

## 18. 鹿児島湾周辺域

－南九州を潰滅させた巨大災害の発生地

### 1. カルデラ群の形成

九州南部には、シラス（白砂）と呼ばれる白色の地層からなる台地が広がっています。この大部分はおよそ2.5万年前に鹿児島湾北部の始良カルデラから噴出した入戸火砕流の堆積層で、軽石の間を火山灰が埋め雑然と積み重なった（淘汰の悪い）堆積相を示します。厚さは最大で100 mを超え、およそ60 km離れたところまで分布しています（図1）。この始良大噴火による噴出物の総量は350 km<sup>3</sup>（火砕流200 km<sup>3</sup>，火山灰150 km<sup>3</sup>）であり、現在の桜島火山（体積17 km<sup>3</sup>）の約20倍分という巨大規模の噴火でした。噴きあがった火山灰は偏西風に流されて北東へ拡がり、日本列島一円に降り積りました。関東では10 cmほどの厚さでした。この火山灰層はATと名づけられ、遺跡などの年代を判定する手段を提供しています。

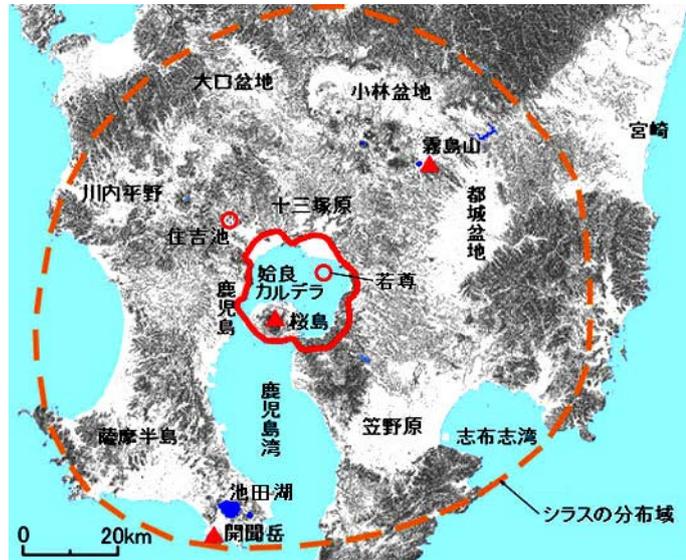


図1 九州南部の地形とシラス分布域

地下のマグマがこのように大量に噴出すると、それが抜け出たあとでは陥没が生じてカルデラが作られます。始良カルデラは、直径が約25 km、深さがほぼ100 mで、周囲のカルデラ壁から一気に水深100 m近くまで深くなるという浅い鍋底型を示します。この陥没により鹿児島湾は北に向け拡大し、奥深い湾になりました。ここには以前にもカルデラが存在しており、現在の形は複数のカルデラが複合してできあがったものです。桜島はカルデラ壁南縁にその後成長した火山です。地下のマグマ溜りは、カルデラ中央の深さ10 kmのところにあると推定されています。巨大噴火は、マグマ溜りの上に非常に広い火道が一気に通じて起こると考えられます。

カルデラはここだけではなく、北および南に大小のカルデラが多数連なって分布しています（図2）。それらは北から加久藤（約33万年前）、小林、安楽、始良、阿多（約11万年前）、鬼界（約7千年前の縄文前期）などで、何度も巨大噴火があったことを示します。鬼界カルデラは日本列島におけるもっとも最近の巨大噴火で、大量の降灰などにより西日本の縄文文化を断絶させたと推定されています。なお、大きなカルデラがあっても、以前にそこに大きな火山体があったとは限らないようです。

