

氏名・（本籍）	さとうひろし 佐藤比呂志
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第 977 号
学位授与年月日	昭和 61 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専攻	東北大学大学院理学研究科 （博士課程）地学専攻
学位論文題目	東北地方中部地域（酒田・古川間）の新生代地質構造発達史
論文審査委員	（主査） 教授 北村 信 教授 小高民夫 教授 高柳洋吉

## 論 文 目 次

### 緒 言

#### 地質概説

#### 第 1 章 層 序

第 1 節 庄内および出羽丘陵地域

第 2 節 新庄盆地西縁地域

第 3 節 新庄盆地地域

第 4 節 奥羽脊梁山脈西縁地域

第 5 節 奥羽脊梁山脈東縁地域

第 6 節 赤倉地域

#### 第 2 章 対比と時階の設定

第 1 節 生層位学的対比

第 2 節 庄内地域および新庄地域の鮮新・更新統の古地磁気層序

- 第3節 調査地域内の対比と時階の設定
- 第3章 堆積環境の変遷と古地理
  - 第1節 底生化石による堆積環境の復元
  - 第2節 各時階における古環境と古地理
- 第4章 地質構造
- 第5章 造構応力場の復元
  - 第1節 出羽丘陵地域・青沢層中の岩脈群より復元される古応力場
  - 第2節 鉞脈による古応力場の復元
  - 第3節 小断層による古応力場の復元
  - 第4節 スチロライトによる造構応力場の復元
- 第6章 地質構造発達史
- 第7章 結 語

# 論文内容要旨

**緒言：** 東北日本の第三系の層位学的研究は1960年代前半に総括され、それをもとに新生代における東北日本の構造発達史の概要が明らかにされた(北村, 1959; Taguchi, 1962)。その後1960年代後半以降プレートテクトニクス論に立脚し、東北日本をプレートの沈みこみ型境界としてとらえた東北日本の新生代造構運動に関する研究がなされ、いくつかのモデルが提唱されている。しかし、プレートの沈み込み運動と東北日本の背弧域の造構運動との相関関係は必ずしも明らかにされてはいない。東北本州弧のテクトニクスに関してより現実にそくしたモデルを構築するためには、背弧地域における長時間にわたる地殻変動の実態をより高い精度で明らかにすることが必要である。筆者は島弧断面における造構運動の実態を詳細に解明するために、東北日本の中央部を横断する地域を選び調査・研究を行った。研究を進めるにあたり、以下の2点を主要な目的とした。

1. 島弧に平行な断層・褶曲を形成した最新期地殻変動の進行過程の解明。
2. 後期中新世に酸性火成活動を伴って脊梁山脈で生じた構造運動の性格を明らかにする。

これらの目的を達成するために、本研究では岩石層序を再検討し、微化石・古地磁気層位学的データにもとづく堆積年代の推定を行い、地殻の上下変動の復元を試みた。さらに造構運動の場の性格を明らかにするために、小断層・岩脈・鉍脈等を用いて造構応力場の復元を行った。

