

3月11日前後の長町-利府線 断層帯周辺

(株) 東北開発コンサルタント 橋本 修一

1. はじめに

2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震(以下、3.11地震という)の発生後、東北日本各地で内陸地殻内の地震活動に変化が見られる。これまで地震がほとんど観測されていなかった地域で活発化した例もある一方、活動が沈静化している例もある。仙台都市圏を北東-南西に通過する長町-利府線断層帯周辺における3.11地震前後の地震発生状況の変化と、地質露頭状況を検討した。なお、本稿は応用地質学会東北支部平成23年度研究発表会での発表内容を基に、その後の知見も加えて整理したものである。

2. 3.11地震による地殻変動

3.11地震の発生に伴い、東北日本に大規模な地殻変動が生じた。GPSの連続観測によると、3.11地震時に、陸域では最大5.3m 東南東に水平移動・1.2m 沈降(牡鹿観測点)、余効変動(M 牡鹿で水平33cm)も観測されている。変動量は均一ではなく、震源に近い東部ほど変動量が大きいことから全体として東南東方向に引張られていることになる(図1参照)。

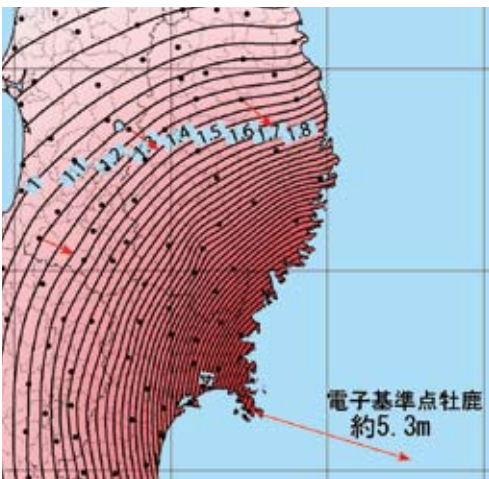


図1 本震(M9.0)に伴う地殻変動の等変動量線図(水平変動量)国土地理院資料

3. 3.11地震前後の地震活動の変化

3.11地震前後のそれぞれ3ヶ月程度の地震発生個数を比較すると、たとえば2003年宮城県中部の地震の震源域の場合は、27個から7個(M0.5以上)とほぼ1/4に減少している(図2)

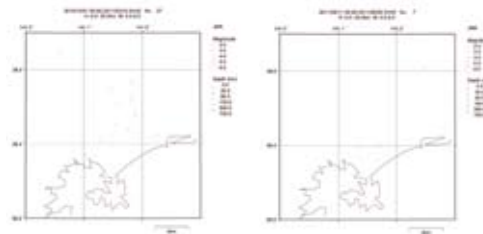


図2 3.11地震前3ヶ月(左)と地震後3ヶ月(右)の宮城県中部の地震発生状況(データは気象庁一元化地震力タログによる)

2008年岩手・宮城内陸地震の震源域について、3.11地震の前後半年間を比較すると、地震活動は明らかに3月以降低調に推移している。(図3)。

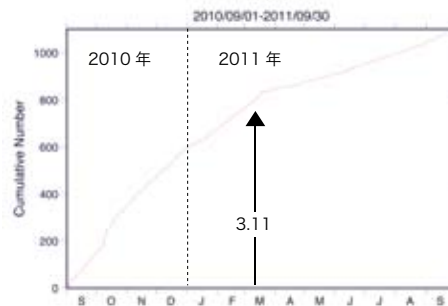


図3 3.11地震前後6ヶ月間の2008年岩手宮城内陸地震震源域の地震発生状況(データは気象庁一元化地震力タログによる)北緯38.8度~39.2度、東経140.7度~141.0度の範囲でカウント

単純に考えれば、3.11以降の地殻変動は、東南東方向に引っ張り力が作用したことになるため、東北地方に一般的なNNE走向の逆断層に対しては、逆断層としての活動を抑制する作用を与えているものと考えられる。

このような地震活動度の変化について

は、ある特定の地震後の周辺地域の地殻応力変化、すなわち、静的クーロン応力の変化(Δ CFS)を計算して理解するという検討がなされている。遠田(2011)は、3.11地震による Δ CFSを、東日本の主要な活断層について計算した。その結果、長町-利府線断層帯を含む、東北地方の主要な活断層はほぼすべて負の Δ CFSになった。すなわちその活動が大きく規制されることが示された。

