

### 3. 3. 4 過去地震の類別化と長期評価の高度化に関する調査研究

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

1943年鳥取地震などの活断層で発生した地震、1993年釧路沖地震などの、深発地震や、やや深発地震についてクーロン応力変化 ( $\Delta$ CFF) と現在の地震活動とを対比することで、現在の微小地震活動から首都直下の過去の地震について情報が得られる可能性を明らかにする。首都圏 M7 級地震をプレート境界地震とスラブ内地震に類型化し、それぞれの平均再来間隔の推定や規模予測を行うとともに、最新活動時期から確率予測を試みる。首都圏の古地震年表、歴史地震年表により、震源間の相互作用の有無を検討する。また、プレート構造調査、地殻構造調査の成果等を踏まえた解析を行うことにより、首都直下の地震について再評価し、地震調査研究推進本部、地震調査委員会が「その他の南関東の地震」としてまとめて評価を行った M7 程度の地震の震源域の位置 (プレート境界地震、スラブ内地震)、繰り返しの有無等を推定する。

##### (b) 平成 20 年度業務目的

引き続き、余震活動と  $\Delta$ CFF との対応について調査し、定量的な議論を行う。首都直下の 5 地震 (長期評価で指摘された、1894 年 6 月 20 日 M7.0、深さ 80km の地震; 1895 年 1 月 18 日 M7.2、深さ 40–80km; 1921 年 12 月 8 日 M7.0、深さ 53km、1922 年 4 月 26 日 M6.8、深さ 71km; 1987 年 12 月 17 日 M6.7、深さ 58km) について、余震分布の有無を推定する。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学地震研究所	教授	島崎邦彦	
東京大学地震研究所	特任研究員	石辺岳男	

#### (2) 平成 20 年度の成果

##### (a) 業務の要約

任意の断層運動に伴う静的クーロン応力変化 ( $\Delta$ CFF) を計算するプログラムを含んだ、様々な地震活動解析を行う FORTRAN プログラム群を構築した。このプログラム群を用いて平成 19 年度に実施した地震に加えて、1900 年以降にほぼ垂直の横ずれ断層で発生し、震源過程が解析されている M6.5 以上の地震を対象に、本震によって発生した  $\Delta$ CFF と近年の地震活動分布との対応を調査した。その結果、現在の微小地震活動と  $\Delta$ CFF の対応の様相は大きく異なるが、地震によっては適用の可能性があることを明らかにした。首都直下の 5 地震 (長期評価で指摘された、1894 年 6 月 20 日 M7.0、深さ 80km の地震; 1895 年 1 月 18 日 M7.2、深さ 40–80km; 1921 年 12 月 8 日 M7.0、深さ 53km、1922 年 4 月 26 日 M6.8、深さ 71km; 1987 年 12 月 17 日 M6.7、深さ 58km) について余震活動の有無を調査した。

## (b) 業務の成果

### 1) 過去の大地震による静的クーロン応力変化と近年の地震活動度との対応性

平成 20 年度には、平成 19 年度に実施した横ずれ断層で発生した地震に加えて、1900 年以降にほぼ垂直な横ずれ断層で発生した M6.5 以上の地震を対象として、本震による静的クーロン応力変化と近年の地震活動分布との対応を調査した。表 1 に調査した地震のリストと、その震源断層パラメータを示す。但し、伊豆半島近傍で発生した地震については 1900 年代に大地震が続発し、またダイクの貫入など複雑な応力変化が予想されるためにここでは除いた。以下に発生順に従って、個々の地震について議論する。

#### a) 1927 年北丹後地震 (M7.3)

図 1 に Kasahara(1957<sup>1)</sup>,1958<sup>2)</sup>の断層モデルを仮定した本震による静的クーロン応力変化と近年の地震活動分布を示す。ここでは見かけ上の摩擦係数を 0.1、0.4、0.7 にした場合をそれぞれ示してある (以下すべて同様とする)。現在も断層トレース上に若干の余震とみられる地震活動が見られ、 $\Delta$ CFF が増加した領域に地震活動が多い。また、1927 年北丹後地震は 1943 年鳥取地震の震源において 0.1bar 程度のクーロン応力の増加を引き起こした。北丹後地震についての断層モデルについては他に Chinnery (1961<sup>3)</sup>, 1964<sup>4)</sup> や Kanamori(1973)<sup>5)</sup>などがあるがいずれの断層モデルを用いても結果に相違はほとんど見られない。この周辺領域では 1925 年北但馬地震、1943 年に鳥取地震、1963 年に若狭湾地震、1995 年に兵庫県南部地震などの大地震が発生しており、これらの大地震によるクーロン応力変化を考慮した議論が今後必要である。

#### b) 1931 年西埼玉地震 (M6.9)

西埼玉地震は、1931 年 (昭和 6 年) 9 月 21 日、午前 11 時 20 分に、埼玉県大里郡寄居町付近を震源として発生したマグニチュード 6.9 の地震である。震源断層は、児玉付近から熊谷西方に至る N74°W、80°S の走行をもつ長さ約 20km の左ずれ断層と推定されており (Abe, 1974a)<sup>6)</sup>、この地震によって埼玉県内では、死者 16 名、負傷者 146 名、家屋の全壊 206 戸、半壊 286 戸の被害が発生した。図 2 に Abe (1974a)<sup>6)</sup>の断層モデルによる  $\Delta$ CFF と近年の地震活動分布を示す。震源断層から北東部で活発な地震活動が発生しているが、この領域では、間欠的な群発的地震活動が観測されている。1931 年西埼玉地震発生前後において、この領域において活発な地震活動が観測されている。しかしながら、地震発生前のカタログ期間が短く地震検出能力も低いため、背景的地震活動度を定義することができず、定量的な議論は困難である。なお、図 2 に示されている活発な群発的地震活動は 1995 年から 2000 年にかけて発生したものである (図 2 右下)。

#### c) 1943 年鳥取地震 (M7.2) 及び 2000 年鳥取県西部地震 (M7.3)

1943 年 (昭和 18 年) 9 月 10 日に鳥取県東部を震源として発生した鳥取地震 (M7.2)

は、鳥取市を中心に死者 1083 名、全壊家屋 7485 棟の被害をもたらした。地震学的に推定されている震源断層パラメータは Kanamori(1972)<sup>7)</sup>、Sato (1973)<sup>8)</sup>、長谷川(1986)<sup>9)</sup>の 3 つが『日本の地震断層パラメータハンドブック』(佐藤ほか編著, 1989<sup>10)</sup>)に記載されている。ここでは測地測量、地震波解析及び余震分布と最も多種類のデータを用いて解析を行った Kanamori (1972)<sup>7)</sup>のモデルを採用した。受け手側の断層として本震と同じメカニズムを仮定した場合の断層中央の深さでのクーロン応力変化 $\Delta$ CFF と、一元化以降の気象庁震源カタログによる震央分布を図 3 に示す。一元化以降に発生した微小地震活動は 1943 年鳥取地震断層の東西延長部に集中しており、本震によって静的クーロン応力が増加した領域と良い対応を示す。また、1943 年鳥取地震によって 2000 年鳥取県西部地震の震源は 0.1bar 程度、クーロン応力が増加している。

この震源域の西部では、1943 年鳥取地震の震源断層とは共役の関係にある北西-南東走向の左横ずれ断層において 2000 年に鳥取県西部地震 (M7.3) が発生した。鳥取県西部地震による応力変化 (図 4) から大山~鳥取県中部の地震活動が活発化されていることが考えられるため、2000 年以降のこの領域について、1943 年鳥取地震による応力変化と微小地震活動の対応について議論することは難しい。しかしながら、1943 年鳥取地震及び EIC 地震学ノート (2000)<sup>11)</sup>の断層モデルを用いた 2000 年鳥取県西部地震による $\Delta$ CFF と近年の地震活動には良い分布対応が認められ (図 5 下)、震源近傍を除いた 0.1bar 以上の応力変化が発生した領域を対象にすると 80%以上の地震活動が $\Delta$ CFF が正の領域で発生している。

#### d) 1948 年福井地震 (M7.1)

ここでは、1 倍強震計の波形記録を用いてインバージョン震源過程解析を行った菊地・ほか (1999)<sup>12)</sup>による断層メカニズムや主な震源パラメータを用いた。菊地・ほか (1999)<sup>12)</sup>の推定した震源断層は概ね北北西-南南東の走向を持つ左横ずれ断層で、断層面はやや西傾斜で正断層成分 (西落ち) をもつ。受け手側の断層として本震と同じメカニズムを仮定した場合の、 $\Delta$ CFF と近年の微小地震活動との対応を図 6 に示す。現在の微小地震活動との対応は、見かけ上の摩擦係数が高いほうが、断層から南東側の地震活動分布との対応が良い。 $\Delta$ CFF と現在の微小地震活動との対応は比較的良くみられ、本震による静的クーロン応力変化が現在の微小地震活動に依然として影響を与えている可能性を示唆している。南西部分の活発な地震活動は丹波山地の微小地震活動であり、1995 年兵庫県南部地震発生後に地震活動が活発化した。

#### e) 1963 年若狭湾地震 (M7.1)

1963 年若狭湾地震の震源断層モデルとして Abe(1974b)<sup>13)</sup>を用いた。 $\Delta$ CFF と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布を図 7 に示す。現在の地震活動分布と、本震による $\Delta$ CFF との間分布対応は認められず、本震の震源域における地震活動はむしろ周辺領域に比べて静穏である。これらの事実から、1963 年若狭湾地震の余震活動はほぼ収束し静穏期を迎えているものと考えられる。

#### f) 1969 年岐阜県中部地震 (M6.6)

Mikumo(1973)<sup>14)</sup>と地殻変動連続観測ネットワーク(1970)<sup>15)</sup>の震源断層モデルを用いて $\Delta$ CFFを計算した。図8にMikumo(1973)<sup>14)</sup>の断層モデルによる $\Delta$ CFFと一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布を、図9に地殻変動連続観測ネットワーク(1970)<sup>15)</sup>による断層モデルの場合をそれぞれ示す。いずれのモデルでも両者の間に明瞭な分布対応は見られない。

