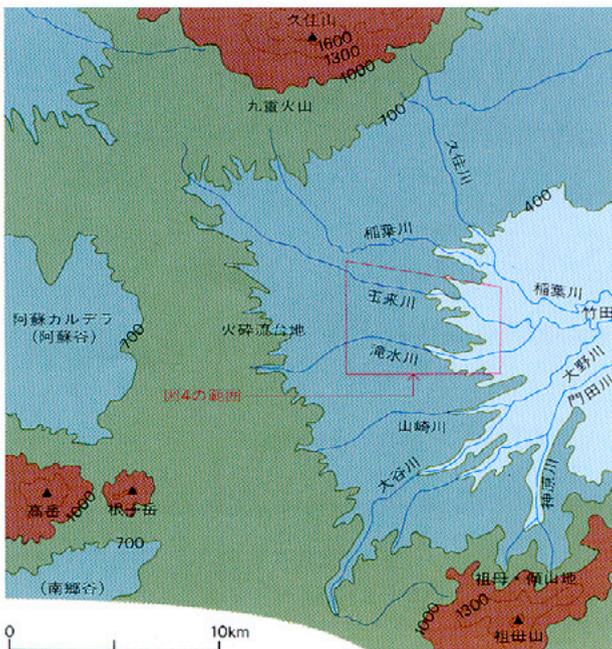


らう。

Aso-4火砕流はカルデラ周辺の台地だけでなく、中部九州のほとんどすべての水系に沿って分布しており（図2）、それらの中には阿蘇カルデラとは分水界を隔てたものがある。つまり、見掛け上火砕流は山を越えている。同じ現象はAso-3についてもみつかっている。山越えを可能にするメカニズムはいくつか考えられるが、まだ定量的な評価による結論は出ていないのが実情である。

また、Aso-4火砕流は図にみるように海を隔てた天草下島や山口県西部にも分布している。このような分布を説明するために、噴出当時は氷期の海面低下によって、現在の浅海は乾陸化していたので、実際は海を越えていないという考えもあった。しかし、Aso-4の噴火が8万年前だとすると、当時は低海面期ではなかったらしい（貝塚，1978）。私は以下のように考える。Aso-4の非溶結や弱溶結の堆積物中には見掛け比重が1前後のものがある。この火砕流が流走していたときはもっと膨んでいたにちがいないので、流体としての見掛け比重は1以下となる。つまり海水より軽かったのである。海岸から海上に出た火砕流は、海水に接した基底の部分だけが海面にとらえられるが、それ以外の（上の）部分はそのまま流走を続ける。全部が海面に取り去られないうちに対岸に到達すれば海を渡ったことになるわけである。

図3 - 阿蘇カルデラ東側の地形略図



### 火砕流の噴出量と年代

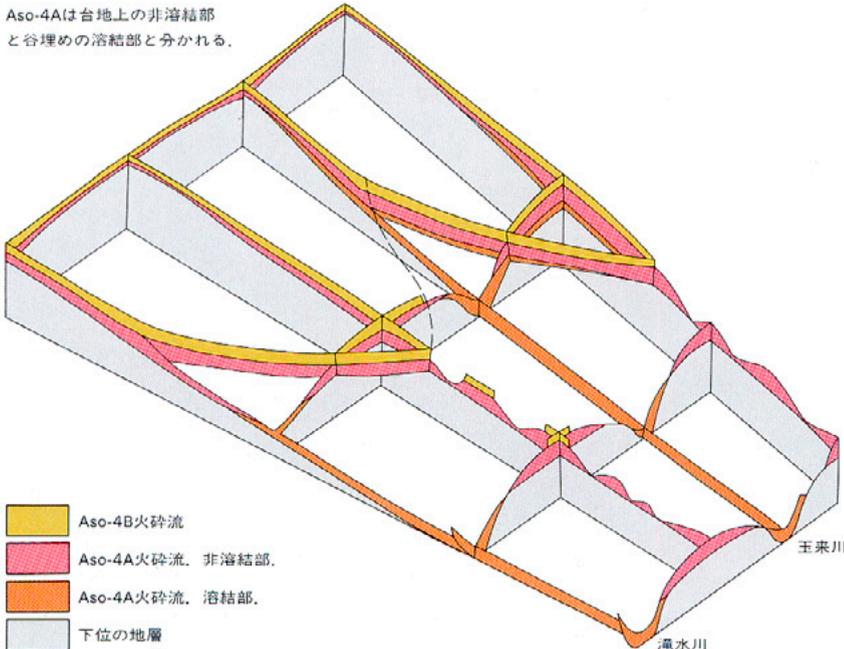
阿蘇火砕流はカルデラの周囲で広い火砕流台地を作り、その周囲では谷に沿って流下している。その体積は内輪に見積っても約200 km<sup>3</sup>になるが、この莫大な量の噴出物はわずか4回の噴火で地表にもたらされた。南関東の平野部を覆っている赤土（いわゆる関東ローム）の大部分は富士火山からの降下火山灰である。その総体積は約260 km<sup>3</sup>と見積られているが、それは約8万年間に数100回の噴火の繰り返しで放出された（町田，1977）ものである。富士山の火口付近では山体を作る溶岩も流出させているが、その体積も含めた1回の噴出量は、大噴火でもたかだか1 km<sup>3</sup>程度で、阿蘇火砕流の1回の噴出量はその数10倍以上になる。一時に大量のマグマが噴出することは、地下の空間に、ある時点で大量のマグマが蓄積されていたことを意味する。それが排出されるとマグマ溜りに空間が生じ、マグマ溜りの屋根が陥落して陥没カルデラが形成される。始良・十和田・支笏などの大型カルデラは、大規模な火砕噴火によって作られたものである。

