

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(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22年度業務目的

引き続き、相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(地震調査研究推進本部)に掲げられた南関東の直下型地震の5つ(1894年6月20日明治東京地震、1895年1月18日と1921年12月8日茨城県南部の地震、1922年4月26日浦賀水道付近の地震および1987年12月17日千葉県東方沖の地震)の地震についての記録を収集・整理し、1922年浦賀水道付近の地震(M6.8)、1894年明治東京地震(M7.0)などの震源位置や発震機構等を検討する。

(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	佐竹健治	
東京大学	名誉教授	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22年度の成果

(a) 業務の要約

- 1) 相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(地震調査研究推進本部)に掲げられた南関東の直下型地震の5つ(1894年6月20日明治東京地震、1895年1月18日と1921年12月8日茨城県南部の地震、1922年4月26日浦賀水道付近の地震および1987年12月17日千葉県東方沖の地震)の地震についての記録を引き続き収集・整理した。
- 2) 引き続き、1895年茨城県南部の地震(M7.2)、1921年茨城県南部の地震(M7.0)、1922年浦賀水道付近の地震(M6.8)、1894年明治東京地震(M7.0)の震源や発震機構等を検討した。

(b) 業務の成果

1) 南関東で発生した5つのM7級地震に対する既往研究とデータの整理

地震調査研究推進本部の長期評価において、南関東を中心とした30km以深で発生するマグニチュード(以下Mと略記)7級地震の発生確率は、今後30年間で70%程度と推定されており、切迫性が高い(地震調査委員会、2004¹⁾)。この長期評価は1885年以降に発生した5地震、即ち1894年明治東京地震、1895年および1921年茨城県南部の地震、1922年浦賀水道付近の地震と1987年千葉県東方沖の地震に基づく(図1)。しかしながら、これらの地震は震源や発生機構が不明なものや、(1)地表近くの活断層で発生する地震(1931年西埼玉地震など)、(2)フィリピン海プレート(以下、PHSと略記)上面に沿ったプレート境界型地震(1923年大正関東地震など)、(3)PHS内部で発生する地震(1987年千葉県東方沖の地震など)、(4)太平洋プレート(以下、PACと略記)上面に沿ったプレート境界型地震(2005年千葉県北西部の地震など)、(5)PAC内部で発生する地震(1992年浦賀水道付近の地震など)のいずれであるか統一の見解が得られていないものを含む。長期評価の高度化には、5つのM7級地震を上記の(1)~(5)に分類し、繰り返しの有無等を議論する必要がある。平成21年度には、その手始めとしてこれら5地震に関する既往研究の整理とデータの収集を行った。平成22年度には引き続き、波形記録を中心としたデータの収集を行った(図2)。

2) 1894年明治東京地震

明治東京地震は1894(明治二十七年)年6月20日に発生し、東京で24名、神奈川で7名の計31名の死者を出した。死者の大半は、当時流行となっていた煉瓦造の構造物や煙突などの重量物の損壊・崩壊によるものであった。耐震性が不十分であった煉瓦造の西洋式建築や煙突等に大きな被害を及ぼしたことから、一部で「煙突地震」などと呼ばれた(茅野、1975²⁾、1989³⁾;大迫・金子、2004⁴⁾)。この地震は震災予防調査会が発足後、はじめて東京・横浜を中心に多くの被害が発生した地震であったことから、詳細な被害調査が実施された(例えば、震災予防調査会、1895⁵⁾)。

既往研究を整理すると、震央については再検討の必要性を指摘した研究があるものの、東京湾北部一帯に推定されており、大きな相違は見られない。一方、震源の深さについては、沈み込むPHS内部、PACの上面に沿った、あるいはPAC内部の地震のいずれであったかについて見解が大きく異なり、地殻内地震の可能性を示唆した研究もある。震源の深さの相違は、現存する少数の地震波形記録から読み取られたS-P時間の相違によるところが大きい。図3に萩原(1972)⁶⁾ならびに中央気象台(1895)⁷⁾に基づく1894年明治東京地震ならびに同年10月7日の地震の震度分布をそれぞれ示す。明治東京地震が同心円状の震度分布を示す一方、10月7日の地震の震度分布にはPAC内地震の特徴である東北~北海道の太平洋側で震度が大きくなる「異常震域」が見られる。また、大森(1899)⁸⁾による東京における初期微動継続時間は明治東京地震では6.8秒、10月7日の地震では16秒と大きく異なる。震度分布は明治東京地震がPHS内地震であった可能性を支持する。

