

氏名・(本籍)	たに　ぐち　まさ　ひろ 谷　口　政　碩
学位の種類	理　学　博　士
学位記番号	理第　　8 1 4　　号
学位授与年月日	昭 和 60 年 11 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
最 終 学 歴	昭和43年 3 月 東北大学大学院理学研究科 (修士課程) 地学専攻修了
学位論文題目	Geological and Geochemical Studies on a Few Hot Spring Areas in the Southern Northeast Japan . (東北地方南部の 2・3 の温泉地域における地質学的なら びに地球化学的研究)
論文審査委員	(主査) 教 授 荻 木 浅 彦　　教 授 田 口 一 雄 教 授 砂 川 一 郎 教 授 青 木 謙 一 郎

## 論 文 目 次

Abstract

Introduction

Acknowledgement

Chapter 1. Hot Spring, Geology and Structure in the Hijiori Geothermal  
Field and Its Marginal Areas, Yamagata Prefecture .

I. Outlines of Hot Springs .

II. Stratigraphy of the Neogene-Tertiary and Quaternary Sequences with  
Their Basemental Rock .

III. Structural Geology of the Neogene-Tertiary and Quaternary Sequences  
with Their Basemental Rock .

IV. Relationships between Hot Spring and Structural Geology .

Chapter 2. Hot Spring , Geology and Structure in the Southern Miyagi Province .

I. Outlines of Hot Springs .

II. Stratigraphy of the Neogene -Tertiary and Quaternary Sequences with Their Basemental Rock .

III. Structural Geology of the Neogene -Tertiary and Quaternary Sequences .

IV. Relationships between Hot Spring and Structural Geology .

Chapter 3. Hot Spring , Geology and Structure in the Yamagata Basin and Its Marginal Areas .

I. Outlines of Hot Springs .

II. Stratigraphy of the Neogene -Tertiary and Quaternary Sequences with Their Basemental Rock .

III. Structural Geology in the Yamagata Basin and its Marginal Areas .

IV. Relationships between Hot Spring and Structural Geology .

Chapter 4. Hot Spring , Geology and Structure in the Iizaka District , Fukushima City .

I. Outlines of Hot Springs .

II. Stratigraphy of the Neogene -Tertiary and Quaternary Sequences with Their Basemental Rock .

III. Structural Geology on the Neogene -Tertiary and Quaternary Sequences with Their Basemental Rock .

IV. Relationships between Hot Spring and Structural Geology .

Chapter 5. Geochemistry on the Hydrothermal Solutions from Hot Spring .

I. Local Characteristics on Geochemistry of the Hydrothermal Solutions from Hot Springs in the Studied Areas .

II. Classification of Hot Spring on the Basis of Geochemistry .

III. Relationships between Geology and Chemistry on Hot Spring .

1. Geochemical Zonal Arrangement of Hot Spring .

2. Anion Index Application to Lateral Research of Geothermal Source .

Chapter 6. Consideration

I. Igneous Activity Related to the Depressional Lake Basin .

II. Igneous Activity Related to Hot Spring .

Conclusion .

References .

# 論文内容要旨

温泉湧出に関する従来の調査研究においては、裂か、断層、貯溜層および基盤構造等を解析し、それぞれの温泉地における温泉湧出に関係する地質構造を解明してきたが、成因的いかなる地質構造に最も密接して湧出するかについての総括的究明はほとんどなされていない。中村（1959）および谷ほか（1968）は宮城県鬼首・鳴子両地域の温泉は第四紀の湖沼堆積層の分布域に湧出していることを指摘した。東北地方に湧出する 1700 個所の温泉源のうちその約 2/3 は那須・鳥海両火山帯以外の新第三紀および第四紀の堆積岩類が分布している地域に湧出している。上記の知見を基礎とし、温泉湧出に関係し共通性のある地質構造を解明するために、またその構造の形成に関与した内的営力を解析するために山形県最上郡肘折地熱地帯、山形盆地およびその周縁、宮城県南部地域および福島市飯坂地域において、地質調査を行い、新産の化石鑑定および K-Ar 年代測定によるデータを加味し、層序対比を確立の上、地質構造解析を行った。また泉質と構造との解析をするために温泉水の化学分析を行った。

本研究の結果、温泉湧出に関する下記の知見が得られた。

1. 上記の 4 地域には新第三紀後期から第四紀に至る間の各地質時代に堆積した合計 11 の陥没性湖沼堆積層が分布している。それらは新第三紀中新世以後の地殻運動により主として NW-S E および NNE-S SW および NWW-S EE 方向の構造規制を受けている。