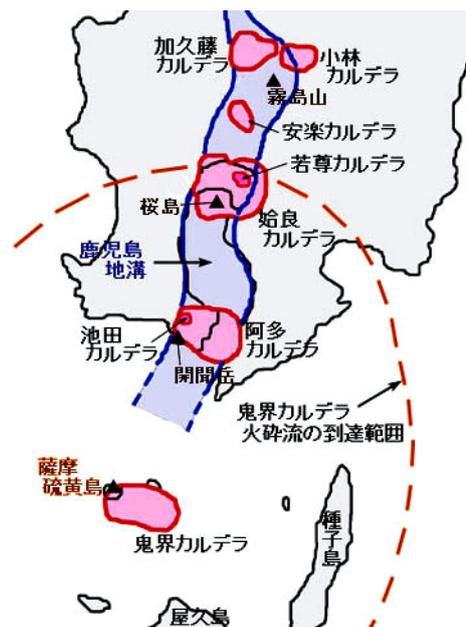


図2 鹿児島湾地溝帯とカルデラ列

これらカルデラの分布域は鹿児島地溝帯と呼ばれる地殻沈降域にあたり、北は人吉盆地近くまで、南は薩摩硫黄島付近まで延びています。両側面は正断層により区画され、鹿児島湾の東西両岸はほぼこれに沿っています。ボーリング調査では、深さ1,000 m以上掘っても火砕流堆積層が続き、基盤には達しないとなっています。

地溝は、地殻が両側に引っ張られ、正断層が生じて中央ブロックが落ち込むことで形成されます。日本列島の変形を示す GPS 観測データでは、ほとんどの地域が圧縮されているのに対し、屋久島から鹿児島湾南部にかけては東西方向への引っ張り、鹿児島湾北方では南北の引っ張りであって、この地域の地殻応力場が特別であることがわかります。

地殻が引き裂かれると割れ目を通して水が深くにまで供給されます。これがマグマ溜りにまで達すると、高温の熱水になり強力な水蒸気圧が発生します。この圧力が上に載る地層の圧力を超えるとそれを吹き飛ばして爆発的に膨張し、大量の火砕物を噴出させます。水蒸気圧は水が小さな泡となって固体成分から分離するという発砲作用で生じますが、これにより多孔質の軽石がつくられるので、噴出物には多量の軽石が含まれることになります。

## 2. シラス台地の崖崩れ

シラスは軽石に火山灰・火山砂が混じるという見かけを示すものが大部分です。主成分はケイ酸や酸化アルミニウムなので、主として白色・灰白色を呈します。空隙は50%程度と大きいので、比重は小さくて1.3ほどです。これは通常の土砂の半分程度という軽さです。固体粒子の内部には多数の微小な気泡が含まれているので、粒子比重もやや小さく2.4ほどです。含水比は20%程度と小さく、他の堆積物に比べおよそ半分以下です。粒子は複雑な形状を示し、相互にしっかりと噛み合っているため、自然の状態ではせん断抵抗力は大きくて、高く切り立った崖でも安定を保ちます。しかし雨水が浸透して水分量が多くなると、強度が著しく低下します。流動水に対する抵抗は小さく、固体粒子は分散して水に容易に流されます。植生が剥がされるなどしてシラス地層が露出すると、急速にガリ侵食が進行して深く切りこんだ谷が形成され、加速的に成長していきます。

シラスは2.5万年前の入戸火砕流、11万年前の阿多火砕流、33万年前の加久藤火砕流などの堆積物です。これらは噴煙柱崩壊型という形式の大規模な火砕流によるもので、火山ガスと共に上空高く噴き上がった大量の火砕物が推力不足で落下し、高温・高速の厚い流れとなって周辺に広がり、地表起伏を埋めて堆積したものです。高い山地・丘陵のあるところではその間を埋めるようにして広がっています。

約1万年前以降には、桜島の噴火による軽石(ボラ、厚さ30cmほど)や火山灰(薩摩火山灰層)がシラスの上に堆積しました。これ以前の1.5万年ほどの間には、流水などによる侵食が進行して、シラス台地面にはかなりの起伏が生じていました。したがって、これらの新期堆積層は地表を起伏に従って覆っているため、斜面上ではその傾斜方向に傾いて堆積しています。これは流れ盤といって不安定な地層構造です。ボラは粗い軽石粒子であり下層にあるシラスよりも透水性が大きいため、性質が不連続な面をつくります。シラス台地における崩壊は、ボラ層や表層の風化土層が崩れる表層崩壊が大部分です。シラスは流されやすいので、谷底や斜面基部に2次的に堆積したシラスが、大雨により流動化して土石流になるということもしばしば起こっています。

九州南部は年降水量が2,000mmを超える多雨地帯であり、台風接近は日本の本土で最も頻繁なため、シラス台地はたびたび崩壊を起こし、被害が生じています。シラス地帯への市街進展が進んだ1960年代後半から70年代にかけては、毎年のようにシラス崩壊災害が発生しました。1968年にはえびの地震(M6.1)でシラス崩壊が起こり、多くの被害が生じました。シラスの台地面に降った雨水はほとんど



