

# 深部地質環境研究センターの東北南部地質巡検 〈第1報〉

磯部 一洋<sup>1)</sup>・関 陽児<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

独立行政法人産業技術総合研究所(産総研)は、経済産業省工業技術院傘下の15研究所の統合によって2001年4月1日に新設された常勤職員3,200名以上を擁する大きな研究所である。産総研には23の研究センター、22の研究部門などの研究ユニットが設置され、深部地質環境研究センターはその一つである。

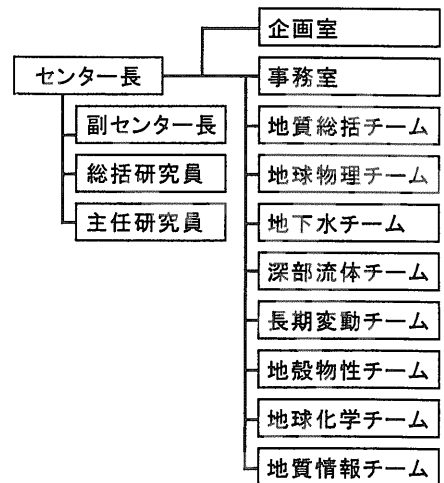
深部地質環境研究センターの職員は、旧地質調査所の29名の研究者と2名の事務職員、旧資源環境技術総合研究所の5名と旧名古屋工業技術研究所の1名の研究者、それに13名以上の非常勤職員によって構成される。研究者の専門分野は、地質学、地球化学、地球物理学、岩盤工学など多岐に及び、研究活動の共通の基盤ともいべき野外地質調査に馴染みのない職員も少なくない。そこで、実際の野外地質調査を職員同士でよく理解し合うために、当センターの発足直後に当たる2001年5月16-18日に、37名参加による地質巡検が藤の花咲く東北南部で実施された。

本稿では新設のセンターを簡単に紹介した上で、地質巡検の概要をコース毎に日程順に紹介する。なお、筆者のうち磯部はセンターの公式広報、関は巡検実施の担当者として執筆した。

ユニット紹介)における小玉センター長の挨拶を以下に引用する。

さまざまな廃棄物の地下への処分、とくに高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全な実施は、21世紀の社会が抱える最大の問題の一つである。わが国土固有の地質環境の歴史を正しく把握し、変遷のメカニズムを解明して未来を予測し、上述の課題を解決することによって健全な産業・社会をデザインすることができる。

本研究センターでは、将来10万年以上に及ぶ長期的な地下地質環境変動の予測・評価、地層処分の安全審査に必要な調査・研究と情報の整備について総合的な研究を行う。第四紀地質学を対象に、地質学の時間・空間の分解能を従来より一桁以上高めるべく最先端の調査・研究を行い、その成果を総合的・体系的な技術資料などとして公表する。



第1図 深部地質環境研究センターの組織図。

## 2. 深部地質環境研究センターの紹介

### 2.1 概要

本研究センターの課題と長期方針は、本誌559号で紹介され(小玉, 2001)、既にご覧の読者も多いことであろう。最近更新された本研究センターのホームページ(産総研地質調査総合センターの研究

キーワード: 深部地質環境研究センター、東北南部地質巡検、花崗岩、水文、火山、地熱

1) 産総研 深部地質環境研究センター

第1表 深部地質環境研究センターの研究チームの概要。

研究チーム	調査研究の業務	2001年6月1日現在
		職員数(含む非常勤)
地質総括	地質学的な調査研究を実施するとともに、本センターにおける多様な調査研究を総合化する。	6
地球物理	重力や弾性波などを用いた地球物理的な調査を行い、データ解析並びにそれらの手法を評価する。	3
地下水	水質(pH)・同位体組成などの水の化学指標に基づき、地下水の流動・循環システムを解明する。	3
深部流体	地下深部からの地下水やガスの上昇、流体の起源や挙動などを明らかにする。	5
長期変動	火山活動や地殻変動などの長期地質変動を明らかにし、かつ地質年代測定の高精度化の研究を行う。	5
地殻物性	岩石・岩盤物性とその室内試験・現位置計測、及びそれらの地質現象との関係の実験的研究を行う。	5
地球化学	地層中の化学反応、放射性元素の長期間に亘る挙動のナチュラルアナログや微生物の影響を研究する。	4
地質情報	地質のデータに関し、データベース化や各種の処理システムの構築、情報技術による情報発信を担当する。	4

## 2.2 組織

深部地質環境研究センターの組織を第1図に示す。本研究センターはセンター長、企画室、事務室と8研究チームのラインからなる。さらにセンター長を補佐する4名の幹部スタッフが配置されている。第1表に各研究チームの概要を示す。研究チーム長のうちで、旧地質調査所当時から研究室長であった1名の他に7名が新たにチーム長に抜擢され、かつ採用されて間もないチーム員も多く、まさに活気に溢れる職場である。

