特集　活断層とは何か

原子燃料サイクル施設を載せる六ヶ所断層

渡辺満久*1・中田　高*2・鈴木康弘*3
*1 わたなべ　みつひさ　（東洋大学社会学部）
*2 なかた　たかし　（広島工業大学環境学部）
*3 すずき　やすひろ　（名古屋大学大学院環境学研究科）

海岸で見られる階段状の地形を海成段丘と言い，平坦な部分を「海成段丘面」，急な崖の部分を「段丘崖」と呼ぶ．海成段丘面は，過去の温暖期に海が形成した平坦面であるが，その平坦さゆえに，地殻変動によって生ずる異常を記録しやすい．約12.5万年前に形成された海成段丘面は分布が広く「S面」と呼ばれている[1]．S面は，日本だけではなく世界中で広く分布する海成段丘面であるため，非常に優れた地殻変動センサーとなっている．

青森県六ヶ所村周辺には，約12.5万年前に形成されたS面が広く分布している[2]．本地域においては，このS面を海側（東側）へ撓曲（とうきょく）[3]させる逆断層（活断層）が地下に存在する[4]．地表で確認できる変形を六ヶ所撓曲，その変形をもたらす活断層を六ヶ所断層と命名する．六ヶ所断層は，原子燃料サイクル施設を載せる逆断層である（図1，図2）．この指摘に対し，日本原燃や原子力安全保安院は，新たな知見はないとして無視している[5]〜[7]．六ヶ所断層に関する記載と検討結果は，すでに報告してある[4]ので，以下では，日本原燃による地形区分の矛盾を中心に報告し，調査と審査の不備を指摘する．

撓曲崖を段丘崖と誤認

六ヶ所村周辺のS面とそれより若い段丘面（MI〜MIII面）の分布を図1に示す．MI面の1〜4露頭位置では，昔の浅海底が干上がって陸化した後に，Toya火山灰が堆積している[4]．Toya火山灰とは，11.2万〜11.5万年前に，北海道の洞爺湖の大噴火によって飛来した火山灰である[8]．洞爺湖の噴火直前の温暖期は約12.5万年であるので，MI面が「S面」に当たる．MII面・MIII面は，約10万年前以降に形成された段丘面であると考えられる．

S面は，もともとは緩く一様に海側へ傾斜していたはずである．ところが，尾駮（おぶち）沼北方のS面は，内陸側では緩く（0.6%程度）海側へ傾斜しているが，途中から傾斜を増し（2%以上），老部川より大きな勾配で東側（海側）へ傾いている（図1・A–A′）．このような勾配変化は，六ヶ所断層の活動によってS面が撓曲したことを示している．このような活構造は，地下構造探査結果[9][10]にも示されている[4]．

日本原燃は，六ヶ所撓曲も六ヶ所断層も認めていない（図2）．図2は東奥日報の記事[11]を簡略化して示したものであり，（A）がわれわれの主張を，（B）が日本原燃の主張を示している．図2（B）によると，S面とそれより低い（新しい）段丘面があるので地表高度は海側へ低下し，見かけ上，段丘面が海側へ急に傾斜しているように見えるのだという．地表面の高度変化から見て，S面がそのまま海側へ連続しないことは認めているが，それに対する説明がわれわれとは異なっているのである．地下には褶曲構造はあるが，活構造ではないとしている．

