

# えびの・吉松地区地震に関する 地質構造の総括および補足

木野義人

地質調査所

## Summary of Researches on Geological Structure of Ebino-Yoshimatsu Earthquake area

By

Yoshito Kino

Geological Survey of Japan, Tokyo

### Abstract

Results of synthetic researches on the geological structure of the Ebino-Yoshimatsu Earthquake Area and its environs are summarized as follows.

The epicentral area of the Ebino-Yoshimatsu Earthquake is involved in the Kakuto caldera depression which belongs to the Kirishima-Ryukyu volcanic zone. The structure of the Kakuto group in the area is disturbed by many faults and foldings. Cores of Kakuto andesitic rocks obtained by the test boring show that deep seated rocks under the area are strongly disturbed and characterized by calcite veins and dissemination of pyrites.

From these facts, it is surely considered that the Shimanto super group as basement of the area is conspicuously disturbed and broken out, and the pressure of the thermal water and the natural gas in the fractured zone of the basement rocks are probably connected with the occurrence of the swarm earthquakes in the Ebino-Yoshimatsu area.

えびの・吉松地区地震について、地質構造の究明を担当した地質調査所においては、地質学的・地球物理学的・地球化学的の各分野によって総合的な調査・研究を実施した。これらの結果を総括・整理する意味において、補足的事項を併せて、以下若干の考察を試る。

### 1. えびの・吉松地域の地質構造的背景

今回の総合的地質構造の研究によって、加久藤盆地を中心とするえびの・吉松両地域の大部分が、いわゆるカルデラ構造の内部に位置することが、具体的に明らかとなった。これは加久藤カルデラと呼ばれているものに相当するが、その地質構造の特徴はひとり当該地域のみならず、或る規則的配列を持った地質系列において、普遍的に知られているものである。その地質系列をここでは霧島—琉球火山帯と呼んでおく。

(1) 霧島—琉球火山帯における地質構造の特

徴

南九州以南のいわゆる琉球弧の地質構造は、西南日本外帯の先新第三紀たい積岩を主とする帯状構造の内側（西側）に、新第三紀以後の火山活動地帯が併列していることによって特徴づけられる（図1）。また同火山帯のうち吐噶喇群島以北における主な岩層層序は表1の通りである。

えびの・吉松地域においては、国分層群を除く他の共通の岩層の存在は既に知られていたが、今回の地表地質調査・研究の結果、それらの詳細な地表分布と相互関係が明らかとなり、更に試すいによる研究成果の一部として、地表には全く現われていなかった国分層群相当層の存在が新たに発見された。地表に全く見られないか或いは一部しか認められない地層が、地下深く潜在する例は、都城盆地や桜島<sup>注1</sup>)において既に知られているが、本地域においても、霧島—琉球火山帯における共通の岩層組成を完全に満たす結果となった。