#### g) 1984 年長野県西部地震 (M6.8)

三雲ほか(1985)<sup>16)</sup>の震源断層パラメータを用いた。図10に、本震による $\Delta$ CFFと一元化以降の気象庁震源カタログによる震央分布を示す。 $\Delta$ CFFと近年の地震活動分布に明瞭な分布対応は認められない。この震源断層の北東領域においては、1976年以降活発な群発地震活動が観測されており、低比抵抗で流体の存在の可能性が示唆されている。本震時のクーロン応力変化よりも、流体の流動に伴う間隙圧変化のほうが地震発生率変化の主要な要因となっている可能性も考えられる。

#### h) 1995 年兵庫県南部地震 (M7.3)

図11にWald(1996)<sup>17)</sup>による断層すべりを野島断層、六甲淡路断層でそれぞれ平均をとった場合の $\Delta$ CFFと一元化以降の気象庁震源カタログによる震央分布を示す。断層すべりに不均質を導入し、背景的地震活動度からの増減比と $\Delta$ CFFとの定量的議論はToda et al. (1998)<sup>18)</sup>によってなされているが、断層すべりの不均質性を与えたモデルと今回設定した一様すべりモデルとは大局的なパターンとしては大きく異なる。

#### i) 2005 年福岡県西方沖地震 (M7.0)

図12にEIC地震学ノート(2005)<sup>19)</sup>による震源断層パラメータを用いた $\Delta$ CFFと一元化以降の気象庁震源カタログによる震央分布を示す。

### 2) 首都直下で発生した M7 級の地震の余震活動の有無

首都直下の5地震(長期評価で指摘された、1894年6月20日M7.0、深さ80kmの地震; 1895年1月18日M7.2、深さ40-80km; 1921年12月8日M7.0、深さ53km、1922年4月26日M6.8、深さ71km; 1987年12月17日M6.7、深さ58km)について余震の有無を調査し、1987年と1922年の地震については近年の一元化以降の地震カタログからも余震活動と思われる活動が認められる可能性を指摘した。以下に個々の地震におけるこれまでの解釈と、一元化気象庁震源カタログを用いた余震活動の有無について述べる。

1894年6月20日に東京湾付近のやや深いところで発生した明治東京地震(M7.0)は、沈み込んだ太平洋プレート内の地震と考えられている(地震調査委員会、1999)<sup>18)</sup>。勝間田(2001)<sup>19)</sup>は、波形記録の解析から、深さ80km程度で発生したフィリピン海プレートと太平洋プレートの衝突による地震としている。一元化以降の地震

カタログによる震央分布からは、震源付近に活発な地震活動は見当たらない（図 13(a)）。したがって余震活動はほぼ収束し、静穏期を迎えているものと考えられ余震分布から震源情報に関して議論することは困難であると思われる。

1895年1月18日（M7.2）および1921年12月8日（M7.0）の2地震は茨城県南部で発生した地震である。この領域では、鬼怒川沿いの深さ約40-60kmのフィリピン海プレートの上面で発生するもの（鬼怒川クラスター）と、筑波山付近の深さ約60-80kmの太平洋プレートの上面で発生するもの（筑波側クラスター）の、2つの活発な地震活動が観測されており（野口，1998<sup>20</sup>；勝間田，2001<sup>19</sup>）、1895年1月18日の地震（M7.2）と1921年12月8日の地震（M7.0）はどちらかのタイプの地震であったと現在のところ考えられている。一元化以降の震央分布（図13(b)）からも両クラスターでは活発な地震活動が観測されているが、現在のこれら2地震の震源決定精度、特に震源の深さ精度からこれらの地震がどちらの地震クラスターで発生したものであるのか、あるいは現在地震活動が低調な領域で発生したものであるかを判断することは難しい。

1922年4月26日に浦賀水道付近で発生した地震（M6.8）は、深さが71±21kmであると推定されている〔石橋（1975）<sup>21</sup>〕。また、勝間田（2001）<sup>19</sup>はフィリピン海プレート内部から太平洋プレート上面までの間に発生したやや深い地震であるとしている。この領域では一元化以降の震源分布からは70kmと90kmの深さにおいて地震活動がみられる（図13(c)及び図14）。このうち、深さ90km付近の地震活動は1992年2月2日に浦賀水道付近で発生したM5.7の余震活動であると考えられる。その一方で、深さ70km程度に震源を持つ大地震は1923年1月以降の気象庁震源カタログ期間内には見られない。現在の地震活動から推察すると、1922年4月26日に発生した地震が深さ70km程度に震源を持つ地震で、近年も余震活動が継続している可能性がある。

1987年12月17日に千葉県東方沖で発生した地震（M6.7）は、房総半島九十九里浜付近の深さ約50kmで発生した、沈み込んだフィリピン海プレート内の地震であると推定されている（地震調査委員会，1999）<sup>18</sup>。この地震については、深さ約50kmでほぼ南北走向をもった右横ずれの垂直な震源モデル（Okada and Kasahara, 1990）<sup>22</sup>が提示されており、フィリピン海プレートの東端近くで、フィリピン海プレートの先端が割れるような地震であったと考えられている。この震源域においては、余震活動が現在もみられる（図13(d)）。

### (c) 結論ならびに今後の課題

1943年鳥取地震や1948年福井地震などのいくつかの地震について、本震による静的クーロン応力変化と現在の微小地震活動には分布対応が認められ、本震の震源メカニズム等を推論することができる可能性が示された。その一方で、明瞭な分布対応が認められない地震も多くみられることが明らかになった。この原因の一つとして、過去あるいはその後に発生した周辺の大地震による静的クーロン応力変化による影響や、背景的地震活動度の空間的不均質に起因したいわばモデルの単純性によるものが挙げられる。また、断層すべりや応力分布、物質定数の空間不均質な

ども同様である。別の原因としては、余震活動が収束（本震による応力擾乱が背景的地震活動度と判別不能なレベルまで低下）、あるいは流体の移動など本震による静的クーロン応力変化とは別の要因による応力変化が、主要な要因となっていることが考えられる。モデルの単純性によるものについては、今後周辺で発生した大地震による $\Delta$ CFFを考慮し、また近年震源メカニズムが決定されている地震を用いた受け手側の断層メカニズムの空間的不均質を導入することで向上することが可能である。後者においては余震活動の継続時間との関係について議論し、余震活動の特徴について議論する予定である。

#### (d) 引用文献

- 1) Kasahara K.: The Nature of Seismic Origins as Inferred from Seismological and Geodetic Observations, *Bull. Earth. Res. Inst.*, 35, 473-532, 1957.
- 2) Kasahara K.: The Nature of Seismic Origins as Inferred from Seismological and Geodetic Observations, *Bull. Earth. Res. Inst.*, 36, 21-53, 1958.
- 3) Chinnery, M. A.: The deformation of the ground around surface faults, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 51, 355-372, 1961.
- 4) Chinnery, M. A.: The strength of the earth's crust under horizontal shear stress, *J. Geophys. Res.*, 69, 2085-2089, 1964.
- 5) Kanamori H.: Mode of strain release associated with major earthquakes in Japan, *Ann. Rev. Earth Planets. Sci.*, 1, 213-239, 1973.
- 6) Abe K.: Seismic Displacement and Ground Motion near a Fault: The Saitama Earthquake of September 21, 1931, *J. Geophys. Res.*, 79, 29, 4393-4399, 1974a.
- 7) Kanamori, H.: Determination of effective tectonic stress associated with earthquake faulting, The Tottori earthquake of 1943, *Phys. Earth. Planet. Interiors.*, 5, 426-434, 1972.
- 8) Sato H.: A study of horizontal movement of the earth crust associated with destructive earthquakes in Japan, *Bull. Geogr. Surv. Inst.*, 19, 89-130, 1973.
- 9) 長谷川洋平: 非線形インヴァース法を用いた測地データの解析: 内陸型地震の断層モデル, 東京大学大学院理学系研究科地球物理学専門課程修士論文, 1986.
- 10) EIC 地震学ノート, No. 93s
- 11) 菊地正幸, 中村操, 山田眞, 伏見実, 誉樹, 吉川一光: 1948年福井地震の震源パラメーター1倍強震計の解析, *地震第2輯*, 52, 121-128, 1999.
- 12) Abe K.: Fault parameters determined by near- and far-field data: The Wakasa Bay earthquake of March 26, 1963, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 64, 1369-1382, 1974b.
- 13) Mikumo T.: Faulting mechanism of the Gifu earthquake of September 9, 1969, and some related problems, *J. Phys. Earth*, 21, 191-212, 1973.
- 14) 地殻変動連続観測ネットワーク: 岐阜県中部地震-1969年9月9日-による地殻歪の場, *東京大学地震研究所彙報*, 48, 1217-1233, 1970.