しかしながら実際には，図2（B）の解釈にある段丘崖も，地下の水平な地層も認められない[4]．日本原燃は，海寄りの段丘面が「S面より若い海

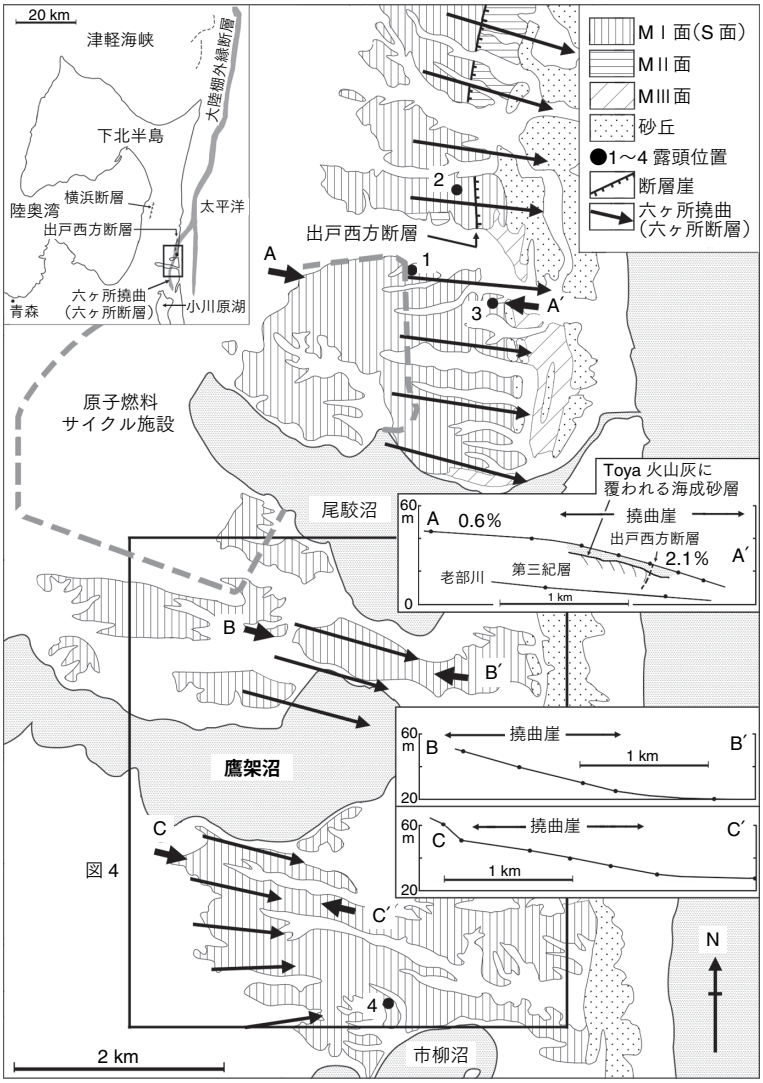

図 1 ――六ヶ所村周辺のS面の分布と六ヶ所断層による変形．S面より古い段丘は図示していない．A–A′～C–C′ は地形断面であり，S面が海側へ撓曲している様子を示している[4]．

成段丘面」であるとする資料も提示しているが，それらは河川がS面を浸食した谷の中で得られている可能性が高く，段丘の形成年代を示す証拠とはなりえない．

日本原燃の段丘分類図の矛盾

尾駮沼北方では，地表面の傾斜が通常の段丘とは異なることは，われわれも日本原燃も共に認めている．その原因に関して，日本原燃は複数の海成段丘面が存在するためとしているが，それが無茶な説明であることを述べた．

ところで，六ヶ所撓曲は陸上部で約 10 km 以上連続しており，鷹架（たかほこ）沼周辺においても，S面が撓曲している（図 1）．図 3 は，図 1 の C–C′ の位置において，六ヶ所撓曲を海側（東側）から撮影したものである．急な斜面に見えるが，実際は，700～800 m の区間で 20 m 程度高くなる程度である．階段状に高くなるのではなく（段丘崖はなく），徐々に高度が高くなる．日本原燃は，もちろんこの撓曲も認めていないが，以下に述べるように自己矛盾に陥っている．われわれが撓曲崖と判断したものを段丘崖とするのであれば，段丘区分図において矛盾なく示されていなければならな

