖底堆積層として分布している。湖水であった時に、阿蘇中央火口丘火山の活動は始まり、その最初のもの中岳である。このため、中岳噴出物が湖底堆積層間にあり、これにより噴出物より下位を久木野層、上位を栃木層として分類してある。その後中央火口丘の諸火山の活動は活発化し、数種の熔岩類が西に向って流出した。この流出直前に火口瀬形成され、上記の熔岩流は火口瀬を埋没した。その後侵蝕作用のみが現在まで続いて、現在の状態となっている。又中央火口丘熔岩が火口瀬を埋没した後熊本一大分構造線の断層運動があり、このため戸下温泉西の旧国道（現在モルタル吹付け部分）では米塚熔岩と鳥帽子岳基底噴出物が切られている。

## § 各噴出物について

### 1) 立野火山噴出物

立野火山噴出物は熔岩流と凝灰角礫岩との互層であり、全体としてカンラン石を含んだり含まなかったりする複輝石安山岩である。下部の方は凝灰角礫岩が厚く、上部になると反対に熔岩流が厚くなっている。 $SiO_2$  54~57%の中性の安山岩であり、その岩石そのものは強硬で不透水性であるが、何回かの断層運動により河川近くのものには割れ目が多く、また節理の発達良

好で、全体よりみると透水性の大きい岩体である。地表のみにおいて下からこの熔岩流をみると、次のような岩種である。 1：紫蘇輝石普通輝石カンラン石安山岩， 2：含カンラン石，紫蘇輝石普通輝石安山岩， 3：紫蘇輝石カンラン石普通輝石安山岩， 4：3と同じ， 5：紫蘇輝石普通輝石安山岩， 6：普通輝石紫蘇輝石安山岩， 7：カンラン石普通輝石紫蘇輝石安山岩， 8：紫蘇輝石カンラン石普通輝石安山岩。白川ダム建設予定地および湛水区域の左岸は、上記の熔岩の部分が大部分である。

## 2) 貫入岩

大きく考えれば、この貫入岩は立野火山の最後の活動によると考えてもよい。長さ1 m近い大きな斑晶角閃石と、割に目につく普通輝石および白色柱状の斜長石斑晶のある岩石であり、鏡下で検すると僅かながら紫蘇輝石を含む含紫蘇輝石、普通輝石角閃石安山岩である。高森線トンネルの上の山稜部に北東—南西方向に貫入しており、その最も低いところでみられるのは海拔400 mであり、これより海拔520 m付近にまでみられる。この方向は熊本—大分構造線と略平行であり、その構造線の南東約1500 m付近に当る。この貫入岩は直接湛水区域とは高度の差で直接の関係はないが、貫入時に接している立野火山の噴出物を多少破壊しているものと考えられる。

## 3) 阿蘇外輪火山噴出物（阿蘇火砕流）

阿蘇火砕流中、当区域内に見られるのは、第2期、第3期及び第4期の3種類である。これらの火砕流はすべて立野火山の噴出物より上に蔽っている。第2期のものは一見熔岩状に見える程強い熔結をしており、北向山においては700 m以上、立野山では750 m以上の海拔高にあり、少し離れて黒川第二発電所の南、畑部落の南の高い絶壁をなしている。この第2期のものは分布は狭い。第3期のものは北向山の山頂部の原野、扇坂、また瀬田裏原野に広く分布しているもので熔結凝灰岩である。第2期、第3期とも普通輝石紫蘇輝石安山岩である。第4期のものは降下軽石層であり、灰白色の軽石で、七曲の上部や立野山山頂付近に狭い分布で存在する。

## 4) 中岳第1熔岩

好で、全体よりみると透水性の大きい岩体である。地表のみにおいて下からこの熔岩流をみると、次のような岩種である。 1：紫蘇輝石普通輝石カンラン石安山岩， 2：含カンラン石，紫蘇輝石普通輝石安山岩， 3：紫蘇輝石カンラン石普通輝石安山岩， 4：3と同じ， 5：紫蘇輝石普通輝石安山岩， 6：普通輝石紫蘇輝石安山岩， 7：カンラン石普通輝石紫蘇輝石安山岩， 8：紫蘇輝石カンラン石普通輝石安山岩。白川ダム建設予定地および湛水区域の左岸は、上記の熔岩の部分が大部分である。