3) 1895年茨城県南部の地震

1895年1月18日に茨城県南部で発生した地震は、関東地方の広範囲にわたり強い揺れを発生させ、6名(震災予防調査会、1895⁵⁾; 神林・勝又、1975⁹⁾) または9名(宇津、1999¹⁰⁾)の死者を出し、42戸の家屋が全壊した。茨城県で特に大きな被害が発生したが、東京でも下町を中心に死者1、負傷者31、家屋全壊4、半壊5、破損615などの被害が発生した。1895年茨城県南部の地震(M7.2)は、鬼怒川沿いの深さ約40-60kmのPHS上面で発生するもの(鬼怒川側クラスター)と、筑波山付近の深さ約60-80kmのPAC上面で発生するもの(筑波側クラスター)のどちらかのタイプの地震、またはPAC内地震(瀬野、2007¹¹⁾)と様々な可能性が指摘されているが、具体的に震源深さを議論した既往研究は見当たらない。

大森(1899)⁸⁾の表には東京の初期微動継続時間が11.3秒であったことが記載されている。この初期微動継続時間と宇津(1979)¹²⁾の震央、ならびに気象庁速度構造JMA2001(上野・他、2002¹³⁾)を仮定すると、震源深さは80km程度に推定された(図4)。また、S-P時間の読み取り誤差として±0.5秒を仮定した場合、震源の深さは75~85kmと推定された。Ishida(1992)¹⁴⁾のPAC上面深度との対比から、この地震はPAC上面に沿った、またはPAC内部の地震であった可能性が示唆される。

推定されている震央付近で近年に発生したPAC内地震とPHS内地震の震度分布を図5に示す。PAC内地震は、東北~北海道の太平洋側で震度が大きくなる「異常震域」が見られる一方、PHS内地震はほぼ同心円状の震度分布になる(例えば、古村・竹内、2007¹⁵⁾)。上記の特徴は1895年茨城県南部の地震の深さに重要な示唆を与える。しかしながら、神林・勝又(1975)⁹⁾で推定された震度分布では烈震域(震度)が見られる一方、石橋(1975a)¹⁶⁾や宇佐美(2003)¹⁷⁾では見られない。また、宇佐美(2003)¹⁷⁾では強震域が茨城県南西部に限られるが、石橋(1975a)¹⁶⁾では関東平野の広域が強震域になっているなどの相違が見られる(石辺・他、2009a¹⁸⁾)。そこで、仮想的に配置された震源において、東京におけるS-P時間から推定される震源深さの推定を行った(図6)。

4) 1921年茨城県南部の地震

1921(大正10)年茨城県南部の地震(龍ヶ崎地震とも呼ばれた)は、千葉県北西部と茨城県南西部を中心とした関東地方の内陸に、道路の亀裂や墓石の転倒、垣や塀の崩壊などの被害を及ぼし、東京・銚子・水戸・熊谷・宇都宮・横浜・横須賀・飯田において現在の気象庁震度階級で震度4相当が観測された。中央气象台(1921)¹⁹⁾、牛山(1922b)²⁰⁾、大森(1922a)²¹⁾、勝又(1975a²²⁾、1975b²³⁾)や石橋(1973a²⁴⁾、1973b²⁵⁾、1975b²⁶⁾)、宇津(1979)¹²⁾によって震源決定が行われており、また、石橋(1973b²⁵⁾、1975d²⁷⁾)や勝間田(2000)²⁸⁾、気象研究所地震火山研究部(2000)²⁹⁾によって発震機構が推定されている。Omori(1922g)³⁰⁾の東京におけるS-P時間は東京帝国大学地震学教室(本郷)と一ツ橋の強震計から検出したものであり、中央气象台(1921)¹⁹⁾による6.3秒、牛山(1922a)³¹⁾による6.2秒と大きく異なる。そのため、牛山(1922a³¹⁾、1922b²⁰⁾)、Ushiyama(1922c)³²⁾や中央气象台(1921)¹⁹⁾による震源とは大きく離れている(石辺・他、2009b³³⁾)。

