

綾瀬川断層の地形学的認定とその活動性

渡 辺 満 久*

Geomorphic Identification of the Ayasegawa Fault and its Activity in Kanto Plain, Central Japan

Mitsuhisa WATANABE*

Abstract

The cabinet office of the Japanese government demonstrated the prospects of future seismic hazards associated with a working model for possible earthquakes in the capital area of Japan. If this assumption is not unrealistic, it is reasonable to use this working model. However, it has already been reported that several active faults may exist in this area. This discrepancy can lead the assessment into unreal issue.

I reveal the nature of the Ayasegawa fault located close to the capital area on the basis of geomorphic features. The fault extends in the NW-SE direction for at least over 30 km, and the fault trace is linear, which is indicative of lateral movement. There is a graben structure delineated by the fault in the Minuma ward, Saitama City. The vertical component of the Ayasegawa fault is upthrown to the southwest and the average vertical slip rate is 0.05 to 0.1 m/ky. The net-slip rate should be much larger than the vertical one, taking lateral movement into account. Although the single vertical offset is assumed to be 0.8 to 4 m, the rupture history of the fault remains unknown.

The Ayasegawa fault is an southeastern extension of the Fukaya fault, and is composed of an active fault extending more than 120 km through the Kanto Plain across the capital area of Japan. To prepare for a real seismic hazard and to try to reduce damage, we should check the properties and clarify the rupture history of these active faults as an urgent task. Precise local information on these active faults is necessary for motivating people to develop an awareness of disaster mitigation.

Key words : seismic hazard, active fault, Ayasegawa fault, capital area of Japan

キーワード : 地震被害, 活断層, 綾瀬川断層, 首都圏

I. はじめに

関東地方南部は複雑なプレート境界に位置するため、多数の被害地震が発生してきた。中央防災会議首都直下地震対策専門調査会(2005)は、江戸時代以降の被害地震の発生状況をもとに、首都直下地震発生の危険性と被害想定結果を公表し

た。想定されている首都直下地震のうち、「東京湾北部地震」による被害は、死者10,000人以上、経済被害約100兆円程度に達すると予測されている。中央防災会議での議論をみると、既知の活断層の引き起こす地震も想定されているが、地震は「どこでも起きる」ことが強調されすぎている。地震防災に対する意識を高める上においては、

* 東洋大学社会学部

* Faculty of Sociology, Toyo University



図 1 関東平野の活断層。

Fig. 1 Active faults in the Kanto Plain.
u: upthrown side, d: downthrown side.

「どこでも起こる」という指摘にはある一定の意味があろう。しかし、一定規模以上の地震は、起こるべき場所（活断層分布域）に起きているのではないだろうか。被害想定を行う地域内に存在する活断層を特定せず、「どこでも起こる」という理解だけに立脚しては、その地域における被害想定は小さめに納められてしまう危険性がある。

埼玉県南東部の綾瀬川断層（清水・堀口, 1981）は、東京湾北部地域に近接する地域において推定されている活断層の1つである。しかしながら、中央防災会議首都直下地震対策専門調査会（2005）の被害想定においては、この活断層の存在は全く考慮されていない。首都圏に近い綾瀬川断層の南部は、活断層として認定されていない（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2000）が、そのように結論することには大きな問題があ

る（渡辺, 2004, 2005）。従来、綾瀬川断層の存在や活動性に関しては、地下構造をもとに検討されていることが多く、変動地形に関する理解は十分とはいえない。このように綾瀬川断層の認定や活動性の検討が不十分なまま、東京湾北部地域の被害想定を行うことに大きな疑問がある。本論では、綾瀬川断層の連続性や活動性などを、地形学的に明らかにする。その上で、この活断層に関する詳細な調査を実施する必要性を述べる。

II. 地域概観

関東平野北西部には、深谷断層をはじめとする、北西-南東に連続する複数の活断層が分布している（図1）。高崎-上尾間の、深谷断層を含む断層帯は、関東平野北西縁断層帯とも呼ばれている（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005）。いずれも、南西側が相対的に隆起するような活断