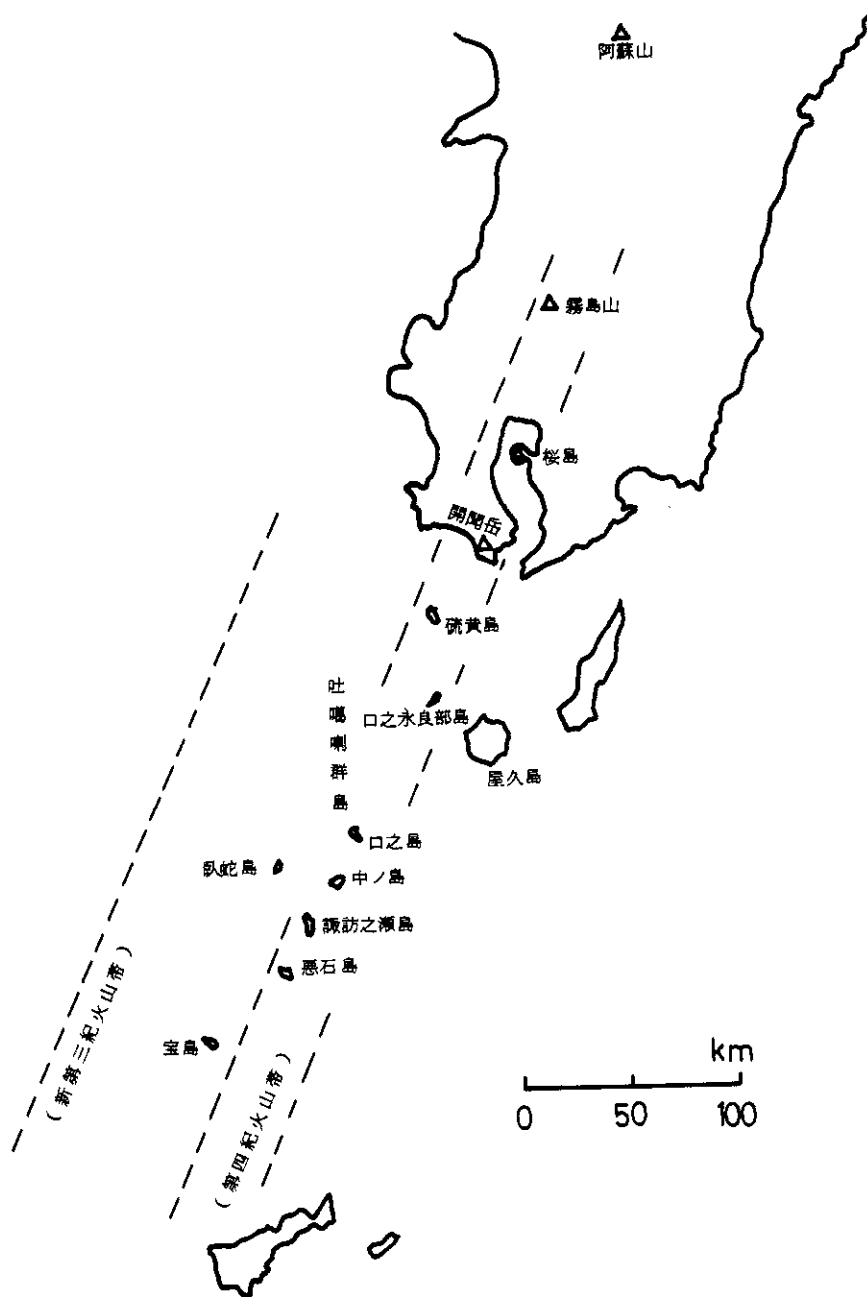


図1 霧島・琉球火山帯北部

Fig. 1. Northern part of the Kirishima-Ryukyu volcanic zone.

表1 霧島・琉球火山帯における主要岩層の層序

Table 1. Stratigraphic sequence in the Kirishima-Ryukyu volcanic zone.

	鹿児島湾 — 吐噏喇群島	えびの・吉松地域
現世～ 更新世	第四紀火山新期噴出物（角閃石～輝石安山岩）	霧島火山岩類（新期）
更新世	カルデラ噴出物（シラス類），始良層	加久藤層群
	国分層群	国分層群 霧島火山岩類（旧期）
新第三紀	新第三紀火山岩類	加久藤安山岩類
先新第三紀	四万十果層群～日南層群相当層	四万十果層群

次に霧島 — 琉球火山帯における新第三紀火山岩類と第四紀新期火山との関係を見ると、新しい火山の噴出口は全て新第三紀火山岩類の中にあり、先新第三紀基盤岩上に直接噴出している例はない。この事は、更新世以後の地殻内部における圧力の蓄積が解放される場所は、新第三紀火山活動による基盤岩の破壊によって、決定的なものとなっていることを示すものである。したがって霧島火山群においても、その新期火山噴出口の下位には、新第三紀火山岩類に相当する加久藤安山岩類が、必ず伏在しているであろうことが類推される。なお、カルデラ構造は、新第三紀火山岩類自体の陥没によって形成されているが、それは、多量のシラス類などを放出した場所および新期火山活動と後火成活動が活発に行われているところと一致する。