石橋(1975a¹⁶⁾、1975b²⁶⁾、1975c³⁴⁾)によるS-P時間と気象庁速度構造から、震源深さは53km程度に推定された(図7)。当該領域におけるPAC上面の深さと比較すると、1921

年茨城県南部の地震は PHS 内地震であった可能性が示唆される。しかしながら、深さ精度を考慮すると、PAC 上面に沿って発生した地震であった可能性も否定できない。そこで、推定された震源周辺に仮想的に震源を配置し、その震源において牛山 (1922a)³¹⁾の初動を満たす発震機構を HASH (Hardebeck and Shearer, 2002)³⁵⁾により推定した。図 8(a)に深さ 53 km における発震機構を、図 8(b)に、震源の不確定性を考慮して推定された発震機構の三角ダイヤグラム (Frohlich, 1992)³⁶⁾をそれぞれ示す。発震機構は震源決定精度を考慮しても横ずれ型であり、PAC 上面に沿って発生する低角逆断層型とは異なる。また、震度分布からは PAC 内地震に特徴的に見られる異常震域は見られない。以上を考慮すると、1921 年茨城県南部の地震は PHS 内地震であったと結論される。

5) 1922 年浦賀水道付近の地震

1922 年浦賀水道付近の地震は 1922 (大正 11) 年 4 月 26 日に発生し、京浜、三浦、房総の東京湾沿岸一帯に家屋や土蔵の破損、水道管の破裂やがけ崩れなどの被害を与えた。東京と横浜で 1 名ずつ、計 2 名の死者が発生した。中央気象台 (1922)³⁷⁾、中村 (1922a)³⁸⁾、Nakamura (1922b)³⁹⁾、大森 (1922b⁴⁰⁾、1922c⁴¹⁾、1922e⁴²⁾、Omori (1922h)⁴³⁾、勝又 (1975a²²⁾、1975b²³⁾、石橋 (1975a¹⁶⁾、1975b²⁶⁾、1975c³⁴⁾、宇津 (1979)¹²⁾、宇佐美 (2003)¹⁷⁾などによって震源決定がなされているが、推定された震源は浦賀水道に留まらず、広範にわたる。S-P 時間に基づく震源のみからどこで発生した地震であったのか分類することは困難が伴う。

そこで、収集された波形記録から読み取った初動と中村 (1922a)³⁸⁾によって報告された初動を用いて、震源の不確定性を考慮した発震機構の推定を行った。震源を仮想的に $139.5^{\circ} \sim 140.1^{\circ}$ 、 $34.9^{\circ} \sim 35.5^{\circ}$ の範囲内に 0.1° 刻みで配置し、深さ方向には 40 km ~ 90 km まで 10 km 刻みで配置した。この地震が太平洋プレート上面に沿って発生したプレート間地震であったとすれば、低角逆断層型の発震機構が期待される。しかしながら、推定された発震機構は横ずれ型あるいは正断層型であり、逆断層型にはならない (図 9)。推定された震源と発震機構は、1922 年浦賀水道付近の地震は PHS 内で発生した地震であった可能性を示唆する。

(c) 結論ならびに今後の課題

本年度は、「その他の南関東で発生する M7 級地震」の発生確率の根拠となっている 5 地震について、引き続き既往研究の整理と資料の収集を行った。また、長期評価の対象となった 5 地震のうち、震源像が明らかになっている 1987 年千葉県東方沖地震を除く 4 地震の震源・発震機構を検討した。1894 年明治東京地震は、震度分布からは同年 10 月 7 日の地震のように PAC 内地震に特徴的に見られる異常震域は認められず、PHS 内地震である可能性を支持する。1895 年茨城県南部の地震は深さ 75 ~ 85 km の PAC 上面に沿った、または PAC 内地震であった可能性が示唆された。また、1921 年茨城県南部の地震は深さ 55 km 程度に推定された。S-P 時間の読み取り誤差を考慮した場合、PAC 上面に沿った地震であった可能性を否定できないが、初動から推定された発震機構は震源の不確定性を考慮しても、横ずれ型である。また、震度分布からは PAC 内地震に特徴的に見られる異常震