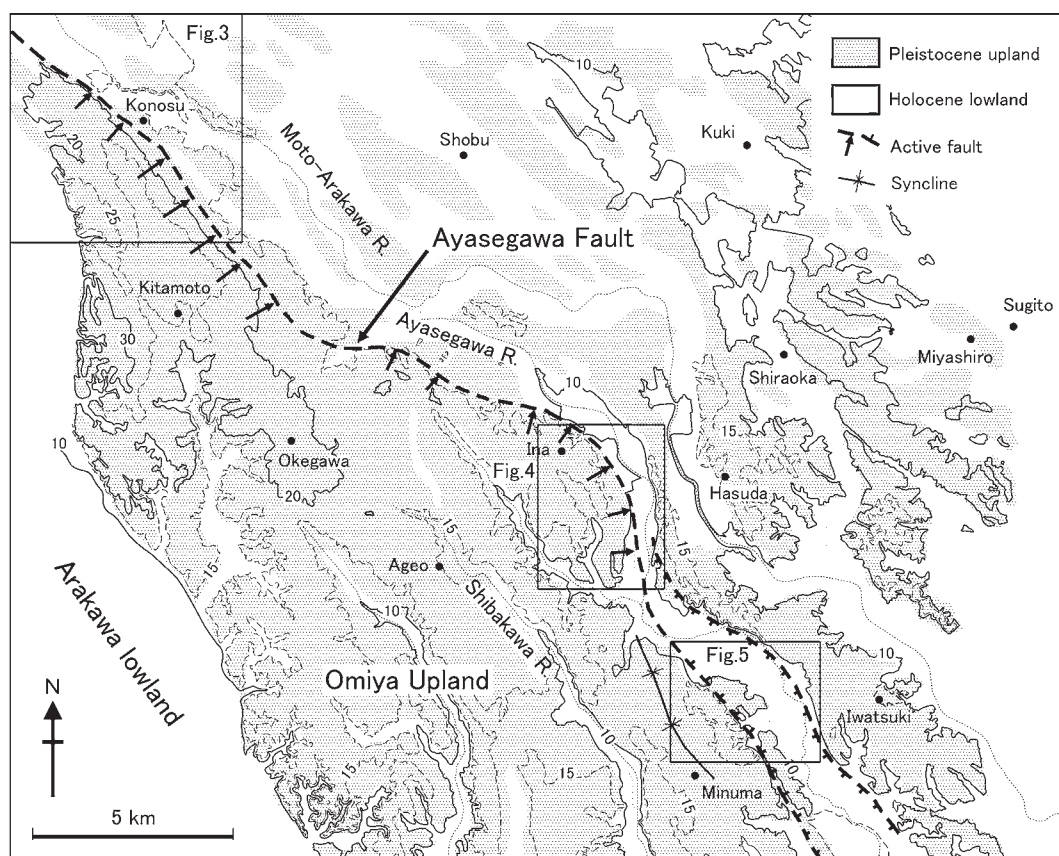


図 2 綾瀬川断層周辺の地形分類図。台地の分布は平井 (1983) を簡略化。

Fig. 2 Simplified geomorphic map of the study area showing the location of the Ayasegawa fault (see Fig. 1 for location), topography is adapted from Hirai (1983).