一方、現実には主要な活断層以外の何か所かで地震活動は活発化している。これが何を意味するのか、広域的な応力場の変化から説明が試みられているが、今後どのように推移するのか今のところ不明である。長町-利府線断層帯に関しても、本体からすこし西方の地域で活発化している。

4. 3.11地震前後の長町-利府線周辺

長町-利府線断層帯に関連する周辺地域については、次のような地震活動の経緯を有しているが、最近知られてきた広範囲な地形変動の検出とあわせて、今後の推移に留意しておく必要がある。

1998年9月15日、長町-利府線断層帯の深部延長に相当するとされる落合の地下浅部13kmでM5.2の地震が発生している(図3)。この時は、同断層帯が引き起こすであろう『地震の核』が形成されたとも解釈されていた。その後の活動は急速に衰えたが、2011年3月26日以降、青葉区大倉付近を中心に小地震が頻発し、時折M3クラスの中地震も発生している。このうち4月30日のM3.2の地震の発震機構解は、前述した1998年9月の地震と同様、東西~西北西に圧縮軸を持つ逆断層である(図4)。

本年3月末以降の中・小規模地震の震源位置は1998年の震源域から6km西方

にあり、長町-利府線そのものではなく、隣接した別の構造とみることが適切かもしれない。解析された2つの節面のうち、西高角度傾斜の面を地表に延長すると、むしろ「愛子断層」に近い。

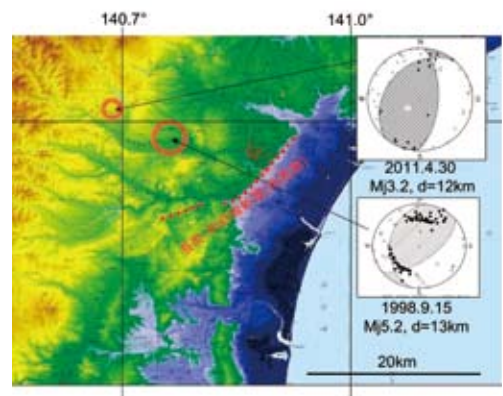


図4 1995年9月の地震と2011年4月30日の地震、長町-利府線断層との位置関係

大きな東方移動地殻変動をうけた地域でこれまでより東西圧縮が弱まった分、断層面沿いの法線応力が低下し、結果的に小さなせん断力でも断層が活動しやすくなったのかもしれない。

地震活動は3月末から発生し、6月には10個/日と活発化、7月に入って低調になっているが、11月末日現在も継続している(図5)。これらの情報だけから今後の経過を予測することはできないが、地形・地質学的事実として愛子断層に関わる変形、さらに長町-利府線断層帯本体による地表変形、地質露頭を確実に把握し、今後活動が拡大した場合に想定される地表変動、斜面崩壊の危険性が高い地域や範囲を特定しておくことは、防災上必要と考えられる。

田力ほか(2010)は、ALOS画像を用いた立体視により、従来写真判読では認識することの出来ない広域的な変動地形の抽出を試み、すでに幡谷(2006)が段丘高

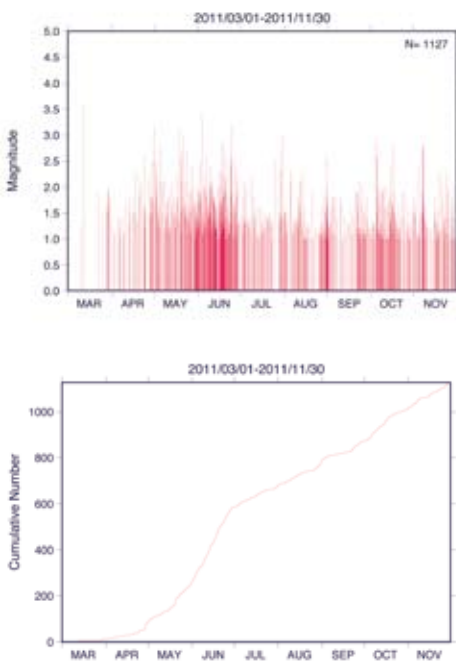


図5 2011年3月から11月の大倉付近の地震発生状況 (M1以上。上: M-T図、下: N-T図。北緯38.2度~38.4度、東経140.6度~140.8度の範囲。鶴岡, 1998の手法による)

度のTT法を用いて指摘した南北方向の隆起域(図6)を含めた地域において、複数の幅広の撓曲と小規模な断層変位を示唆する地形を認めている。また、これらは地表まで達しない震源断層が地下深部に存在する可能性を指摘している。