図3 1993年のカルデラ壁における崩壊(森脇ほか, 1995による)

浸透し、崖端やガリ谷底で湧出するので、崖際が居住地に選定されやすく、被害の潜在的危険性を大きくしています。

最近では1993年に死者121人という大きな災害が起こりました。これは6月末から9月初めにかけての2回の梅雨前線豪雨と、2回の台風の大雨によるもので、死者の87%がシラス地帯における崖崩れおよび土石流によって生じました。シラス台地に市街が展開している鹿児島市での死者は全体の40%でした、鹿児島市周辺域での崖崩れ・土石流発生箇所は6,000を越えました。高さ200mを超える急傾斜カルデラ壁では多数の崩壊が連続して起こり、道路・鉄道交通にも大きな障害を引き起こしました(図3)。

### 3. 台風災害

台風は西に張り出した太平洋高気圧のへりを回りこむようにして南西方向から日本に來襲するので、九州南部は日本本土で最も頻繁に台風の來襲を受ける地域です(図4)。しかも、勢力は衰える以前の強い状態を維持しています。鹿児島湾は南に向け開く奥深い湾なので、強風の海水吹き寄せにより大きな高潮が起こりやすい条件をもっています。しかし断層で画された沈降域にありカルデラもあるので、海岸から急に深くなる海底地形を示し平均水深も大です。このため吹き寄せ海水の逃げる余地があって、潮位はあまり高くはなりません。危険湾の代表である大阪湾・伊勢湾などは平均水深が30～40m程度であるのに対し、鹿児島湾は中央部(鹿児島市の沖)で130m、北部(始カルデラ)では140mです。

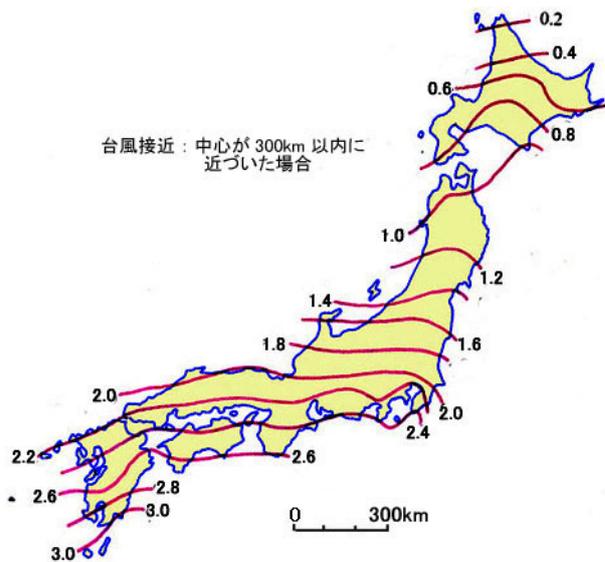


図4 台風接近数の年平均値 (1951～1990年)(気象庁資料)

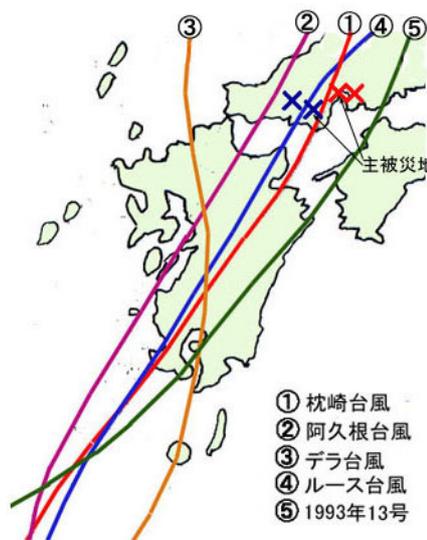


図5 九州南部に大きな被害を与えた台風のコース

戦後のしばらくの間、1945年枕崎台風(鹿児島県の死者129人)、1945年阿久根台風(40人)、1949年デラ台風(95人)、1949年ジュディス台風(43人)、1951年ルース台風(219人)などの、大きな台風災害が続きました。これらは鹿児島湾に強い南風を吹かせるという西側のコースかあるいは湾直撃のコースでしたが(図5)、大きな高潮被害をもたらしたのは、折悪しく大潮の満潮時と重なったルース台風だけでした。鹿児島の最高潮位は2.7mで、これは現在でも既往最大値です。ただし、最大風速が35.1mと大きかったものの、高潮の最大偏差(強風と低い気圧という気象に起因する最大潮位)は1mであって、潮位は高くならない湾形状であることがわかります。

