特集　活断層とは何か

岩手・宮城内陸地震と活断層
――「想定外」地震を招いた要因

鈴木康弘　すずき　やすひろ　（名古屋大学大学院環境学研究科）

岩手・宮城内陸地震は，活断層による地震発生予測に対して2つの大きな問題を提起した．ひとつは震源域付近に活断層が見落とされていたことであり，もうひとつは確認される活断層がきわめて短いことである．前者は活断層調査が十分行き届いていないことを示し，後者は，短い活断層は小さな地震しか起こさないという従来の考えに見直しを迫るものである．

見落とされていた活断層

岩手・宮城内陸地震は，活断層の存在が事前には指摘されていなかった場所に起きた．しかし地震後の調査によって，地震の震源域内の一部には活断層が存在していたことがわかり，活断層の存在を確認するための調査が不十分であったことが明らかになった．

もしも活断層の分布が事前に周知され，適正に地震規模が推定され，被害想定にもとづく地震対策が地域防災計画等に十分反映されていれば，今回の地震被害は軽減され，救助・救援活動もより効率的に行うことができたかもしれない．その意味で，活断層が見落とされていたことを「重大な問題」と受け止め，改善する必要がある．

地震直後の緊急調査

岩手・宮城内陸地震の震源域周辺には，活断層の存在は指摘されていなかったが，地質図には北北東−南南西方向に伸びる断層が描かれていた．このため，活断層ではない古い断層が再活動したのではないかという推測も出され，地震の原因がしばらくの間，明確にならなかった．国の地震調査委員会においても2008年6月14日，6月26日の会議においては活断層との関連が示されず，7月11日の会議でようやくこの地震が活断層と関連していたことに言及された．

この地震の発生地点は，M 7.8の地震を起こし得ると考えられている活断層（北上低地西縁断層）の南方にあたる．北上低地西縁断層は奥羽脊梁山脈の東麓に位置し，今回の震源域付近は地形的にはその延長に当たることから，活断層があっても不思議ではないが，従来の活断層図には何も示さ

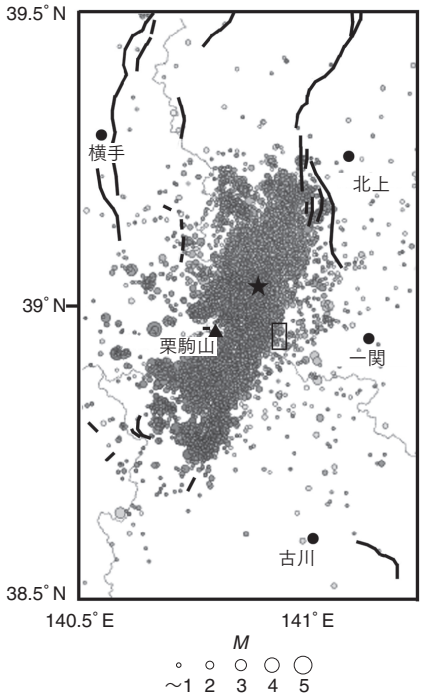

図1――岩手・宮城内陸地震の本震・余震の震央と既知の活断層の分布[1]．四角の枠内は本論文で扱う柧木立地区．

図 2 ――柳木立に現れた地震断層．矢印の延長部で水田が撓み上がる．南方を望む．

れていなかった(図 1)．

地震直後に行われた東北大学や産業技術総合研究所による地表地震断層調査により，厳美町柳木立周辺において明瞭な地震断層が確認された(図 2)[(2)(3)]．地震を起こしたと推定される震源断層は西側隆起であるが，この地震断層は東上がり(逆向き)であった．

地震直後に国土地理院によって撮影された航空写真によれば，この地震断層よりも東側において，水田面が東へ傾き，水田の一部が干上がっていることがわかる(図 3)．逆断層による変形は広域的に現れやすく，その隆起側に逆向き断層が生じることが多いため，図 4 に示すように複合的な断層構造が生じたと解釈できる[(1)]．

