

平成 25 年 2 月 1 日 地震調査研究推進本部 地震調査委員会
--

緑川断層帯の長期評価

1. 活断層の位置・形態

緑川（みどりかわ）断層帯は、熊本県上益城郡山都町滝上（かみましきぐんやまとちょうたきがみ）付近から熊本県下益城郡美里町払川（しもましきぐんみさとまちはらいがわ）付近にかけて分布する断層帯で、全体の長さは約 34 km の可能性がある。本断層帯は、東北東－西南西方向に延びる右横ずれを伴う南側隆起の正断層である可能性がある（図 1、図 2）。

2. 断層面の地下形状

緑川断層帯の断層面は地表付近では 70－90° 程度北に傾斜している可能性がある。重力異常（注 1）の分布に基づく、地下においても断層面は高角である可能性がある。地下の断層面の長さは地表で認められる長さと同じく約 34 km である可能性がある。

3. 過去の断層活動

緑川断層帯全体が活動した場合、1 回の活動におけるずれの量は 3 m 程度の可能性がある。緑川断層帯の上下方向の平均的なずれの速度は 0.05－0.1 m/千年程度、平均活動間隔は 3 万 4 千－6 万 8 千年程度である可能性がある。緑川断層帯では、歴史時代に発生した確かな被害地震は知られていない。緑川断層帯の最新活動時期は不明である。

4. 活動時の地震規模

断層の長さに基づく、この断層帯の全体が 1 つの区間として活動した場合、マグニチュード (M) 7.4 程度の地震が発生する可能性がある（表 1）。

5. 地震後経過率（注 2）

緑川断層帯では、最新活動時期、平均活動間隔が不明であるため、地震後経過率を求めることはできない。

6. 今後に向けて

緑川断層帯においては、過去の活動履歴に関する調査研究が行われておらず、現状では地震後経過率等の評価を行うことができない。今後、平均的なずれの速度、最新活動時期や平均活動間隔など、過去の断層活動に関する精度の良い資料を得る必要がある。また、断層面の地下形状や断層の運動様式を明らかにするための調査も必要である。