上陸時の観測気圧916.6mbと記録的な強さであった枕崎台風は、ルース台風とほとんど同じコースで九州南部を通過し、鹿児島の最大風速も同じ35.0m/sであったのですが、住家浸水数は少なく、鹿児島港では防波堤の被害や船舶被害だけが報告されていることから、高潮は小さかったと推定さ

れます(潮位観測は行われていない)。この2つの台風では主被害が上陸地点の鹿児島ではなく、かなり離れた中国地方西部で生じました。一般に主被害は勢力が最大の上陸地点付近で発生するので、鹿児島湾域は湾の地形や大きな河川の流入がないなどにより、災害脆弱性が相対的に小さい地域とすることができるでしょう。

シラス災害を起こした1993年9月の台風13号は、上陸前から戦後最大級として警戒され、930 hpa という非常に強い勢力で薩摩半島南端に上陸し、鹿児島で最大瞬間風速 51.3 m/s の強風を記録したのですが、湾の東部を通過したので湾中央では北よりの風となり高潮は発生しませんでした。鹿児島県の死者数は33人で、うち土砂災害が32人でした。戦後、台風災害の人的被害度(単位台風勢力あたり死者数)は、大きな低下の趨勢を示し、終戦直後と現在とを比べると、深夜上陸台風では1/10以下に、昼間上陸台風では1/2～1/3程度に低下しています。13号台風の被害度は戦争直後の台風のそれに比べ、この平均的な低下度に一致した値を示すものでした。しかし深夜など不利な条件下で来襲すれば大きな被害が起こる可能性はなおも存在しています。

鹿児島湾には大きな河川の流入はなく、河川洪水で問題になるのは鹿児島市内を流れる甲突川にほぼ限られます。甲突川はシラス台地を削り込んで流れ、狭い谷底低地では市街化が進んでいるので、大雨時には浸水深の大きい激しい流れが生じて人的被害や・建物損壊被害を引き起こしています。1993年8月の豪雨では1.2万棟の住家浸水や多数の橋の流失が生じました。谷底低地面勾配は1/500とやや緩やかなので、多くの住家全壊をもたらすほどの激しい洪水は起こり難いと判断されます。

#### 4. 火山噴火

九州南部には、北から霧島山、米丸・住吉池、若尊、桜島、池田・山川、開聞岳と5つの活火山があります(図1)。このうち霧島山と桜島は「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山」(全国に13あり、かつてのAランクにほぼ相当)に分類されています。活火山の現在の定義は「概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動がある火山」であり、火山体をほとんどつづけていない爆裂火口(マール)なども活火山に含まれています。南方海域には北から、薩摩硫黄島、口永良部島、口之島、中之島、諏訪之瀬島の、現在活発な活動を行っている5活火山が連なっています。

桜島火山はおよそ2.5万年前に始良カルデラ南縁で海底火山として活動を開始し、現在では標高1,100 mにまで成長した比較的新しい火山です。現在のところ絶えず噴火を続けていて非常に活動的な火山であり、しかも人口60万の大都市・鹿児島の市街に極めて近接しているので、被害発生の可能性の非常に大きい火山です。噴火の記録は多数ありますが、とくに天平の噴火(764年)、文明の噴火(1471～75)、安永の噴火(1779～81)、大正噴火(1914～16)が大きなものでした(図6)。すべてが山腹でのプリニー式噴火(噴煙柱を高く噴き上げる爆発的噴火)で始まり、火砕流の発生、多量の溶岩流出と推移しました。

安永噴火時には島の北東海上で海底噴火も起こり6つの火山島が出現しました。大正噴火では、約1カ月にわたり爆発的噴火が続き、多量の溶岩が流出しました。南東に向かった溶岩流は幅400 m、最大水深100 mの海峡を埋めて、大島半島と陸続きにしました。降灰は東北地方にまで観測され、火山灰・軽石・溶岩の総量は約2 km<sup>3</sup>