- 15) 三雲健・和田博夫・金嶋聡・今川一彦・小泉誠: 1984年長野県西部地震前後の飛騨地方北部の地震活動と本震の断層モデル, 自然災害特別研究突発災害研究成果, 1984年長野県西部地震の地震および災害の総合調査, 21-33, 1985.
- 16) 山科健一郎・多田堯: 1984年長野県西部地震の断層モデルー三角点測量データの解析ー, 東京大学地震研究所彙報, 60, 221-230, 1985.
- 17) Wald, D. J.: Slip history of the 1995 Kobe earthquake determined from strong motion, teleseismic, and geodetic data, J. Phys. Earth, 44, 489-503, 1996.
- 18) Toda, S., Stein, R.S., Reasenber, P. A. and Dieterich, J. H.: Stress transferred by the Mw = 6.8 Kobe, Japan, shock: Effect on aftershocks and future earthquake probabilities, J. Geophys. Res., 103, 24543-24565, 1998.
- 19) EIC 地震学ノート, No.163
- 20) 地震調査委員会: 『日本の地震活動<追補版>』, 391pp, 1999.
- 21) 勝間田明男: 古い強震計の記録からよみとれる明治以降の南関東地域の地震の特性, 月刊地球, 号外 No.34, 61-69, 2001.
- 22) 野口伸一: 関東地域の地震活動・発震機構・火山フロントとフィリピン海および太平洋プレートの沈み込み, 地震研究所彙報, Vol.73, 73-103, 1998.
- 23) 石橋克彦: 多層構造モデルのもとで多点の S-P 時間をもちいた古い地震の震源再計算, 地震第 2 輯, Vol.28, 347-364, 1975.
- 24) Okada, Y. and K. Kasahara: Earthquake of 1987, off Chiba, central Japan and possible triggering of eastern Tokyo earthquake of 1988, Tectonophysics, 172, 351-364, 1990.
- 25) 宇津徳治: 日本付近の M6.0 以上の地震および被害地震の表: 1885 年~1980 年, 地震研究所彙報, Vol. 57, pp. 401-463, 1982.
- 26) 宇津徳治: 日本付近の M6.0 以上の地震および被害地震の表: 1885 年~1980 年(訂正と追加), 地震研究所彙報, Vol. 60, pp. 639-642, 1985.

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果	発表者氏名	発表場所	発表時期	国内・外の別
Correlation between the dCFF caused by a historical large earthquake and recent seismic activity (ポスター)	ISHIBE Takeo and Kunihiko SHIMAZAKI	7th General Assembly of Asian Seismological Society of Japan, 2008 Fall Meeting, Tsukuba	24-27, November, 2008.	国外

		International Congress Center (EPOCHAL TSUKUBA)		
--	--	--	--	--

学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
FORTRAN 言語を用いた地震活動解析プログラム群パッケージ	一元化気象庁震源カタログをはじめとした様々な地震カタログに対応した地震活動解析プログラム群

3) 仕様・標準等の策定

なし

### (3) 平成 21 年度業務計画案

新たな構造モデルを用いて最近の地震の震源再決定を行い、首都直下で発生した M7 級の類型化のために 1921 年茨城県南部の地震 (M7.0)、1895 年茨城県南部の地震 (M7.2) などの深さの推定を行う。このために引き続き過去の地震記象と現在の地震観測記録との対比、古い地震の観測記録等に基づく震源再決定や最近の地震の精度良い相対的震源決定などを行う。



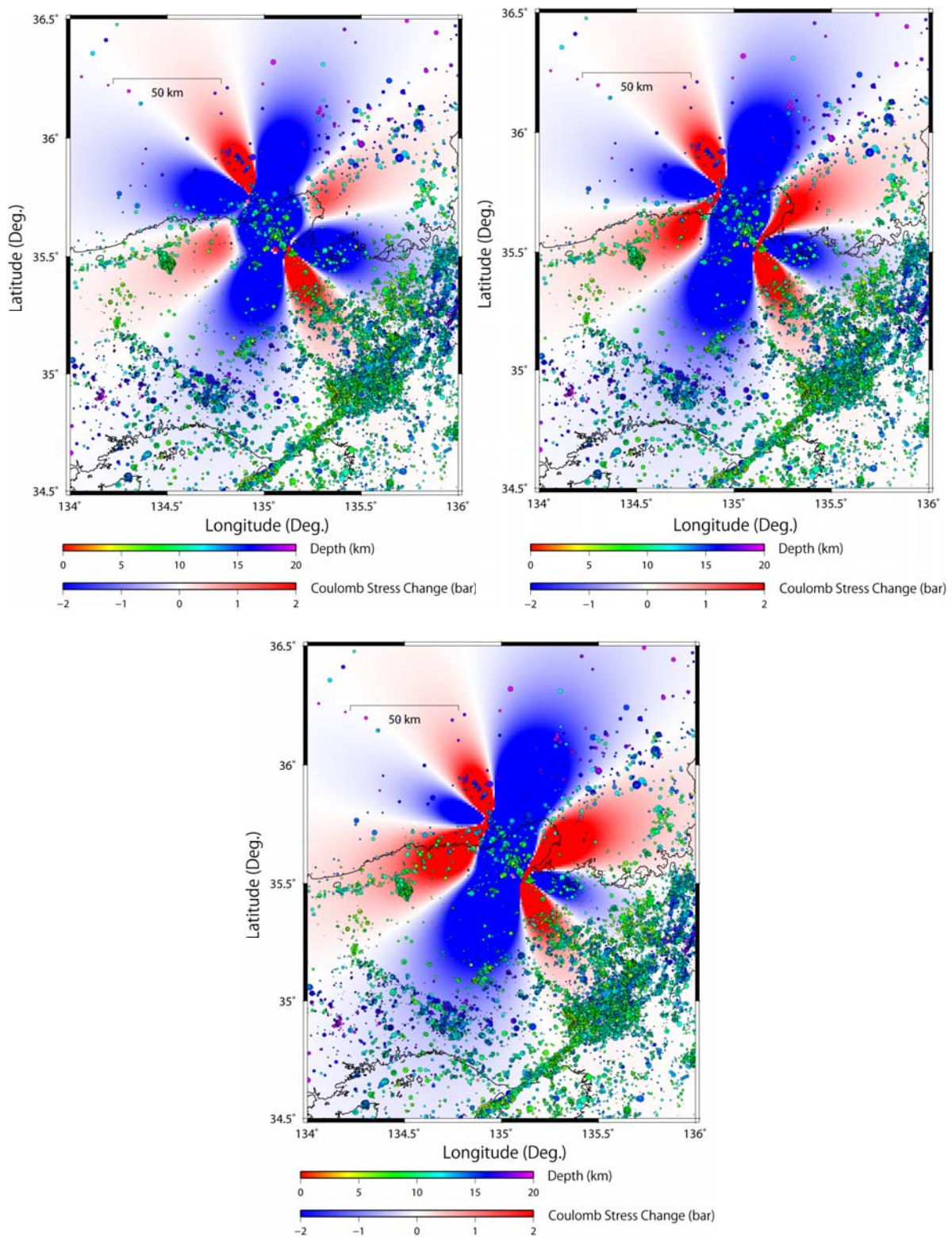


図 1. 1927 年北丹後地震(M7.3)による静的クーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布(1997 年 10 月~2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅)。左上：見かけ上の摩擦係数 0.1、右上：0.4、左下：0.7 とした場合（以下の地震でも同様）。

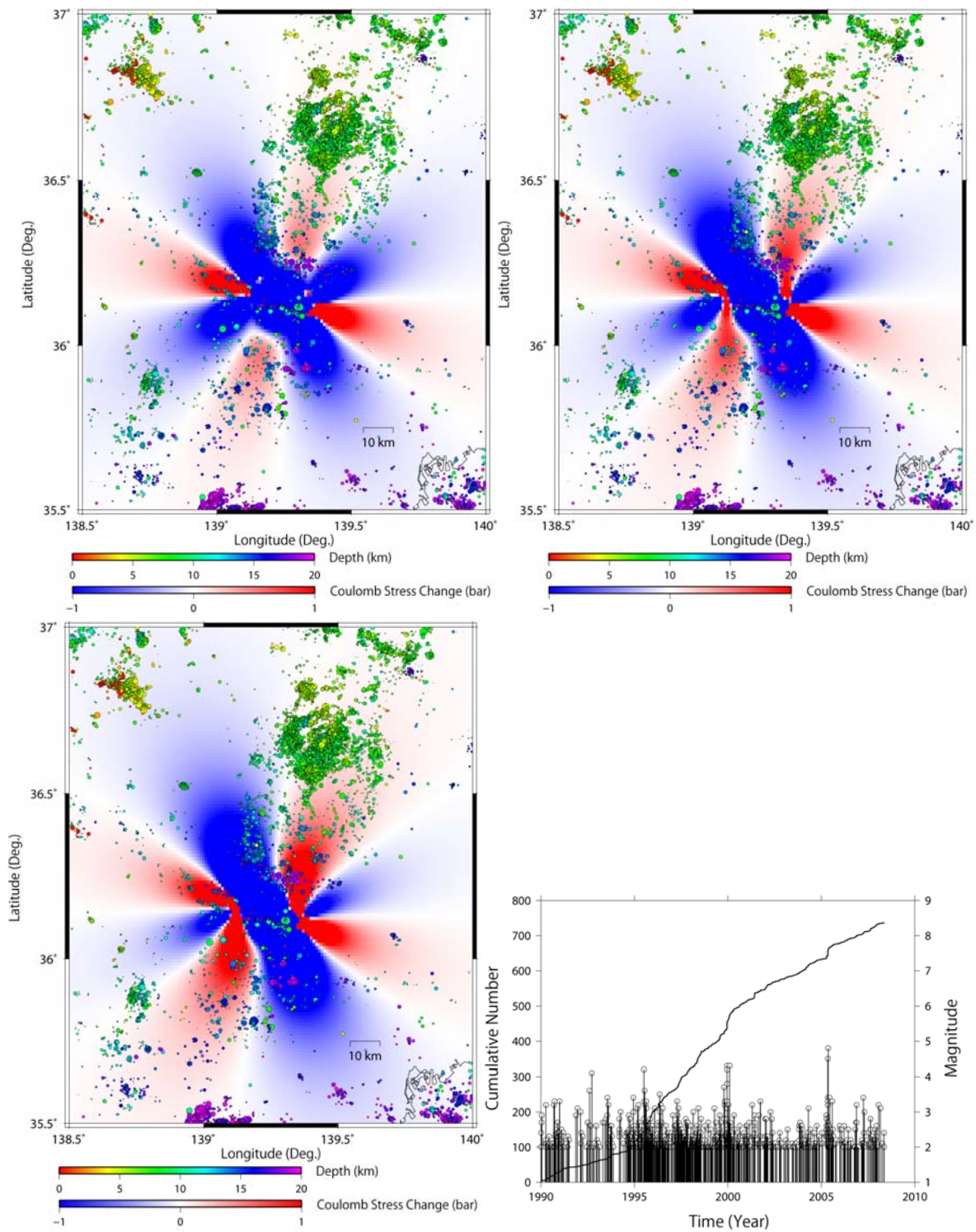


図 2. 1931 年西埼玉地震(M6.9)による静的クーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布(1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅)。右下：震源域から北東部で発生する群発的地震活動の 1990 年以降の M-T ダイアグラム (M $\geq$ 2.0、震源の深さ 20km 以浅)