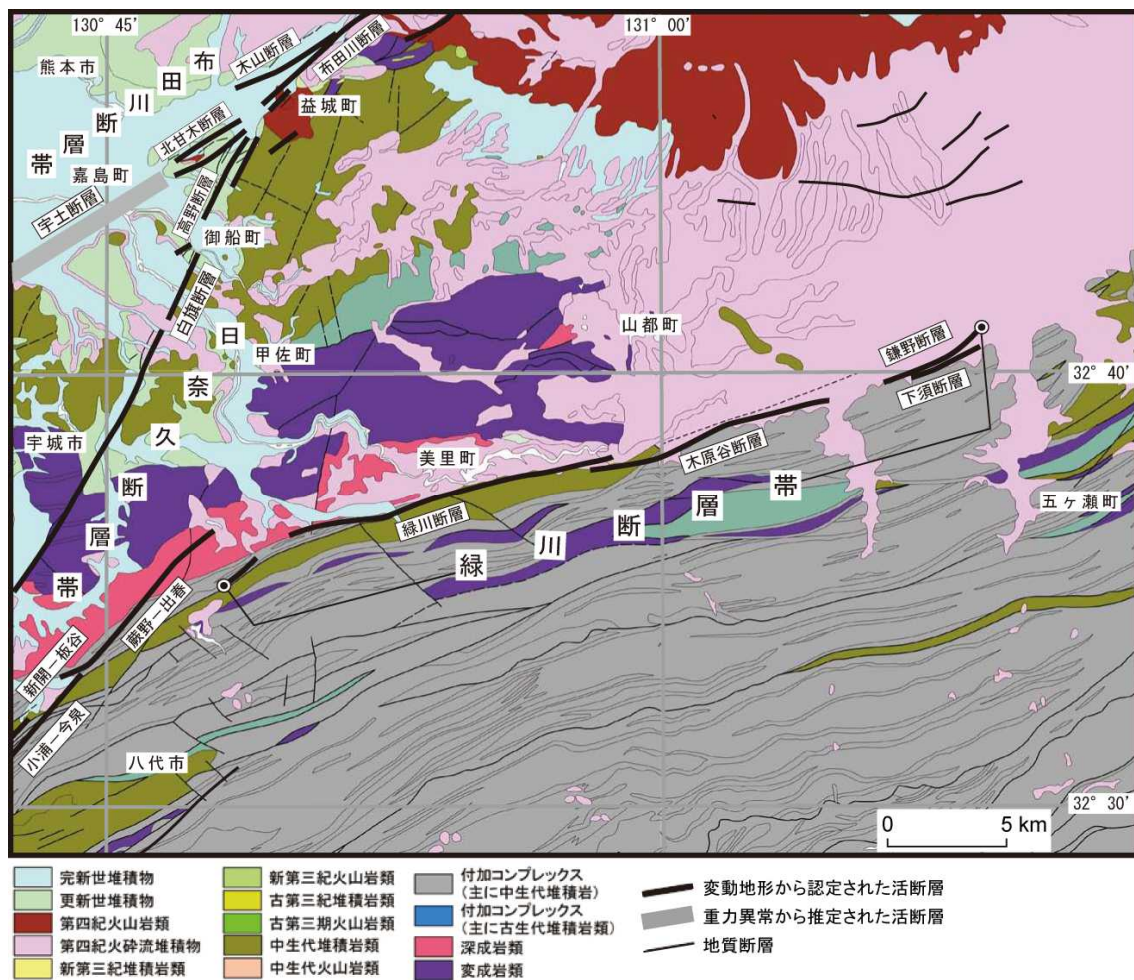


図1 緑川断層帯の位置とその周辺の地質構造

●: 緑川断層帯の端点。地質図は脇田ほか編(2009)20万分の1日本シームレス地質図 DVD 版に基づく。

表1 緑川断層帯の特性

項 目	特 性	信頼度 (注3)	根 拠 (注4)
1. 活断層の位置・形態			
(1) 構成する断層	緑川断層・鎌野断層・下須断層・木原谷断層		文献1、3による。
(2) 断層帯の位置・形状	断層帯の位置 (東端) 北緯 32° 41.1' 東経 131° 8.4'	○	東端、西端ともに文献3による。長さ一般走向は図1から計測。
	(西端) 北緯 32° 35.1' 東経 130° 48.1'	△	
	断層の長さ 約 34 km	△	
	一般走向 N71° E	○	
(3) ずれの向きと種類	南側隆起の正断層 右横ずれ成分を含む	△	文献1、2による。説明文2.(3)、4.(1)を参照。
2. 断層面の地下形状			
(1) 断層面の傾斜	断層面の傾斜 北傾斜 (70-90° 程度)	△	文献4と重力異常分布から推定。
(2) 断層面の幅	上端の深さ 約 0 km	◎	地形の特徴から推定。 地震発生層の下限
	下端の深さ 13 km 程度	○	
	断層面の幅 13-14 km 程度	△	
(3) 断層面の長さ	延長部を含めた地下の断層面の長さ 約 34 km	△	説明文3.(3)を参照。
3. 過去の断層活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.05-0.1 m/千年程度 (上下方向)	△	説明文4.(1)を参照。
(2) 過去の活動時期	不明		
(3) 1回のずれの量	3 m 程度	△	断層の長さから推定。推定は松田ほか(1980)の経験式による。
(4) 平均活動間隔	3万4千-6万8千年程度	△	説明文4.(4)を参照。
(5) 過去の活動区間	断層帯全体で1区間	○	
4. 活動時の地震規模			
(1) 活動時の地震規模	マグニチュード7.4程度	△	断層の長さから推定。
5. 地震後経過率			
地震後経過率(注2)	不明		

注1：重力の実測値とその緯度の標準重力の差。通常、重力の検討する際には、海拔0mから測定点までに平均的な岩石が存在すると仮定して、その岩石による引力の影響を取り除く補正を行っている。このような補正を行った重力異常をブーゲー異常と呼ぶ。地下に高密度の岩石があると、重力値は標準重力値よりも大きくなり、低密度の岩石がある場合は小さくなる。これらに基づき重力値の測定から地下構造を推定することができる。

注2：最新活動(地震発生)時期から評価時点までの経過時間を、平均活動間隔で割った値。最新の地震発生時期から評価時点までの経過時間が、平均活動間隔に達すると1.0となる。ただし、緑川断層帯について地震後経過率は不明である。