域は見られず、これらを考慮すると 1921 年茨城県南部の地震は PHS 内地震であったと考えられる。1922 年浦賀水道付近の地震は既往研究によって震源が大きく異なるが、いずれの震源を仮定しても発震機構は横ずれ型または正断層型である。1921 年茨城県南部の地震と同様に、PHS 内地震であった可能性が示唆される。

今後は、引き続き長期評価の対象となった 5 地震の震源・発震機構を収集された地震波形記録に基づいて検討するとともに、新たに得られた地震波速度構造との対比等を行い、類型化を実施する。

(d) 引用文献

- 1) 地震調査委員会: 相模トラフ沿いの地震活動の長期評価, 31pp, 2004 .
- 2) 茅野一郎: 明治 27 年東京地震の被害について, 東京都防災会議東京直下地震に関する調査研究(その 3) - 地震活動状況に関する考察 -, 123 - 131, 1975 .
- 3) 茅野一郎: 明治中期の“煙突地震”明治 27 (1894) 年 6 月 20 日東京・横浜の地震. 地震ジャーナル, 8, 30 - 37, 1989 .
- 4) 大迫正弘・金子隆一: 1894 年の東京地震の写真資料, 国立科学博物館研究報告 E 類, 27, 9-19, 2004 .
- 5) 震災予防調査会: 地震其他地異彙報, 震災予防調査会報告, 4, 95 - 113, 1895 .
- 6) 萩原尊禮: 明治 27 年東京地震, 安政 2 年江戸地震, 元禄 16 年関東地震の震度分布, 地震予知連絡会会報, 7, 27 - 31, 1972 .
- 7) 中央气象台: 六月二十日午後二時零四分, 明治廿七年地震報告, 38 - 47, 1895 .
- 8) 大森房吉: 地震ノ初期微動ニ関スル調査, 震災予防調査会報告, 29, 37 - 45, 1899 .
- 9) 神林幸夫・勝又護: 東京の被害地震の表およびその震度分布図付震度 以上の地震, 東京都防災会議東京直下地震に関する調査研究(その 3) - 地震活動状況に関する考察 -, 53 - 103, 1975 .
- 10) 宇津徳治: 地震活動総説, 東京大学出版会, 876pp, 1999 .
- 11) 瀬野徹三: 首都圏直下型地震の危険性の検証 - 本当に危険は迫っているのか? -, 地学雑誌, 116, 370 - 379, 2007 .
- 12) 宇津徳治: 1885 ~ 1925 年の日本の地震活動 - M6 以上の地震及び被害地震の再調査 -, 東京大学地震研究所彙報, 54, 253 - 308, 1979 .
- 13) 上野 寛, 畠山信一, 明田川保, 舟崎淳, 浜田信生: 気象庁の震源決定方法の改善 - 浅部速度構造と重み関数の改良 -, 駿震時報, 65, pp.123-134, 2002.
- 14) Ishida, M.: Geometry and Relative Motion of the Philippine Sea Plate and Pacific Plate Beneath the Kanto-Tokai District, Japan, J. Geophys. Res., 97, No.B1, 489-513, 1992.
- 15) 古村孝志・竹内宏之: 首都圏直下の地震と強震動 - 安政江戸地震と明治東京地震 -, 地学雑誌, 116, 431 - 450, 2007 .
- 16) 石橋克彦: 東京に被害を与えた明治・大正期の地震の震源位置の再検討, 東京都防災会議東京直下地震に関する調査研究(その 3) - 地震活動状況に関する考察 -, 132 - 136, 1975a .