ところで地震前(1976 年)に撮影された航空写真を見ると，逆向き断層がつくる断層崖は明瞭に映し出されていた(図 5)．この崖の西側は，現在では埋め立てられてしまっているが，もともとは低湿地になっている．湿地の形状は細長く入り込んでいるため，河川浸食により形成されたとは考えられない．このため，西側低下の活断層運動によって形成されたと判断される．断層長は 1 km 弱と短いが，確かにここには活断層変位地形を見いだすことができる．

活断層の繰り返し活動を立証するため，2008 年 7 月にトレンチ調査が実施された(図 6)．地下 3 m まで掘削すると，断層を境に隆起する基盤岩とその上位に段丘礫層が確認された(図 7)．沈降側においてはトレンチ基底付近に同じ段丘礫層が

図 3 ――地震後に撮影された航空写真(国土地理院 CTO-2008-3 C1-43)に見る地表変状(文献(1)より簡略化)．

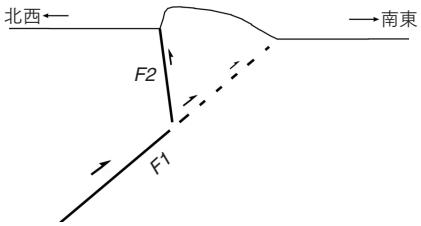

図 4 ――柳木立付近の推定断層構造[(1)]．

図 5 ――地震前(1976 年)に撮影された杁木立の航空写真(国土地理院 CTO-76-13 C12 D6).

図 6 ――杁木立におけるトレンチ風景(2008 年 7 月).

確認され，断層を挟んで 2.5 m 上下変位している．断層面沿いにはこの段丘礫層が引きずり上げられた構造もある．今回の地震による上下変位は 40 cm 程度であるため，複数回の断層活動が繰り返し起こっていたことの証拠となる．

断層の低下側に分布する湿地性堆積物は，年代測定の結果，約 7000～1000 年前にかけて堆積したものであることが判明した．また地層の変形具合から，7000 年前以降に今回を含めて少なくも 3 回は活動が繰り返されていることがわかった[1]．

確認された短い活断層の意義

杁木立の南北延長部において地震後に撮影された航空写真を詳細に観察すると，杁木立でも確認されたような西上がりの変形が確認された．すなわち小猪岡川に沿う南北に延びる低地帯の西縁において，一枚の水田のうち西半分が干上がる現象が数カ所見つかった．地震前の航空写真をみると，低地帯の西縁のラインを境にして東側は沈降傾向にあるのに対し，西側の支谷沿いにおいては谷底が隆起傾向にある．またこのライン上には撓曲崖状の地形も点在している．田力・池田(2005)[4]は，杁木立の北方約 5 km に位置する磐井川沿いにおいて，ほぼこの断層付近を境に西側に位置する河成段丘面が累積的に隆起傾向にあることを報告しており，その結果とも整合的である．以上のことから，小猪岡川に沿う低地帯の西縁に沿って，活断層が存在する可能性を指摘することができる．

しかし，可能性を指摘できる範囲は概ね 3～4 km 程度にとどまる．これに対して震源断層の長さは 30 km を超えると推定されており(文献(5)など)，両者の長さには大きな隔たりがある．

地震波の解析結果から推定した震源断層上でのすべり量分布によれば，南部の浅い場所に大きなすべりが起きていた．活断層が確認された位置は，防災科学技術研究所が推定した[5]すべり量の大きかった(いわゆるアスペリティの)位置に一致する．すなわち浅い場所で大きなすべりが生じた結果，地表にも断層変位が比較的明瞭に現れたことになり，これは合理的な結果である．

ここで肝心なことは，これが活断層であり，過去にも比較的頻繁に活動していたということである．このことは，今回のような地震活動が過去にも繰り返し発生していたことを示している．

再検討が求められる短い活断層と地震規模との関係

今回の震源域付近には活断層が存在しており，杁木立付近の限定された場所では事前に活断層を認めることは可能だった．しかしそれはきわめて短いものであり，少なくとも従来の手法で震源断層の規模を想定することは困難であった．すなわち経験式を用いて活断層 10 km で M 6.5 を想定