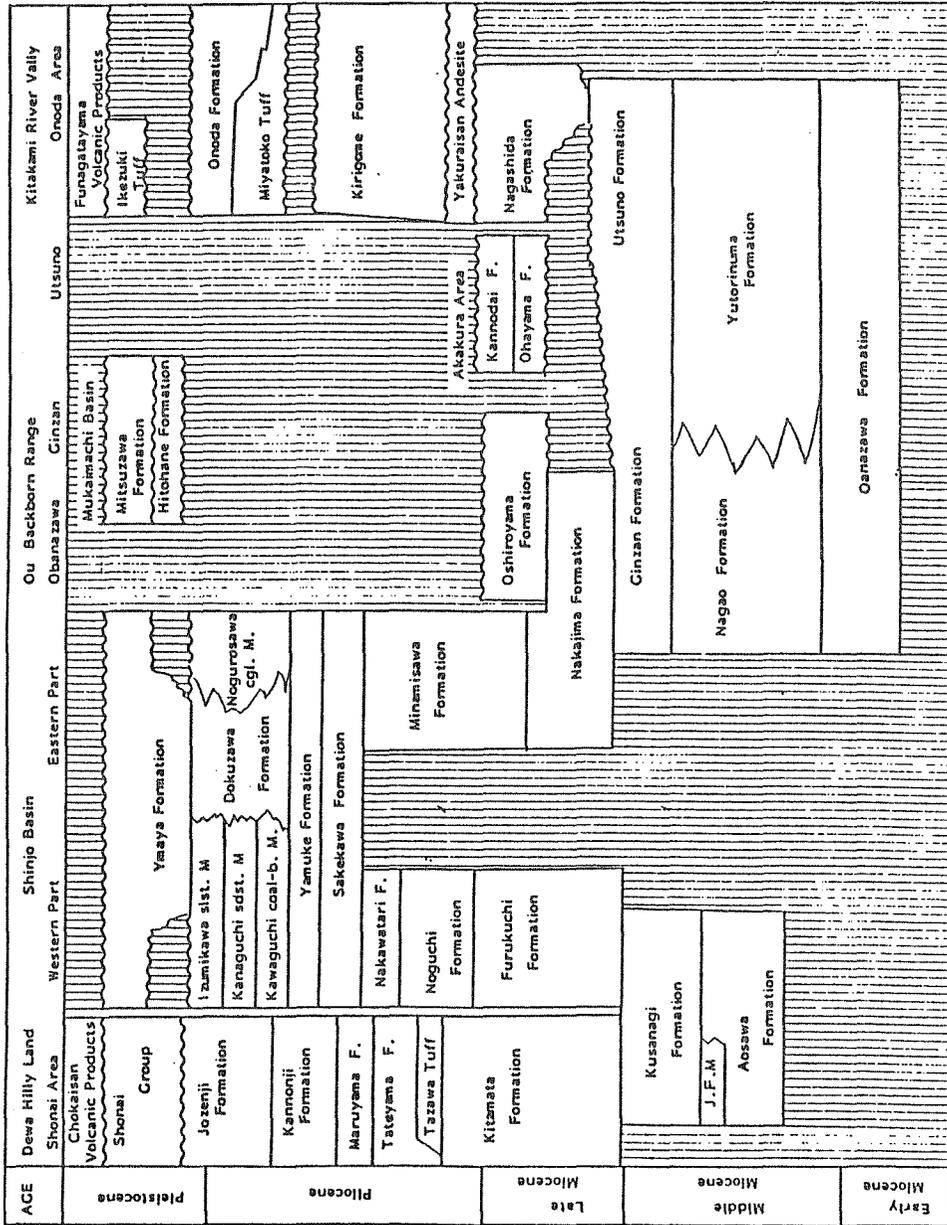
## 第1章 層序

調査地域の層序は次ページの図に示すようにまとめられる。

## 第2章 対比と時階の設定

浮遊性微化石・古地磁気層位の検討成果に基づいて、調査地域内の対比を行い9時階を設定した。

〔四の沢時階〕調査地域内には分布しない。グリンタフ最下部を構成し、田口(1974)の瀬見層・今田ほかの月山累層が本時階に相当する。〔大穴沢時階〕主として、酸性の火砕岩類によって特徴づけられる。大穴沢層が本時階に相当する。本時階の上限は隣接地域の資料からはほぼN.8に相当する。〔魚取沼時階〕青沢層・長尾層・魚取沼層が本時階に相当する。脊梁山脈地域では下部よりCN 4、上部よりCN 5aに相当する石灰質ナノプランクトン化石を産出する。また最上部からN.13に相当する浮遊性有孔虫化石を産出する。青沢層からはN.10-12に相当する有孔虫化石を産出する。微化石による推定年代は14.5 Ma.~12 Ma.である。〔草薙時階〕草薙層・銀山層・宇津野層が本時階に相当する。庄内地域・出羽丘陵地域では珪質泥岩が卓越することにより、奥羽脊梁山脈地域では浅海性の火山噴出物により特徴づけられる。銀山層上部より *Denticulopsis praedimorpha* Zone に相当する珪藻化石を産出する。〔古口時階〕出羽丘陵地域では黒色泥岩の卓越により、奥羽脊梁山脈ではコールドロンの活動による酸性火山噴出物によ