- 17) 宇佐美龍夫:「最新版・日本被害地震総覧・416-2001」, 東京大学出版会, 605pp, 2003.
- 18) 石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦, 2009a, 南関東で発生した M7 級地震の既往研究とデータの整理 - 1894 年明治東京地震と 1895 年茨城県南部の地震, 東京大学地震研究所彙報, 84(2), 149-182.
- 19) 中央气象台:龍ヶ崎附近ノ地震, 気象要覧, 265, 309 - 311, 1921 .
- 20) 牛山高見:初動微動時の比を用ひて震源を求むる作図 - 附大正十年十二月八日夜東京強震の震源につきて, 気象集誌, 41, 114 - 119, 1922b .
- 21) 大森房吉:大正十年十二月八日夜の東京強震に関する件, 東洋学芸雑誌, 39 (484), 59 - 60, 1922a .
- 22) 勝又護:大正時代の地震活動について - 1923 年の関東地震前の地震活動を中心に - (概報), 東京都防災会議東京直下地震に関する調査研究(その 3) - 地震活動状況に関する考察 - , 117 - 122, 1975a .
- 23) 勝又護:大正時代の地震資料について 2, 3 のこと, 昭和 50 年度地震学会春季大会講演予稿集, 66, 1975b .
- 24) 石橋克彦:大正 10 年竜ヶ崎地震の震源位置について - アーツ 1 号が発見した「線」との関連 - (速報), 地震 2, 26, 362 - 367, 1973a .
- 25) 石橋克彦:ERTS1 号による関東平野の「線形」といくつかの地震活動, 地震学会講演予稿集 No. 2, 131, 1973b .
- 26) 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 2, 28, 347-364., 1975b
- 27) 石橋克彦:関東大地震直前の関東内陸の起震応力 - 相模トラフ大地震発生の指標 - , 地震学会講演予稿集, 1, 69, 1975d .
- 28) 勝間田明男:1921 年 12 月 8 日に茨城県南西部で発生した地震の発震機構と地震モーメント, 地震 2, 53, 83 - 88, 2000 .
- 29) 気象研究所地震火山研究部:南関東地域における応力場と地震活動予測に関する研究, 気象研究所技術報告, 40, 156pp, 2000 .
- 30) Omori, F.: On the Severe Earthquake of Dec. 8, 1921, Seismological Notes, 2, 1-21, 1922g.
- 31) 牛山高見:12 月 8 日夜千葉縣印旛沼附近の小破壊的地震に就きて, 気象集誌, 41, 4 - 13, 1922a .
- 32) Ushiyama, T.: On the Destructive Earthquake near Tokyo on the night of 8th, December 1921, Seism. Bull. Cent. Met. Obs., Japan, 1, No.1, 36-38, 1922c.
- 33) 石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦, 南関東で発生した M7 級地震の既往研究とデータの整理 - 1921 年茨城県南部の地震, 1922 年浦賀水道付近の地震ならびに 1987 年千葉県東方沖地震, 東京大学地震研究所彙報, 84(2), 183-212, 2009b.
- 34) 石橋克彦:多層構造モデルのもとで多点の S - P 時間を用いた古い地震の震源再計算, 地震学会講演予稿集, 1, 68, 1975c .
- 35) Hardebeck, J. L., and P. M. Shearer, A new method for determining first-motion focal mechanisms, Bull. Seism. Soc. Am., 92, 2264-2276, 2002.

- 36) Frohlich, C., Triangle diagrams: ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanisms, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 75, 193-198, 1992.
- 37) 中央气象台:千葉縣下木更津附近ノ地震, 気象要覧, 269, 105 - 114, 1922.
- 38) 中村左衛門太郎:四月廿六日の東京附近の強震に就て, 気象集誌, 41, 139 - 156, 1922a.
- 39) Nakamura S.: On the Destructive Earthquake occurred near Tokyo on the 26th, April 1922, *Seism. Bull. Cent. Met. Obs., Japan*, 1, No. 1, 39-44, 1922b.
- 40) 大森房吉:東京の強震, 地学雑誌, 34 (401), 285, 1922b.
- 41) 大森房吉:東京にて感じたる激震強震の強震計記録図, 東洋学芸雑誌(学芸), 39(489), 2-5, 1922c.
- 42) 大森房吉:震源位置測定の方法, 東洋学芸雑誌(学芸), 39 (491), 42 - 46, 1922e.
- 43) Omori, F.: The semi-destructive earthquake of April 26, 1922, *Seismological Notes*, 3, 1-30, 1922h.
- 44) Waldhauser, F. and W.L. Ellsworth: A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the northern Hayward fault, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 90, 1353-1368, 2000.