(2) カルデラ構造に関連して

加久藤安山岩類に相当する火山岩類は、飯野から加久藤カルデラ壁を越えて小林方面にも断続的に分布している。併しこの間には、四万十果層群が地表および地表近くに存在する形跡は全く認められない。これに対して加久藤溶結凝灰岩は、北側の四万十果層群から成る山地の南縁部に沿って東方に細長く分布し、小林北東方の須木村方面の谷間に沿って露出している。併しそれは小林市街地以东および以南の谷低部には全く存在しない。この場合、加久藤溶結凝灰岩が小林盆地一帯を埋め、更に谷間や低地沿いに高原ないし野尻方面に及んだものが侵食されつくしたと考えるには余りにも偶然過ぎる。これはもともと加久藤溶結凝灰

岩は、現在の分布地域にしか流れなかったと考えるのが妥当であろう。したがって、その南側には新第三紀火山岩類から成る高所が存在していたと解せざるを得ない。

一方地球化学的調査・研究によって、小林から高原にかけては、蓮太郎・湯の元などにおけるゆる水中に火山性ガスを特徴づけるCO<sub>2</sub>ガスなどが多量に検出されている。霧島火山群周辺においては、CO<sub>2</sub>ガスなど火山性ガスを噴出させている母層として確認されているものは、全て加久藤安山岩類である。

また一方、重力探査結果によると、低異常部は加久藤盆地におけると同様のものが小林盆地にも認められ、南に向かって漸次高い値となり、その高まりの傾向は少くとも高千穂峯と大湊池を結ぶ線まで続いている。したがって基盤（具体的には恐らく四万十果層群）の高まりもこの線までは続いていると見ることができる。したがって霧島火山群を中心とする一帯には、加久藤カルデラに加えて、小林盆地を中心とするものなど2個以上のカルデラ構造が伏在している可能性が考えられる。また加久藤カルデラ自体も、加久藤安山岩類の岩種の多様性や地形の凹凸関係、更に重力正規構造図などから総合して、幾つかの噴出口の複合体と見られることもできる。

(3) 先新第三紀基盤岩類の分布について

霧島・桜島・開聞岳などの新期火山群は新第三紀火山岩類中から噴出しているが、その新第三紀火山岩類を囲ぎょうする基盤岩類は、地表で認められている限り、四万十果層群や日南層群相当層

などを主とし、一部に貫入酸性岩類がある、霧島火山群周辺では、その東半部の外周に、四万十果層群が山地をなして広域に露出しているが、その内側の加久藤盆地などでは、加久藤安山岩類より下位の岩層の露出は全く見ることができない。併し古期たい積岩伏在の徴候としての、重炭化水素などの遊離ガスの量的・組成的特徴が抽出されたことは、地下水中のその他の化学成分・組成と併せ考えて、これら火山岩類の下位それ程深くないところに、恐らく四万十果層群相当層が存在することを指示するものであろう。また重力探査および深部電気探査によって求められた基盤の物理性は、四万十果層群に対して直接または近距離において実測された値を敷衍したものと矛盾しない。

## 2. えびの・吉松地区地震震源域における地質構造の特異性

えびの・吉松地区地震によって生じた、シラス崖の崩壊を主とする表層破壊現象や平坦面における建造物損壊現象の量的・質的分布から判断すると、シラス質地層と段丘および沖積たい積物における震動の最も激しかった部分は、えびの町永山付近と吉松町下中津川付近とを結ぶ線を長軸とするだ円形の中に概ね含まれる。被害分布が見掛上この長軸の北西側に多く、南東側に少ないのは、破壊～損壊現象を生じさせ易い地層の地表分布量の差、及び建造物密度の差によるものとみてよい。そして地質現象の立場からは、震源の主要なものは、この範圍とくにその中央や、南西寄り付近にあると判断されるが、このような震源と破壊の主域は、記録による限り、過去の地震の場合と変わっていない。