て特徴づけられる。上部中新統から下部鮮新統に相当する。〔野口時階〕はほぼ Gilbert 逆磁極期の地層に相当し、庄内地域では北俣層最上部から楯山層が、新庄盆地では野口層・南沢層が、小野田地域では切込層が本時階に相当する。〔中渡時階〕は Gauss 正磁極期の地層に相当する。庄内地域では丸山層、新庄盆地では中渡層・鮭川層が本時階に相当する。〔毒沢時階〕は Matuyama 逆磁極期の地層に相当する。庄内地域の観音寺層および常禅寺層の新庄盆地の八向層・毒沢層、小野田地域の小野田層が本時階に相当する。〔山屋時階〕は Brunhes 正磁極期の地層に相当する。庄内地域の庄内層群、新庄盆地の山屋層、向町・赤倉地域のひとはね層・満沢層、小野田地域の池月凝灰岩が本時階に相当する。

### 第3章 堆積環境の変遷と古地理

底生生物化石・層相をもとに、堆積環境の復元を行った。その概要は、第6章の地質構造発達史にて合わせて述べる。

### 第4章 地質構造

調査地域の地質構造は、南北性の断層および褶曲により特徴づけられる。南北性の断層は逆断層であり、出羽丘陵および奥羽脊梁山脈は逆断層で境された地塁状の逆断層地塊である。奥羽脊梁山脈の地質構造はこのほかに、コールドロンの周辺に形成されたドーム状の隆起構造によって規制されている。調査地域では北部の向町・赤倉周辺のドーム状構造・南部の楯岡周辺のドーム状構造が顕著である。

### 第5章 造構応力場の復元

青沢層中には玄武岩岩脈が多数貫入している。南部で放射状を呈するが、北部で平行岩脈群となり  $N 55^{\circ} E$  方向に強い指向性を示す。貫入時期は青沢層堆積時中から草薙層堆積時である。この岩脈群から復元される応力場は  $\delta H_{max}$  が  $N 55^{\circ} E$  である。

脊梁山脈地域にはカルセドニーもしくは石英で充填された鉞脈が多数分布する。これらの鉞脈は  $NE-SW$  から  $EW$  方向に著しく集中する。復元される応力場は  $ENE-WSW$  方向に  $\delta H_{max}$  をもつ横ずれ型と正断層型が共存するいわば中立的な応力場を示す。形成時期は銀山層上部堆積時以降である。青沢中の岩脈と脊梁山脈の鉞脈から、ほぼ  $13 Ma - 5 Ma$  の造構応力場が復元される。鉞脈とはほぼ同時期に形成されたと推定される、脊梁山脈の正断層性固結小断層群も鉞脈とはほぼ同様の応力場を示す。

圧縮性の逆断層性小断層群は全域にわたって発達し、出羽丘陵および新庄盆地で東西方向の水平圧縮応力場が、脊梁山脈東縁で  $NW-SE$  方向の水平圧縮応力場が復元される。

出羽丘陵の草薙層下部にはスチロライトが発達し、鏡下での観察と小褶曲との関係から、スチロライトの面構造に直交した方向に最大圧縮応力軸が位置すると判断される。スチロライトは出羽丘陵の全域にわたって南北方向で直立した面構造が卓越する。したがって、東西方向の水平圧

縮応力場が復元される。

## 第6章 地質構造発達史

〔四の沢および大穴沢時階〕脊梁山脈では浅海ないし陸上で安山岩および酸性火砕岩の活動が進行した。天野（1980）は調査地域南方の宮城・山形県境地域より南北性の岩脈群を報告し、東西方向の引張性の応力場を推定している。層相解析により大穴沢層堆積時には垂直変位を伴った造構運動が推定される。したがって、大穴沢層堆積時には東西性の引張性の応力場のもとで正断層地塊の傾動運動により沈降が進行したものと判断される。

〔魚取沼時階〕脊梁山脈においては本時階の初期に数100–1000 mの沈降運動が生じ、庄内・出羽丘陵地域では深度500–1500 mの海底下で大量の玄武岩が噴出した。日本海側から奥羽脊梁山脈に及ぶ広域的な沈降の開始と大量の玄武岩の噴出は、その時期も含め Otofuji et al.（1982）の日本海の拡大時期と調和的である。造構応力場は本時階中にNE–SW方向に $\delta-H_{max}$ を示す中立的な応力場に変換した。