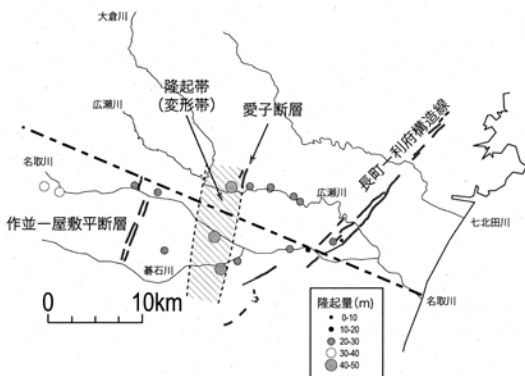


図6 幡谷(2006)による過去10万年程度の隆起量の分布と活構造

5. 3.11 地震前後の露頭状況変化

3月以降活発化している地震の震源域は、今のところ地下7~8km以深に限定されており、直接的に地表に影響が生じているものではない。

念のため、長町-利府線断層帯にかかわる地表や露頭状況の変化の有無等を検討している。一例として同断層帯のうち、バックスラストのひとつである鹿落坂断層の露頭を示す。同断層は現在では、法面保護のため観察できないが、渡辺(1977)のスケッチ(図7)が残されている。

3.11地震時に鹿落坂の急傾斜地が崩壊しているが、スケッチから推定すると、鹿落坂断層のやや北方で表層崩壊し、下方の木造家屋を破壊しているように見える(写真1、4月2日撮影)。木造家屋撤去後は、スケッチに表現されている地層傾斜も遠望することができる(写真2、4月24日撮影)。なお、同断層の走向方向の周辺の地表に膨隆などの変形は認められない。

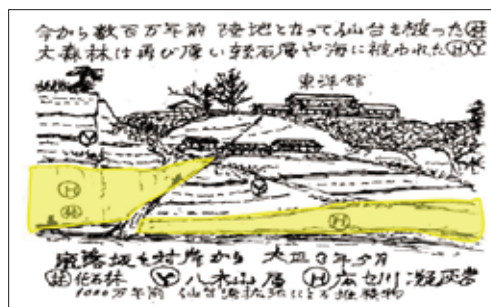


図7 渡辺(1977)による鹿落坂断層の露頭スケッチ(一部加筆)



写真1 鹿落坂の斜面崩壊(4月2日撮影)



写真2 鹿落坂の斜面崩壊4月24日撮影。鹿落坂断層は養生シート手前のモルタル吹きつけ部と推定。木造家屋は撤去されている。

6. おわりに—断層露頭の整備

長町—利府線断層帯の活動履歴はまだ不明な点が多く残されている。また、3.11後の変動が今後、既知の活断層に具体的にどう影響するのか予断を許さないところもある。現在の小規模な地震活動が仮に拡大し、全体にわたって破壊することを想定した場合、地表変形が顕在化する場としての断層露頭の存在と性状を知っておくことは重要である。

ただ、現在は地表変化が進んで露頭の存在すら不明になっている場合もある。一方で、土地造成に伴い一時的に出現する断層露頭もあるが、多くの場合記録は散逸しがちである。

これらの露頭を再整理して保存することは、応用地質学的な基礎資料として議論の場を提供することになり、今後の活断層評価に基本的な地質情報を的確に提供でき、また、地域防災にも貢献できるものと考えられる。

【参考文献】

- 幡谷竜太(2006)河成段丘を用いた第四紀後期の隆起量評価方法の検討(3)-過去10万年の隆起量分布により明らかにされる内陸部の地殻運動-、電力中央研究所報告、N05017,21p.
- 田力正好・水本匡起・松田時彦・松浦律子・今泉俊文・横山隆三(2010)奥羽脊梁山脈東縁、仙北平野周辺の変動地形と活構造。日本地震学会2010年秋季大会講演予稿集(P3-57)
- 遠田晋次(2011)本震前後の地殻応力変化と地震応答、活断層への影響、シンポジウム2011年東北地方太平洋沖地震に伴う内陸活断層の挙動と地震活動・地殻変動」講演予稿集 p.15-18.
- 鶴岡 弘. WWWを用いた地震情報検索・解析システムの開発. 情報処理学会研究報告;データベースシステム 115-9, 情報学基礎 49-9, 65-70(1998).
- 渡辺萬次郎(1977)わが町仙台。宝文堂。