層である。綾瀬川断層は、関東平野北西縁断層帯の南東端からより南東方向へ連続する活断層であり、大宮台地のほぼ中央部を、北西-南東方向に縦断している (図 2)。

大宮台地の高度は 10 数 m 以上であり、複数の段丘面から構成されている。大宮台地の段丘面は、木下面・大宮面・赤羽面に区分され、それぞれ海洋酸素同位体比ステージ MIS5e・MIS5c・MIS5a に形成されたと推定されている (中澤・遠藤, 2002; 石山ほか, 2005)。絶対年代はそれぞれ、約 125 ka・100 ka・80 ka である (Martinson *et al.*, 1987)。大宮面は常総粘土層に覆われるが、赤羽面では常総粘土を欠き、段丘面構成層

は箱根東京テフラ (Hk-TP, 60-65 ka, 町田・新井, 2003) に覆われるとされている (中澤・遠藤, 2002)。貝塚ほか (1977) は、鴻巣周辺の大宮面台地が波状変形していることを示し、背斜構造の北東翼は撓曲崖であることを明らかにしている。この背斜構造は、より南東方向へ連続すると考えられている (中澤・遠藤, 2002)。

III. 大宮台地中部以北の変動地形

1) 鴻巣市周辺

鴻巣市周辺の大宮台地を構成する段丘面は、面と面に区分できる (図 3)。いずれの段丘面構成層も、Hk-TP より下位の層厚約 1 m のロー

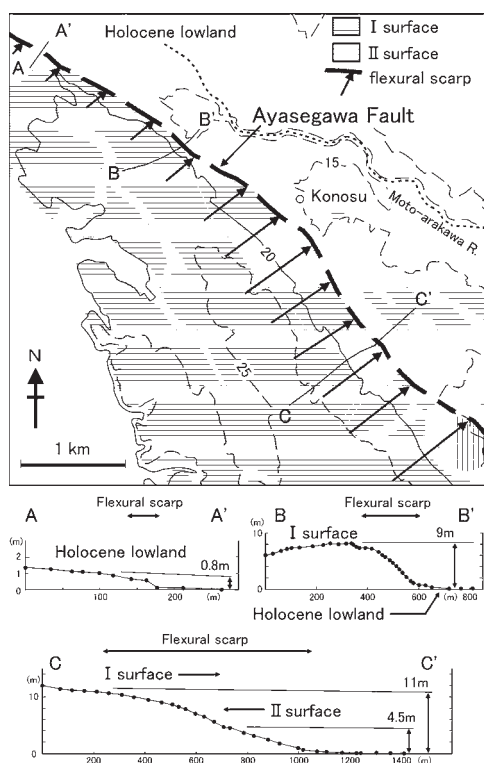


図3 鴻巣付近の変動地形学図。

Fig. 3 Map showing tectonic geomorphology in and around Konosu City (see Fig. 2 for location) vertical offset of surface, surface and Holocene lowland are 9 11 m, 4.5 m and 0.8 m, respectively.

ム層に覆われているが、面では御岳第1テフラ (On-Pm1, 100 ka, 町田・新井, 2003) 相当のテフラも認められている (貝塚ほか, 1977)。したがって、これらの段丘面は、それぞれ大宮面・赤羽面 (中澤・遠藤, 2002) に相当すると考えられる。

綾瀬川断層は、貝塚ほか (1977) が認定したように、面・面を撓曲させている (図3)。撓曲崖の幅は、北部のA-A'断面では40～50 mであるが、南部ほど広くなり、B-B'断面では約200 m, C-C'断面では800 m以上となる。面・