## 3. 地質巡検の紹介

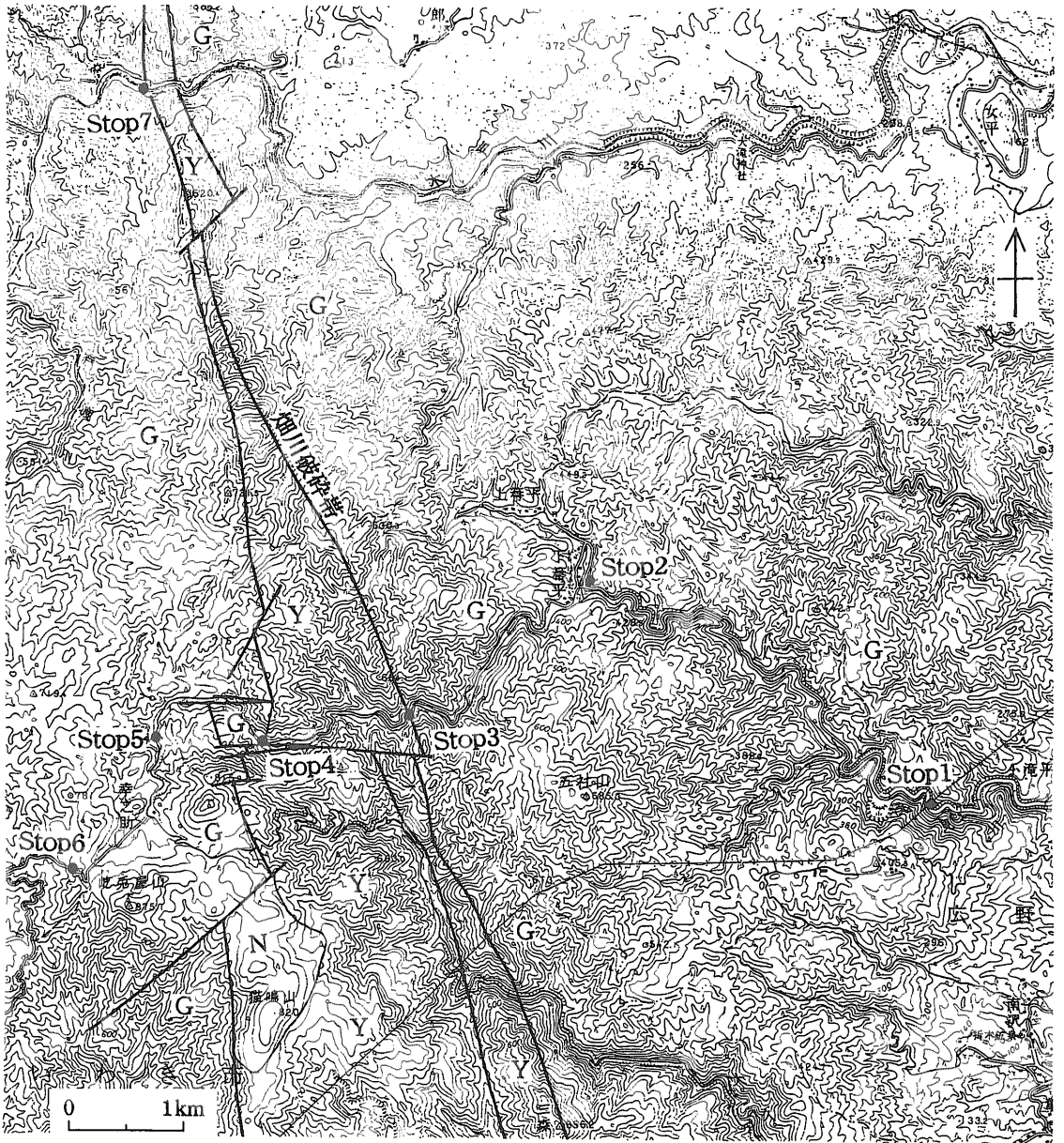
### 3.1 巡検の企画と合宿

旧地質調査所では、平成11年度開始の通商(経済)産業省資源エネルギー庁予算に対応する「放射性廃棄物処分事業化調査に伴う地層処分システムの解析・評価研究グループ」を所内横断的に組

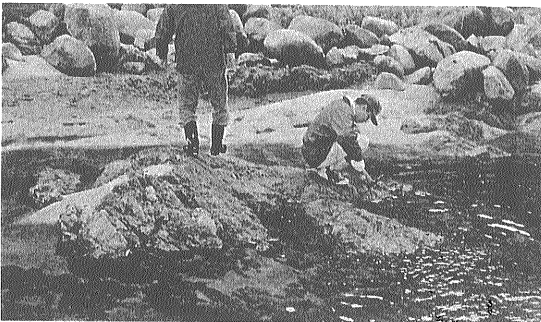
織し、列島横断地帯の地質調査などを実施してきた。そして、平成12年8月からは研究成果を地質調査所速報として公表し始めた。

今回の地質巡検は、それらの研究成果の中から、東北日本を横断する北緯37度30分の福島県に係わる4テーマについて企画された。すなわち、太平洋側の浜通りから中通りを経て、会津に至る、1) 花崗岩コース、2) 水文コース、3) 火山コース、4) 地熱系コースである(第2図)。

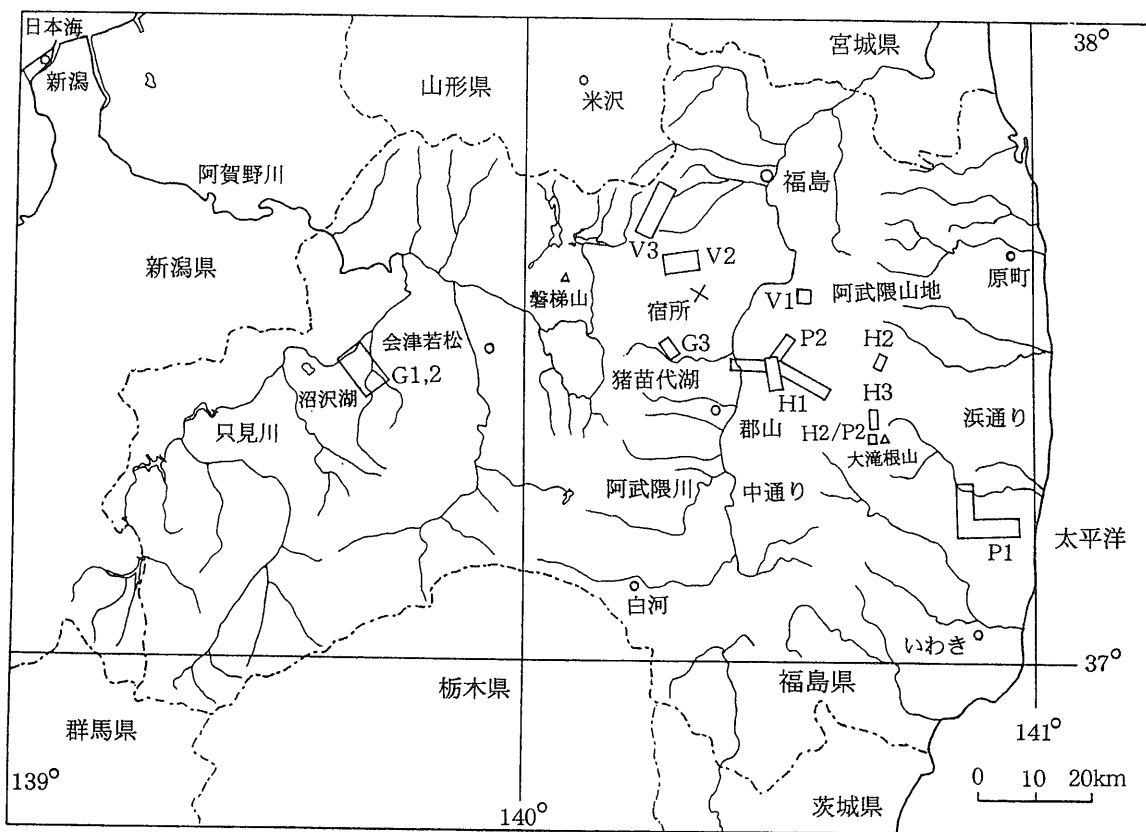
合宿先には、上述した四つの巡検コースを考慮して中通りに位置する福島県安達郡大玉村の村営「アットホームおおたま」が選ばれた。宿所は郡山市北西安達太良山麓(第5図参照)の温泉地帯にある定員6名のコテージ7棟である。滞在中には、東向き緩斜面上の駐車場(標高約600m)から隆起準平原とされる阿武隈山(高)地を低地帯越しに、白い雪がまだ残る安達太良山を西にそれぞれ遠望することができた。