注3：信頼度は、特性欄に記載されたデータの相対的な信頼性を表すもので、記号の意味は次のとおり。

◎：高い、○：中程度、△：低い

注4：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

- 文献1：千田（1980）
文献2：九州活構造研究会編（1989）
文献3：中田・今泉編（2002）
文献4：斎藤ほか（2005）

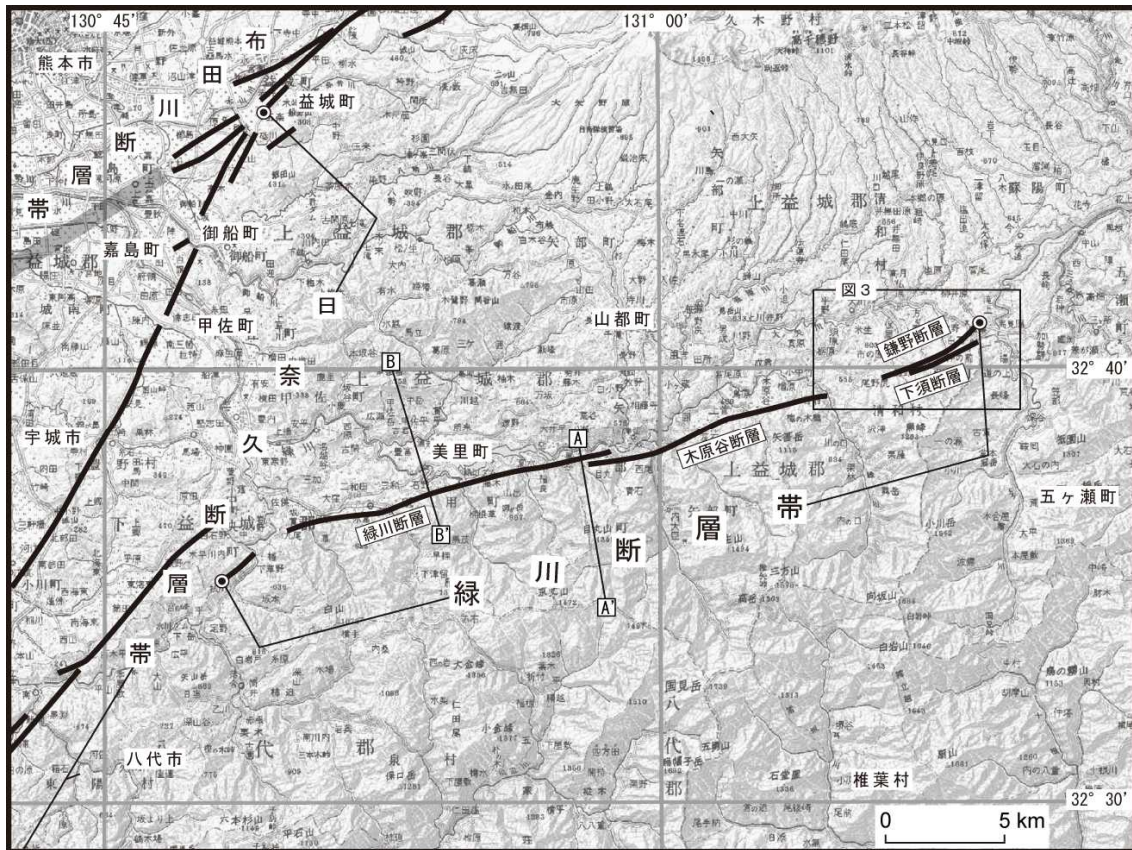


図2 緑川断層帯の地表における詳細位置と主な調査地点(図中の矩形は図3の範囲を示す)
 ●:断層帯の端点位置 A-A', B-B':図5の断面位置
 基図は国土地理院発行数値地図 200000(地図画像)「熊本」、「八代」、「大分」、「延岡」を使用。

(説明)

1. 緑川断層帯の概要

緑川断層帯は、九州の阿蘇外輪山の南方から八代海方面にかけて東北東－西南西走向に延びる断層帯である。緑川断層帯の主体をなす緑川断層は、九州山地北縁の明瞭な地質境界として、伊木（1901）により命名された。緑川断層帯は、九州の地体構造上の重要な構造線の一つであり、南側の西南日本外帯秩父帯起源のジュラ紀付加帯堆積物と、北側の西南日本内帯に属する地質体との地質境界をなす臼杵（うすき）－八代構造線の一部と一致する（斎藤ほか，2005，2010）（図1）。

緑川断層帯は、南側の急峻な九州山地の北側斜面と、北側に分布する阿蘇火山噴出物に覆われた台地との地形境界を形成する。千田（1980）及び活断層研究会編（1980，1991）は、断層帯東端部において約8万5千－9万年前に堆積した阿蘇4火砕流（町田・新井，2003）堆積面にずれ（注5）を与える低断層崖を報告している。九州活構造研究会編（1989）は、阿蘇4火砕流からなる丘陵と九州山地との境界の一部についても活断層と推定している。