面の鉛直変位量はそれぞれ9～11 m以上・4.5 m程度であり (図3 B-B'・C-C') 調査地域北西部では、沖積面を約0.8 m変位させている可

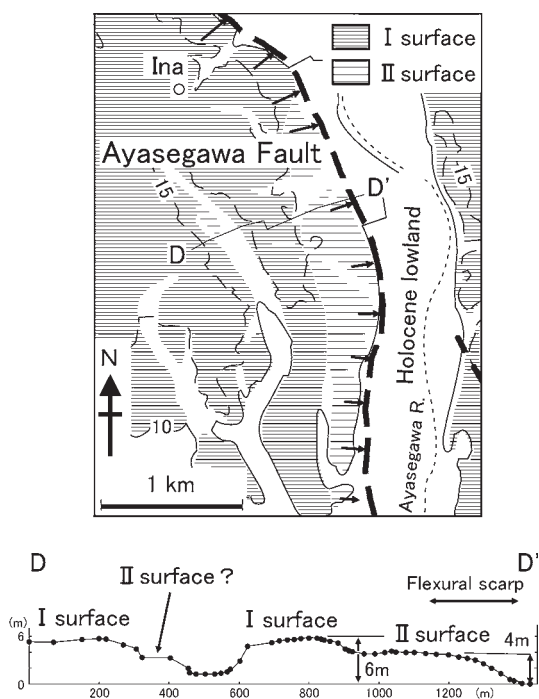


図4 伊奈町付近の変動地形学図。

Fig. 4 Map showing tectonic geomorphology in and around Ina Town (see Fig. 2 for location), vertical offset of surface and surface are over 6 m and 4 m, respectively.

能性がある (図3 A-A')。なお、石山ほか (2005) は、段丘面の撓曲構造を認めるとともに、反射法地震探査結果に基づき、綾瀬川断層は西傾斜の高角逆断層であるとした。

2) 伊奈町周辺

本地域においても、大宮台地は2つの段丘面から構成されている (図4)。鴻巣周辺の段丘面との連続性から、それぞれ面・面に対比できる。これらの段丘面の比高は約2 mである。中澤・遠藤 (2002) の段丘面区分もほぼ同様であり、面・面はそれぞれ大宮面・赤羽面に対比できる。

沖積面と面および面と面の間には明瞭な傾斜変換線が認められ、比高数mの段丘崖が形成されている (図4)。ところが、面はその東縁部において高度を徐々に下げており、沖積面

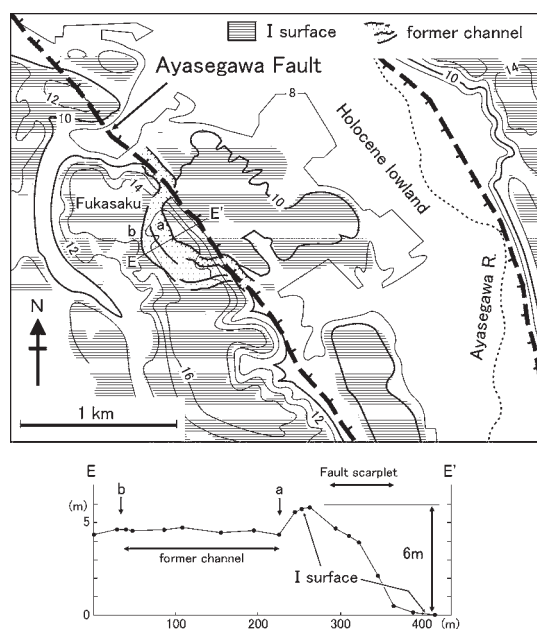


図 5 さいたま市見沼区深作付近の変動地形学図。

Fig. 5 Map showing tectonic geomorphology in and around Fukasaku, Minuma ward, Saitama City (see Fig. 2 for location), surface and former channel floor dissecting the surface are dislocated ca. 6 m vertically.

との境界は不明瞭である（図 4 D-D'）。このような地形的特徴は、面が東へ撓曲し、沖積面下へ埋没していることを示している。面の鉛直変位量は、4 m 以上である（図 4 D-D'）ので、面の鉛直変位量は 6 m 程度以上であると推定できる。

3) さいたま市見沼区深作周辺

伊奈町から南方においては、面の高度は 12 ~ 17 m 程度となり、段丘面高度から向斜構造も推定できる（図 2）。これとは別に、さいたま市見沼区深作付近においては、標高 16 m 程度の段丘面と標高 10 ~ 12 m の段丘面が認められ、南西側が 4 ~ 6 m 高い（図 5）。清水・堀口（1981）は、段丘面構成層を覆うテフラ層序などをもとに、これらの段丘面は同一時代面であり、その高度差は断層運動によってもたらされたと考え、この断層を綾瀬川断層と呼んだ。一方、中澤・遠藤