第3図 阿武隈山地東部における見学地点と畑川破砕帯の位置図。Gは花崗岩類、Yは八茎変成岩類、Nは猫鳴山斑れい岩類の分布地域。国土地理院発行の5万分の1地形図「川前」を基図に、5万分の1地質図幅「川前及び井出」の未公表原図(巡検資料)の一部を編集。



第4図 木戸川河床に露出する八茎変成岩類と阿武隈花崗岩。右(上流)側は花崗閃緑岩を観察する案内者。



第2図 福島県内の水系分布と地質巡検の範囲の概略図。Pは花崗岩、Hは水文、Vは火山、Gは地熱系の各コース、アルファベットに続く数字は巡検の日順。

### 3.2 巡検の概要

#### 3.2.1 花崗岩コース

本コースの巡検は1日目に浜通りに含まれる阿武隈山地東部(第2図のP1の範囲、以下P1と略す)の地質、2日目に中通りに含まれる阿武隈山地西部(P2)の地質、3日目に花崗岩の物性について、高木哲一・塚本 斉地質総括チーム員の案内の下に行われた。ただし、参加予定者の多くはコースを1日単位で選らべ、筆者の一人磯部の場合、花崗岩コースの1、2日目、火山コースの3日目の参加を希望した。

1日目は、地質調査総合センター(旧地質調査所)の地質調査車両(以下車と略す)3台に分乗し、深部地質環境センターの“船出”を象徴するかのようにならねととも午前9時過ぎに一斉に出発した。常磐自動車道(以下では常磐道と略す)を通過中強い雨に幾度も見舞われたが、浜通り(第2図参照)到着後には次第に小降りとなり、予定した7地

点(第3図)の全てを訪れることができた。1日目のポイントは、磁鉄鉱系列とイルメナイト系列の花崗岩類、畑川破碎帯の露頭の観察である。

双葉断層-畑川破碎帯間には磁鉄鉱系列でインクルージョンの多い北上タイプとみなされる花崗閃緑岩、畑川破碎帯の西側にイルメナイト系列でインクルージョンの少ない花崗閃緑岩(阿武隈花崗岩)が広く分布するが、破碎帯に西接するStop4では磁鉄鉱系列の花崗閃緑岩が分布し、複雑な地質構造を呈するなどの説明がなされた。さらに、破碎帯の西側境界をStop7で観察したが、変成岩と花崗閃緑岩の地質境界には破碎帯が確認できなかった(第4図)。また、本露頭の阿武隈花崗岩が北上タイプとされる花崗岩と類似の岩相を示すことから、その位置の解釈に関して議論が活発になされた。

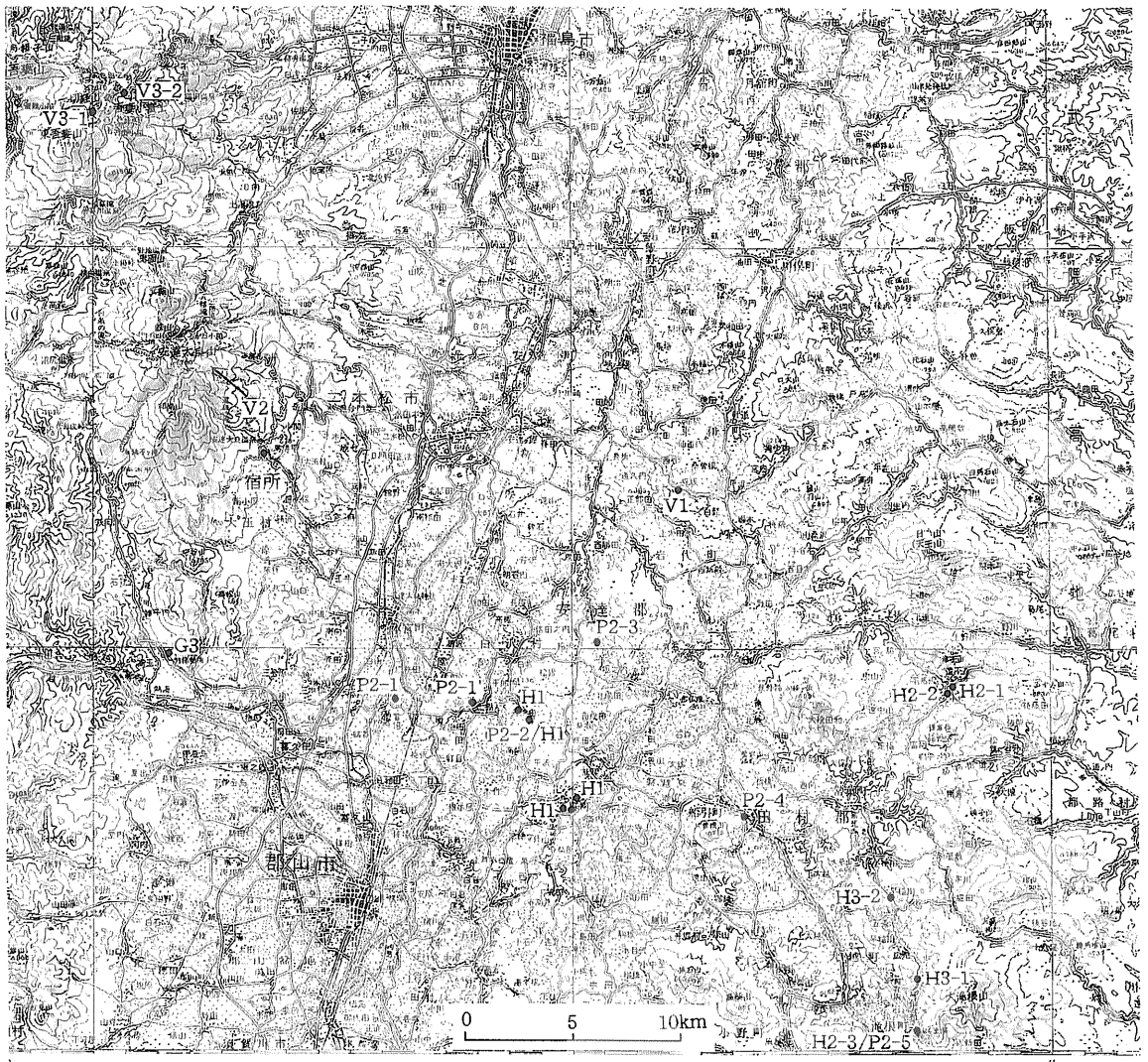
阿武隈山地東部での見学が長引いたために、夕食を済ませて宿所に到着したのは午後8時を過ぎていた。13名が午後8-9時の全体会議へ大幅に遅