## 2) 貫入岩

大きく考えれば、この貫入岩は立野火山の最後の活動によると考えてもよい。長さ1 m近い大きな斑晶角閃石と、割に目につく普通輝石および白色柱状の斜長石斑晶のある岩石であり、鏡下で検すると僅かながら紫蘇輝石を含む含紫蘇輝石、普通輝石角閃石安山岩である。高森線トンネルの上の山稜部に北東—南西方向に貫入しており、その最も低いところでみられるのは海拔400 mであり、これより海拔520 m付近にまでみられる。この方向は熊本—大分構造線と略平行であり、その構造線の南東約1500 m付近に当る。この貫入岩は直接湛水区域とは高度の差で直接の関係はないが、貫入時に接している立野火山の噴出物を多少破壊しているものと考えられる。

## 3) 阿蘇外輪火山噴出物（阿蘇火砕流）

阿蘇火砕流中、当区域内に見られるのは、第2期、第3期及び第4期の3種類である。これらの火砕流はすべて立野火山の噴出物より上に蔽っている。第2期のものは一見熔岩状に見える程強い熔結をしており、北向山においては700 m以上、立野山では750 m以上の海拔高にあり、少し離れて黒川第二発電所の南、畑部落の南の高い絶壁をなしている。この第2期のものは分布は狭い。第3期のものは北向山の山頂部の原野、扇坂、また瀬田裏原野に広く分布しているもので熔結凝灰岩である。第2期、第3期とも普通輝石紫蘇輝石安山岩である。第4期のものは降下軽石層であり、灰白色の軽石で、七曲の上部や立野山山頂付近に狭い分布で存在する。

## 4) 中岳第1熔岩

含普通輝石、黒雲母流紋岩で  $SiO_2$  が 68% 程ある酸性岩である。

#### 8) 米塚熔岩

立野駅より東、黒川第 1 発電所用の送水管の場所に黒色多孔質で硬い岩石があり、これが米塚熔岩である。この外、戸下温泉入口の橋の上流側の河床に露出しているのも、この岩石で諸々に見られる。中岳第 2 熔岩と肉眼的に類似しているが、この岩石は肉眼的にも黄褐色のカンラン石が存在することが特徴である。カンラン石普通輝石安山岩であり、 $SiO_2$  が 53% 程の塩基性安山岩である。当区域内で、この岩石は分別結晶作用をした唯一つの岩石であり、他のものはすべて混成作用で生成した岩石である。

#### § 地質構造

当区域および周辺の地表踏査と若干のボーリング結果より考えてみると、当区域は火口瀬といわれているだけに、火山地区としては、その地質構造は複雑である。火山活動は 3 つの大きなものの噴出物があり、熊本一大分構造線の断層運動があり、カルデラ生成のための陥没に伴う断層運動がある。黒川第二発電所用のダム地点において左岸の方は崖錐 2~3 m 程あり、次で 25 m 程の厚さの立野火山の熔岩流があり、更に 1 m 足らずの硬質凝灰角礫岩、最下部に 5 m 以上の軟質凝灰角礫岩がある。右岸においては 3 m 程の米塚熔岩があり、その下に 5 m 以上の崖錐があり、その下に硬質凝灰角礫岩（立野火山噴出物）が 7 m 程あり、更に軟質凝灰角礫岩が 3 m 程あり、最下位に又硬質凝灰角礫岩が 3 m 以上あり、これより断面をとってみると、右岸側と左岸側とは不連続の関係で、対応する岩石が連続していない。また建設省で高森線鉄橋の少し上流においての右岸側、左岸側のボーリング結果をみても断面は連続していない。このボーリング結果では、右岸側はコア採取率非常に悪く、その 1 部は 10% にも充たず、またそのコア試料そのものもひどく破碎されており、明らかに断層破碎帯のものである。右岸側と左岸側の間に断層があり、この落差は明らかでないが 100 m 近いものと考えられる。これは、旧国道で戸下温泉西でも、ノリ面保護をする以前には見られた。この断層を走行方向に西の方に追うと、北向山西の山腹に地形的にも表われている。これは熊本一大分構造線の—