（2002）は、両段丘面を覆う地質層序に相違があるとして、この崖を大宮面（面）と赤羽面（面）の間の段丘崖であるとした。今回の調査では、テフラ層序などを確認することはできなかった。しかし、以下に述べるように、本研究では、清水・堀口（1981）の見解を支持する。

上述の伊奈町付近では、面と面の区分は明瞭であり、伊奈町における面の高度は、上流から下流へ 13 ~ 9 m と低下している。中澤・遠藤（2002）が深作付近において赤羽面と区分した段丘面は、伊奈町の面よりさらに下流側に位置しているが、その高度は 10 ~ 12 m と高い。これらの段丘面が連続するとすれば、下流側で高度が高くなってしまふ。したがって、上記の段丘面が連続するとは考えにくい。

また、比高 4 ~ 6 m の崖の両側で、河川の蛇行跡が連続しているように見える（図 5）。旧河道の北東縁は、比高 1 ~ 1.5 m の侵食崖として認定できる（図 5 の a）。南西側の縁（図 5 の b）には比高の大きな侵食崖はないが、面上の土地利用境界には南西側へ凸なパターンが複数認められる。その中には小字界となっているものもあり、河蝕崖を反映した土地利用境界であると考えられる。

このような特徴は、かつては段丘面に高度差はなく小河川がこれを開析していたが、その後に「高度差」が生じたことを示している。すなわち、深作付近では面が断層変位を受け、4 ~ 6 m の高度差を生じた可能性が高い。澤ほか（1996）と中田・今泉（2002）では、これと同様の根拠をもとに、低断層（撓曲）崖が図示されている。

本地域では、反射法地震探査も実施されている（埼玉県, 1996; 遠藤ほか, 1997）。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2000）は、地表に高度差が認められるものの、遠藤ほか（1997）の反射断面には明らかな断層構造は見られないことから、それは段丘崖であるとした。この情報によって活断層の存在を否定できるかどうかは、非常に大きな問題である（渡辺, 2005）。地表の情報をもっと重要視すべきであろう。なお、中澤・遠藤（2002）は、地表から数 100 m 以深では断

層を示唆する構造があるが、浅部では不明瞭であるとしている。

IV．綾瀬川断層の連続性と活動性

現在のところ、綾瀬川断層のトレースは、少なくとも鴻巣市付近からさいたま市見沼区付近まで、約 30 km 連続することが明らかになった。本断層に沿っては、南西側が相対的に隆起している。

綾瀬川断層の鉛直変位量は、北部ほど大きい傾向がある。鴻巣付近では、面には 9 ~ 11 m 以上の、面には 4.5 m 程度の鉛直変位が累積している（図 3）。伊奈町付近では、面・面の鉛直変位量はそれぞれ 6 m 以上・4 m 以上である（図 4）。深作付近では、面に 4 ~ 6 m 程度の高度差が認められる（図 5）。面・面の形成年代は、それぞれ約 100 ka・80 ka である（中澤・遠藤, 2002）ので、綾瀬川断層の平均鉛直変位速度は、0.05 ~ 0.1 m/ky 程度である。この数値は、ボーリング調査結果から見積もられた平均鉛直変位速度（勝俣ほか, 2005; 須貝ほか, 2005, 2007）とほぼ一致する。ただし、後述するように、綾瀬川断層は横ずれ変位を繰り返している可能性もあり、真の平均変位速度はこれより大きい可能性がある。遠藤ほか（1997）も、反射断面に地溝状の構造が認められることから、横ずれ成分を考慮する必要性を指摘している。