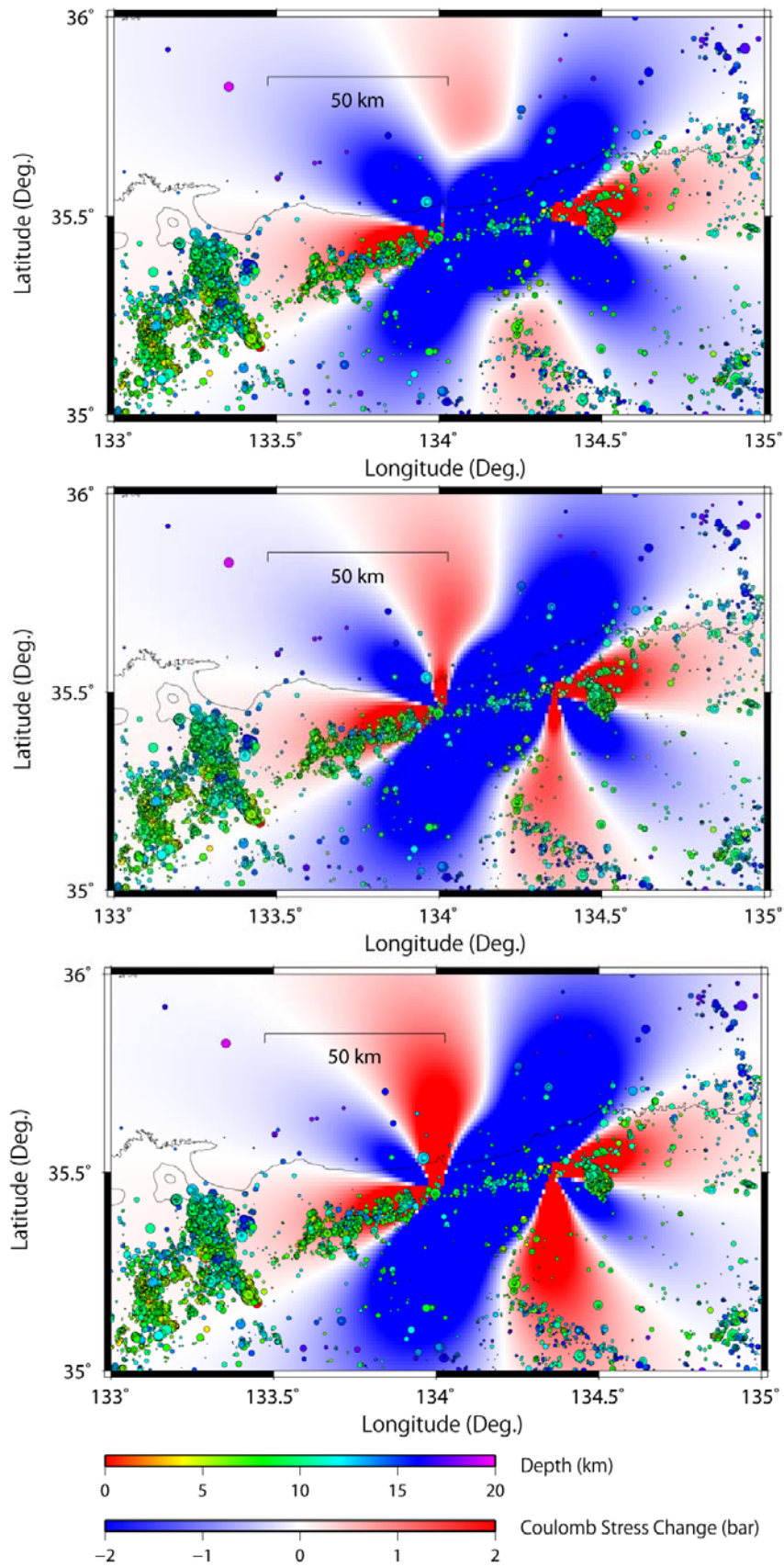


図 3. 1943 年鳥取地震(M7.2)による静的クーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布 (1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅)。

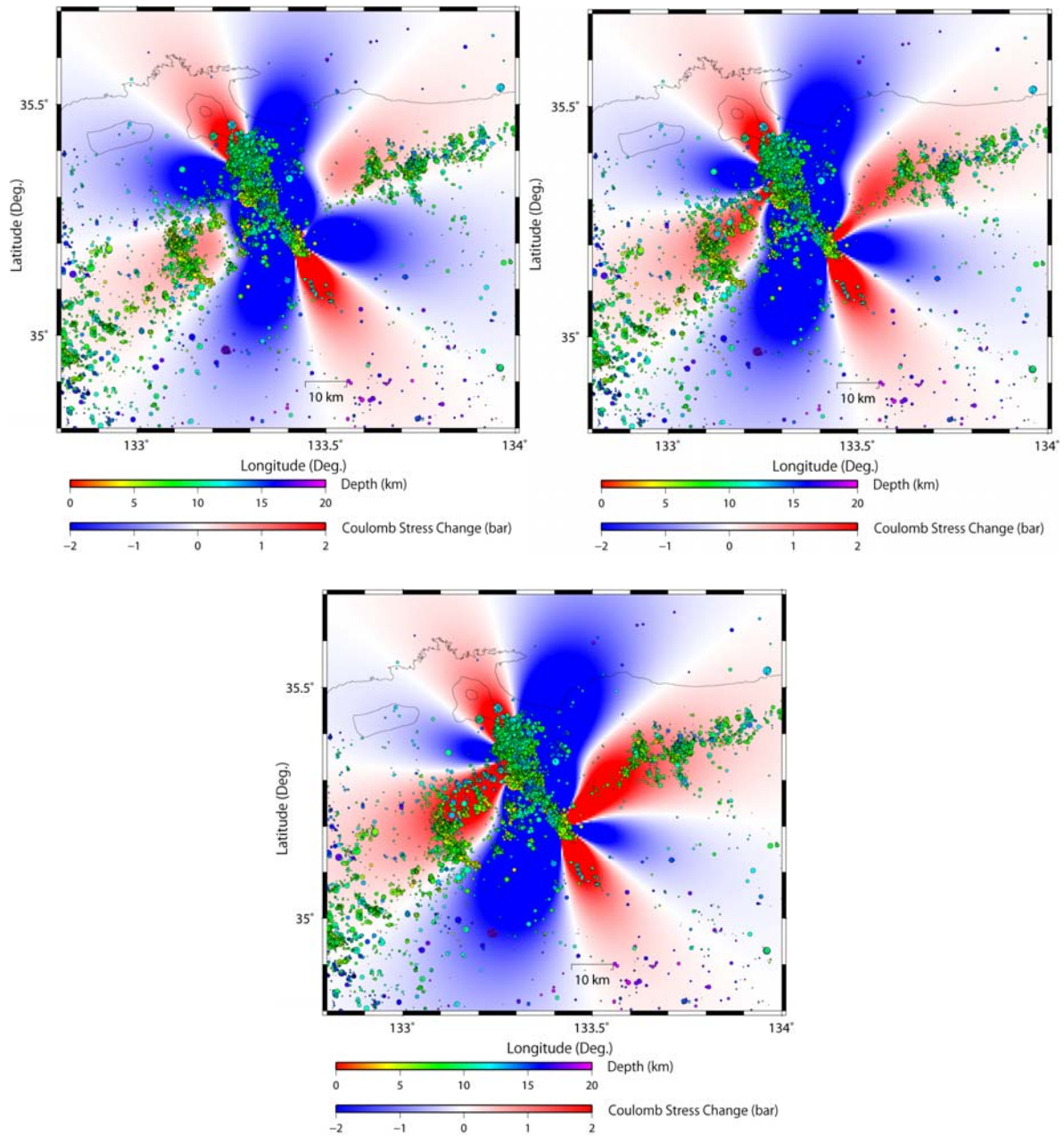


図 4. 2000 年鳥取県西部地震(M7.3)による静的クーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布（1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅）。

