

長野県の温泉と地質

信州大学教育学部
飯島 南海夫

A study of Spa and Geology in Nagano Pref.

Namio IIJIMA
Faculty of Education, Shinshu University

I まえがき

“長野県の地質”と題して山下は、本学会第35回大会(1983, vol 33, 160~183)でのべている。しかし、温泉と温泉にかかわりのある火成活動等については全くふれられていないので、ここではそれらについてのべてみる。

これまでの温泉地質は地向斜地質学にととっていて、温泉と断層(主として上下運動)、および火成活動との関係を論じてきた。しかし、これからは島弧—海溝系のマグマ活動と温泉、日本列島形成過程における水平移動とマグマ活動という観点から、日本列島下のマグマ発生とプレート論を統一的にとらえてみる必要があると思う。長野県の温泉はいつ頃のどんなマグマ活動と関係したか、プレート論をとりいれて考察してみる。

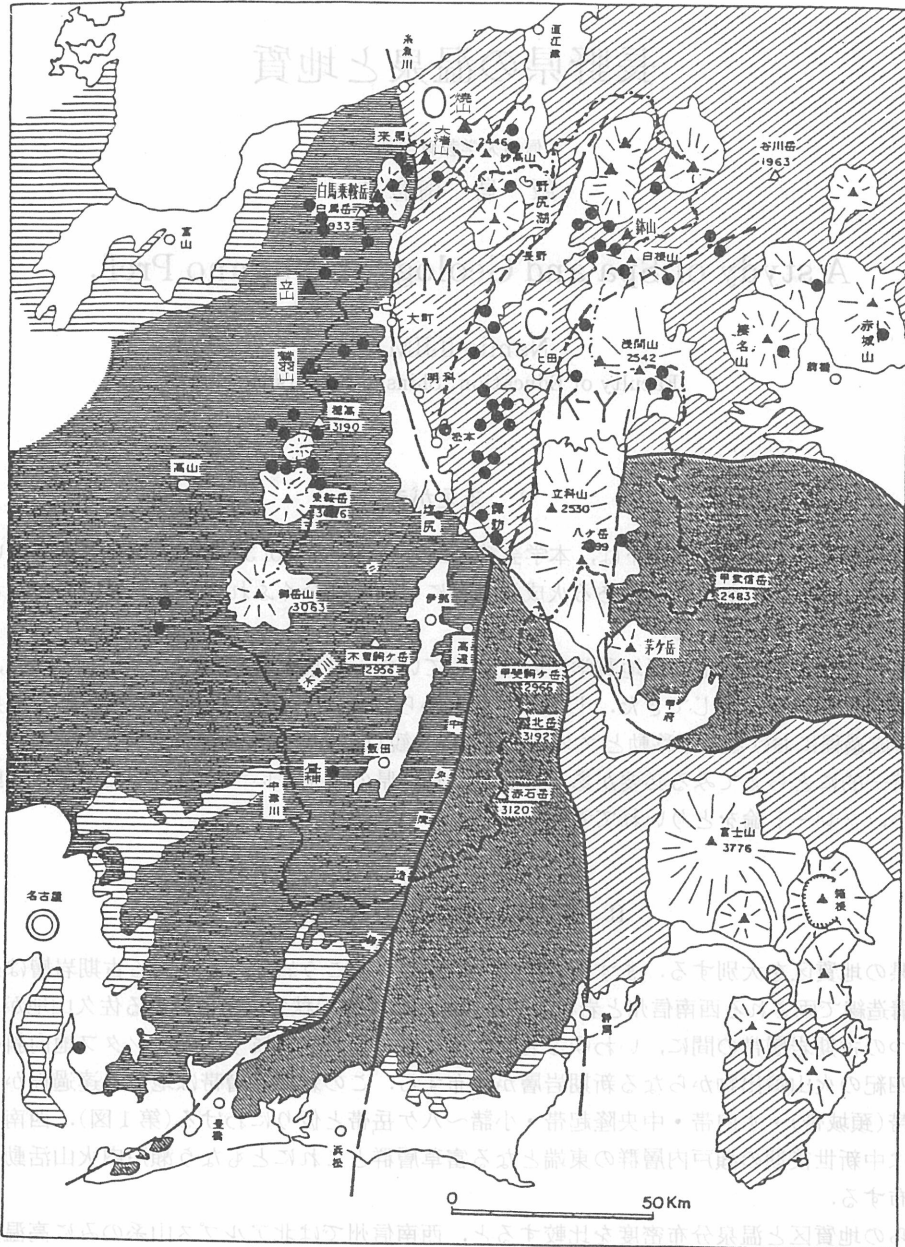
II 長野県の温泉と地質の関係

長野県の地質区を大別する。まず、古生層・中生層・花こう岩などからなる古期岩層は糸魚川～静岡構造線で画される西南信州と岩村田～若神子線の東側の秩父山塊に属する佐久山地がある。この二つの古期岩層帯の間に、いわゆる北部フォッサ・マグマに属するグリンタフ地向斜の堆積岩と第四紀の火山噴出物からなる新期岩層が分布する。この新期岩層帯は地質発達過程から、小谷隆起帯(頸城帯)・水内帯・中央隆起帯・小諸～八ヶ岳帯と仮りにわけ(第1図)。西南信州の南端には中新世後期の瀬戸内層群の東端となる富草層群とこれにともなう瀬戸内火山活動の火山岩が分布する。

これらの地質区と温泉分布密度を比較すると、西南信州では北アルプス山系のみ在高温泉が偏在し、中央アルプス・南アルプス・木曾谷・伊那谷に25℃以上の温泉はなく、僅かに近年、恵那山トンネル工事中に発見された昼神温泉が唯一の温泉である。