こうしたことから、緑川断層帯は現在の応力場のもと、古い地質構造である臼杵－八代構造線の一部が再活動したものと考えられる。

2. 緑川断層帯の位置及び形態

(1) 構成する活断層

緑川断層帯は、緑川断層、鎌野断層、下須断層、木原谷断層によって構成される（千田，1980；活断層研究会編，1980，1991；九州活構造研究会編，1989）（図1～図3）。ここでは、これらの活断層を一括して「緑川断層帯」として評価を行った。

鎌野断層は、阿蘇4火砕流堆積面に上下変位を与える平行する2本の断層からなり、この2本の断層に挟まれた部分は地溝状の凹地を形成している（千田，1980）（図3）。

下須断層と木原谷断層は、主に中生代の付加堆積物と阿蘇火砕流堆積物の境界断層とされる（斎藤ほか，2005，2010）。

緑川断層帯は、全体としては明瞭な変位地形を伴っていないが、断層帯東部の鎌野断層では低断層崖などの変位地形が発達していることや、連続性の良い直線的な急崖により山地高度が急変することなどをもとに、活断層であることが推定されている（九州活構造研究会編，1989；活断層研究会編，1991；中田・今泉編，2002）。

(2) 断層の位置・形状

緑川断層帯の位置・形状は、活断層研究会編（1980，1991）、九州活構造研究会編（1989）及び中田・今泉編（2002）に示されている。緑川断層帯は、顕著な地質構造線である臼杵－八代構造線に沿って分布し、熊本県上益城郡山都町滝上付近から下益城郡美里町払川付近にかけて断層崖などの変位地形が認められる（中田・今泉編，2002）。

図2に示された断層帯の西端と東端を直線で結んで計測される、緑川断層帯の一般走向はN71°Eと推定され、その長さは約34kmの可能性はある。

(3) 断層帯のずれの向き（注5）

断層帯東部に分布する鎌野断層は2本の平行する断層からなる。そのうち北側の鎌野Ⅰ断層及び南側の鎌野Ⅱ断層は、それぞれ阿蘇4火砕流堆積面を約3m北側隆起、約8m南側隆起させ、この2本の断層に挟まれた部分に長さ4.5km、幅70mの小地溝を形成させている（千田，1980；活断層研究会編，1980，1991）。この凹地の形成に関して、活断層研究会編（1991）は、鎌野断層の右ずれに伴う地溝状凹地と考えている。また、活断層研究会編（1991）は、緑川断層、下須断層、木原谷断層について山地高度を変位基準として緑川断層帯の南側が相対的に隆起しているとしており、千田（1980）及び活断層研究会編（1991）は、本断層帯の雁行配列から右横ずれ成分を伴うとしている。

このような小地溝の形成、山地高度及び断層の分布の特徴から、緑川断層帯は右横ずれ成分を含む南側隆起の正断層である可能性がある。

3. 断層面の地下形状

(1) 断層面の傾斜

断層面の傾斜は、地表における断層トレースが直線的であることや地質断面図（斎藤ほか，2005）（図4）に示された断層面の傾斜から、地表付近では $70-90^{\circ}$ 北に傾斜している可能性がある。また、緑川断層帯に沿って認められる重力異常の急変帯（Yamamoto et al., 2011）は、断層の地表トレースとほぼ一致することから（図5）、地下においても断層面は高角である可能性がある。

以上のことから、緑川断層帯は地下においても断層面は高角である可能性がある。

(2) 断層面の幅

緑川断層帯に沿っては断層変位が地表で確認されることから、断層面の上端は地表に達していると考えられる。断層面の下端の深さについては、この付近における地震発生層の下端の深さと同じとすると 13 km 程度である。断層面は高角（ $70-90^{\circ}$ ）である可能性があることから、緑川断層帯の断層面の幅は 13-14 km 程度である可能性がある。

(3) 断層面の長さ

地表で認められる緑川断層帯の北東及び南西延長部には、第四紀火砕流堆積物や基盤岩が分布している（図1-図4）。こうした地質状況において、断層延長部に変位地形が認められないことから、緑川断層帯の地下の断層面の長さは、地表トレースの範囲と同じ約 34 km である可能性がある。

4. 過去の断層活動

(1) 活動度(平均変位速度)