一方地質時代における地殻変動の記録として重要なものに、霧島火山群における一連の火山活動と、主として加久藤層群の中に残されている、断層やしゅう曲の構造がある。霧島火山群における北西—南東の排列方向や、その北西延長部に当る加久藤層群の局地的な変位、更に真幸駅付近の加久藤安山岩類の変質帯の存在などについては、既に注目されているところであったが、今回の総合的地質構造の研究によって、それらの、特に加久藤層群変位地域の立体構造を、かなり具体的に浮彫りにすることができた。図2はこれらの総合結果に基く推定地質構造の一部である。すなわち、

京町—般若寺—原口—下中津川—楠辺—岡元—大溝原—京町の線によって囲まれる部分が、同じ加久藤層群の中でも、他の部分に較べて量的に異常な変位を示していること、及びそれが著しい断裂系によってブロック化していることが新たに明らかにされた。

なお、これに関連して、飯盛山噴出物の北縁部では、同噴出物の基底は地表で見られる加久藤層群との境界よりも低位置にあることが楠辺における試すい1号井によって確認されたが、このような関係は楠辺・岡元台地のほど全域に及んでいるものと判断される。水文地質的水収支計算によれば、飯盛山火山体における降水量の大部分は、一旦同噴出物下に浸透し、ほとんどその全量が竹中ゆう水および長江川西側の出水ゆう水に東西に分れて再現することになる。かつ京町南側一帯の加久藤層群地域の小河川の濁水比流量は極めて小さい。これらの事実は、加久藤層群の分布高度および構造が、相対的に極めて大きな透水性——したがって大きな空けき率を有する飯盛火山体からの地下水をシャ断していること、及び飯盛山噴出物の基底が普遍的に低位置にあることを意味する。

ところでこのような加久藤層群の大きな変位及びそれを形成する断裂系は、表層近くの加久藤層群に止まらず、固分層群相当層を経て更に下位の加久藤安山岩類において一層著しいことが、試すい2号井の結果によって明らかとなった。同試すいコアによれば、京町地下の加久藤安山岩ははなはだしく破碎され、方解石脈および黄鉄鉱などによる鉱染作用を受けていることも判明し、それは真幸駅付近における変質帯に類似する。また古期たい積岩の影響を反映すると考えられる水質・ガスの要素及び組成は、京町周辺の加久藤安山岩類中において鮮鋭に見出されるのであるが、恐らく四万十果層群自体が著しく破壊されてモザイク状に細分化し、熱水ないしガスが圧縮・過飽和状態にあるものと考えられる。なお、四万十果層群の破壊に関連して、高压変形試験によって示された四万十果層群試料の諸性質、とくに三軸高压圧縮試験における同試料の破壊に伴なう特異の震動は、地震現象の特異性と考え合わせて注目される。なお、岩片としての試料に基く物理性は、不均一性の大きい火山岩においては必ずしも岩体全体を代表するとは限らないが、割目を除いてはほぼ均一かつち密な四万十果層群のような岩層に対し