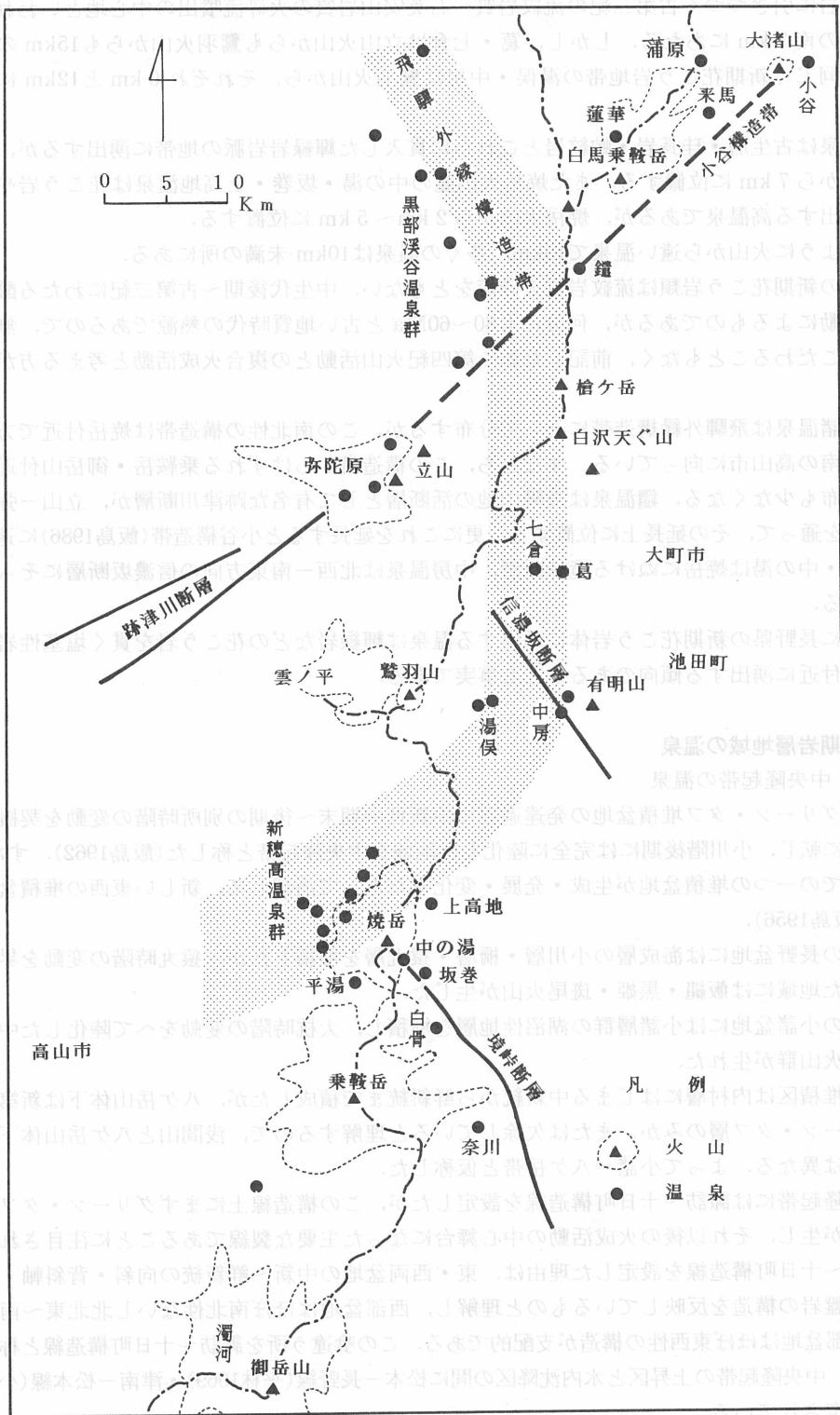
1. 古期岩層地域の温泉(その1)

北アルプス山系の諸温泉は新期花こう岩から湧出する温泉(葛・七倉・湯俣・中房・上高地・坂巻・中の湯・白馬鑓)が多い。その他の古期岩層から湧出する温泉(蓮華・来馬・蒲原・島・平湯)もある。これらはすべて白馬乗鞍～御岳火山列の諸火山にかかわる温泉と理解される(第2図)。例えば葛・七倉は新期花こう岩から湧出するが、付近には輝緑岩岩脈も認められる。また、新期



- | | | | | | |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|----------------|-------------|
| □ 第四系 | ☼ 第四紀火山 | ▨ 新第三系 (非褶曲) | ▧ 新第三系 (褶曲) | ■ 古期岩層 (内帯) | ■ 古期岩層 (外帯) |
| 最新期の岩層 | | 新期の岩層 | | 古期の岩層 | |
| (第四紀洪積世中～後期+沖積世) | | (新第三紀+第四紀洪積世前期) | | (古生代+中生代+古第三紀) | |
| ● : 温泉 | ○ : 小谷隆起帯 | M : 水内帯 | C : 中央隆起帯 | K-Y : 小諸-八ヶ岳帯 | |

第1図 長野県の地質構造と温泉分布
(山下原図(1983)に温泉と地質区を加筆)



第2図 北アルプス山系の温泉と火山分布

花こう岩に引きつづく古第三紀の流紋岩質～石英安山岩質の火砕流噴出の中心地といわれる白沢天狗岳の南7 kmにあたる。しかし、葛・七倉は立山火山からも鷲羽火山からも15 kmの距離である。同じく新期花こう岩地帯の湯俣・中房は鷲羽火山から、それぞれ6 kmと12 kmに位置する。

鑛温泉は古生層・珪長岩・蛇紋岩とこれらに貫入した輝緑岩岩脈の地帯に湧出するが、白馬乗鞍火山から7 kmに位置する。また焼岳火山麓の中の湯・坂巻・上高地温泉は花こう岩や古生層から湧出する高温泉であるが、焼岳火山から2 km～5 kmに位置する。

このように火山から遠い温泉で15 km、多くの温泉は10 km未満の所にある。

前述の新期花こう岩類は流紋岩質火砕流をとまない、中生代後期～古第三紀にわたる酸性深成火山活動によるものであるが、何分にも80～60 Maと古い地質時代の熱源であるので、無理してこれにこだわることもなく、前記した如く第四紀火山活動との複合火成活動と考える方が妥当であろう。

前記諸温泉は飛騨外縁構造帯にそって分布するが、この南北性の構造帯は焼岳付近で方向を転じ、西南の高山市に向っている。すなわち、この構造帯からはずれる乗鞍岳・御岳山付近には、温泉分布も少なくなる。鑛温泉は飛騨山地の活断層として有名な跡津川断層が、立山一弥陀原火山の下を通して、その延長上に位置する。更にこれを延長すると小谷構造帯(飯島1986)に連なる。

坂巻・中の湯は焼岳にぬける境峠断層、中房温泉は北西-南東方向の信濃坂断層にそって湧出している。

一般に長野県の新期花こう岩体に湧出する温泉は輝緑岩などの花こう岩を貫く塩基性岩の岩脈の多い付近に湧出する傾向のあることも事実である。

2. 新期岩層地域の温泉

(1) 中央隆起帯の温泉

内村グリーン・タフ堆積盆地の発達過程で中新世中期末～後期の別所時階の変動を契機として上昇区に転じ、小川階後期には完全に陸化した地域を中央隆起帯と称した(飯島1962)。すなわち、これまでの一つの堆積盆地が生成・発展・変化をたどって消滅して、新しい東西の堆積盆に分化した(飯島1956)。