刻することになり、また真暗なために翌朝まで宿所の位置関係は確認できなかった。

2日目には、参加者が大きく入れ替わったにもかかわらず前日と同人数のため、やはり車3台に分乗して宿所を午前8時15分に出発した。朝から快晴になり、まさに五月晴れの巡検日和となった。この日のポイントは花崗岩類と変成岩類との接触部、鹿島神社のペグマタイト岩脈、裂罅系及び深層風化した露頭の巡検である。予定されたStop1～4(第5図のP2-1～4)に、深層風化した露頭の1地点(P2-1')が加えられたが、前日より地点数が少

なく、その分だけ詳しく見学できた。そして、阿武隈山地最高峰の大滝根山(標高1,192m)南西山麓にある先白亜系の結晶質石灰岩の採掘跡と隣接するあぶくま洞(P2-5)を偶然にも水文コースの参加者の直後に見学した。

Stop1(P2-1)では、中～細粒白雲母黒雲母花崗岩からなる阿武隈花崗岩と変成岩類(結晶片岩)との境界部を観察した。次に、風化の著しい花崗閃緑岩の露頭〔追加地点(P2-1')〕では玉葱状に剥離した巨大な円礫を対象に、地質図に必ず記載されるフォリエイション(縞状構造)の走向・傾斜の測



第5図 中通りにおける見学地点及び巡検の範囲、国土地理院発行の20万分の1地勢図「福島」を基図に使用、凡例は第2図と共通し、P2-1は花崗岩コース2日目のStop1であることを示す。

定について詳しい説明があった。

Stop3 (P2-3) の磐城興産採石場の露頭(第6図)では、前日などに見た花崗閃緑岩に比べ、中～細粒白雲母黒雲母花崗岩はインクルージョンの含有率が小さく、かつ両雲母花崗岩のためにより白く見え、石材に適している。このインクルージョンの成因には、従来の捕獲岩説に代わって最近では異質マグマ混入説がより有力視されているようである。

遷急点の峡谷部より上流側に広がる小起伏山地の表層部は、地質時代に深層まで風化した花崗岩からなっている(第6図参照)。一方、峡谷部などの河床では風化した部分は既に剝削され、新鮮な花崗岩が露出する。Stop4 (P2-4) の川代橋下流の大

滝根川左岸の岩畳上において、地下水などの主な移動経路と想定される裂隙系の詳細な調査結果(第7図)の説明があった。

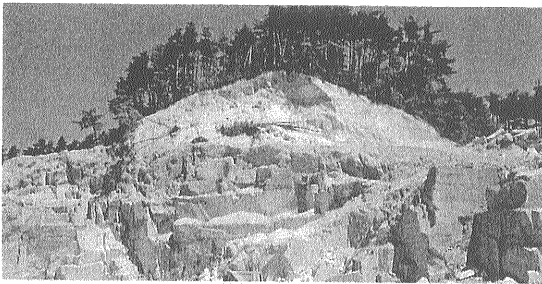
Stop4 (P2-4) の南西2kmにある片曾根山(標高719m)は、田村富士とも呼ばれ(角川日本地名大辞典編纂委員会編纂, 1981), 周辺の花崗岩からなる小起伏山地より200m以上も高いために遠くからもよく目立つ。その山頂部は相対的に浸食され難い斑れい岩からなり、まさに地名どおりの“堅そね山”であった。大滝根山や猫鳴山(第3図参照)などの突出した峰々の多くは、斑れい岩、変成岩類、超苦鉄質岩類からなる残丘であり、“花崗岩の大海原に小島がぼつりぼつりと浮かぶ”かのような壮大な景観に参加者はしばし目を奪われた。

3日目は前日とほぼ同じ地点において、簡易地震計による弾性波速度及びシュミットハンマーによる反発係数の測定が阿武隈花崗岩についてそれぞれ行われた。巡検の内容は第2報で、より詳しく紹介する予定である。