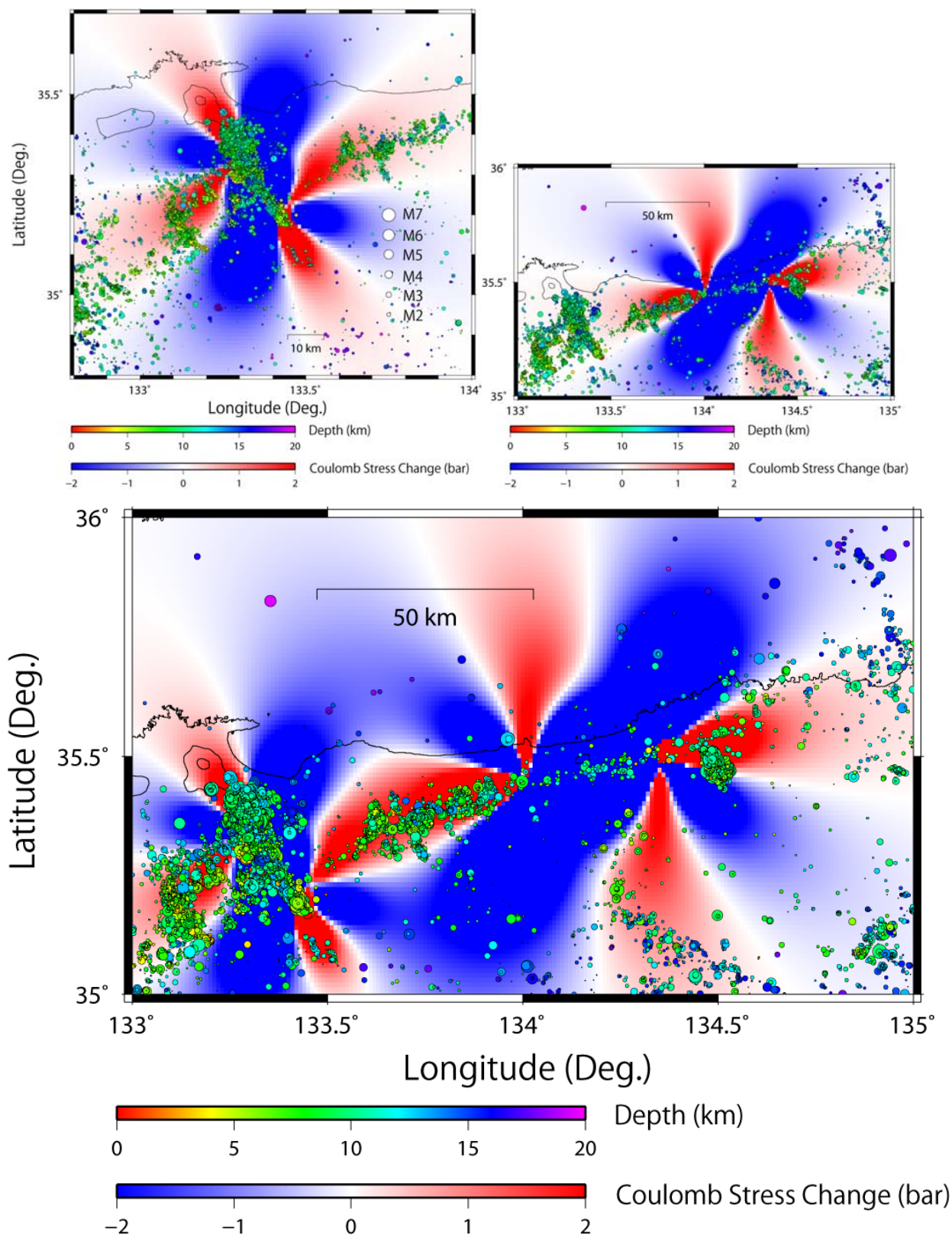


図 5. (上)1943 年鳥取地震(M7.2)による静的クーロン応力変化 (右上)と 2000 年鳥取県西部地震(M7.3)による静的クーロン応力変化 (左上)と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布。(下) 1943 年鳥取地震と 2000 年鳥取県西部地震による静的クーロン応力変化と一元化気象庁震源カタログによる震央分布。

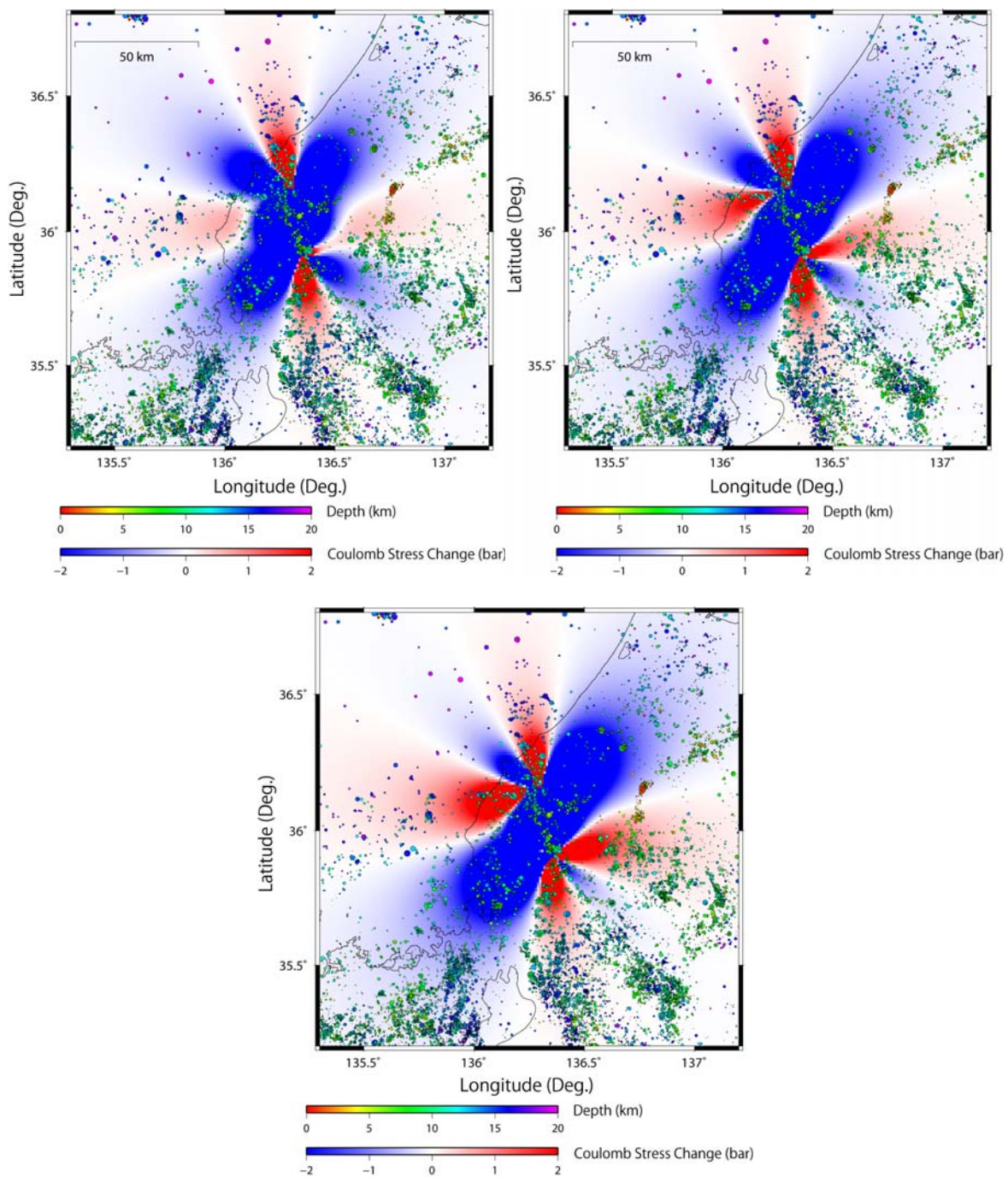


図 6. 1948 年福井地震(M7.1)によるクーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布 (1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅)。

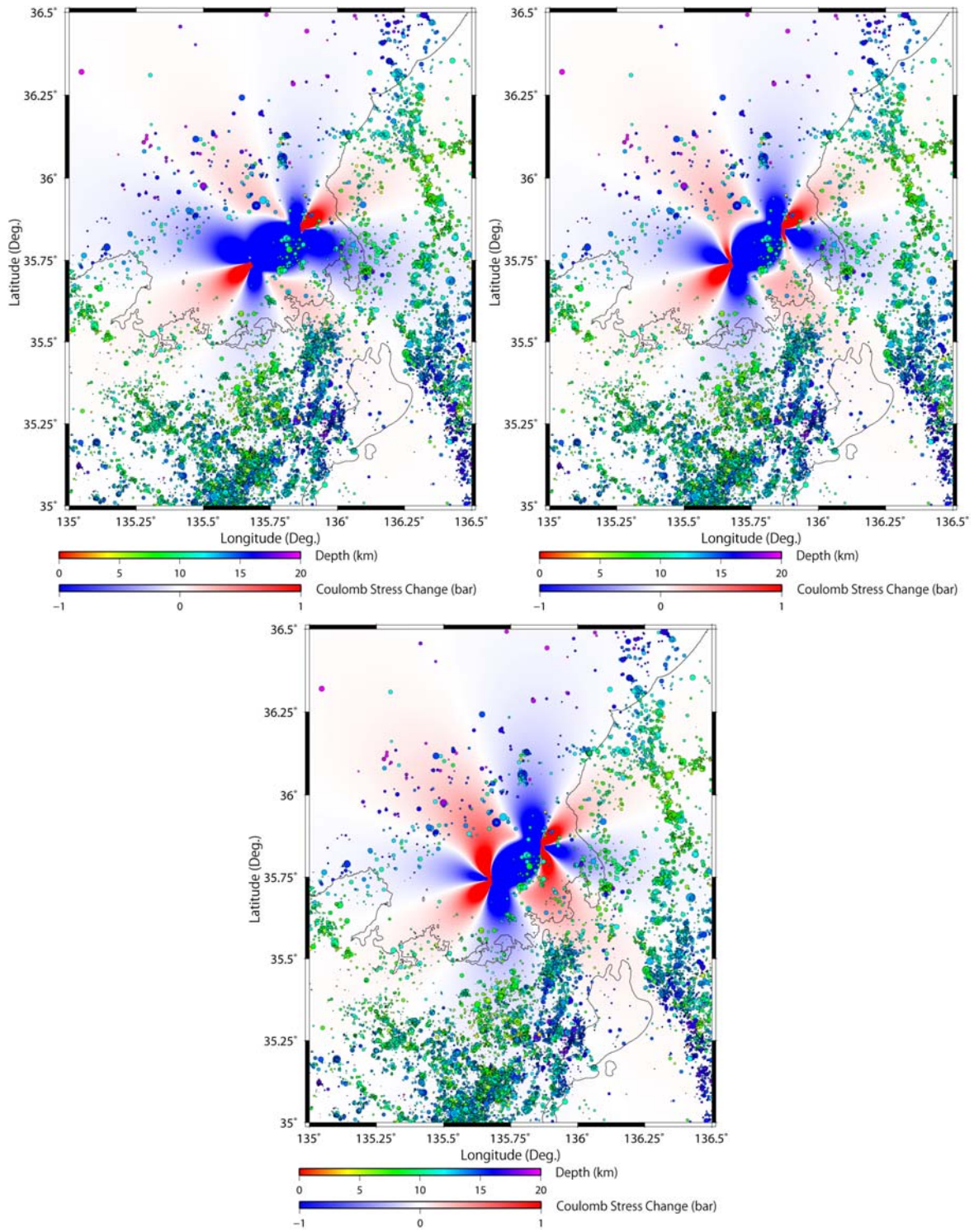


図 7. 1963 年若狭湾地震(M6.9)によるクーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布（1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅）。