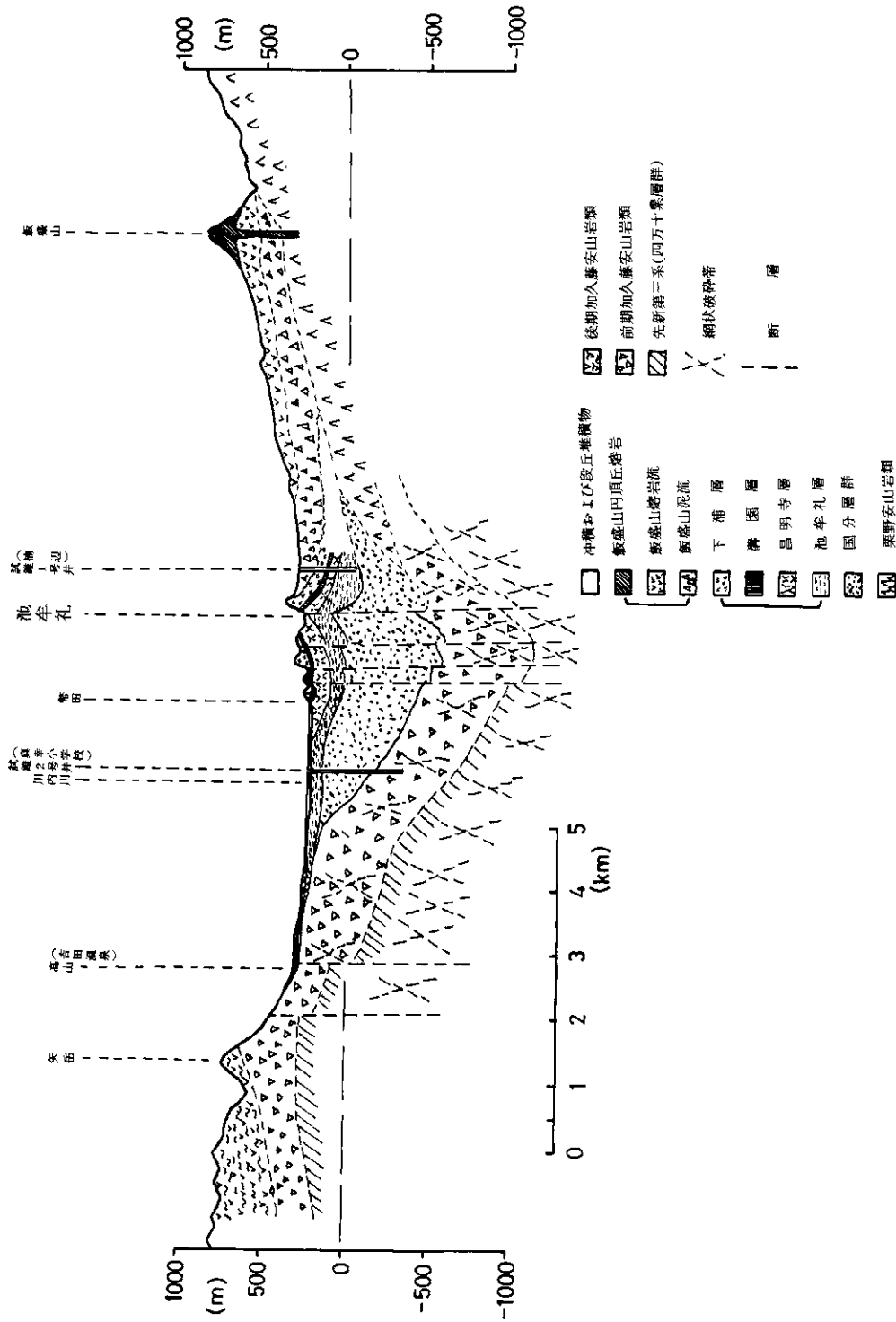


図2 京町付近推定断面図  
Fig. 2. Estimated section of Kyomachi.