つであり、東は阿蘇外輪山東の坂梨の大きな断層に続き、西に見ると大峯火山、更に赤井火山へと続いている。大峯火山、赤井火山は阿蘇外輪火山の側火山と筆者は考えており、阿蘇第3期活動と第4期活動との間で活動した火山であり、大峯火山の熔岩流は高遊原熔岩と云われ、熊本空港のある熔岩台地を形成しており、また赤井火山のものは砥川熔岩とされ、熊本市内地下に広く分布し熊本市の有力な地下水貯水層となっている。この断層運動は立野火山噴出後にも活動しており、また阿蘇中央火口丘の火山活動による熔岩流も切っており、この意味で長期間運動している断層である意味では活断層の疑いもある。従って、この断層を夾み両側で正確な水準測量を連続的にして調査する必要があると考える。次に栃ノ木温泉が何故あるのか考えてみたい。栃ノ木温泉の水質分析を後述するが、この温泉は火山性のものでなく、花崗岩の熱エネルギーによるものである。栃ノ木温泉は立野火山の凝灰角礫岩の割目より湧出している。この温泉の対岸の地形をよくみると、割に深い谷が3本あり、これは凝灰角礫岩に変位をおこすような事はしていない小さい断層によるものである。この断層の方向は、カルデラに対して放射状である。阿蘇カルデラは陥没によったものであるが、陥没時にその周囲に、放射状方向と切線方向に割目が生じる。この割目に相当する断層である。以上のことより、この区域には熊本一大分構造線の大きな断層が略東西方向に、またカルデラ成因の陥没に伴う小さい断層が発達している。前者は、その規模も大きく、またもしかすると活断層かもしれない疑いがある。

## § 火山灰土

当区域内で立野部落付近の平坦面には火山灰土が50cm～1.5mの厚さで分布している。計画による堪水面は、この火山灰土の場所には直接関係はない。しかし堪水後、大雨でも降れば問題をおこすかも知れないので、一応記す。阿蘇山周辺の火山灰土については田村(1967)により発表されたものがある。当区域内には4層の火山灰土があり、上部より1.2.3.4層とする。阿蘇火山灰1層は所謂「黒ボク」と云われているものでその厚さは60cm程である。このものは長石、普通輝石が多く入っており、角閃石および紫蘇輝石が少量含まれ



ている。阿蘇火山灰2層は30cm程の厚さで色はやはり黒色であるが、1層が粉状であるのに、このものは角塊状で、一見して区別できる。斜長石、普通輝石が鉱物組成としては多く、この外紫蘇輝石、カンラン石があり、また磁鉄鉱は1層より少量である。鉱物量は1層が10%内外であるが、2層は20%以上ある。3層は30cm程であり、約5000年前の火山灰土であり、黒色の角柱状構造を呈するものである。鉱物量40%程と鉱物が多く、2層より紫蘇輝石がはるかに多い。4層は70cm程の厚さで、稍硬く黒色のもので、約9000年前のものである。3層と鉱物組成は類似しているが、カンラン石が認められず、また鉱物量は20%内外である。粘土鉱物よりみると、上部のものはアロフェンが圧倒的に多いが、下部になると加水ハロイサイトやハロイサイトと、結晶度の高いものになっている。また4層のみにX線解析では石英のピークが表われる。これらの粘土鉱物よりみると、水に対して滑りやすくなるもので、日本の地上り地域の粘土鉱物と類似していることが多いので注意を要する。傾斜地でなく平坦部に分布しているのが被害をもたらさない理由となっている。

#### § 水質分析「昭和48年3月中間報告のものを、そのまま利用する」

(P50~P55)

#### § 他ダムの実例

ダムのため、自然景観が破壊されたとか、その他問題のあった実例中、地学的に関係のあるものについて、二、三記す。

#### ※ 下釜ダム

当ダムは社会的にも問題を大きく提供したダムであるが、現在堪水区域内殊に室原部落付近において地這りが起っている。ダムサイトそのものは下釜熔岩の火山岩類になっており堅硬なもので、ダムサイトとしては最良のものである。堪水区域内には広く豊肥火山岩類が分布しており、少くとも3種の岩石型がある。しかしこれらの火山岩類は杖立温泉に関係のある温泉化作用と、鯛生鉱山に関係のある鉱化作用の一つである熱水作用を受けており、軟弱化、あるいは粘土化されている。したがって含水比が増加したり、あるいは変化があれば、変動する。また、これらの熔岩類の上に杖立層、あるいは