前述のとおり、鎌野断層のうち北側の鎌野Ⅰ断層と南側の鎌野Ⅱ断層により、阿蘇4火砕流堆積面がそれぞれ約 3 m（北側隆起）、約 8 m（南側隆起）上下変位している（千田，1980；活断層研究会編，1980，1991）。阿蘇4火砕流の堆積年代が約 8 万 5 千-9 万年前であることから（町田・新井，2003）、鎌野Ⅱ断層の上下方向の平均変位速度として 0.09 m/千年、鎌野Ⅰ断層は 0.04 m/千年と算出される（活断層研究会編，1991）。鎌野Ⅰ断層と鎌野Ⅱ断層の変位の向きが逆であることを考慮すると、緑川断層帯の上下方向（南側が相対的に隆起）の平均変位速度は、両者の値を差し引いた約 0.05 m/千年から鎌野Ⅱ断層の変位速度である約 0.1 m/千年の間となり、0.05-0.1 m/千年程度である可能性がある。

(2) 過去の活動履歴

a) 地形・地質学的に認められた活動

緑川断層帯では、過去の活動履歴を知るための情報が得られていない。

b) 先史時代・歴史時代の活動

緑川断層帯の活動を直接示すような被害地震は知られていない。

(3) 過去の活動における1回の変位量(1回のずれ量)

緑川断層帯では、過去の活動における 1 回の変位量を知るための十分な情報は得られていない。

断層帯の長さが約 34 km であることから、松田ほか（1980）の 1 回の地震で活動する断層の長さ L (km) とその際に地表に生じる（最大の）ずれの量 D (m) に関する経験式 ($L = 10^{-1}D$) に基づくと、約 3.4 m と算出される。

以上のことから、緑川断層帯における 1 回の変位量は 3 m 程度であった可能性がある。

(4) 平均活動間隔

緑川断層帯の平均活動間隔に関する情報は得られていない。

緑川断層帯の横ずれ成分が正断層成分に比べ無視できる程度に小さいものとした場合、上記の 1 回の変位量 (約 3.4 m) を平均上下変位速度 (0.05–0.1 m/千年程度) で除すことにより、平均活動間隔は 3 万 4 千–6 万 8 千年程度の可能性がある。

(5) 過去の活動の範囲

緑川断層帯の過去の活動範囲に関する情報は得られていない。一方、断層の分布形態に着目すると、緑川断層帯はほぼ連続的に分布する (図 2) ことから、全体が 1 つの区間として活動すると推定される。

5. 活動時の地震規模

緑川断層帯で過去に発生した地震の規模に関する情報は得られていない。

緑川断層帯の地下の断層面の長さ約 34 km に基づくと、松田 (1975) の 1 回の地震で活動する断層の長さ L (km) とその地震のマグニチュード M に関する経験式 ($\log L = 0.6M - 2.9$) を用いて算出される地震の規模は $M7.4$ 程度である。

以上のことから、緑川断層帯の全体が 1 つの区間として活動した場合、 $M7.4$ 程度の地震が発生する可能性がある。

6. 地震後経過率

緑川断層帯では、平均活動間隔が不明であるため、地震後経過率を算出することはできない。

7. 今後に向けて

緑川断層帯においては、過去の活動履歴に関する調査研究が行われておらず、現状では地震後経過率等の評価を行うことができない。今後、平均変位速度、最新活動時期や平均活動間隔など、過去の断層活動に関する精度の良い資料を得る必要がある。また、断層面の地下形状や断層の運動様式を明らかにするための調査も必要である。

注 5 : 「変位」を、1 頁の本文及び 3 頁の表 1 では、一般的にわかりやすいように「ずれ」という言葉で表現している。ここでは、専門用語である「変位」が表 1 の「ずれ」に対応するものであることを示すため、両者を併記した。以下、文章の中では基本的に「変位」を用いる。なお、活断層の専門用語では、「変位」は切断を伴う「ずれの成分」と、切断を伴わない「撓みの成分」よりなる。

文 献

- 千田 昇 (1980) : 九州中部地域における新期地殻変動. 西村嘉助先生退官記念地理学論文集, 西村嘉助先生退官記念事業実行委員会編, 古今書院, 89–93.
- 伊木常誠 (1901) : 九州中部の地質構造. 地質学雑誌, **8**, 80–93.
- 活断層研究会編 (1980) : 「日本の活断層—分布図と資料」. 東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会編 (1991) : 「新編日本の活断層—分布図と資料」. 東京大学出版会, 437p.
- 九州活構造研究会編 (1989) : 「九州の活構造」. 東京大学出版会, 553p.
- 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.
- 松田時彦 (1975) : 活断層から発生する地震の規模と周期について. 地震, 第 2 輯, **28**, 269–283.