(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(発表題目、口頭・ポスター発表の別)	発表者氏名	発表場所 (学会等名)	発表時期	国際・国内の別
1894年明治東京地震の深さに焦点を当てて(口頭)	石辺岳男	首都直下地震防災・減災特別プロジェクトワークショップ(東京大学地震研究所、東京都文京区)	2010年4月2日	国内
1885年以降の「M7級首都直下地震」に対する既往研究・データの整理と震源・発震機構の予察的検討(ポスター)	石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦	日本地球惑星科学連合大会2010年大会(幕張メッセ国際会議場、千葉県千葉市)	2010年5月23-28日	国内
1885年以降の「M7級首都直下地震」の類型化(序報)(口頭)	石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦	第27回歴史地震研究会(東京大学地震研究所、東京都文京区)	2010年9月12日	国内
1895年及び1921年茨城県南部の地震の震	石辺岳男・佐竹健治・島崎	日本地震学会2010年秋季大会(広島国	2010年10月27-29日	国内

源・発震機構(ポスター)	邦彦・西山昭仁	際会議場、広島県広島市)		
Analysis of the Completeness Magnitude and Seismic Network Coverage of Japan (口頭)	K. Z. Nanjo, T. Ishibe, H. Tsuruoka, D. Schorlemmer, Y. Ishigaki, and N. Hirata	日本地震学会2010年秋季大会(広島国際会議場、広島県広島市)	2010年10月27-29日	国内
Classification of magnitude 7 earthquakes which occurred after 1885 in Tokyo Metropolitan area(ポスター)	Ishibe, T., K. Satake, K. Shimazaki, and A. Nishiyama	AGU fall meeting 2010(サンフランシスコ)	2010年12月16日	国際

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文(論文題目)	発表者氏名	発表場所(雑誌等名)	発表時期	国際・国内の別
首都圏をおそった過去の地震に迫る	島崎邦彦・石辺岳男	岩波書店「科学」	2010年8月	国内
Analysis of the Completeness Magnitude and Seismic Network Coverage of Japan	Nanjo, K. Z., T. Ishibe, H. Tsuruoka, D. Schorlemmer, Y. Ishigaki, and N. Hirata	Bulletin of the Seismological Society of America	2010年12月	国際
Correlation between Coulomb stress changes imparted by large historical strike-slip earthquakes and current seismicity in Japan	Ishibe Takeo, Kunihiro Shimazaki, Hiroshi Tsuruoka, Yoshiko Yamanaka, and Kenji Satake	Earth, Planets and Space	2011年3月	国際

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

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 23 年度業務計画案

相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（地震調査研究推進本部）に掲げられた南関東の直下型地震の 5 地震（1894 年明治東京地震、1895 年と 1921 年茨城県南部の地震、1922 年浦賀水道付近の地震および 1987 年千葉県東方沖の地震）の震源域の位置や発震機構、繰り返しの有無等の推定をもとに、新たに得られた地震波速度構造との対比等を行い、類型化を実施する。