草薙時階には、日本海側では玄武岩の海底噴出はほぼ収束し、広域的な沈降に伴って珪質泥岩の堆積が進行した。脊梁地域では沈降運動は軽微で堆積盆地の埋積により浅海化が進行した。造構応力場は $\delta-H_{max}$ がNE–SW方向に指向性を持つ中立的な応力状態にあった。このような応力状態での日本海側の沈降メカニズムとしては、縁海の冷却化に伴う熱的な沈降モデル（山路ほか、1984）が最も有力である。

古口時階においては、日本海側で沈降運動が継続し、脊梁山脈ではいくつかのコールドロンが形成され、その外縁部にはドーム状の隆起構造が形成された。造構応力場は前時階と同様に中立的である。脊梁山脈地域の構造形態から最新期の短縮変形による変形をとり除くと、ドーム状構造が主要な構造形態となる。このことは、本時階中の脊梁山脈の隆起運動に火山性の要因が大きく作用していたことを示している。

野口・中渡時階になると、現在の島弧陸域での沈降運動は終了し、脊梁山脈を地形的高所として陸域が拡大する。それに伴って、新庄盆地から出羽丘陵にかけての堆積盆地の埋積による浅海化が進行する。

毒沢時階に入ると、埋積の結果新庄盆地では大むね非海成相を呈するようになる。この時階に新庄盆地は400 mにおよぶ沈降運動が進行した。また、同時に出羽丘陵の隆起運動が進行し、本時階中に草薙層が侵食域に転じた。出羽丘陵が逆断層地塊として隆起していることを考慮すれば広域応力場は逆断層型の水平圧縮応力場に変換されたものと推定される。

山屋時階に入ると毒沢時階から進行した短縮変形がより顕著になり、波長数kmの褶曲・逆断層が形成される。山屋層の上部は下位層を傾斜不整合で覆う。従って現在新庄盆地でみられる南北方向の断層・褶曲の大部分は本時階中に形成されたと判断される。この変動は河岸段丘形成後も進行している。

## 論文審査の結果の要旨

佐藤比呂志提出の論文は、東北本州弧における第三紀造構運動の実態を詳細に解明する目的をもって、酒田ー古川間の新第三系の岩相層序の確立、生層位と対比、古地磁気層序、堆積環境の変遷と古地理、造構応力場の復元を行ったもので、最終的に地質構造発達史を論じている。岩相層序の対比と時階の設定は、浮遊性微化石、古地磁気層序の検討結果に基づいて行い、新第三系を9つの時階に区分した。またそれぞれの時階の古環境の復元は有孔虫・珪藻・ナンノプランクトン等の微化石のほか大型貝化石・植物化石等によって解析した。さらに、古応力場の復元にあたっては、火山岩岩脈および鉞脈、さらには小断層の解析によって決定した。以上の資料をもとに佐藤は、地質構造発達史を次のようにまとめた。即ち、

- 1) 前期中新世後期から中期中新世にかけての四の沢時階には、東西性引張応力下で、安山岩ないし酸性火山活動が行われ、正断層地塊の傾動運動を伴って沈降が進行した。
- 2) 中期中新世初期にはNE-SW方向に $\delta H_{max}$ を示す中立的応力場のもとで急速に沈降し、出羽丘陵地域に大量の玄武岩の噴出を行った。これは日本海の拡大期にあたる。
- 3) 中期中新世には玄武岩の活動に引続く著しい沈降が、東北本州弧ほぼ全域に行われ、厚い硬質頁岩を広域に堆積させた。
- 4) 後期中新世には日本海側の沈降は継続したが、脊梁山脈では隆起に転じ、処々に火山性コールドロンの形成が、中立的応力場のもとで形成された。
- 5) 鮮新世に入ると島弧陸域での沈降は終了し、脊梁山脈を中心とする陸域の拡大が行われ、新庄盆地から出羽丘陵以西は浅海化した。
- 6) 鮮新世後期には新庄盆地も埋積されて非海域化し、出羽丘陵の隆起が生じた。この時期には水平圧縮場に変換したものと推定される。
- 7) 更新世に入ると、波長数kmの褶曲・断層が形成され、その運動は段丘形成後に迄みづがれた。

以上の成果は、東北本州弧の地史の研究に貢献するところ大であると共に、今後の日本海の成因問題を考察する上でも貴重な資料を提出するものといえる。このように、佐藤比呂志は自立して研究活動を行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、佐藤比呂志提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認めた。