- 松田時彦・山崎晴雄・中田 高・今泉俊文 (1980) : 1896 年陸羽地震の地震断層. 地震研究所彙報, **55**, 795-855.
- 中田 高・今泉俊文編 (2002) : 「活断層詳細デジタルマップ」. 東京大学出版会, DVD-ROM 2 枚・付図 1 葉・60p.
- 斎藤 眞・宮崎一博・利光誠一・星住英夫 (2005) : 砥用地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅) 鹿児島 (15) 第 41 号 NI-52-12-1, 220p.
- 斎藤 眞・宝田晋治・利光誠一・水野清秀・宮崎一博・星住英夫・濱崎聡志・坂口圭一・大野哲二・村田泰章 (2010) : 20 万分の 1 地質図幅「八代及び野母崎の一部」, NI-52-12, 18.
- 脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治編 (2009) : 20 万分の 1 日本シームレス地質図 DVD 版. 数値地質図 G-16, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Yamamoto, A., Shichi, R., & Kudo, T. (2011) : Gravity database of Japan (CD-ROM). Special Publication, No. 1, Earth Watch Safety Net Research Center, Chubu University, **1**.

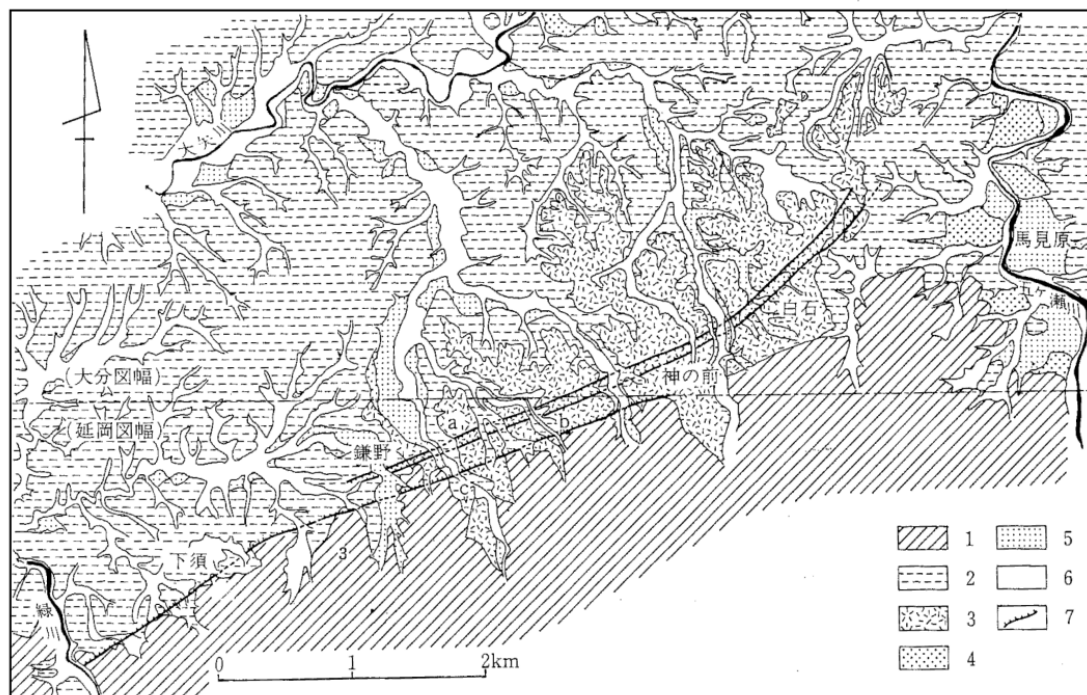


図3 緑川断層帯東端部における地形面と活断層の分布(活断層研究会編, 1980 による)
 緑川断層帯東部を構成する断層 a:鎌野断層、b:下須断層。
 地形分類 1:山地、2:阿蘇火砕流からなる丘陵、3:阿蘇火砕流堆積面、4:低位段丘Ⅰ面、5:低位段丘Ⅱ面、6:沖積低地、7:断層。