鴻巣付近では、沖積面に 0.8 m 程度の鉛直変位量が認められる（図 3）ことから、綾瀬川断層は完新世にも活動していると考えられる。この鉛直変位量を単位鉛直変位量と仮定すれば、面の鉛直変位量が 9 ~ 11 m 程度以上である（図 3）ことから、綾瀬川断層は約 100 ky 間に 10 回程度以上の活動を繰り返していることになる。ただし、横ずれ変位をとまなうとすれば、平均活動間隔などを正確に見積もることは困難である。なお、須貝ほか（2007）は、群列ボーリング調査結果をもとに、後期更新世以降において、数万年以上の間隔で少なくとも 2 回の活動があり、1 回の鉛直変位量は 4 m であると推定している。ここで示されている数値は、本研究結果とはかなり

大きく異なる。これらをより詳しく検討することは、今後に残された大きな課題の 1 つである。現段階では、綾瀬川断層の単位鉛直変位量は 0.8 m 以上であるとしておく。

さいたま市見沼区深作付近では、綾瀬川断層の相対的低下側（北東側）にも、標高 10 数 m 以上の段丘面が分布している（図 2, 図 5）。これは、綾瀬川断層の北東側に、南西側が相対的に低下するような活断層も存在することを示唆している（図 2, 図 5）。清水・堀口（1981）は、沖積層の高度分布から、ほぼ同様の結論を下している。また、この地域における反射法地震探査結果（埼玉県, 1996）にも、地溝状の地下構造が認められる。したがって、綾瀬川は、両縁を活断層に限られる地溝内を流れている可能性が高い。

綾瀬川断層は、深谷断層の南東への延長部に位置している（図 1）。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2000）は、綾瀬川断層南部は活断層とは認定しなかったが、今回の調査によって、綾瀬川断層全体が活断層であることがほぼ明らかになった。深谷断層から綾瀬川断層の断層トレースは、伊奈町付近では北東側へ張り出すような傾向があるものの、全体としては直線性が高い（図 1）。このような特徴は、これらの活断層が横ずれ断層である可能性を示している。

綾瀬川断層は、さらに南東方向へ連続すると推定される。綾瀬川断層の南東への延長部にあたる東京都江戸川区・千葉県浦安市周辺においても、南西側が相対的に隆起するような断層変位が報告されている（図 1; 杉山ほか, 1995）。したがって、深谷断層から江戸川までの活断層は一連の活断層帯を形成し、高崎から東京まで、長さ約 120 km の長大な活断層が首都圏直下に存在する可能性がある（図 1）。もし、これが見落とされているとすれば、大変大きな問題である。東京湾北部地震の被害想定（中央防災会議首都直下地震対策専門調査会, 2005）においては、これらの活断層の存在は全く考慮されていない。上記の長大な活断層が実在するとすれば、東京湾北部における地震被害想定は、著しく過小評価されている可能性がある。

V. まとめと今後の課題

大宮台地に見られる変動地形を解析した結果、綾瀬川断層の連続性及活動性に関して、以下のことが明らかになった。

1. 断層トレースは北西 南東へ少なくとも 30 km 連続している。北西に位置する深谷断層から比較的直線的に連続することから、横ずれ変位をとまなう可能性がある。

2. さいたま市見沼区付近では、綾瀬川断層は地溝状の構造を形成している。

3. 変位様式は、南西側が相対的に隆起しており、鉛直変位速度は 0.05 ~ 0.1 m/ky 程度である。ただし、横ずれ変位をとまなうとすれば、真の変位速度はこれより大きくなる。

4. 単位鉛直変位量は 0.8 m 以上であると推定されるが、具体的な活動履歴はほとんど不明である。

綾瀬川断層は首都圏直下まで連続する可能性がある。このことを明らかにしない限り、首都圏で想定される被害が過小評価される危険性がある。綾瀬川断層など、首都圏の活断層の特性と活動履歴を明らかにすることは緊急の課題である。住民の防災意識を高めるためにも、活断層に関する詳細な情報が必要である。