西側の長野盆地には海成層の小川層・柵層・猿丸層を堆積したが、猿丸時階の変動を界にして隆起した地域には飯縄・黒姫・斑尾火山が生じた。

東側の小諸盆地には小諸層群の湖沼性地層を堆積し、大杭時階の変動をへて陸化した中心部に烏帽子火山群が生れた。

小諸堆積区は内村層にはじまる中新統から鮮新統まで積成したが、八ヶ岳山体下は新第三紀層はグリーン・タフ層のみか、または欠除していると理解するので、浅間山と八ヶ岳山体下の地質発達史は異なる。よって小諸～八ヶ岳帯と仮称した。

中央隆起帯には諏訪～十日町構造線を設定したが、この構造線上にまずグリーン・タフ海底火山活動が生じ、それ以後の火成活動の中心舞台になった主要な裂線であることに注目されたい。

諏訪～十日町構造線を設定した理由は、東・西両盆地の中新～鮮新統の向斜・背斜軸・火山配列は基盤岩の構造を反映しているものと理解し、西部盆地はほぼ南北性ないし北北東～南南西方面、東部盆地はほぼ東西性の構造が支配的である。この喰違う所を諏訪～十日町構造線と称した。その後、中央隆起帯の上昇区と水内沈降区の間松本-長野線(平林1969)・津南-松本線(小坂1984)など設定されている。

中央隆起帯は、この諏訪～十日町構造線にそって、中新世中期の緑色火山岩類、後期の石英閃

緑岩，中新世最末期の玢岩，鮮新世初期の塩基性火山岩，洪積世～完新世の第四紀火山活動の中心舞台であった(表1)。

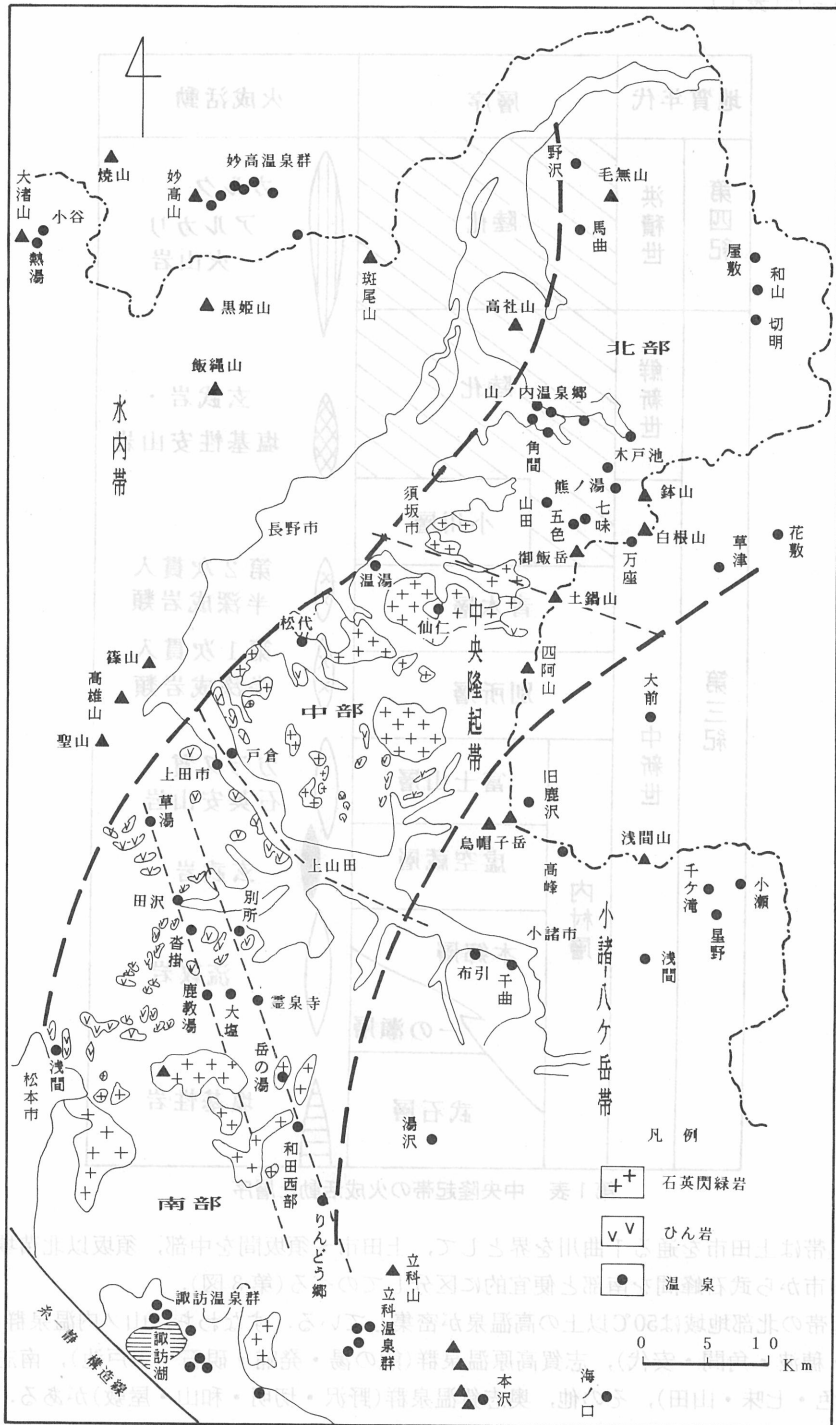
地質年代		層序	火成活動
第四紀	洪積世	陸化	カルク・アルカリ火山岩
	鮮新世	陸化	玄武岩・塩基性安山岩
第三紀	中新世	小川層	第2次貫入半深成岩類
		青木層	第1次貫入半深成岩類
		別所層	玄武岩
		富士山層	ガラス質石英安山岩
		虚空蔵層	玄武岩
		本郷層	流紋岩
		の瀬層	玄武岩
	武石層	塩基性岩	

第1表 中央隆起帯の火成活動と層序

中央隆起帯は上田市を通る千曲川を界として，上田市～須坂間を中部，須坂以北苗場山までを北部，上田市から武石峰間を南部と便宜的に区分してのべる(第3図)。

中央隆起帯の北部地域は50℃以上の高温泉が密集している。すなわち，山ノ内温泉群(湯田中・渋・上林・穂波・角間・安代)，志賀高原温泉群(熊の湯・発咄・硯石・木戸池)，南志賀温泉群(万座・五色・七味・山田)，その他，奥志賀温泉群(野沢・切明・和山・屋敷)がある。

中部地域は比較的低温度温泉で30℃前後で沸し湯が多く，温泉数は少なく鉱泉が多い。すなわち，松代温泉群・温湯・保科・仁礼その他無名鉱泉である。



第3図 中央隆起帯の温泉と岩石分布

南部地域は中温度温泉で45~38℃が多い。南から長門町のりんどう郷温泉・和田村の西部温泉・武石村の岳の湯・丸子町の鹿教湯・大塩・霊泉寺・上田市の別所・青木村の田沢・沓掛・坂井村の湯戸・草湯である。これらはある幅をもったN20°~30°W方向の上田-小県温泉構造帯(飯島1985)に含まれる諸温泉である。南部の諸温泉は近年ボーリング開発したものが多い。