では、かなり岩体全体を代表するものと見てよいであろう。

次に地熱構造の上で、吉松町山下—原口の線以東京町までの高ポテンシャル部と、その東西方向両外側への下降傾向が注目されるが、これに関連して、この高ポテンシャルの区域では、北側の加久藤安山岩類から成るカルデラ内壁崖から流出する小河川についても、上述の京町南側の加久藤層群丘陵から流出する小河川についても、何れも湧水比流量は最小の値を示している。これはこの区域では長坂凝灰角れき岩の山地と加久藤層群丘陵とは保水力に乏しく、かつ降水の地下深部への滲透能力も相対的に小さいことを示すものである。したがって京町付近の加久藤層群に対する天水の供給量は相対的に小さく、この事が地熱構造に対して二次的に反映することも考えられる。

### 3. 震源と地質構造との関係

#### (1) 帽岩としての第四系たい積物

固分層群相当層および加久藤層群は、水平方向に広がる泥質層を多くはさんでいるので、垂直方向に対して不透水の性質を有している。また溶岩や四万十累層群に較べて著しく大きな可塑性を有するので、断層などによる割目が生じても充てんされてしまう可能性が大きく、それが流体の通路とはなり難い。またこれら第四系たい積物は加久藤安山岩類に較べて熱伝導率が小さい。したがって両層群は地下深部からの流体と地熱の流動に対して帽岩（キャップロック）としての役割を果すものである。これに対して、京町付近地下に伏在する加久藤安山岩類以深の岩層は、上述の諸事実にかんがみ、流体と熱の供給を受け易い状態にあると考えられる。今回の地震はこのような位置を中心として発生しているのであるが、仮に地震の原因が流体と熱の蓄積による圧力増加にあるとするならば、それは流体～エネルギー資源の存在と表裏一体のものとして、一貫した人工的管理システムの可能性が与えられるかも知れない。

#### (2) 震源と地表破壊現象

地表における類似の地形・地質的条件を前提とする、シラス崖の崩壊や建造物被害率の分布によれば、今回の地震による被害率は

##### i) 震源からの距離

##### ii) 加久藤層群の地表若しくは地表近くの存在

##### iii) 加久藤層群と固分層群相当層とを合せた厚さ

の3つの要素と相関関係を有するようである。震源が遠隔の位置にある大規模地震の場合と異なり、段丘面よりも沖積面の方が被害率が大いとは言えない。

#### (3) 震源域地下深部における観測の対象

震源域地下深部における基盤の瞬間的破壊に前後して、岩層・岩石の変位・変形が起り得るのである。また同時に破砕間げきに圧縮されて存在する熱水ないしガスにも、圧力・温度・水質組成などの変化が起り得る可能性がある。地震予知に関連する観測に当っては、基盤（恐らく四万十累層群）中の上記諸現象が重要な対象となろう。

#### (4) 群発性地震地帯の地質的共通性

今回の研究によってかなり具体的に明らかにされた地質構造は、霧島—琉球火山帯における、他の群発性地震の発生し易い場所、例えば桜島・開聞岳・吐噶喇群島などと共通性が極めて大きい。また更に松代地震地域や伊豆・箱根地域とも類似する点が多いことは注目される。したがって類似の群発性地震が発生する可能性のある場所は、共通的な地質構造と徴候とを点検することによって、かなりの程度まで予測することができよう。

## 4. 謝 辞

当該地質構造に関する研究の遂行に当っては、科学技術庁国立防災科学技術センターの高橋博地震防災研究室長の御指示を仰いだ。また調査研究を通じて、既に各担当者から述べられている多くの方々の文献や御教示に負うところが大きかったほか、九州大学理学部種子田定勝教授・鹿児島大学理学部大庭昇教授・同早坂祥三教授・京都大学桜島火山観測所長吉川圭三教授および宮崎大学教育学部遠藤尚教授の方々から貴重な資料の提供や御助言を頂いた。併せて厚く感謝の意を表する。

また現地における資料収集および調査行動に際しては、宮崎県・えびの町・鹿児島県・吉松町その他関連市町村の各関係部局担当者の各位、および地元の皆様から献身的な御援助・御協力を賜った。付して厚く御礼を申上げる。

#### (注)

注1) 京都大学桜島火山観測所所蔵の、袴腰におけるボーリング資料によると、深度800m以深まで第四紀たい積岩類が存在している。