謝 辞

現地調査では、小松正幸君・高根澤誠司君・田中肇君（いずれも東洋大学学生）の協力があつた。ここに記して、感謝いたします。なお、本研究は、平成 18 年度東洋大学特別研究費によって実施した。

文 献

中央防災会議首都直下地震対策専門調査会（2005）首都直下地震対策専門調査会報告。

<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/houkoku.pdf> [Cited 2007/1/22]

遠藤秀典・杉山雄一・渡辺史郎・牧野雅彦・長谷川功（1997）浅層反射法弾性波探査による関東平野中央部の地下地質構造。地球科学, 51, 15-28。

平井幸弘（1983）関東平野中央部における沖積低地の地形発達史。地理学評論, 56, 679-694。

石山達也・水野清秀・杉山雄一・須貝俊彦・中里裕臣・八戸昭一・末廣匡基・細矢卓志（2005）変動地形・ボーリング・反射法地震探査により明らかになった

綾瀬川断層北部の撓曲変形。活断層・古地震研究報告, 5, 29-37。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2000）元荒川断層帯の評価。

<http://www.jishin.go.jp/main/index.html> [Cited 2007/1/22]

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）関東平野北西縁断層帯の評価。

<http://www.jishin.go.jp/main/index.html> [Cited 2007/1/22]

貝塚爽平・松田時彦・町田 洋・松田磐余・菊地隆男・丸田英明・山崎晴雄・村田明美（1977）首都圏の活構造。東京都直下地震に関する調査研究（その4）、東京都防災会議, 165-220。

勝俣尚哉・須貝俊彦・八戸昭一・水野清秀（2005）大宮台地の地形発達史。日本地理学会 2005 年春季学術大会, 259。

町田 洋・新井房夫（2003）新編火山灰アトラス—日本列島とその周辺—。東京大学出版会, 336p。

Martinson, D.G., Pisias, N.G., Hays, J.D., Imbrie, J., Moore, T.C. and Shackleton, N.J. (1987) Age dating and the orbital theory of the ice ages: Development of a high-resolution 0 to 300,000-year chronostratigraphy. *Quater. Res.*, 27, 1-29.

中田 高・今泉俊文（2002）活断層詳細デジタルマップ。東京大学出版会, DVD-ROM2 枚・付図 1 葉, 60p。

中澤 努・遠藤秀典（2002）大宮地域の地質。地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）産業技術総合研究所地質調査総合センター, 41p。

埼玉県（1996）平成 7 年度地震調査研究交付金 綾瀬川断層に関する調査成果報告書。200p。

澤 祥・渡辺満久・八木浩司（1996）1:25,000 都市圏活断層図「大宮」。国土地理院技術資料 D-1-No. 333。

清水康守・堀口萬吉（1981）大宮台地北東部における元荒川構造帯（新称）について。地質学論集, 20, 95-102。

須貝俊彦・水野清秀・八戸昭一・石山達也・杉山雄一・中里裕臣・細矢卓志・松島紘子・大上隆史・吉田英嗣・山口正秋・佐藤壮紀・三枝芳江・鳴橋龍太郎・本多啓太・大森博雄（2005）綾瀬川断層の活動履歴。日本第四紀学会講演要旨集, 35, 22-23。

須貝俊彦・水野清秀・八戸昭一・中里裕臣・石山達也・杉山雄一・細矢卓志・松島紘子・吉田英嗣・山口正秋・大上隆史（2007）表層堆積物の変形構造からみた深谷断層系綾瀬川断層北部の後期更新世以降の活動史。地学雑誌, 116, 394-409。

杉山雄一・遠藤秀典・廉澤 宏・下 泰彦（1995）音波探査による首都圏の伏在活断層調査。物理探査, 48, 490-503。

渡辺満久（2004）変動地形と活断層。月刊地球, 号外, 46, 112-119。

渡辺満久（2005）活断層変位地形と推定地下構造。地理科学, 60, 149-159。

（2007 年 1 月 25 日受付, 2007 年 3 月 19 日受理）