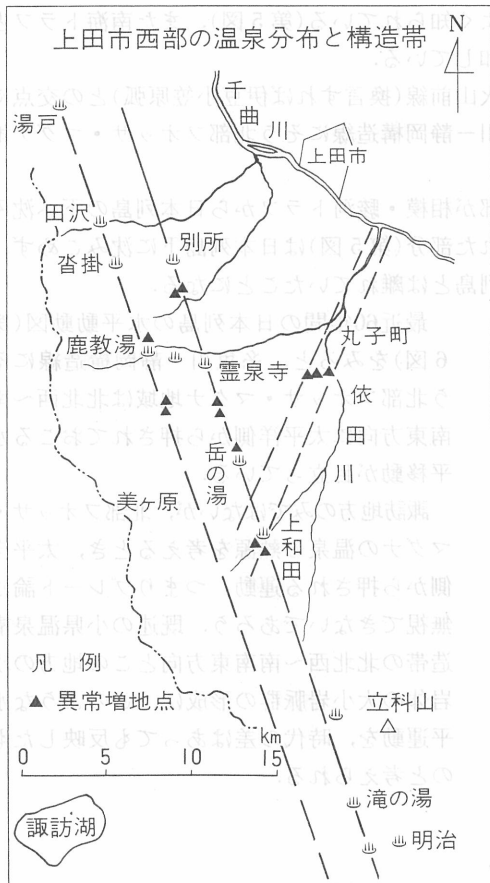
北部地域に高温泉が密集するのは、諏訪~十日町構造線と南北火山配列線(浅間山-白根山-鉢山)との交叉部であって、しかも、この交叉部には、最も新しい火山が噴出していることと、その他の中新世以降の火成活動が複合していることである。ついでに火山配列とその新旧についてのべると、北北東~南南西方向(諏訪-十日町線方向)に配列する火山は古く、御飯・土鍋・四阿がある。これに直交する北北西~南南東方向にのる火山がこれにつき若く、南北方向に配列する火山は最も新しく完新世火山である。浅間山の真北に白根火山群、その真北に志賀火山群(巴状式溶岩流地形を残す志賀山と鉢山)その真北に毛無火山群が位置する。また浅間山の南は千曲川にそって岩村田-若神子線にそって山梨県の茅ヶ岳火山につづき、さらに南は伊豆小笠原弧の内孤中に南北に連なる西七島断層に連なるのである。すなわち北部には完新世火山の草津白根火山群と志賀-鉢山火山群があるから高温泉をとまなうのであろう。また玢岩岩体を切るこの南北構造線にそって、ろう石鉱床の賦存することはよく知られている。

中部地域は既述の如く温泉数も少なく、低温度温泉であるのは、中新世以後の火成活動(第1表)は揃っていない、この南北構造線から大きくずれていることによると思われる。菅平高原に温泉がないのはこのためであり、後述の黑色玢岩のないことも関係していると考えられる。

南部の別所・沓掛・田沢・上山田・戸倉温泉は新第三紀層に貫入した玢岩類のみにかかわる温泉である。緑色火山岩類または石英閃緑岩に貫入した玢岩などにかかわる温泉は鹿教湯・霊泉寺・大塩・岳の湯・西部温泉である。ここで興味深いことはN20°~30°W方向の小県温泉構造帯(第4図)の地質学的意義である。この構造帯の設定については1985年の本大会で報告した(飯島他1985)。すなわち、三核比自動車法とαトラック法を補助手段に併用して、方解石脈の方向、石英閃緑岩を切る黑色玢岩の貫入の方向、断層などから総括したものである(第4図)。

北部地域でもそうだが、石英閃緑岩に貫入した玢岩は黑色玢岩の場合は泉温も高い傾向があるが、熱変質すると白黄化し、原岩を区別するのはむずかしい。

武石・別所・青木・冠着山方面では石英閃緑岩または白色系石英玢岩に貫入する黑色玢岩はN20°~30°W方向の岩脈が卓越している。



第4図 小県温泉構造帯

この貫入現象を観察すると貫入岩の接触部が鮮明に変わっていて、壁面の変位が認められないことである。狭い所へ無理に貫入した場合は流理構造とか破砕片が多いものである。被貫入岩は白色系石英玢岩だが20mの範囲が熱変質をうけているにすぎない。このN20°Wの走向は、貫入当時の水平最大応力場の方位を現している。換言すれば周囲の岩体をおしひろげるときに必要なマグマ圧は少なくすむ。すなわちマグマは最大応力と平行に貫入しやすいのである。既述の貫入壁面に変位のないことから、最少応力軸のN70°E方向の引張り場に貫入したと理解される。

これと同様な水平東西性引張応力場に貫入したと、砂岩脈・黒色岩脈の研究から結論した竹内章(1977)の報告もあるが、方解石脈・黒色岩脈・断層・温泉分布からも同じ結論が出たことになる。

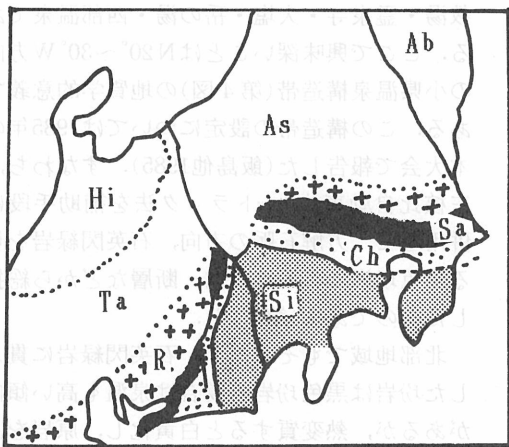
この玢岩の貫入時期は鮮新統の柵期前で後期中新統の下部小川層を貫入していることから、およそ中新世最後期の貫入で12~6 Maであろう。すなわちこの頃、日本海の拡大にともなって東北日本が反時計回り、西南日本が時計回りに回転したことに関連するマグマ活動と理解される。

最南端の諏訪温泉群は中央構造線と糸魚川-静岡構造線の交錯地域で、新第三紀の石英閃緑岩・立科-八ヶ岳火山活動に関わる温泉であろう。

諏訪温泉群は北北西~南南東方向に配列しているが、この方向性は立科・八ヶ岳・茅ヶ岳・富士山(第1図)の火山配列方向とはほぼ平行である。この方向性の成因を知ると、単に日本列島の折れ目というばかりでなく、フィリピン海プレートと太平洋プレートの日本列島下への沈みこみと深く関係している特殊な地質環境にあることがわかる。すなわち、西南信州の東部と秩父山地の古期岩層は八の字のごとく対曲構造を示すことはよく知られている(第5図)。また南海トラフと相模トラフも八の字を示し、地質構造の対曲と調和している。