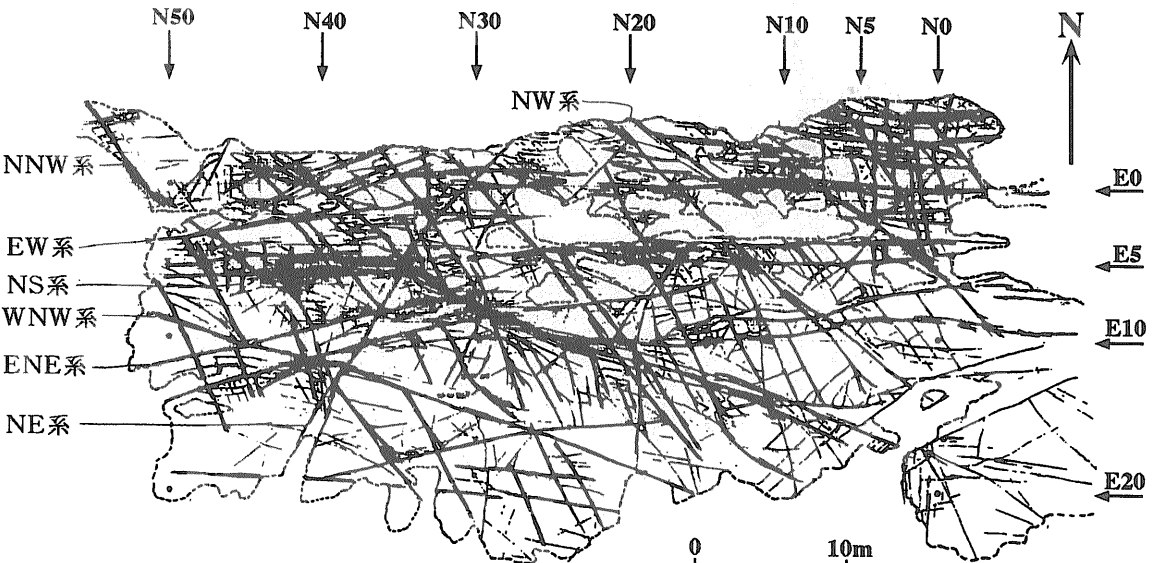
### 3.2.2 水文コース

本コースの巡検は、安原正也地下水チーム長の案内の下に第2図のH1～3の範囲について行われた。

1日目は、他班同様9時に車3台に分乗してつく



第6図 磐城御影の採石風景。テラスの上方約15mは未固結砂層同様に風化した花崗岩、テラスの直下で新鮮な花崗岩に急変する。



第7図 花崗岩の裂隙系のスケッチ図(塚本, 2000)。阿武隈川の支流大滝根川は本図の上(北側)を左(東)から右(西)へ流れる。

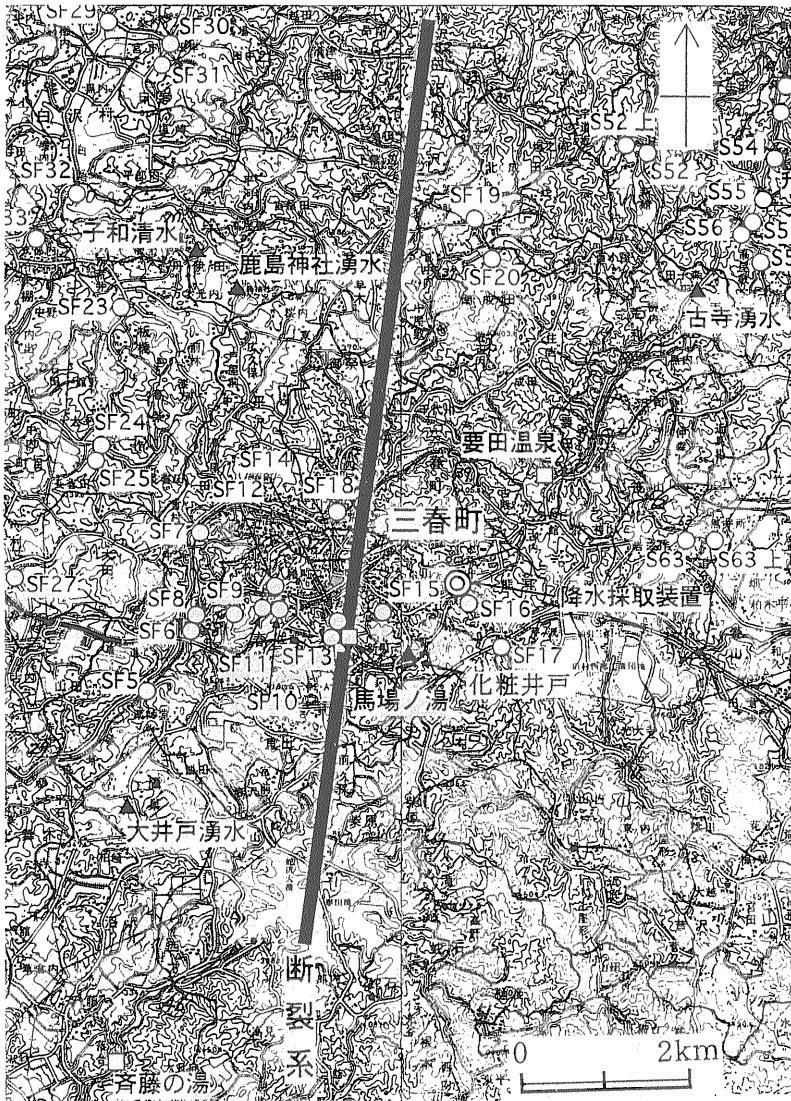


ばを出発し、阿武隈山地西部の三春町を目指した。三春の地名は春の花、梅・桃・桜の花が一緒に咲くので「三春」になったとの伝承もあり、阿武隈川の支流の桜川沿いに古くから発達した細長い街である。元地質調査所職員で水文地質分野で活躍された故菅野敏夫氏はこの町の出身者で、後輩に当たる安原チーム長が研究フィールドに三春町周辺を選定されたのも何かの縁である。最近、町の中心地の直ぐ南側に磐越道のインターチェンジが完成したために、遠方からの観光客などには大変便利になった。