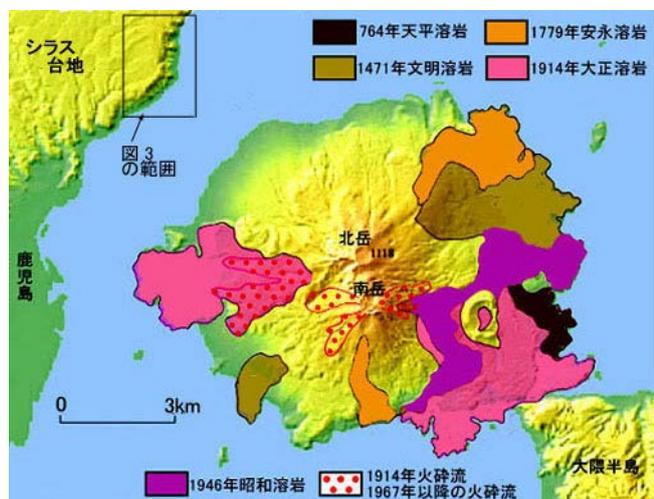


図6 桜島火山の噴火活動(唐木田, 1992)

でした。M7.1の強い地震も起き、鹿児島では死者13人、住家全壊29棟などの被害が生じました。大噴火に先立ち、弱い地震の頻発、温水・泥水の湧出、地温の上昇、噴気活動などが認められたので、島の住民2万人の多くは事前避難をしており、死者は58人でした。噴火後、島民の2/3が島外へ移住しました。

噴火活動は1955年から再び活発となり、火山灰・火山礫の噴出と小規模な溶岩流出が現在も続いています。2009年以降、活発化の傾向が著しくなり、爆発的噴火と記録された噴火が1日に2～3回の割合で起こっています。島内全域で噴石の危険が常にあり、また、ごく短時間の強雨によっても土石流が起こりやすい状態になっています。鹿児島市をはじめとする周辺域では降灰による種々の障害が日常的に起こっています。

霧島山は加久藤カルデラの南縁から連なる約20の火山群で、大きな火口をもつ火山が多くみられます。このうちで活動が活発なのが御鉢と新燃岳です。新燃岳は2008年から小規模な噴火を行い、2011年には本格的なマグマ噴火が起こりました。このため霧島山の活動ランクが一段階上げられています。

米丸・住吉池は鹿児島湾北岸低地の縁に位置する直径1 kmほどの2つの小マール(ほぼ火口だけからなる火山)で、約7千年前のマグマ水蒸気爆発によりつくられました。若尊は始良カルデラ内の海底にある直径10 kmの小カルデラで、現在噴気活動が活発です。池田・山川は直径4 kmの池田カルデラとその東に連なる1つの溶岩円頂丘と3つのマールの総称で、活動は約4300年前です。開聞岳は約4400年前に活動を始めた富士山型の円錐火山で、山頂部の溶岩ドームを形成した噴火は874年と885年でした。これらの小火山やマールは集落にきわめて近接しているので、小規模噴火でも被害を引き起こすおそれがあります。

頻度は非常に小さいものの巨大規模噴火による破滅的災害の危険がこの地域にはあります。7千年前の鬼界カルデラのアカホヤ噴火、2.5万年前の始良カルデラ噴火、約11万年前の阿多カルデラの噴火は、噴出物総量200～300 km<sup>3</sup>ほどと巨大で、この規模の噴火ともなると放出エネルギーはM9.0の地震のそれを1桁以上大きなものです。約9万年前の阿蘇巨大噴火はさらに大規模で、その火砕流は九州の2/3を覆いました。火山は沈み込んだプレートの深さがおよそ100 kmに達したところの地上に出現し列をなします。九州南部の火山列はこのようなところにあり、地殻の展張域にもあたるので、これからもカルデラをつくる巨大噴火が、おそらく数万年に1回の頻度で起こると考えられます。

内嶋ほか編(1996)：日本の自然 地域編，九州．岩波書店．

唐木田ほか(1992)：日本の地質，九州地方．共立出版．

国土地理院(1976)：土地条件調査報告書，鹿児島地区．

石川秀雄(1992)：桜島：噴火災害の歴史．共立出版．

森脇ほか(1995)：平成5年8月豪雨による鹿児島災害調査報告．主要災害調査32．

---

防災基礎講座：地域災害環境編

[http://dil.bosai.go.jp/workshop/06kouza\\_kankyo/](http://dil.bosai.go.jp/workshop/06kouza_kankyo/)

公開：平成 28 年 10 月

国立研究開発法人 防災科学技術研究所 自然災害情報室

文責：水谷武司(客員研究員)