富士山はフィリピン海プレートの北限縁と前記火山前線(換言すれば伊豆小笠原弧)との交点に当たるといわれている。逆Yの字の先端方向は糸魚川-静岡構造線にそって北部フォッサ・マグナ地域となり複雑な地質構造を示す(貝塚1984)。

四万十帯の対曲構造は伊豆小笠原弧の東西両翼部が相模・駿河トラフから日本列島の下へ沈み込んでいくが、伊豆小笠原弧と西七島断層に挟まれた部分(第5図)は日本列島下に沈みこめず、本州を突きあげる形になった。現在の伊豆半島は列島とは離れていたことになる。

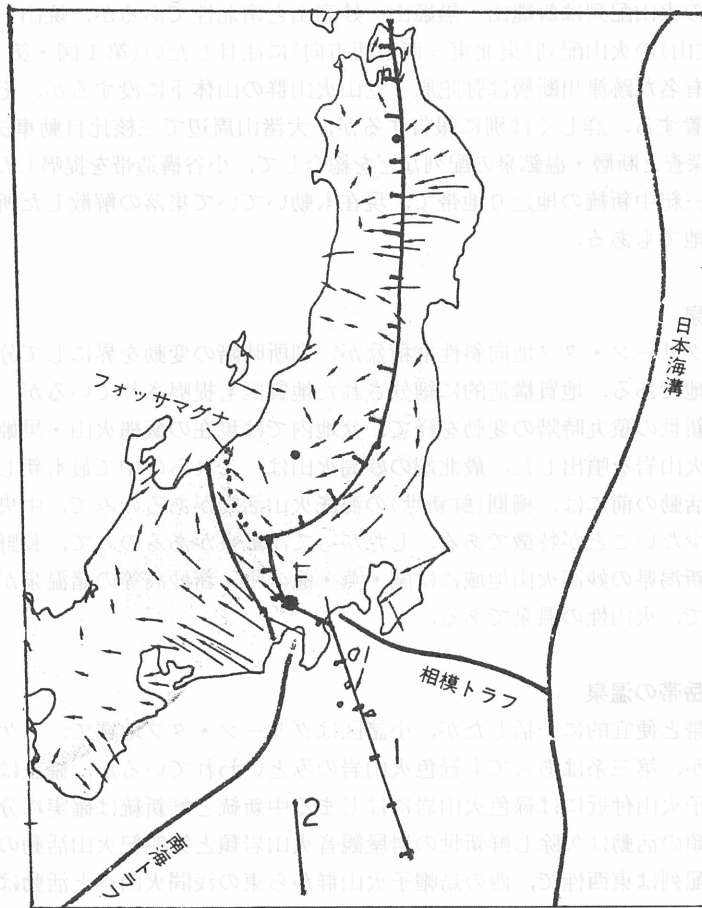


第5図 中部日本の対曲構造

Si: 四万十帯, Ch: 秩父帯, Sa: 三波川帯,
R: 領家帯, Ta: 丹波帯, As: 足尾帯,
Hi: 飛騨帯, Ab: 阿武隈帯

最近60年間の日本列島の水平動向図(第6図)をみると、糸魚川-静岡構造線にそって北部フォッサ・マグナ地域は北北西~南南東方向に太平洋側から押されておこる水平移動が目立っている。

諏訪地方のみではないが、北部フォッサ・マグナの温泉の熱源を考えると、太平洋側から押される運動、つまりプレート論は無視できないであろう。既述の小泉温泉構造帯の北北西~南南東方向とこの地方の玢岩体の大小岩脈群の形成は、このような水平運動を、時代の差はあっても反映したものと考えられる。



第6図 日本列島の水平移動

(竹内 均 1975 原図に加筆)

過去約60年内におこった水平移動で、矢印の長さが水平移動量を、
向きが移動方向を示す。

F : 富士山, 1 : 伊豆小笠原弧, 2 : 西七島断層

3. 小谷隆起帯の温泉

小谷隆起帯(平林1969)は中新世の別所時階の変動を契機として、半深成岩類が貫入し上昇区に転じた地域で、その地質発達史は中央隆起帯と似ているが、新潟県側を含めても規模は小さい。小谷隆起帯の主中心地は小谷村中土の大渚山から雨飾山・天狗原山である。主な温泉は中新世後期の玢岩・石英斑岩と大渚火山・焼山火山活動の関与した複合火成活動によるものであろう。小谷村中土の熱湯と小谷温泉は中新世後期の玢岩脈にかかわる温泉と考えられてきたが、絶対年代の測定により、これは安山岩脈で $1.03 \pm 0.32 \text{ Ma}$ (玉生他1981)となった。熱湯温泉は 80°C 以上である理由がうなづける。この安山岩脈と同質のものは大渚山頂と南斜面に分布している。すなわち玢岩類の上に安山岩が噴出した火山である。糸魚川市に入るが梶山元湯と梶山新湯とは玢岩と石英斑岩にかかわる温泉である。

大渚山の南斜面の各沢には前述の火成活動にかかわる温鉱泉の徴候が各所に認められる。

後述の水内区の火山配列は飯縄山-黒姫山-妙高山と南北性であるが、焼山-大渚山-白馬乗鞍岳-弥陀原(立山)の火山配列(東北東-西南西方向)に注目したい(第1図・第2図)。飛驒山地の活断層として有名な跡津川断層は弥陀原・立山火山群の山体下に没するが、その延長上に前記した諸火山が位置する。詳しくは別に報告するが、大渚山周辺で三核比自動車法・CNトラック法による放射能探査と断層・温鉱泉の配列などを総合して、小谷構造帯を提唱した(飯島他1986)。この構造帯は第三紀中新統の地辻り地帯で、現在も動いていて集落の解散した所もあるが、温泉開発の有力候補地でもある。

4. 水内帯の温泉

水内帯は内村グリーン・タフ地向斜性堆積盆が、別所時階の変動を界にして分化した西部堆積盆地の沈降中心地である。地質構造的に細分された地質区も提唱されているが、ここでは省略する。いわゆる鮮新世の猿丸時階の変動を経て、盆地内では現在の飯縄火山・黒姫火山地域は陸化して、それぞれ火山岩を噴出した。最北端の妙高火山は、これらの中で最も新しい火山である。この第四紀火山活動の前には、柵期(鮮新世)の海底火山活動があるのみで、中央隆起帯に比較すると火成活動の少ないことが特徴である。したがって冷鉱泉があるのみで、長野県側には温泉はない。しかし、新潟県の妙高火山地域には関・燕・池の平・新妙高等の諸温泉があり、50~60℃の比較的高温泉で、火山性の温泉である。