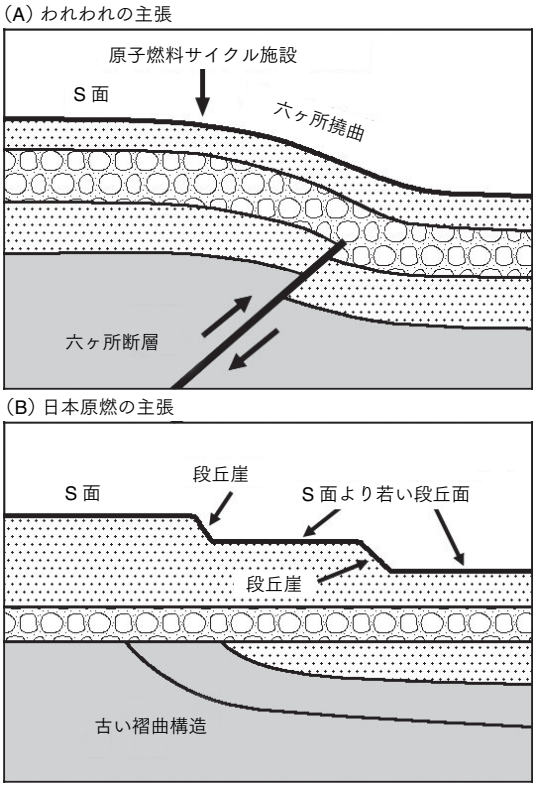

図2――S面の撓曲にかかわる見解の相違．東奥日報が図示したもの[11]を簡略化した．

いが，実際にはそうなっていないのである．

図4は，日本原燃が示した鷹架沼周辺の段丘分類図である．M1面がS面であり，M2面・M3面はS面より若い段丘面とされている．この図によると，周囲より明らかに傾斜が急な部分のすべてがS面(M1面)とされている．尾駮沼北方(図1のA-A′付近)では，傾斜が急になっている(六ヶ所撓曲がある)わけではなく，複数の海成段丘面があって高度が低下していると，苦しい説明をしていたのであるが，ここではS面の分布しか示されていない．S面の急斜により，六ヶ所撓曲の存在をあっさりと認めてしまっていることになる．

なお，日本原燃は撓曲の東側(低い側)にM2面を示しているが，S面とM2面との間には段丘崖は認められない(図3)．また，M2面の露頭番号4(図1と共通)では，S面であることを示す確実な証拠が得られている[4]．すなわち，この地域において，S面とM2面を区分することはできない．鷹架沼南方のM1面とM2面はいずれもS面であり，それが六ヶ所断層の活動によって撓曲しているのである．

さらに，鷹架沼の北方(図1と図4のB-B′)においても，M2面が撓曲していることを，日本原燃の図が認めている(図4)．われわれはこのM2面をS面としたが，露頭がないので詳細は不明である．いずれにしてもここでも，日本原燃自身が六ヶ所撓曲の存在を認めていることになる．

大陸棚外縁断層との関係を含めた再検討を

六ヶ所断層は，S面を撓曲させる活断層である．日本原燃はそれを認めず，尾駮沼北方において複

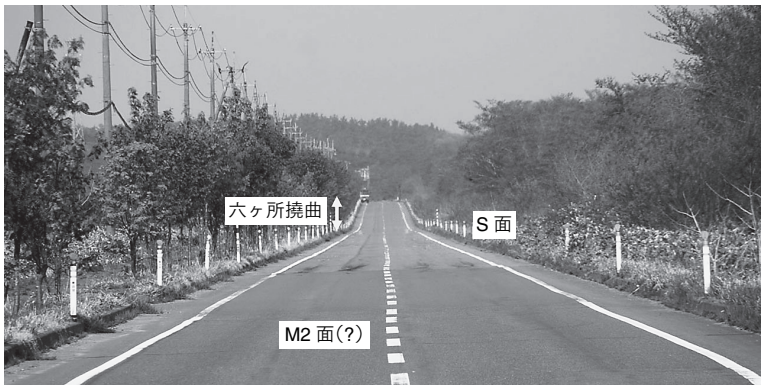

図3――鷹架沼南(図1・図4のC-C′)におけるS面の撓曲．急な崖に見えるが，実際は，700～800 mの区間で20 m程度，徐々に高くなっている．日本原燃[9][10]は，撓曲している部分をM1面(S面)に，その手前側をM2に区分しているが，段丘崖は認められず，そのような区分はできない．

