

# 中越沖地震による柏崎刈羽原発被災をふまえた地質学会巡検報告

このレポートは、2007/11/25に日本地質学会構造地質部会が主催し新潟大学で開かれた討論会「日本海沿岸褶曲・断層帯の形成・成長と地震活動」の前日（11/24）の長岡～柏崎～出雲崎地域プレ巡検報告で、地質学会ニュース2007年12月号に執筆したものです。

原文に小見出しと画像を追加しました。

[日本地質学会](#)

## 討論会「日本海沿岸褶曲・断層帯の形成・成長と地震活動」プレ巡検報告

河本和朗（大鹿村中央構造線博物館）

地質学会ニュース2007年12月号(Vol.10, No.12)p16

新潟大学における討論会に先立ち、前日の11月24日に長岡・出雲崎・柏崎地域の巡検が行われた。新潟県中越沖地震により柏崎刈羽原発は設計上の想定を大きく上回る地震動に襲われ、微量の放射性物質の漏洩を伴う被害を生じ、その全容はまだ明らかになっていない。また今回の地震動が柏崎刈羽原発を襲う最強の地震動である保証はないことにも注意しなければならない。中越沖地震の震源断層は断層面の姿勢に未確定の部分があるが、いずれにせよ柏崎刈羽原発の耐震評価において今回の地震の震源域には震源断層が設定されていなかった。これは原発の耐震評価に関わる深刻な問題である。

これをめぐっては、札幌大会の緊急パネルディスカッションにおいて、杉山雄一氏より、既に知られていた海底の断層を活断層として評価していれば南東傾斜の震源断層は予測できたはずだという発言（佃氏代読）があった。また佐藤比呂志氏からは、3年前の中越地震により上部地殻内の震源断層と地表付近の活褶曲との関連が実証されていたにもかかわらず、活褶曲地帯における地下構造と地史をふまえた震源断層の推定がされていなかったという発言があった。佐藤氏は、今回の地震の震源断層の一部は北西傾斜であったと考えている。

### 鳥越断層露頭

長岡駅に9:30に集合し、長岡市宮沢の与板背斜東翼に位置する鳥越断層露頭（STOP1）に向かった。ここは地震調査研究推進本部によりマグニチュード8.0に達する地震発生が予測されている「長岡平野西縁断層帯」の一部である。断層露頭は変動地形から推定される低断層崖（たとえば中田・今泉編，2002）より約200m西の上昇側にある。



変動地形学的に認定されている，道路沿いの活断層崖



露頭では、逆転し高角西傾斜を呈する更新世前期～中期の魚沼層を、ほぼ水平な不整合面を境に更新世中期の御山層が覆っている。御山層の層理面はほぼ水平である。これらを魚沼層の層理面に平行な断層が西上がりに変位させており、不整合面の垂直変位量は約1.5mである。案内者によれば逆断層成分に対して無視できない大きさの左横ずれ成分を伴い、断層ガウジ帯に5回のイベントが読み取れるという。また、魚沼層の褶曲にともなう転倒褶曲下翼の正断層成分をもつ層面すべり断層が、後に逆断層成分を持つ断層に転化したと考えられるという。



南に面する露頭。画像右側が西（日本海）方向。魚沼層と上位の御山層（れき層）が、西傾斜の逆断層により切られ、西側から押し上げられた。垂直変位量は約1.5m。





断層部分の拡大。左（東）；上盤の御山層，右（西）；魚沼層



露頭右方の魚沼層。級化層理による上下判定から，逆転していることが分かる。



東寄り（道路寄り）に見られる別の断層露頭。ほぼ同じ傾斜の逆断層である。

露頭の位置が低断層崖と一致していないが、2万5千分の1地形図では露頭の位置に低断層崖と平行な断層鞍部列があるようにも見える。地震調査研究推進本部は鳥越断層の平均変位速度を3m/1000年程度に達している可能性がある」と評価しており、この露頭は副断層を見ているのかもしれない。今回の地震では、この露頭には変位は生じなかった。与板背斜の成長は報告されているのだろうか。今回の震源断層面の上方延長が鳥越断層の浅部まで達していたかどうかは「長岡平野西縁断層帯」の今後の評価に関わることであり慎重に考える必要があるだろう。