午後には本インターを出てから第8図の5地点の水

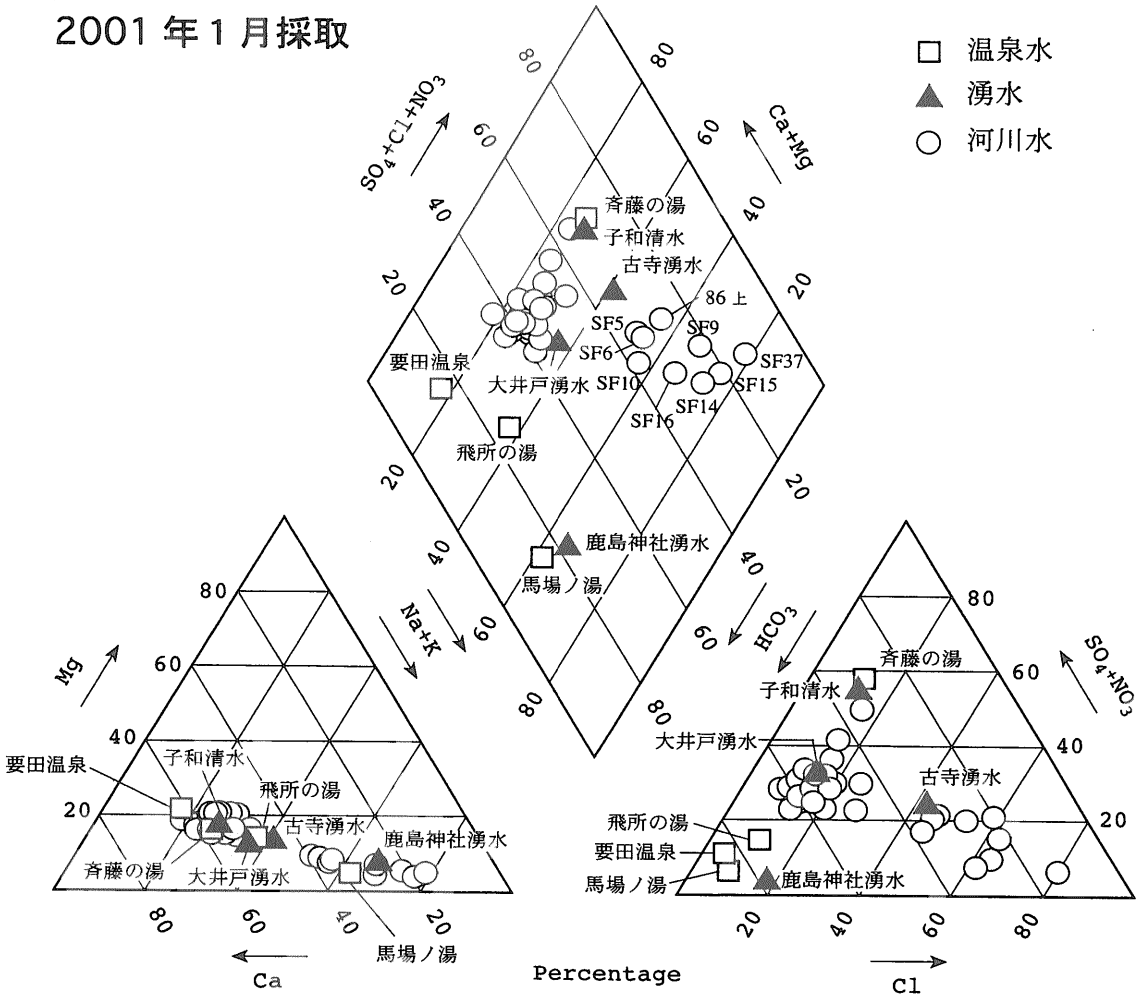
源を訪ねた。すなわち、三春町東側の民家の庭先にある「降水採取装置」(中通り地域に全部で167カ所設置してあるものの一つ)、自噴井からの水を引いた「化粧井戸」、顕著な南北性の断裂系上に位置する温泉旅館の「馬場ノ湯」、ペグマタイト岩脈下部から湧出する「鹿島神社湧水」、「子和清水」の順に見学した。それぞれの水源では、第9図の水質分析結果などについて説明がなされた。とくに湧水であるのにもかかわらず、 $\text{Na-HCO}_3$ 型の水質組成を示す鹿島神社湧水や高い $\text{NO}_3^-$ 濃度を有する子和清水を対象に、その原因について活発に議論された。

2日目の午前中には、上岡晃地球化学チーム員の指導の下に、地球化学図作成のための河川底質調査のデモンストレーション・実習が行われた。すなわち、船引町遠下において花崗岩の山地を刻む阿武隈川の支流移川が、北東・南西から合流する辺りの2地点(第5図のH2-1, 2)の現河床で約1時間ずつ実施された。先ず、河床の中でも細粒な河川堆積物の多い場所を選び、スコップで砂泥をすくい上げ、1mm、次いで0.18mmの篩いを通過した細粒物質をポリバケツ内に沈澱させ、上澄み液を捨てて残った試料を室内分析用に約20g採取する。午後には、あぶくま洞(H2-3)の地下水やカルスト川の見学を実施し、花崗岩コースのメンバーと偶然に



第8図  
三春町周辺における水試料採取地点図。国土地理院発行の2.5万分の1地形図「三春」・「船引」を基図に使用。第8, 9図は巡検参加者への配布資料。

2001年1月採取



第9図 水質トリリニア・ダイヤグラム(安原・稲村による未発表資料).

出会ったことは上述したとおりである。

3日目の午前中には、大滝根川支流として北流する小河川沿いの大越町の鬼五郎(H3-1)、中妻(H3-2、第5図の早稲川の文字付近)において、河川底質調査の実習が引き続き行われた。最上流に位置する鬼五郎は石灰岩及び先白亜系からなる山地、中流の中妻は花崗岩の山地にそれぞれ東西を限られる。阿武隈山地西部を出発し、磐越道・常磐道経由でつくばへ戻ったのは午後4時半過ぎであった。

3.2.3 火山コース

本コースの巡検は山元孝広長期変動チーム長の案内の下に、見学する地域を日毎に変えて行われた(第2図参照)。

1日目には、他の巡検班より1時間遅く午前10時につくばを車3台に分乗して出発し、阿武隈山地西部の東和町寺坂(第5図のV1)に午後1時過ぎに到着した。牧野雅彦地球物理チーム長らの最近作成した0.2mGalの精密重力異常図から、長径2kmの楕円形をした低重力異常帯が寺坂付近で見つかった。この異常帯は珪長質火砕岩の分布地域(鈴木・吉田, 1988)にほぼ一致し、花崗岩の凹部を埋めた格好に分布する。上述の火砕岩は吉田ほか(1983)によって海成中部中新統「岩倉層」とされているが、その実体は火道を満たした陸成の火砕岩堆積物である。今後、本層の詳しい形成年代が明らかになれば、当時の火山フロントの位置の推定に役立つかも知れない。