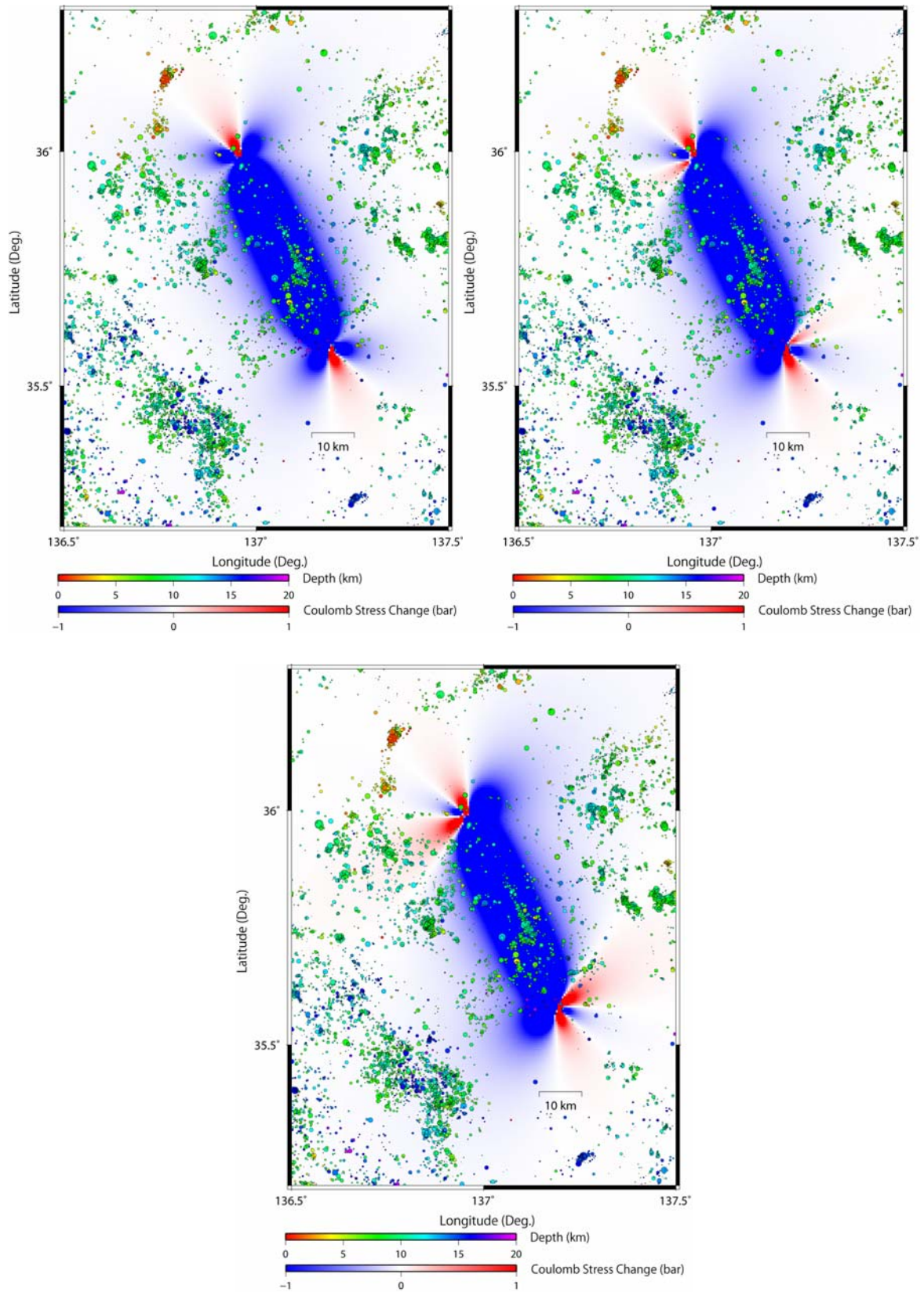


図 8. 1969 年岐阜県中部地震(M6.6)によるクーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布 (1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅)。



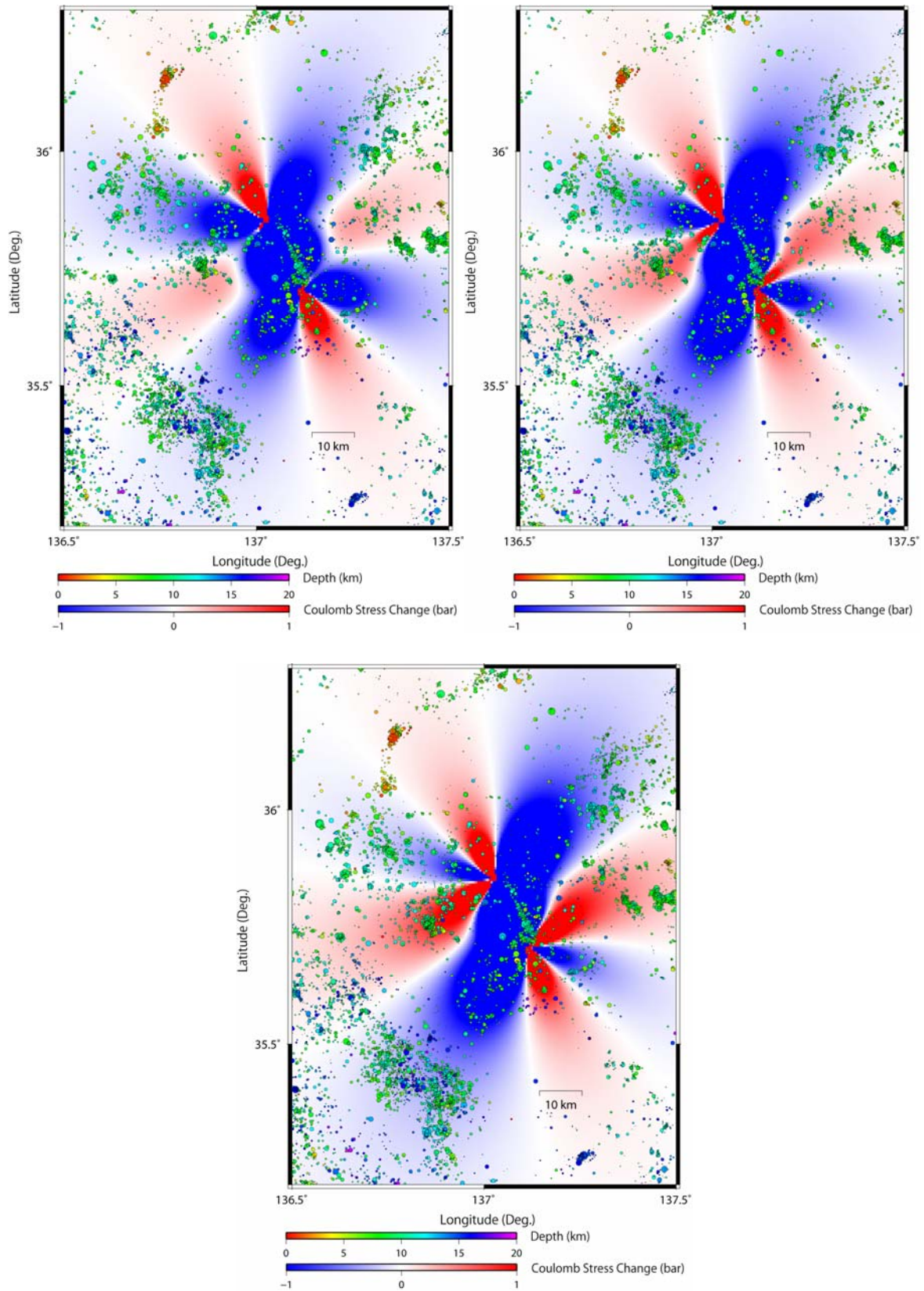


図 9. 1969 年岐阜県中部地震(M6.6)によるクーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布(1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅)。