5. 小諸~八ヶ岳帯の温泉

小諸~八ヶ岳帯と便宜的に一括したが、小諸区はグリーン・タフ地域で、八ヶ岳区は先第三系のみが分布するか、第三系はあっても緑色火山岩のみといわれているが、確証はない。

浅間山・烏帽子火山付近には緑色火山岩にはじまる中新統と鮮新統は確実に分布している。しかし、半深成岩類の活動は欠除し鮮新世の岩屋観音火山岩類と第四紀火山活動のみである。

小諸区の火山配列は東西性で、西の烏帽子火山群から東の浅間火山へと活動は移動した。

温泉としては旧鹿沢温泉と高峯温泉ならびに小諸市の千曲川流域に近年開発された布引温泉・千曲温泉がある。いずれも油田系の可燃性ガスを併うことが特徴で、泉温は38~40℃内外である。また浅間山の東麓に小瀬・千ヶ滝・塩壺温泉がある。南麓の西軽井沢・古宿に低温泉が開発された。

浅間火山は南北の火山配列(既述)と東西性の火山配列の交錯地に当り、その北と南麓に比較的に温・鉱泉の徴候地がある。今後の開発が期待される所であろう。

八ヶ岳区は山頂近くの火山性温泉の本沢と山麓の海の口温泉がある。海の口温泉は南北性の構造線(岩村田-若神子線)、南北火山列にかかわっていることは疑いない。古期岩層を基盤とし、洪積統や火山噴出物で被覆されている海の口温泉付近では基盤岩の地質構造は不明であるが、下沢(1980)等のαトラック法による研究で、南北性の断裂が推定された。

6. 古期岩層地域の温泉(その2)~昼神温泉~

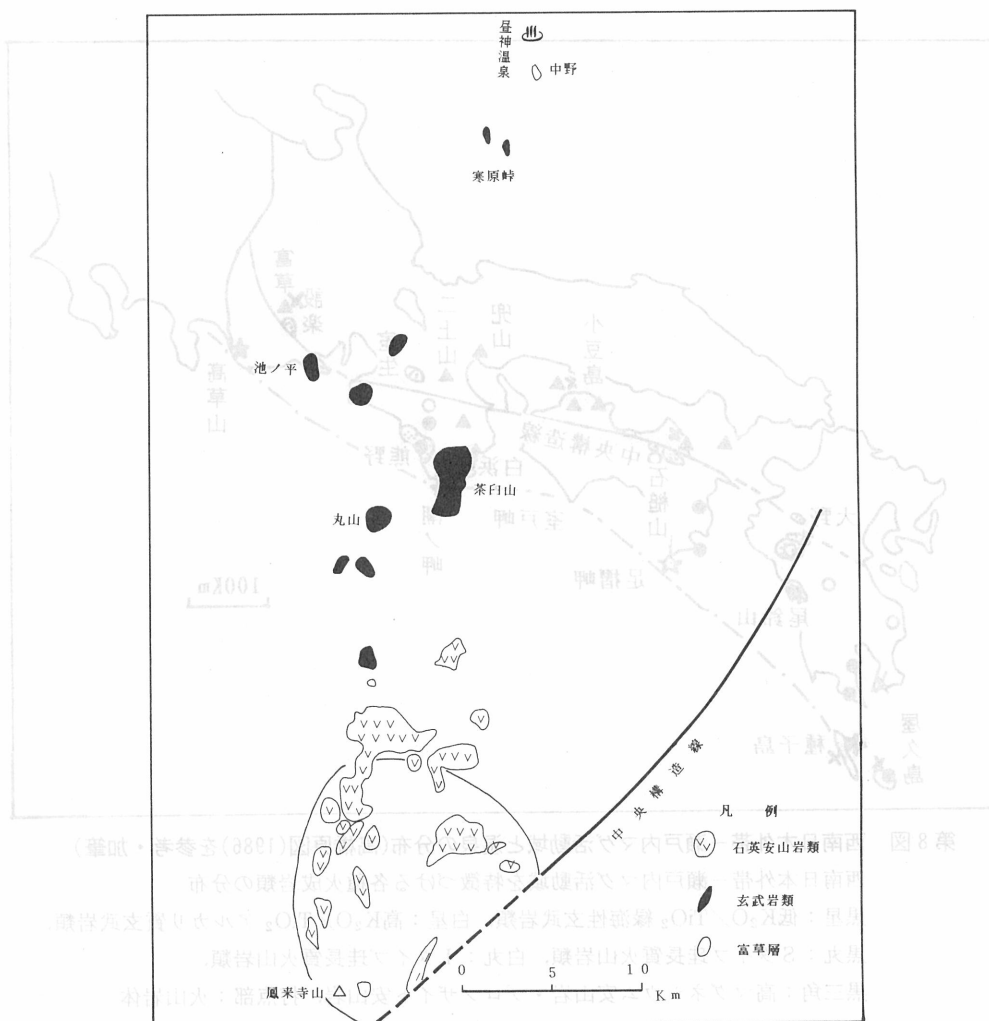
長野県最南端の昼神温泉は南信地方唯一の温泉(34℃)である。花こう岩地帯であるが、昭和48年中央道恵那山トンネル工事の時に発見された温泉である。熱源として考えられる火成活動の一つは、いわゆる新期花こう岩類とこれを貫く変輝緑岩がある。すなわち、生田花こう岩と伊那川花こう岩は昼神断層で接し、この断層の上盤を100m余りボーリングした。この花こう岩体の西側は恵那山系で、主として白亜紀後期の濃飛流紋岩類が分

布している。このような中生代末期の酸性深成マグマ活動にかかわる温泉とみる考えもあろう。
 他の一つは、新第三紀の中新世後期の西南日本外帯～瀬戸内マグマ活動の一環と巨視的にとらえて、中新世プレートとマグマ活動に由来すると考える。すなわち、中新世中期(17~12 Ma)の日本列島の島弧マグマ活動とは大変に異なった“島弧マグマ活動”(高橋正樹, 1986)が広く生じていたという事実も近年明らかにされるようになってきた。長野県最南端の富草地方には後期中新統の瀬戸内層群に対比される富草層群が分布しているのので、これについてのべる。

(i) 瀬戸内区

現在の瀬戸内海を東西に延長した500 kmにおよぶ細長い地域を瀬戸内区という。瀬戸内区では中新世に今の瀬戸内海と同じように浅い内海で、ここに堆積した地層を瀬戸内中新統という。瀬戸内中新統の広がった当時の海を第一瀬戸内海とよび、富草層はその東端に位置した。第一瀬戸内海の退いた後に、瀬戸内火山岩類の活動があった。すなわち、14 Maの珪長質火山岩類と12 Maの苦鉄質火山岩類の活動である。