1回の噴出量数10 km<sup>3</sup>という巨大な火砕流は、きわめて短時間（長くても数日間、あるいはそれが年程度の間隔で繰り返した）で完了した。堆積が終るとともに、陸上では風化・侵食が始まる。地質調査によって各火砕流の境界をしらべると、各火砕流はその前の火砕流の作った台

地がかなり侵食を受け、谷地形ができてから流出したことがわかり、数万年程度の間隔があったものと思われる。しかし、阿蘇火砕流の絶対的な年代は、フィッシュトラック法による数例があるだけで、まだ確実にわかったとはいえない。これはその年代がK-Ar法と<sup>14</sup>C法それぞれの有効な年代範囲の谷間にあるためである。最近Aso-4の火山灰が日本海海底のコアや、関東地方の湖成層から発見され、他の堆積物との関係からAso-4が約8万年前であることが判明した（町田・新井，198）。Aso-1は40万年前よりは新しく、30万年前後であろう。

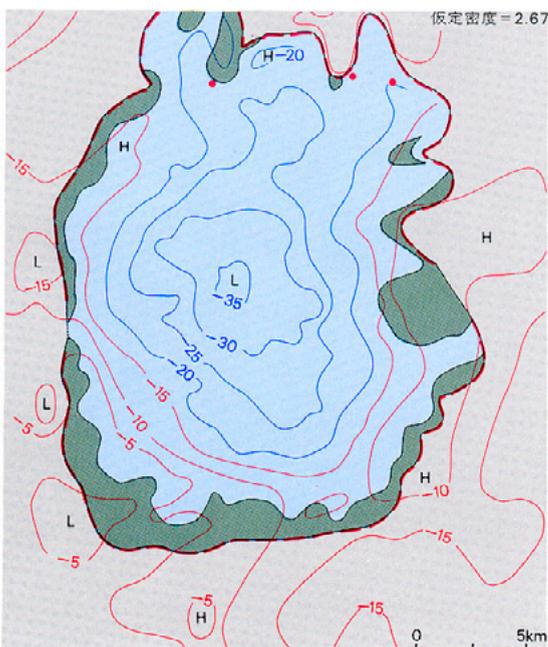
谷埋めの溶結凝灰岩と台地の非溶接火砕堆積物マグマ中のガス成分が分離して気泡を作ることによって発泡という。急激な発泡によって爆発が起きると、火口から発泡したマグマの破片（軽石・火山灰）が上方に高速で放出される。噴煙が高空まで上昇し、風に流されて、軽石・火山灰が上垂から降下するのが降下火砕物であり、それほど上昇せずに火口の周囲に落下した軽石・火山灰がガスと混合し、一種の混合流体として地表を流れるのが火砕流である。噴煙内の軽石・火山灰は、噴煙柱が上昇する際には周囲から空気をとりこむので、そこで冷却され、風によって運搬され、降下火砕物として地表に降下するまでにさらに冷却される。一方、火砕流は流動中にはその中で熱の保存がよいので、火砕流の温度に最も影響するのは噴煙柱での冷却で

図4 - 火砕岩台地のAso-4火砕流



あるらしい。火口を出るとき、マグマの破片の温度は700~900であった筈であるが、火砕流が停止するまでに、火砕流によって300以下から700以上までという温度の幅が生じる。高温の火砕堆積物には溶結という現象がおきる。溶結は火砕流台地の地形や、したがって次の火砕流の分布にも影響するので少し説明しよう。マグマ(液体)は急冷されると結晶の晶出が間に合わずガラス状態になる。ガラスは軟化温度以上では、力を加えられると塑性変形する。火砕堆積物の溶結とは、ガラスの塑性変形によって堆積物中の空隙を上追い出し、ガラス破片どうしが接着する圧密の過程である。同じ化学組成のガラスでは、高温であるほど、また荷重が大きいほど強く溶結する。強く溶結した火砕堆積物(溶結凝灰岩)は溶結する前の堆積物(比)比重は2倍以上で、硬く緻密な、全く見掛けの異なる岩石になる。溶結後の常温までの冷却過程で“おくれた結晶化”(脱ガラス化作用)がおきて、さらに岩相が変ることもある。火砕流台地の地形は平坦な台地表面と、台地を刻む深い廊下状の谷とで特徴づけられる。この地形に次の火砕流が流れこむと、まず谷を埋積し、堆積物の量が多ければやがて台地面を覆い、一面の連続した台地となるだろう。新しい堆積物だけに着目すると、上面は平坦だが、旧河谷の上では極端に厚い、いわばベニヤ板に角材を裏打ちしたような形をしているはずである。溶