(1) 活火山地帯に位置する肘折および蔵王両地熱地帯の温泉は、宮城県鬼首・鳴子地熱地帯と同様に、それぞれ第四紀の陥没性湖沼堆積層肘折カルデラ堆積物（新唱）および古期蔵王火山岩類の分布域もしくは同層分布域近傍の NW-S E あるいは NE-S W 方向の断層系から湧出していることが判明した。

(2) 非活火山地帯に位置する山形盆地域においては、東根・天童両温泉は中新世後期の湖沼堆積層山口層の分布域周縁もしくは近傍 NW-S E 方向の堂ノ前断層、天童一貫津断層からそれぞれ湧出している。上ノ山温泉は湖沼堆積層生居川層の分布域周縁に発達する NE 性の上ノ山断層から湧出している。左沢温泉（大江町）および左沢鉱泉（同）は、鮮新世の湖沼堆積層分布域近傍の下位層に発達する NE 性の左沢断層および左巻断層からそれぞれ湧出し、上野（寒河江市）、中村（同）両温泉は、同層に近接する寒河江層に発達する NW-S E 方向の断層から湧出していると考えられる。

(3) 宮城県南部においては、七日原温泉は第四紀の湖沼堆積層七日原泥流の分布域に、遠刈田温泉は七日原泥流の湖盆周縁の遠刈田断層、鮮新世の湖沼堆積層松川層の分布域周縁あるいは両湖沼堆積層の周縁岩体である下位の遠刈田層の分布域にそれぞれ湧出していることが判明した。

小原温泉は中新世後期の湖沼堆積層冷清水層小久保平部層に近接する下位層に発達するNE-SW方向の断層系から湧出し、また鎌先温泉は同じく中新世後期の湖沼堆積層黒柴山層の分布域近傍のNW-SE方向の断層系から湧出していると考えられるに至った。

(4) 福島市飯坂温泉一帯は中新世後期の湖沼堆積層天王寺層の分布域周縁に位置し、同層の湖沼盆の形成および大作山火山岩類等の噴火に関係したNE-SW, NW-SEおよびNWW-SEE 3方向の断層が発達している。飯坂温泉は筑前(NWW性)、西掘切(NE性)および摺上川(NW性)断層のいずれか、これらの断層に伴なわれる亀裂系に湧出していると考えられる。また、穴原温泉は梨平層から堰場層に至る地層を切るNE性の穴原断層から湧出していることが判明した。

以上の3地域には青根温泉(宮城県)など一部に湖沼堆積層とは無関係の温泉が分布しているが、本研究地域のうち非活火山地帯に湧出する温泉全体の約85%に当たる170個所の温泉井(自然湧出泉を含む)は陥没性湖沼堆積層の分布域内もしくは同層分布域近傍の上記の断層系から湧出していることが判明した。従って、陥没性湖沼堆積層の湖沼盆形成に関与した陥没構造は温泉湧出に最も密接に関係する構造であることが指摘されるに至った。

2. 温泉水は基本的に酸性泉(硫酸性泉)のA型群、単純泉( $\text{NaHCO}_3$ )のC型群、およびこれ以外の中性~アルカリ性を示し、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{CaSO}_4$  および  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の混合系とみなされるB型群に区分される。非活火山地帯にA型群の泉質は分布しない。

活火山地帯では陥没性湖沼堆積層の分布域をその周縁域においてA型群を中心としてB型群およびC型群が漸次外側に分布するほぼ同心状の累帯配列が認められる。一方、非活火山地域では湧出断層の方向にBおよびC型群による線状の累帯配列が顕著であることが明らかとなった。

また、泉質は湖沼堆積層また湧出断層系ごとに異なり、特に隣接する温泉群におけるB型群の泉質は陰イオン三角ダイアグラム上で一部に例外が認められるも、ほとんどの場合、交叉しないことが判明した。従ってそれぞれの地下深部には単独の熱源が賦存することが暗示される。

3. 温泉水のアルカリ比( $\text{K}/\text{Na}$ )および陰イオン( $\text{SO}_4^{2-}$ )の含有量から山形盆地、宮城県南部および福島市飯坂地域に湧出する温泉はその熱源はすべてマグマ活動に関係あるとされる。上記2を加味し、本研究では、活火山地帯に湧出する温泉を活火山性温泉、非活火山地帯に湧出し、かつその熱源がマグマ活動に関する温泉を非活火山性温泉とそれぞれ命名し、深層熱水などの非火山性温泉と区別した。

4. AおよびB型群の温泉水の地下泉温と陰イオンとの相関関係からアニオン・インデックスを

下式の如く定義し、地質構造とアニオン・インデックスとの関係を解析した。

$$A, I = W_1 \times (Cl / Cl + SO_4) + W_2 \times (Cl + SO_4 / Cl + SO_4 + HCO_3) \quad (\text{非活火山地帯})$$