岐阜県の設楽付近では中央構造線にそって珪長質火山岩類の活動(14 Ma)と北部の茶臼山・丸山・池の平などに苦鉄質火山岩類が分布している(第7図)。昼神温泉の南2 kmの中野には富草



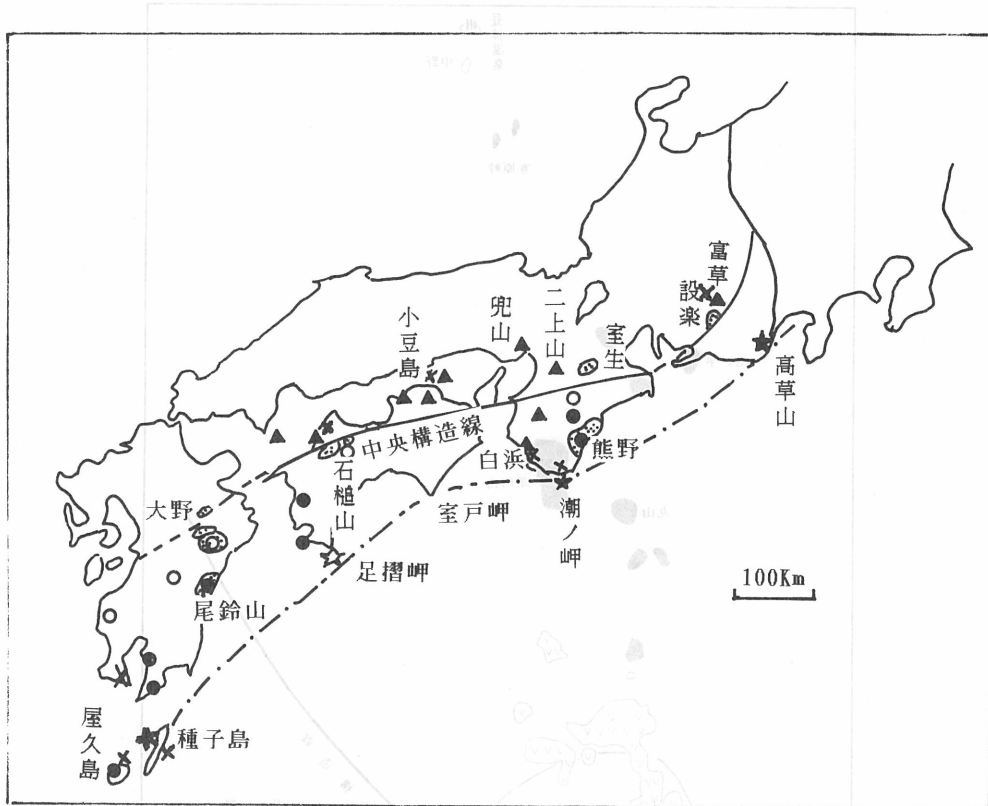
第7図 設楽付近の岩石分布図

層群の最上位層が、その北西端の分布を示している(第7図)。また更に、南4 km の寒原峠には、昼神断層にそって玄武岩の貫入岩体がある。この種の玄武岩脈は花こう岩体の山中に未発見のものが多数ある見込といわれている(坂本正夫談話)。これらの玄武岩岩脈は中新世後期の茶臼山累層の池の平溶岩類(ブロンザイト安山岩)にひきつづく活動であるが、貫入時期の上限は押えられていないので、洪積世前期にかかる可能性もある。しかし、中新統の設楽層群に対比される富草層群の最上部層の茶臼山累層の池の平火砕岩・茶臼山火砕岩類に引きつづく玄武岩岩脈と位置づけられる。すなわち、瀬戸内火山岩類の珪長質火山岩と苦鉄質火山岩の活動に対応し、更に第四紀の玄武岩活動が関与したかもしれない。

昼神温泉は、このように位置づけられたマグマ活動にかかわる温泉と考えられる。ちなみに、御岳火山からは約52 km の距離にある。

(ii) 西南日本外帯-瀬戸内マグマ活動域

高橋(1986)によれば西南日本外帯-瀬戸内マグマ活動は九州の屋久島から関東山地まで、延長1000 km 以上、幅150 km の広がりをもって分布し、中央構造線以北の瀬戸内区、以南の外帯地域および外縁帯に三区分される(第8図)。



第8図 西南日本外帯-瀬戸内マグ活動域と温泉の分布(高橋原図(1986)を参考・加筆)
 西南日本外帯-瀬戸内マグ活動域を特徴づける各種火成岩類の分布
 黒星：低 K_2O/TiO_2 縁海性玄武岩類，白星：高 K_2O/TiO_2 アルカリ質玄武岩類，
 黒丸：Sタイプ珪長質火山岩類，白丸：Iタイプ珪長質火山岩類，
 黒三角：高マグネシウム安山岩・ブロンザイト安山岩，打点部：火山岩体
 X：温泉

外縁帯の火成活動は最も古く17~16 Ma, 外帯の南縁は15 Ma 頃の貫入岩体を主とし, 外帯の珪長質マグマ活動は14 Ma 頃である. また内帯の瀬戸内地域は14 Ma 頃の珪長質火山岩類を主とする前期と, 12 Ma 頃の苦鉄質火山岩を主とする後期に分けられる. 前期の珪長質火山岩類は大規模な火砕流堆積物で, 九州の大野・紀伊半島の室生・岐阜県の設楽に分布している. 後期の苦鉄質火山岩類は高アルミナ玄武岩・高マグネシウム安山岩・ブロンザイト安山岩・輝石安山岩・角閃石安山岩などからなり, 設楽の北部の富草地方に, この苦鉄質火山岩が分布(前出)することが注目される.

西南日本外帯-瀬戸内マグマ活動域と温泉分布を考察すると, 花こう岩体, その他の古期岩層帯の温泉熱源を示唆すると考えられる.

III む す び

長野県の温泉のみでなく日本の温泉にもかかわる問題であるが, 要約すると次の如くである.