図5 - 阿蘇カルデラの重力(ブーゲー)異常



結によって各部分に一樣の比率で圧密がおきたとすると、厚さの大きい部分では、圧密量、つまり表面の沈下量が大きい。ところが、荷重が大きい程溶結は進行するので、層厚による表面の沈下はさらに強調されて、旧河谷を再現した形で新しい台地面に谷が現れ、以前の水系がそのまま復活することになる。調査の結果、Aso-4火砕流が流出したとき、Aso-3の台地を切る谷は現在とほとんど同じ位置にあり、現在とほぼ同じ程度まで台地への谷頭侵食が及んでいたことが判明した。

阿蘇カルデラ東側の台地では、Aso-3火砕流が作った台地の上を非溶結のAso-4A火砕流が覆い、続いて強溶結のAso-4B火砕流がその上になっている。ところが台地を刻む谷を埋めた部分ではAso-4A火砕流はきわめて強く溶結している。侵食によって台地上と谷底との両部分の連続が断られると、谷壁を作るAso-3火砕流をはさんで、台地上の非溶結相と谷底の強溶結相とそれぞれ全く岩相の異なる部分が谷筋ごとに交互して現れることになる(図4)。河谷の再現はAso-3の流下したときにもあったらしく、竹田市付近では谷埋め現象の重複を見ることができる。

カルデラの過去と将来

阿蘇カルデラは地形的にも、また重力の表現としても(図5)、単一のカルデラであるが、この地域からは大規模な火砕流が4回噴出した。

Aso-1からAso-4にいたる4火砕流のすべてがカルデラの四周に分布し、また、それらのすべてがカルデラ縁で切られているので、これらの火砕流は現在のカルデラの内側に噴出源があり、また、現在のカルデラ地形はAso-4の噴出後に生じたことになる。火砕流の中間に降下した軽石・火山灰などの等層厚線から推定した噴出源の位置もカルデラ内にある。各々が数10 km<sup>3</sup>の大きさの火砕流であり、それらの間に万年代の長い時間間隔があるので、陥没はAso-4の噴出後におきただけでなく、各火砕流の噴火直後におきたと考えられる。1回の噴火ごとに陥没が重複・拡大して、Aso-4後の現在の形になったのであろう(図6)。

Aso-4の噴出以後すでに8万年が経過している。次の大きな火砕流Aso-5の噴火が地下で準備されているのかどうか、これを知るのは大きな問題である。それには、まず現在の中央火口丘群の活動史と活動の状況を正確に理解することが重要である。そして、それと過去の大規模な火砕流の中間におきた噴火活動とを比べること、各活動の絶対年代の決定、噴出物の組成などを含む全体の活動史を正しく知ること、さらには、地球物理学的手法等によって、カルデラの地下構造を想像から実像へと移行させるための作業を積み重ねることが必要である。

図6 - 阿蘇カルデラの想像断面

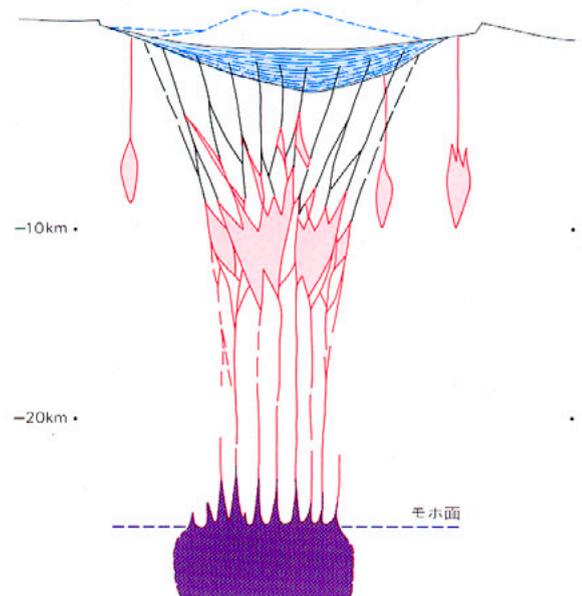


図5 - カルデラの内側に大きい負の重力異常があって、基礎が凹んでいることを示す。等重力線の単位はミリガル。カルデラ壁の緑色部は200万~50万年前の火山岩の分布。カルデラ北縁の赤丸印はボーリングで花崗岩(深さ150~480m)が確認された地点。等重力線は地質調査所(1981)による。

図6 = Aso-4噴出直後の状態を示す。上方の青色の破線はその後に作られた中央火口丘群。各火砕流の流出ごとにマグマ溜頂部は陥落し、カルデラ底はカルデラ壁の後退によって生産された物質で埋積された。