または、

$$I = W_1 \times (SO_4 / Cl + SO_4) + W_2 \times (Cl + SO_4 / Cl + SO_4 + HCO_3) \quad (\text{活火山地帯})$$

A, I 値の高値はそれぞれの湖沼堆積層の堆積盆の形成に最も関係した断層系に集中しており、それ故、地下の熱構造は、湖沼盆形成の地質構造に支配されていることが判明した。

5. 中新世後期の湖沼堆積層のうち、上記の山口層、生居川層および天王寺層にはそれぞれ下位層に一部に溶結凝灰岩を含み、主として石英安山岩質凝灰角礫岩ないし同角礫凝灰岩から構成される厚い火砕流堆積層（それぞれ川原子層、久保川層、梨平層飯坂部層）が発達している。これらの火砕流堆積物は下位層に対ししばしば高角断層で接し、かつアバットする産状を示す。また一部梨平層の基底部には崖堆性礫岩層が発達するなどこれらの湖沼盆が明らかに火山性陥没構造であることが判明した。従ってこれらの湖沼盆は広義の意味で荒卷（1969）によるカルデラの分類上「火山構造性陥没地」に相当するものと考えられる。

その他の中新世後期の湖沼堆積層の黒柴山層および冷清水層小久保平部層については、下位層にこれらの火砕流堆積物の積層は明確ではないけれど、湖沼堆積層に塊状の石英安山岩質凝灰岩類が挟在することを考慮するとそれぞれの湖沼盆は火山性陥没に相当するものと考えられるに至った。

6. 肘折カルデラ堆積物には少なくとも4回の堆積輪廻が認められ、かつ肘折火砕流源の塊状の石英安山岩質凝灰岩層が挟在している。同層の湖盆は肘折・金山両温泉の熱源と考えられる肘折火砕流の噴火・流出により形成されている。一方、東根温泉の湧出に関係する堂ノ前断層、また天童温泉の天童一貫津断層は火砕流堆積物川原子層の、さらに飯坂温泉の筑前断層は同じく梨平層の堆積盆形成に関与した構造である。東根・天童および飯坂温泉は那須火山帯の火山からは隔たっていること、火砕流堆積物の火山活動による火山性凹地形成の類似性を考慮すると、新第三紀の火砕流堆積物の火山活動はこれら両温泉の熱源として関係していると考えられる。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は東北地方南部の山形県肘折，上ノ山，天童，東根，宮城県遠刈田，小原，鎌先，福島県飯坂，穴原などの温泉地域についての詳細な地質調査の資料にもとづき，温泉の湧出と火山性陥没構造との関係及びその熱源として陥没を起した火山活動の可能性を考察している。上記の地域には新第三紀中新世後期から第四紀にかけて，NW及びNE系，地域によってはNNE及びNW系の構造規制を受けた陥没盆地が計11個みられ，その内部には湖沼堆積層が発達している。そのうち活火山地帯に属する肘折及び蔵王両地熱地帯の温泉は第四紀の陥没性湖沼堆積層分布域のNWあるいはNE系断層から湧出している。一方非火山地帯の東根，天童の温泉は中新世後期の湖成層分布域のNW系断層から，上ノ山温泉は湖沼堆積層のNE系断層から湧出し，宮城県南部の遠刈田，小原，鎌先などの温泉もまた湖成層分布域の陥没性断層（NEまたはNW系）に規制され，さらに飯坂温泉も湖沼堆積層の分布域周縁に位置し，NE，NW及びNWW系陥没断層に伴なわれている。しかも湖沼堆積層には当時の火山噴出物を多く含み，温泉もまたこの火山活動と有機的に関連して形成されたと考えられる。

これらの温泉を地化学的に分類すれば，酸性（硫酸酸性）のA型，単純泉（ $\text{NaHCO}_3$ 系）のC型，中性B型アルカリ性（ $\text{NaCl}$ ， $\text{CaSO}_4$ 及び $\text{Na}_2\text{SO}_4$ の混合系）泉のB型とに区分され，活火山地帯ではA型を中心とし，その外側にB型及びC型の温泉が同心状に累帯配列している。一方非活火山地帯では湧出断層に沿ってB型及びC型が線状累帯配列を呈するが，A型温泉はみられない。しかし，温泉水の $\text{K}/\text{Na}$ 値及び $\text{SO}_4^{2-}$ 量から推測すれば，非活火山地帯の温泉でもその熱源はマグマ活動と関係がある。また地下泉温と陰イオンとの相関関係から求めた陰イオン指数の高い値が堆積盆形成に関係した断層系に集中し，地下熱構造が陥没性堆盆の地質構造に支配されているという新知見を得ている。

このように本論文では東北地方南部に分布している温泉の成因，とくに地質構造と地化学的性質について新しい事実を見い出しており，これらは著者が自立して研究活動を行なうに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。よって谷口政碩提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認める。