1. 第四紀の日本列島における島弧・海溝系火山活動による火山の分布は, 太平洋プレートとフィリピン海プレートの沈みこみに対応した東日本火山帯・西日本火山帯に大きく2分される. すなわち, 日本の温泉(長野県の温泉)の大部分はこの火山活動とかわりのある温泉である.
2. 中新世最末期に別所温泉~中央隆起帯南部~に貫入した珩岩類にかかわる温泉は, 15~6 Ma 頃, 日本海の拡大にともなって東北日本が反時計回りに, 西南日本が時計回りに回転したことに関連したと考えられるN70°E方向の引張り応力場に貫入したマグマ活動によるものであろう.
3. 中新世中期の日本列島には現在とはかなり異なった性格を有する島弧マグマ活動が生じていた. 前述の如く西南日本の時計回りの回転は熱い四国海盆の沈みこみをひきおこし, 西南日本外帯-瀬戸内火山活動の珪長質火山岩と苦鉄質火山岩の活動にかかわる温泉として, 県南の昼神温泉がある.
4. 近年, 温泉熱源として中生代末期~古第三紀の酸性深成火山活動(新期花こう岩・濃飛流紋岩)を見直そうとする動きもあるが, 長野県には, この古すぎるマグマ活動のみにかかわる温泉はないと考えるのが妥当であろう. この古いマグマ活動と前記(1)または(3)が複合した形にかかわる温泉と考えられる.
5. 中新世中期のグリーン・タフ火山活動のみの温泉は, 長野県では低温泉か鉱泉が主である. これと前項の(1)または(2)と複合した場合は比較的的高温泉である.
6. 以上のように一応まとめてみたが, 筆者は現在も日本列島下に沈みこんでいるプレートによるマグマ発生が最大の熱源で, 古い火成活動地域は当時の構造帯でもあるので, この古い裂線によって共軛の関係にあるものと考えられる.

引用文献

- 赤羽 貞幸(1979): 北部フォッサマグナ地域における後期新生代の地質構造発達史(I), 信州大学教育学部志賀自然教育研究施設研究業績18号, 1-23.
- 飯島南海夫他(1956): いわゆる塩川層の地質, 地質雑. **62**, 622-635.
- (1962): フォッサマグナ北東部の火山層序学的並びに岩石学的研究(その1), 信州大学教育学部紀要, 12号, 86-133.
- (1963): 同上(その2)信州大学教育学部研究論集. 14号, 91-122.

- 他(1963)：上田小県誌，4，自然編，61-252.
- 他(1968)：更級埴科地方誌，1，自然編，43-158.
- 他(1986)：上田市西部の温泉分布と地質構造の関係，温泉科学，36，91(演旨).
- 他(1986)：長野県小谷温泉地域におけるNC-トラック法と三核比法による中土構造帯の存在について，第39回日本温泉科学会大会演旨集，9.
- 石沢 一吉(1982)：北アルプス鹿島槍ヶ岳-烏帽子岳付近の火成岩類の地質，地質学雑誌，88，215-230.
- 歌代 勤他(1959)：長野県内村地方の選入岩類について．新潟大学教育学部高田分校研究紀要，4，118-131.
- 貝塚 爽平(1984)：南部フォッサ・マグナに関連する地形とその成立過程，第四紀研究，23，55-70.
- 加藤 碩一(1980)：坂城地域の地質，地域地質研究報告，5万分の1図幅，地質調査所.
- 小林 国夫(1957)：フォッサ・マグナに関連する地形とその成立過程第四紀研究，23，55-70.
- 小坂 共栄(1984)：信越方向，大峰方向ならびに津南松本線，J. Fac. SHINSHU UNIV. 19，2，121-142.
- 下沢 秀夫(1980)：佐久海のリク温泉の α トラック法による土中ラドンの定量とクラックの関係，信州大学教育学部科学教育報告，18号，51-57.
- 島津 光夫(1984)：北部フォッサ・マグナ地域の第四紀火山の時代とその配列，地質学論集，24号，21-30.
- 西南日本内帯後期中生代火成活動研究グループ(1967)：西南日本内帯における後期生代の火成活動と構造発達史，地団研専報，13，1-50.
- 竹内 均(1975)：地震の謎に挑戦する．サイエンス別刷，84-95.
- 竹内 章(1977)：長野県北部における新第三紀以降の応力場と造構過程，地質雑誌，83，679-691.
- 高橋 正樹(1986)：日本海拡大前の“島弧”マグマ活動，科学，56，2，103-111.
- 玉生志郎他(1976)：長野県北安曇郡小谷温泉周辺の石英閃緑ひん岩及び石坂流紋岩のフィッシュントラック年代，地質調査所月報，32，12号，717-719.
- 芽原一也他(1982)：飛騨外縁帯(特に青海-蓮華帯)及び上越帯に関する諸問題，地質学論集21号，101-160.
- 綱川秀夫他(1983)：日本列島の応力場と火成活動，科学，53，10，624-631.
- 天竜川上流地域地質調査委員会(1984)：天竜川上流地域地質解説書，中部建設協会.
- 仁科 良夫(1983)：北アルプス山麓の活断層と地震断層，長野県南安曇教育，7号，33-38.
- 平林 照雄(1967)：糸魚川-静岡線北部地域の地質構造，長野県教育センター紀要，第1集，51-75.
- HUZITA Kazuo, et al. (1971)：Geology and Geomorphology of the Rokko Area, Kinki District, Japan with Special Reference to Quaternary Tectonics. J. Geosci. Osaka City Univ. 14，71-124.
- 山下 昇(1983)：長野県の地質，温泉科学，33，160-183.

論文目録

- 青森学大機関誌(1) 1979年春号(1979) 1-32
- 1981年春号(1981) 1-32
- 1982年春号(1982) 1-32
- 1983年春号(1983) 1-32
- 1984年春号(1984) 1-32
- 1985年春号(1985) 1-32
- 1986年春号(1986) 1-32
- 1987年春号(1987) 1-32
- 1988年春号(1988) 1-32
- 1989年春号(1989) 1-32
- 1990年春号(1990) 1-32
- 1991年春号(1991) 1-32
- 1992年春号(1992) 1-32
- 1993年春号(1993) 1-32
- 1994年春号(1994) 1-32
- 1995年春号(1995) 1-32
- 1996年春号(1996) 1-32
- 1997年春号(1997) 1-32
- 1998年春号(1998) 1-32
- 1999年春号(1999) 1-32
- 2000年春号(2000) 1-32
- 2001年春号(2001) 1-32
- 2002年春号(2002) 1-32
- 2003年春号(2003) 1-32
- 2004年春号(2004) 1-32
- 2005年春号(2005) 1-32
- 2006年春号(2006) 1-32
- 2007年春号(2007) 1-32
- 2008年春号(2008) 1-32
- 2009年春号(2009) 1-32
- 2010年春号(2010) 1-32
- 2011年春号(2011) 1-32
- 2012年春号(2012) 1-32
- 2013年春号(2013) 1-32
- 2014年春号(2014) 1-32
- 2015年春号(2015) 1-32
- 2016年春号(2016) 1-32
- 2017年春号(2017) 1-32
- 2018年春号(2018) 1-32
- 2019年春号(2019) 1-32
- 2020年春号(2020) 1-32
- 2021年春号(2021) 1-32
- 2022年春号(2022) 1-32
- 2023年春号(2023) 1-32
- 2024年春号(2024) 1-32
- 2025年春号(2025) 1-32