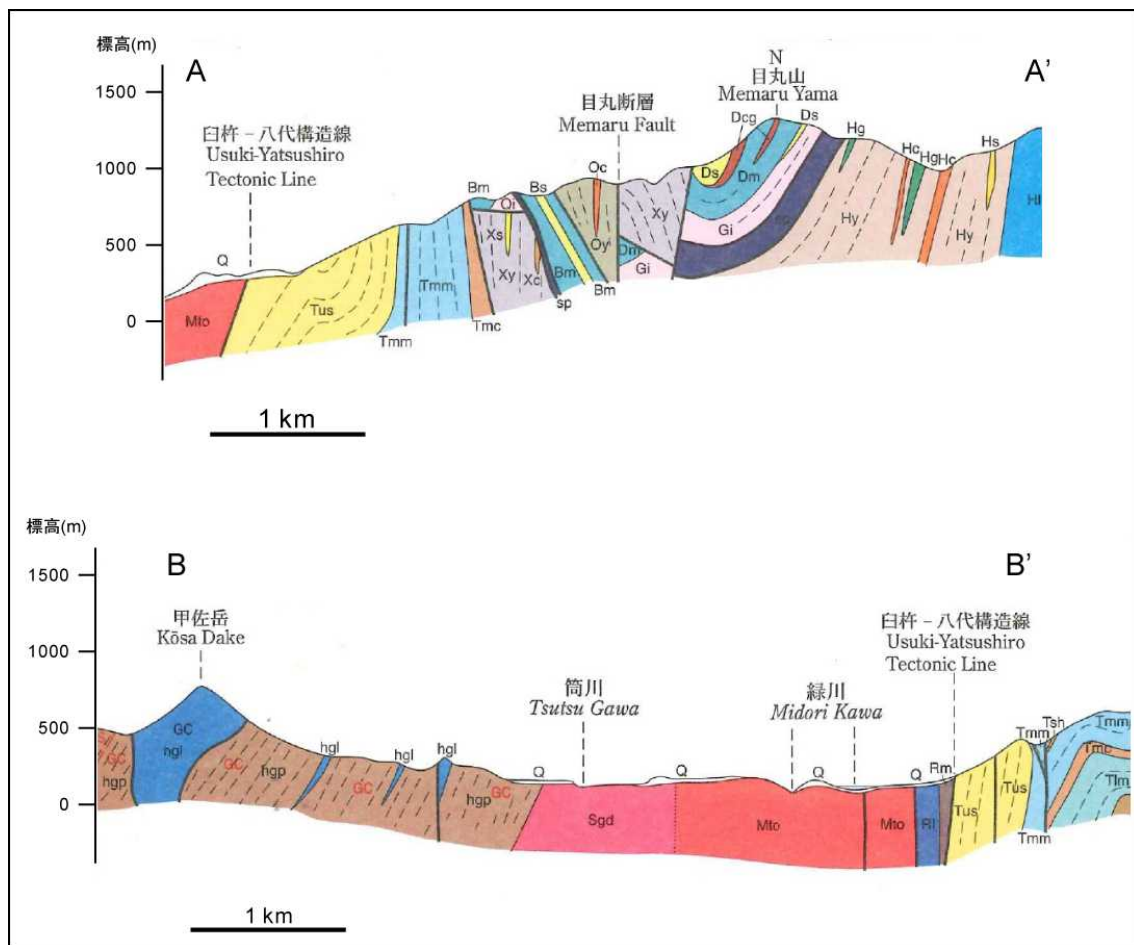


図4 緑川断層帯を横切る測線に沿った地質断面図(斎藤ほか, 2005)
 緑川断層帯は臼杵-八代構造線に一致する。断面の位置を図2に示す。

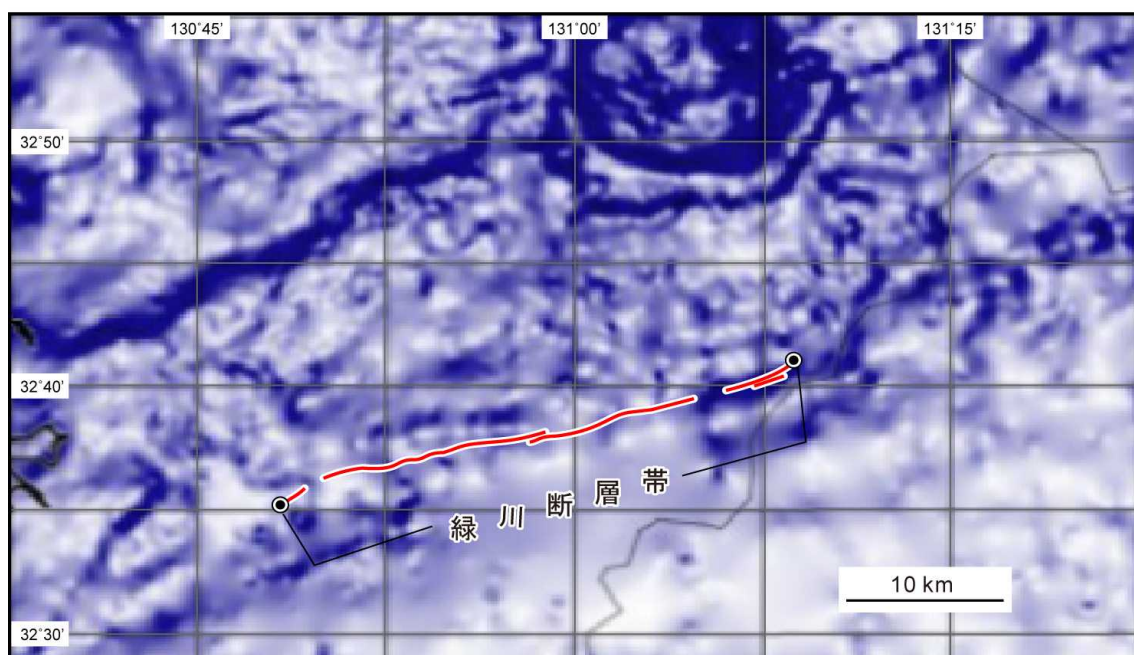
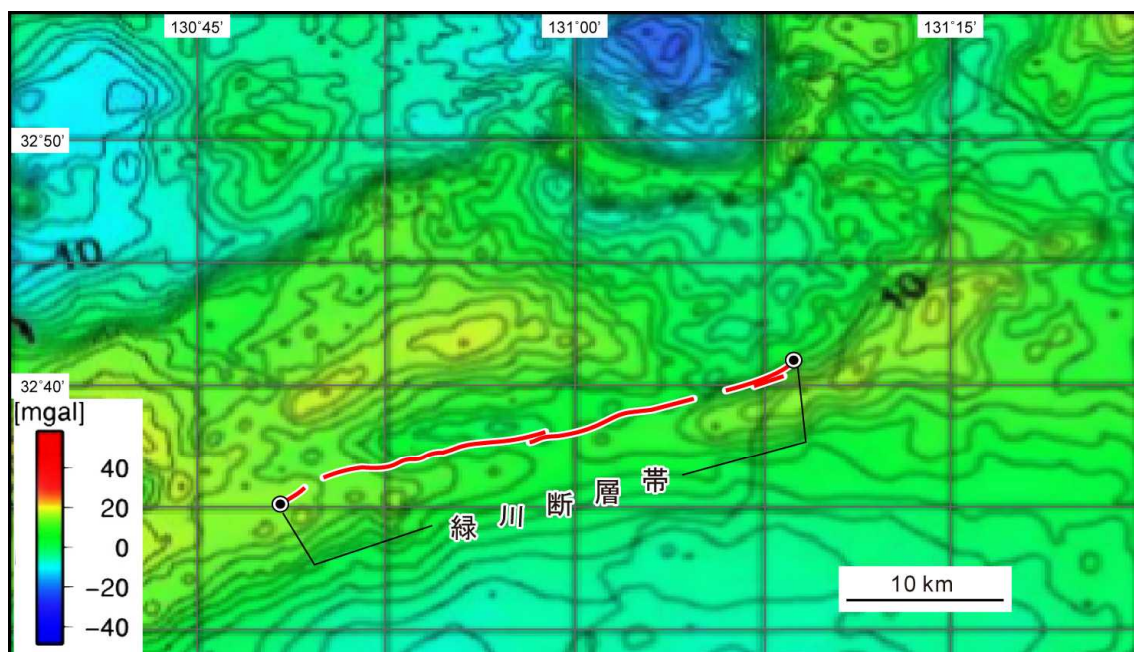


図5 緑川断層帯周辺の重力ブーゲー異常(Yamamoto, et al., 2011)

断層の地表トレースは中田・今泉編(2002)に基づく。(上)緑川断層帯周辺地域の短波長(<100km)重力異常図。(下)緑川断層帯周辺地域の短波長(<100km)重力異常の勾配。色が濃い部分ほど重力異常が急勾配であることを示す。