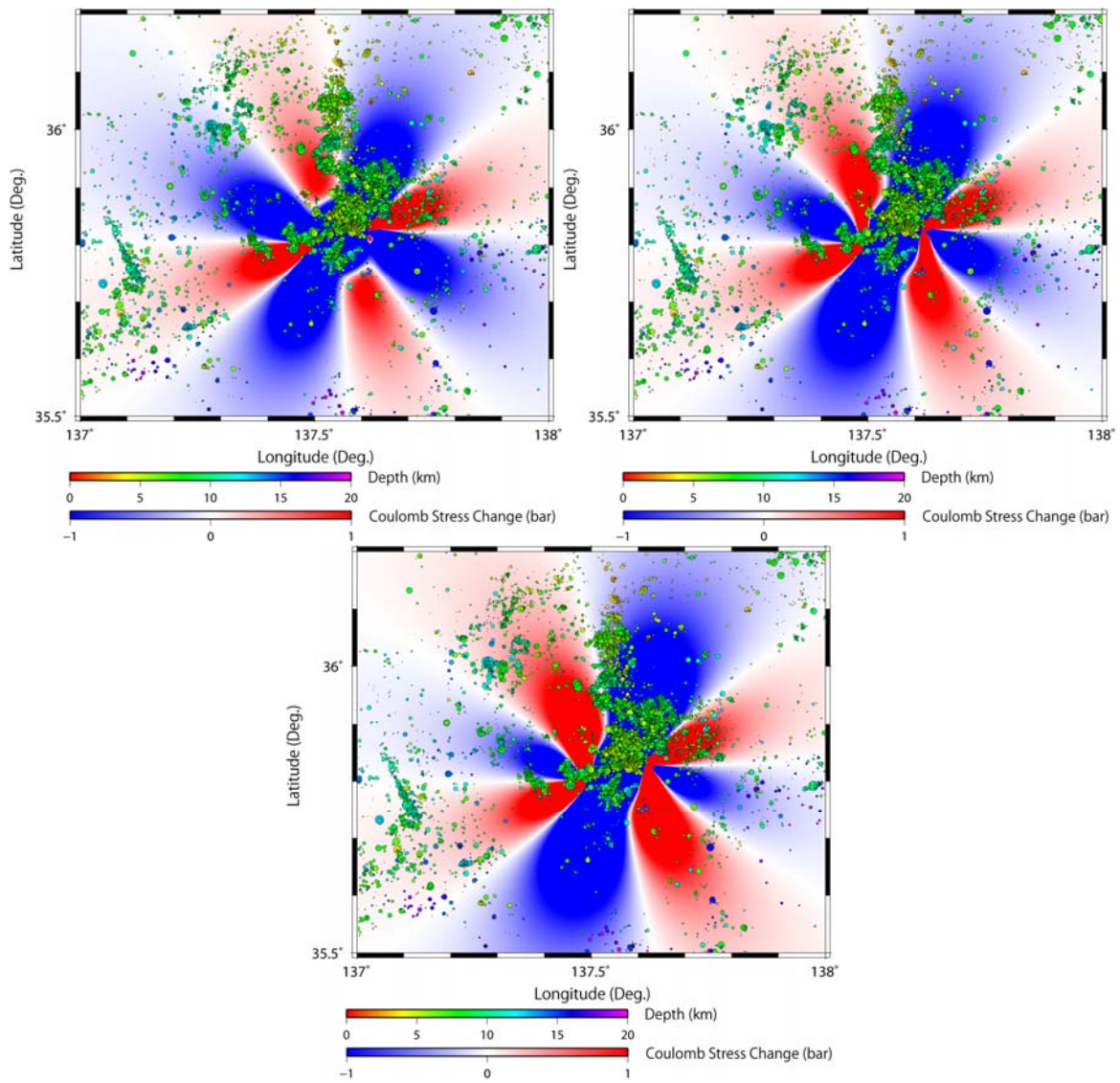


図 10. 1984 年長野県西部地震(M6.8)によるクーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布（1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以下）。

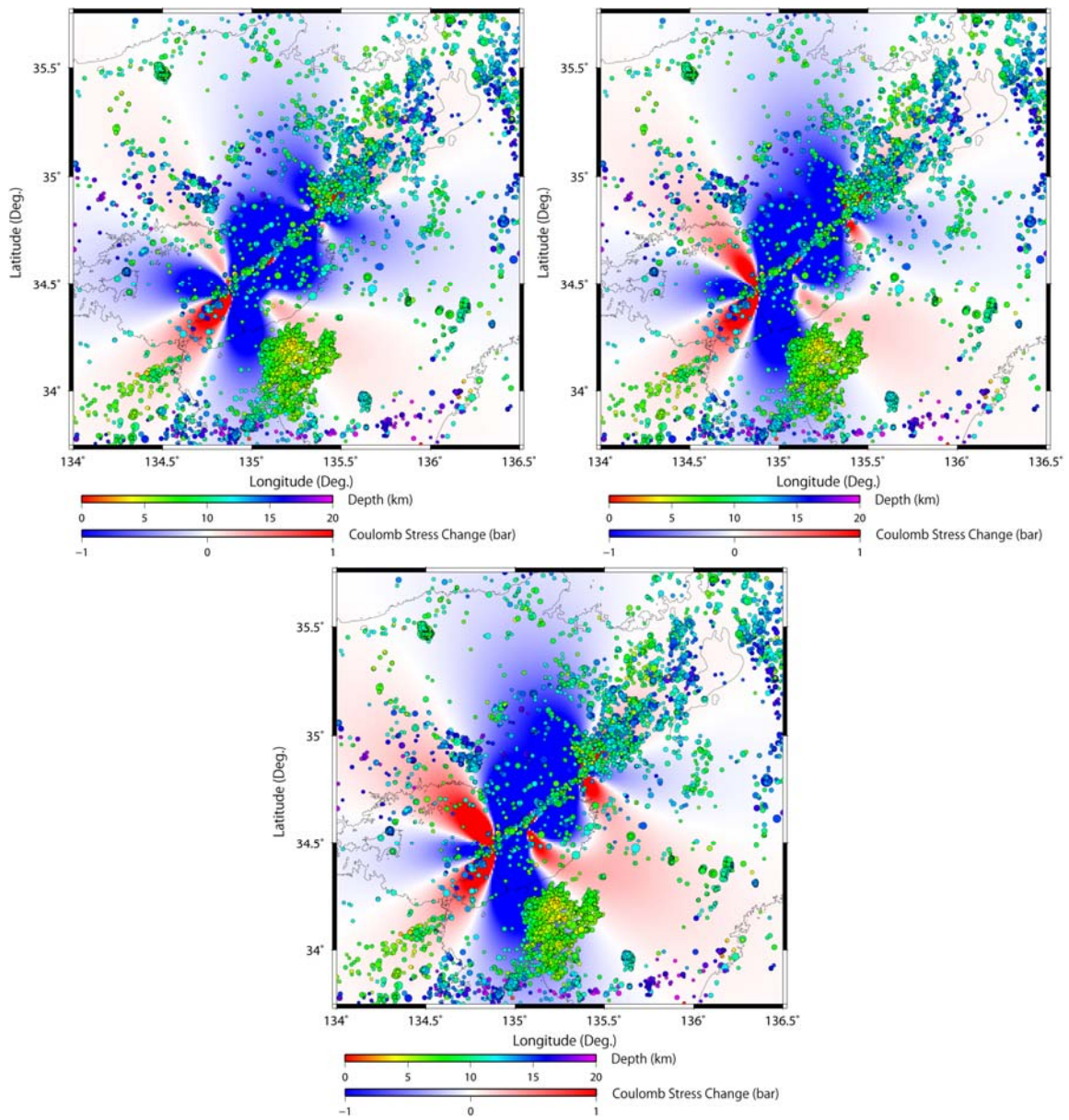


図 11. 1995 年兵庫県南部地震(M7.3)によるクーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布（1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅）。

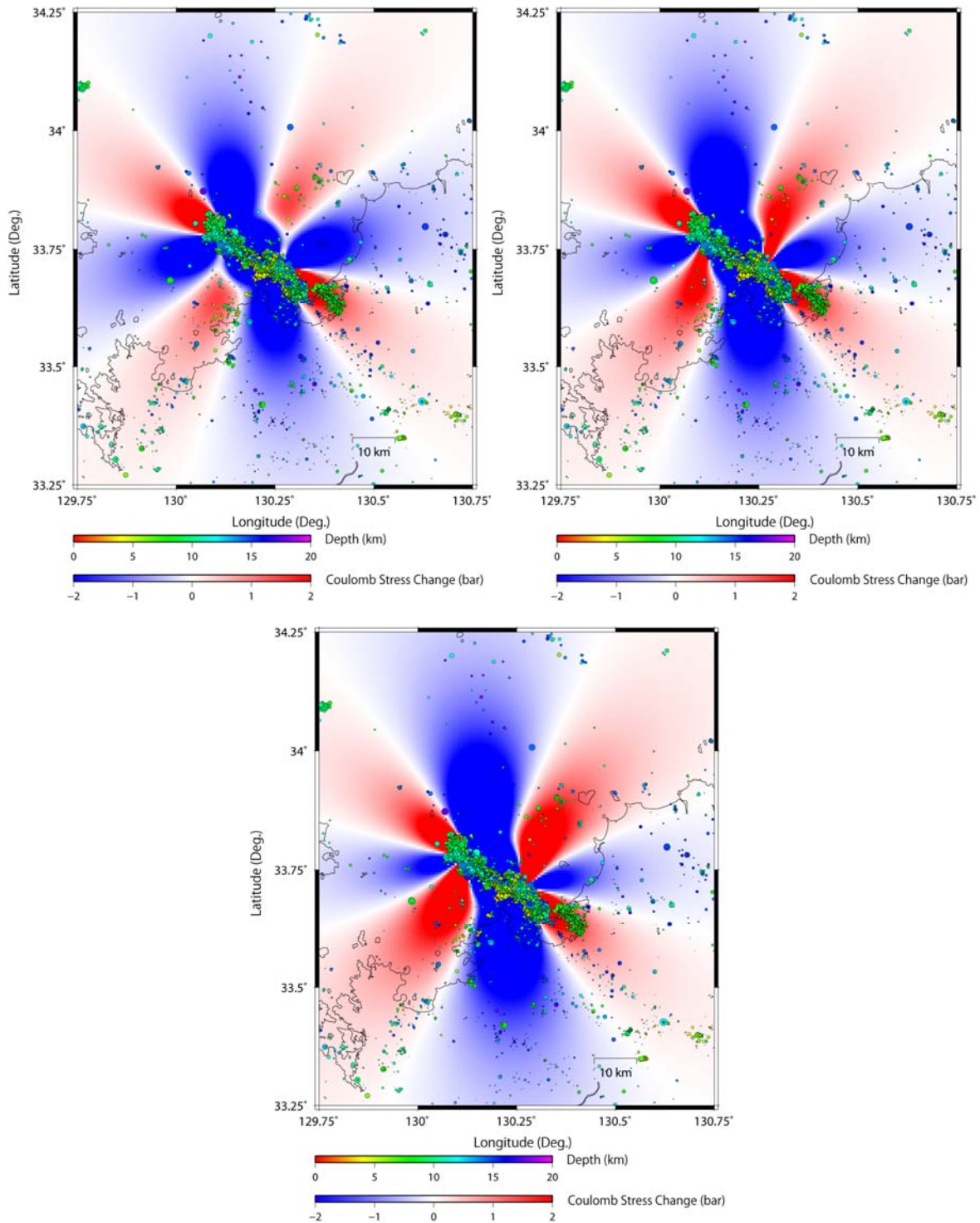


図 12. 2005 年福岡県西方沖地震(M7.0)によるクーロン応力変化と一元化後の気象庁震源カタログによる震央分布 (1997 年 10 月～2008 年 5 月、震源の深さ 20km 以浅)。