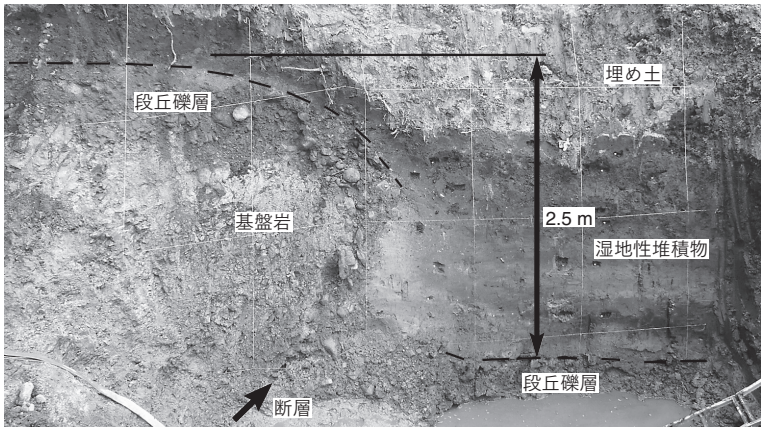

図 7 ――柳木立トレンチ南壁面.

する，というやり方に再考が求められる．

そもそも地表に明瞭な変位が現れるのは概ね M 7 以上であるため，その長さが 10 km 以下なら M 6.5 以下と考えるのは矛盾である．そのことからも，上記のような経験式の適用は妥当なものではないことはこれまでにも指摘されていた．

柳木立に分布する活断層は短いとはいえ過去にも繰り返し活動した明瞭なものである．今後はこうした短い活断層から地震規模をより適切に推定することが必須となる[6]．今回の地震のもっとも大きな教訓はここにあると言っても過言ではない．

柳木立付近の活断層と震源断層の関係をどう考えるか

震源域内の地震時変位および地質構造に関する研究成果が，他の研究機関によりいくつか報告されている．それらの結果と柳木立の活断層との関連について最後に付記する．

産業技術研究所(2008)[3]は，柳木立以外の地域も調査し，南北 20 km の範囲に断続的に地表地震断層の可能性のある地表変状が起きたことを報告している．本稿では，変位地形や露頭情報をもとに活断層を認定できる範囲を議論している．

地震との関連が指摘された「餅転–細倉構造線北部」[7]について，その全体が活断層であると主張する資料は今のところない．むしろ震源断層の地表への現れは広域に及び，複雑な様相を呈したと推定される．すなわち，北上低地西縁断層の南方延長にあたるこの地域では，地表に大きな断層変位は現れにくく，地表変位は幅をもつ帯状の範囲に現れ，柳木立の断層はもっとも明瞭であるものの，その一部に過ぎないため変位量も大きくない，と考えられる．

いずれにしても事前に地震発生を予測するには，①北上低地西縁断層の南方延長であるという情報と，②柳木立のように局所的ではあるが活断層が確認できるという情報，および③河岸段丘の累積的変位があるという情報[4]を慎重に確認した上で，活断層の存在を確認するための掘削調査を補足的に行い，地震・測地観測成果や地表地質調査結果および地下探査結果をも参考に，震源断層の長さを検討することが重要になる．

文献

（1） 鈴木康弘・他: 活断層研究，**29**, 25(2008)
（2） 石山達也・他: 活断層研究，**29**，口絵 iv(2008)
（3） 産業技術総合研究所: 2008 年岩手・宮城内陸地震速報(2008) http://unit.aist.go.jp/actfault/katsudo/jishin/iwate_miyagi/index.html
（4） 田力正好・池田安隆: 第四紀研究，**44**, 229(2005)
（5） 防災科学技術研究所(2008): 近地地震動記録による平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震の震源インバージョン(暫定版) http://www.hinet.bosai.go.jp:80/topics/iwate-miyagi080614/
（6） 島崎邦彦: 活断層研究，**28**, 41(2008)
（7） 佐藤比呂志・他: 2008 年岩手・宮城内陸地震の地質学的背景 http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/topics/Iwate2008/geol/