2日目は、安達太良山(第2図のV2)の登山コー



スであったためか、参加者は若干少な目であった。自炊方式による朝食を早々に済ませ、午前8時に宿所を出発した。火山の東山麓にある岳温泉（第5図参照）で食料を調達した後、奥岳の湯から午前8時45分発のロープウェイ（安達太良エクスプレス）に搭乗した。さらに比高300m以上の急斜面を山頂（標高1,700m）まで登り、1900年7月17日の噴火で72名もの犠牲者を出した沼の平火口（高橋・小林編，1999）などを見学した後、標高1,350m前後のくろがね温泉で昼食を済ませ、奥岳の湯にある駐車場まで観察しながら下山した。この日に訪ねた安達太良山、翌日に予定の吾妻山（V3）はともに有名な活火山であり、有毒な火山ガスを放出する危険な個所も多いため、登山者は細心の注意を払う必要がある。

3日目は、磐梯吾妻スカイラインに沿う吾妻山の巡検であり、車3台に分乗して、午前8時に宿所を後にした。岳温泉を経て有料のスカイラインに入り、高度を増すにつれて新緑から新芽、さらには冬芽の樹林帯へと変化する様子はまさに季節を急速に逆行するかのようであった。最初に、磐梯山（第2図参照）・五色沼、安達太良山を望めるヘヤピンカーブの土湯峠駐車場（標高約1,500m）で下車した。過去に大爆発を繰り返した磐梯山と安達太良山の噴火活動史について山元チーム長から詳しい説明があった。

スカイラインに沿って進み、単成火山の吾妻小富士（標高1,707m）の南西にあり、かつ小さな火口湖の桶沼の直ぐ西側の無料駐車場で下車する。そこ

から浄土平の湿原地帯（標高1,570m前後）の木道上を歩き、一切経山（標高1,949m）南麓で1893年6月4日に噴火口に向かった元地質調査所職員2名の殉職慰霊碑の前にそれぞれ全員で黙祷を捧げた後、一切経山南西の燕沢付近にある大穴火口縁（標高約1,700m、V3-1）まで登った（第10図）。大穴火口に近づくるとひび割れた黒っぽい安山岩塊が目につき、中には直径数メートルもの巨大岩塊もある。有史前の噴火によって吹き飛ばされたマグマが着地した際に割れたとの説明があり、噴火のものすごさを実感できた。

さらに吾妻小富士の北約1kmの道路（V3-2）沿いに露出した厚さ約2.5mの降下テフラ層（第11図）の説明は、学生の野外巡検同様の平易さで行われ、大変好評であった。テフラ層は下位から上位へ、厚さ1m以上の吾妻小富士の噴出物、その中に約5,300-5,400年前の十和田中セリ火山灰（第11図参照）、さらに上方0.5mに約5,000年前の沼沢火山（南西約70km）由来の軽石が断続的に挟まれているのが観察された。なお、この日から参加した筆者にとり、前日の参加メンバーが本露頭のテフラ層中から鍵層の軽石を素早く見つけ出したのには驚かされた。

### 3.2.4 地熱系コース

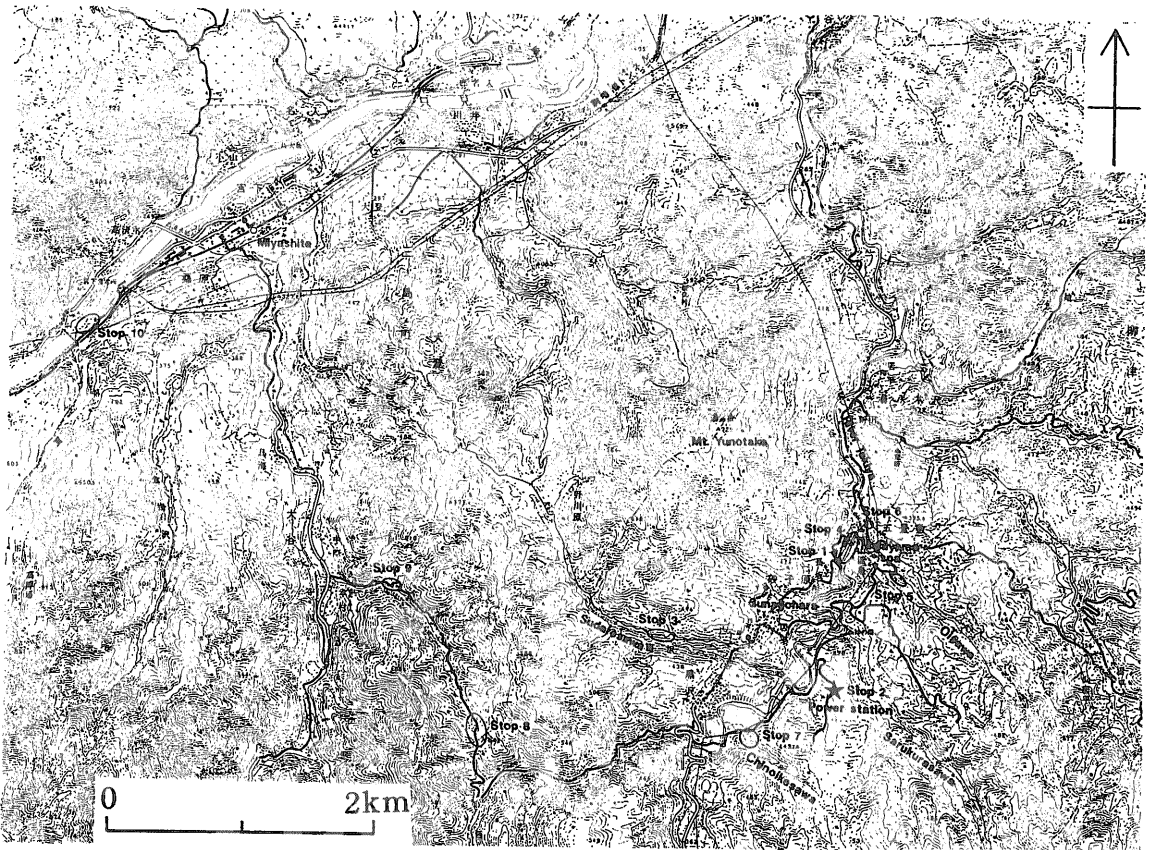
本コースの巡検は、筆者の一人で地質総括チーム員の関の案内で行われた。ただし、奥会津の巡