これに類似する凝灰岩質の水成層があり、この上に万年山熔岩や阿蘇熔結凝灰岩が蔽っている。水成層そのものも、凝灰岩質で水に対しての低抗力が小さく、万年山熔岩の一部は、鹿児島県下に広く分布するシラス状のものもあり、門化に対する低抗力の低いものである。又、阿蘇熔結凝灰岩の直下には薄い徴粒の火山灰層があり、大雨等で水分を含むと、一つの滑り面となるものである。したがって、地亡りのあるのは地学的に当然のことであり、いたしかたないことである。

#### ※ 深見ダム

大分県湯布院北約 6 km に建設されたダムであるが、ダムサイトより 15 m 程上流に、約 20 m の破砕帯がダム軸と平行にあった。この破砕帯は別府地溝帯北の断層に当り、湛水するまでは全く不明であった。大雨後集水され満水したが、洩水が始まり濁流が渦をまいて 3 日間程で干上ってしまった。この莫大な水は下流の方に表われず地下で行方不明である。恐らく破砕帯の場所で、地下に大きな瀑布ができ、地下深くに流失したであろう。現在は莫大を経費と年月を費して補修工事完了し湛水されているが、構造線が通る付近のダム洩水の恐ろしさを経験させられた次第である。地質的には角閃石安山岩がダムサイトにあり、岩石そのものは丈夫に見えるものであり、又割目もあまり多くなく心配の無いものである。湛水区域内は湖底堆積層で、サイト近くは 1 m 程で薄く、上流に行くに従って厚さは増し、約 100 m 程では、その厚さ 20 m の厚さとなり不透水層である。この湖底堆積層がサイト近くでもっと厚ければ問題は無かったであろう。この堆積層の下に、ダムサイトに利用されている角閃石安山岩の熔岩流が分布している地質で、この熔岩流中に破砕帯が存在していたわけである。

#### ※ 別所ダム

雲仙国立公園内、雲仙温泉崖のすぐ近くに建設されたもので、ダムサイトは石割山熔岩である角閃石安山岩の熔岩流と凝灰角礫岩の部分である。また、この場所を深江より塩浜に通る断層がある。建設後湛水されていたが、岳部落に行く途中の田に洩水が湛水後始まった。地元民よりの申出により、この

洩水がダムの水である、とのことで調査した結果、明らかにダムの水であった。温泉旅館で使用した汚水がすべてダムに入るようにされており水質分析より判断することができたわけである。ここの温泉水は硫酸性の強酸性であるため、洩水の流下する場所に農作物の被害があった。この洩水も、グラウテングその他の工法で現在は洩水は止まっているが、問題のあったダムである。

下釜ダムはその地質より地氾りが問題となっているし、深見・別所両ダムは構造線に価する断層破碎帯のため洩水問題をおこしたものである。

## § 結 論

白川ダム建設のため、地氾りの危険性はあまり考えられない。栃ノ木温泉付近の温泉作用は強いものでなく、予定水位であれば、問題はない。予定水位より高く水面をするとすれば、鳥帽子岳の軟弱な火山灰層や熔岩流になるので、地氾りの危険性は大きくなり考慮する問題となる。

小さい崖崩れは右岸の方に数多く発生する危険性がある。自然景観を大きく変化させるのは地氾りと大きな山崩れであるので、この点峡谷に湛水したような景観になるであろう。

次にこの場所は熊本一大分構造線が通っている場所で、しかもこの断層は中央火口丘熔岩も切っている新らしいものである。前述のように、活断層の疑いもあるので、白川の右岸側と左岸側の水準測量を始め続行して貰いたい。この結果、活断層でないことが実証されても、現在までに大きな断層運動のあった場所で、このためすべての岩石が破碎されているところ多く、洩水に関して十分に検討せねばならない。大規模の洩水があれば、当然自然景観を破壊することは必至であり、このような場合のこわれかたは想像できない。小規模の洩水は、いかなる工法でも防止することのできぬ地質的条件であり、いたしかたない。

地質調査、これの結果とボーリング試料より考えられる地質構造、火山灰土の研究、および水質分析より、以上のように結論した次第である。前述のように、熊本一大分構造線がダム建設上からは最大の問題であり、この構造線が生

きているものか、死んでいるものかを早急に判断しないと、建設問題には踏みきれない。もし建設するなら、この構造線より上流側にすれば、危険度も減じ、また同時に北向山天然林に及ぼす影響も少なくなる。