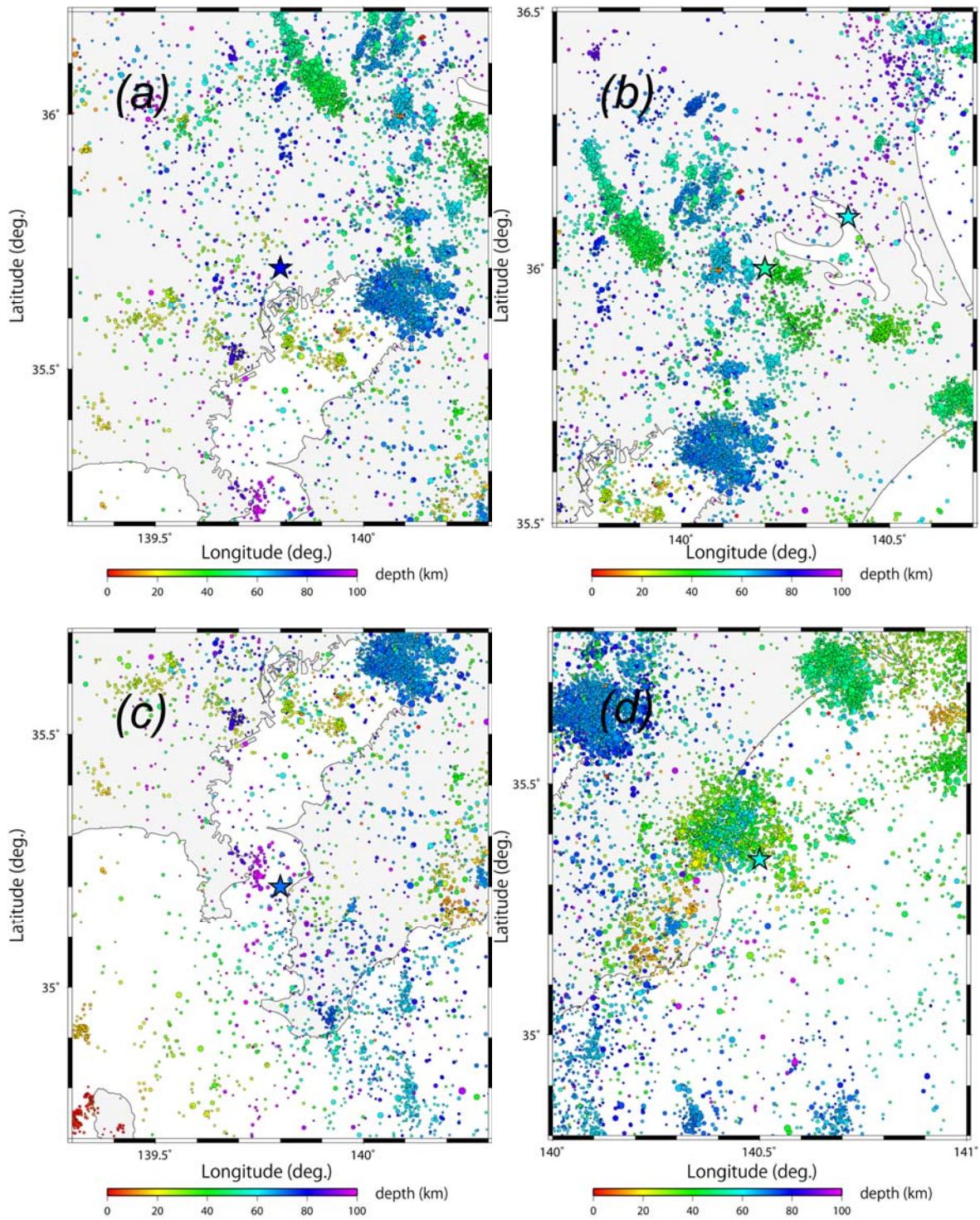


図 13. 一元化以降の気象庁震源カタログによる関東地方の震央分布。星印は 1923 年以前の 4 地震については宇津 (1983a, 1983b)、1987 年千葉県東方沖地震については気象庁震源による本震の震源を表す ((a): 1894 年明治東京地震 (M7.0)、(b): 茨城県南部の地震 1895 年 1 月 18 日 (M7.2) および 1921 年 12 月 8 日 (M7.0)、(c): 1922 年浦賀水道付近の地震 (M6.8)、(d): 1987 年千葉県東方沖地震 (M6.7))。

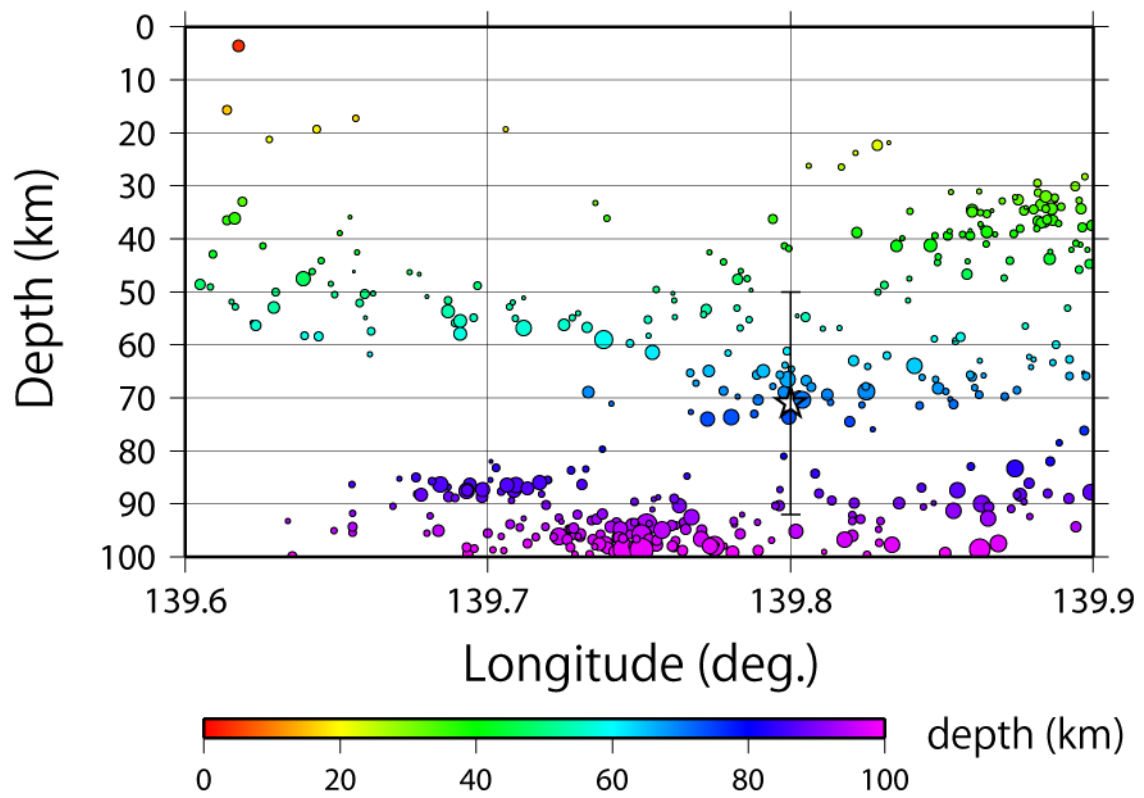


図 14. 浦賀水道付近の地震活動の東西断面図。星印は宇津（1983）による震央位置、石橋（1975）による震源の深さを表す。

表 1. 1900 年以降に横ずれ断層で発生した M6.5 以上の地震と断層パラメータ

	地震名	発生年	月	日	経度 (度)	緯度 (度)	深さ (km)	M	断層長 (km)	断層幅 (km)	走行 (度)	傾斜角 (度)	すべり角 (度)	すべり量 (m)
1	北丹後地震	1927	3	7	134.93	35.63	18.2	7.3	30	15	331	90	0	3.0
	北丹後地震								36	12	330	90	0	3.4
	北丹後地震								35	13	335	90	0	3.0
2	西埼玉地震	1931	9	21	139.25	36.16	3.0	6.9	20	10	106	80	-5	1.0
3	鳥取地震	1943	9	10	134.18	35.47	0	7.2	33	13	80	90	180	2.5
4	福井地震	1948	6	28	136.29	36.17	0	7.1	30	10	170	70	-10	2.3
5	若狭湾地震	1963	3	27	135.79	35.82	13.9	6.9	20	8	54	68	158	0.6
6	岐阜県中部地震	1969	9	9	137.07	35.78	0	6.6	18	10	333	90	0	0.6
	岐阜県中部地震								50	2.5	335	90	0	0.2
7	長野県西部地震	1984	9	14	137.56	35.83	2.0	6.8	12	8	251	85	180	1.0
8	兵庫県南部地震	1995	1	17	135.04	34.60	16.1	7.3	20	20	45	80	180	1.2
									40	20	230	85	180	0.5
9	鳥取県西部地震	2000	10	6	133.35	35.27	9.0	7.3	20	10	152	88	-3	1.6
10	福岡県西方沖地震	2005	3	20	130.18	33.74	9.2	7.0	15	15	122	90	0	1.3