第10図 一切経山とその南西中腹の大穴火口。斜面上に安山岩の角礫、山頂部に白い残雪がそれぞれ観察される。



第11図 道路切り土斜面に露出したテフラ層（宮城磯治長期変動チーム員撮影）。十和田中セリ火山灰がスケールの上端付近に確認された。



第12図 奥会津地熱系の見学地点図。国土地理院発行の5万分の1地形図「宮下」を基図に使用した関・青木原図(資源地質学会秋季講習会巡検案内書資料, 1999年10月22日作成)による。

検範囲(第2図のG1, 2)は浜通り以上に宿所から遠く、その往復に時間をかなり要した。

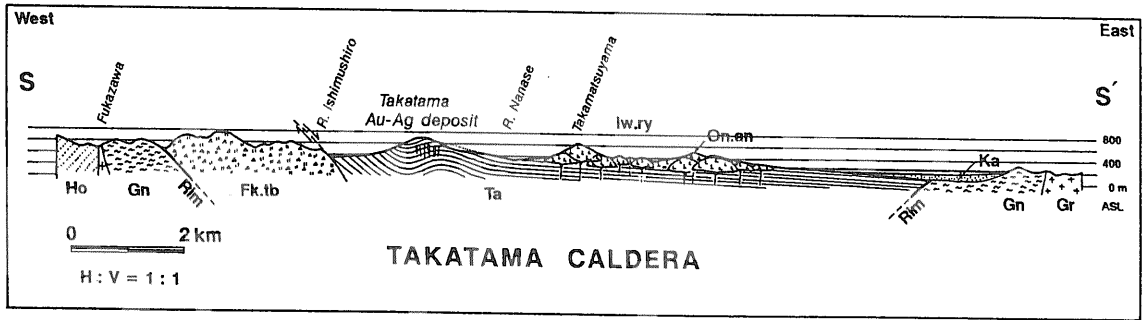
1日目の参加者4名は、つくばを9時に車1台で出発した。常磐道・磐越道を経由しての移動の後、柳津虚空蔵尊で有名な柳津町に1995年に誕生した「柳津西山地熱発電所」を見学した(第12図のStop2)。この発電所は電気出力65,000kWを誇る国内有数の地熱発電所であり、奥会津地熱株式会社が地熱系の探査・開発・蒸気生産を行っている。

同社の西山事業所で安達正敏技術部長から、探査の経緯や地質・水理構造などについての説明を受けた後、発電所、地熱流体の生産・還元基地などの主な設備を見学した。初めて地熱発電所を訪れた参加者には、その概要を把握して貰えたのだと思う。

2日目は、奥会津地熱系地表部における地形観察、温泉やガス徴などの地熱徴候、中性～酸性の

代表的な地熱変質などについて巡検が行われた。地下1,500mに300℃を超える高温の地熱流体を宿しながらもその上方が効果的にシールされているために、現在の地表地熱徴候は主要な裂罅系沿いにわずかに認められるに過ぎない。しかし、過去30万年以内には、地表にも激しい噴気や熱水活動が生じ、特有の酸性変質帯を形成したことが見学の行われた露頭から推定できる。本研究センターの“船出”に当たり、この日の巡検によって得られた知見は大いに参考になるような気がした。

3日目には、宿所のある大玉村の隣りの郡山市高玉(第5図のG3)で、800万年前に形成された大規模カルデラの地質とそれに伴う金鉱床の熱水変質帯について巡検が実施された。巡検の参考資料の一部を第13図に示す。このようにコース毎に配布された多数の資料類は、本稿の作成に際して大いに役立った。



第13図 高玉カルデラの東西地質断面図 (Seki, 1993).

#### 4. おわりに

今回の地質巡検は、実際の野外調査を職員同士でよく理解し合うために計画され、旧地質調査所で実施された地層処分システムの解析・評価に関する研究の中から4分野(コース)が選定された。幸い天候にも恵まれ、予定通り巡検を実施できた。さらに、今回の合宿を通じて職員間の連帯感や目的意識が一段と向上したように筆者らには感じられた。

遠藤秀典地質総括チーム長(企画室担当)はこの地質巡検を企画・実行され、高木哲一・塚本斉、安原正也・上岡 晃、山元孝広の各氏は花崗岩コース、水文コース、火山コースの案内や指導を担当された。

謝辞：柳津西山地熱発電所の見学に際し、奥会津地熱株式会社の安達正敏技術部長から詳しく説明をいただきましたことに、深く謝意を表します。

#### 参考文献

角川日本地名大辞典編纂委員会編纂(1981)：福島県。角川日本地名大辞典。角川書店、1438p。  
 小玉喜三郎(2001)：深部地質環境研究センター。地質ニュース、no.559, 9p。  
 Seki, Y. (1993) : Geologic setting of the Takatama gold deposit, Japan : An example of caldera-related epithermal gold mineralization. Resource Geology Special Issue, no.14, p.123-136.  
 鈴木敬治・吉田 義(1988)：5万分の1表層地質図「川俣」および同説明書。土地分類基本調査、福島県、p.23-32。  
 高橋正樹・小林哲夫編(1999)：東北の火山。築地書館株式会社、169p。  
 塚本 斉(2000)：地質構造調査手法(3) 裂隙系調査手法。平成11年度報告書 放射性廃棄地層処分に関する解析・評価。地質調査所速報。地質調査所、p.25-26。  
 吉田 義・鈴木敬治・真鍋健一・中馬教允・伊藤七郎(1983)：5万分の1表層地質図「二本松」および同説明書。土地分類基本調査、福島県、p.25-37。

ISOBE Ichiyo and SEKI Yoji (2001) : Field excursion of Research Center for Deep Geological Environments through the northeast Japan in May, 2001.

<受付：2001年6月18日>