## 小木の城背斜西翼

続いて西方へ向かい、小木の城背斜をトンネルで抜けて背斜西翼の西山層と灰爪層を見学した（STOP2）。古い褶曲では背斜軸の軸面へき開に沿って谷が下刻されていることが多いが、この地域では褶曲構造と地形が調和的で、おおむね背斜軸が稜線、向斜軸が谷底になっている。国土地理院の小荒井氏によれば、地球観測衛星「だいち」の合成開口レーダー（SAR）の干渉解析により、小木の城背斜に沿った長さ15km幅1.5kmの帯状の領域に今回の地震に伴う最大15cmの隆起が観測されたという。

背斜西翼の西山層と灰爪層の層理面は高角西傾斜である。灰爪層は半固結の砂泥互層であるが、貝化石を含む層では一部が固くノジュール化している。このような不均一な岩相の強度は工学的にはどのように評価されるのだろうかと考えた。この見学地付近から地表面の変状が見られたそうで、舗装面に路盤の谷方向への滑動跡が残っていた。





小木ノ城背斜西翼の，西（左）に高角に傾斜した灰爪層

### 3列の背斜軸と地震時最大隆起が観測された観音岬

STOP3は引き続き西方へ移動し，越後線出雲崎駅近くの土砂採取場の魚沼層である。向斜軸付近に位置し，層理面はほぼ水平である。



向斜軸付近のほぼ水平な魚沼層

ここから褶曲軸と平行に南へ移動し、礼拝駅付近から西へ向きを変えて3列の背斜軸を越え、日本海岸の観音岬南方の椎谷漁港（STOP4）に着いた。観音岬は最大の隆起が観測された地点である（35cm：国土地理院）。ちょうど大潮の満潮時であったが、漁港の岸壁にびっしりと付着した貝類の上限を限る線が地震時の隆起に伴って海面より上にある。この線は隆起前には少なくとも満潮時の最高潮位よりも下にあったはずであり、その隆起量は22cmとされている（丸山・栗田，2007）。この地点の南方5kmに柏崎刈羽原子力発電所があり、岸壁からもよく見える。



岸壁の海棲生物の付着上限線は隆起量を示す。遠景の鉄塔は柏崎刈羽原子力発電所。



地震時隆起により満潮時でも歩けるようになったという岩棚をたどって椎谷層の露頭を見学した。背斜西翼に位置し層理面は低角西傾斜である。この露頭の椎谷層は、よく固結していた。



椎谷漁港の椎谷層



地震動による小崩落。この北方で大規模崩落が生じ、国道は不通になっている。

## 寺泊層

STOP5は海岸沿いに北上し、大河津分水沿いに露出する寺泊層である。日本海開裂にともなうリフトの沈降終了直後に堆積した深海扇状地の細粒タービダイトで、堆積時の展張も圧縮もみられないとのことであった。





大河津分水付近の寺泊層

今回の巡検では、寺泊層から上位の椎谷層・西山層・灰爪層・魚沼層をひとつとおり見学することができた。

鳥越断層と椎谷港ではNHK新潟局による取材があり、案内者の一人である小林氏がていねいに説明していた。昼食には巡検日程を効率よくこなすためにルート沿いの公民館が借りられていた。1日しかない巡検日程の中で震源断層運動を考えるポイントを選び、周到に準備された案内者の小林健太・大坪 誠・栗田裕司の各氏と学生の皆様に感謝します。

最後に私見であるが、地震の予測においては自然現象の揺らぎと人間側の未知と解釈の幅により大きな不確定を伴うであろう。原子力発電所の耐震評価においては最も強い地震動を与える震源モデルを用いなければならない。震源モデルについて大きく見直さなければならない新たな知見が得られたときには、その評価が済むまでは運転の休止を求めなければ、地質学への信頼と地位を高めることはできないと考えます。（2007年12月5日記）