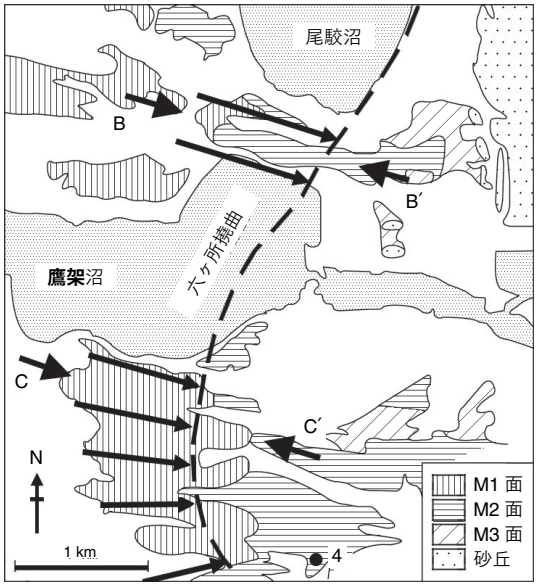

図 4 ――日本原燃による段丘面区分と六ヶ所断層．M1 面が S 面に，M2 面・M3 面はそれより若い段丘面とされているが，M2 面も S 面である(本文参照)．日本原燃の資料によると，B–B′ では M2 面が，C–C′ では S 面が撓曲していることになる．

数の段丘面を区分し，「異常な傾斜」を何とか説明しようとしているが，そこには合理性はない．一方で，鷹架沼周辺では 1 つの段丘面が撓曲していることを認めてしまっており，そのことに気付いていない．このような矛盾に満ちたきわめて杜撰な調査結果が報告され，それが審査の場で了承されようとしている．これが正常な姿であるはずがない．

原子燃料サイクル施設は，六ヶ所撓曲に近接して建設されており，六ヶ所断層はこの施設を載せていることになる．また，六ヶ所断層は，下北半島東方の海底に認められている「大陸棚外縁断層」の南方延長に位置している(図 1)．両者の連続性に関しては，複雑な議論もあるようであるが，ごく素直にみて見て，六ヶ所断層が大陸棚外縁断層の延長にあると考えるのは自然に思われる．また，小川原湖東方沖においても活断層が存在する可能性が示されている[14]．これらのことから，大陸棚外縁断層が活断層である可能性は否定できないと考えられる．大陸棚外縁断層は，音波探査によって活断層ではないとされている[10][12][13]が，そもそも音波探査によって活断層の可能性を否定することには強い疑義が示されている[4][15][16]．また，音波探査結果のみによって活断層の存在を否定することは，「活断層等に関する安全審査の手引き」に違反している[17]．音波探査記録の扱いに関しては，今後の慎重な検討が必要である．

文献および注

(1)「S 面」とは，神奈川県の下末吉という地域で詳しく調査された「下末吉面」の頭文字を取って「S 面」と呼ばれるようになった．今から約 12.5 万年前は，現在より少し海面が高い温暖期であり，海面高度が安定していたため，広い平坦面が形成された．

(2) 小池一之・町田洋編: 日本の海成段丘アトラス，東京大学出版会(2001)

(3) 断層運動が起こっても岩石が切断されずに，岩層の連続性が維持されて形成される S 字状の褶曲のことである．

(4) 渡辺満久・他: 活断層研究，**29**, 15(2008)

(5) 日本原燃:「六ヶ所再処理工場の直下に活断層か」などの主張に関する当社の考えについて(2008) http://www.jnfl.co.jp/event/080528-dislocate.html

(6) 内山太介: 日本原子力学会誌，**50**, 748(2008)

(7) 渡辺満久: 科学，本特集(2008)

(8) 町田洋・新井房夫: 新編火山灰アトラス，東京大学出版会(2003)

(9) 日本原燃: 再処理施設及び特定廃棄物管理施設「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に係る耐震安全評価報告――敷地周辺・敷地近傍・敷地内の地質，原子力安全・保安院，合同 W4-3(2008)

(10) 日本原燃: 再処理施設及び特定廃棄物管理施設「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に伴う耐震安全性評価について――出戸西方断層と向斜構造との関係，合同 B2-2(2008)

(11) 東奥日報 2008 年 6 月 24 日記事

(12) 東北電力: 東通原子力発電所 大陸棚外縁断層の評価について(1996)

(13) 日本原燃: 下北半島東方沖大陸棚外縁の断層評価について(1996)

(14) 日本原燃: 再処理施設及び特定廃棄物管理施設「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に係る耐震安全性評価報告――天ヶ森沖周辺の海上音波探査結果，合同 B6-3-2(2008)

(15) 渡辺満久: 地理科学，**60**, 17(2005)

(16) 石橋克彦: 科学，**79**, 9(2009)

(17) 中田高: 科学，本特集の「活断層調査において変動地形学的手法がなぜ重要か」(2008)