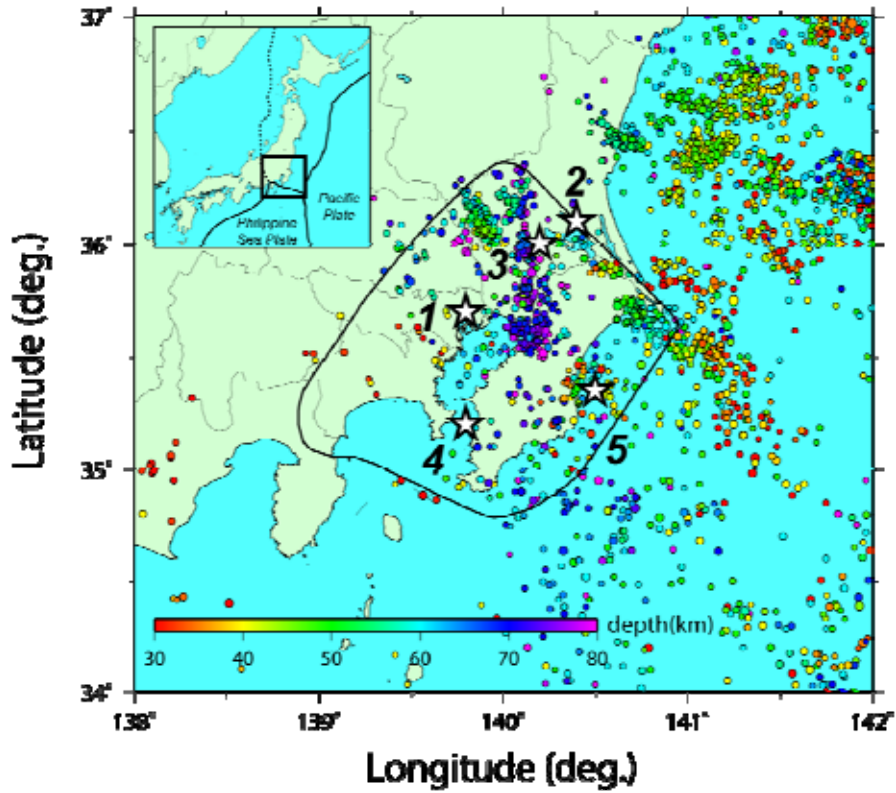


図1. 「その他の南関東で発生する M7 級地震」の長期確率に用いられた 5 地震〔1. 1894 年明治東京地震。2. 1895 年茨城県南部の地震。3. 1921 年茨城県南部の地震。4. 1922 年浦賀水道付近の地震。震央・規模は宇津 (1979) ¹²⁾ による。5. 1987 年千葉県東方沖地震。震央・規模は気象庁震源による〕。震源は 1965 年 1 月～2008 年 5 月までの気象庁震源。

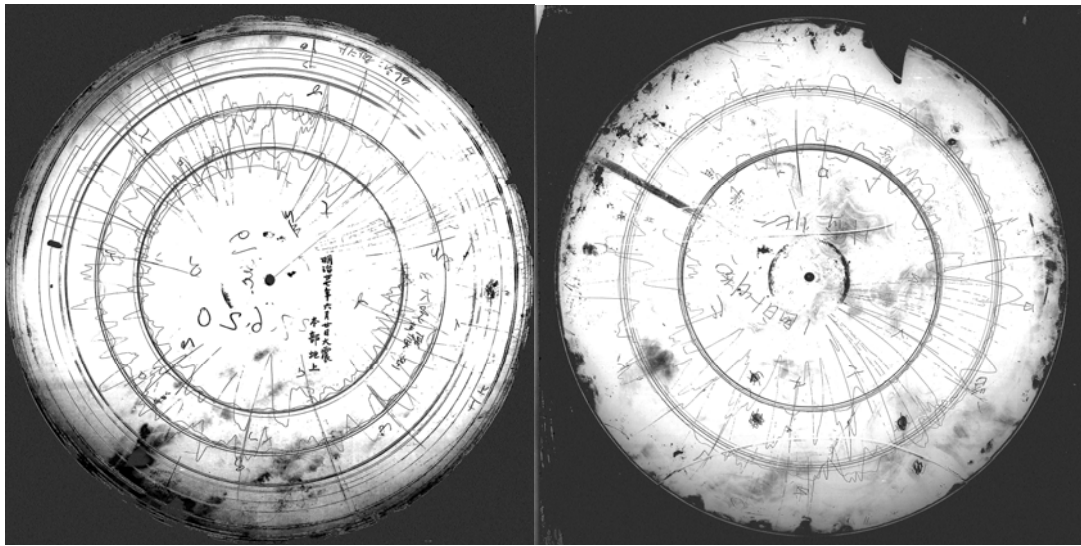


図 2 . 収集された波形記録の一例 (左 ; 1894 年明治東京地震の本部地上における円盤記録式強震計記録。右 ; 同地震の工科大学 2 階における円盤記録式強震計記録。)

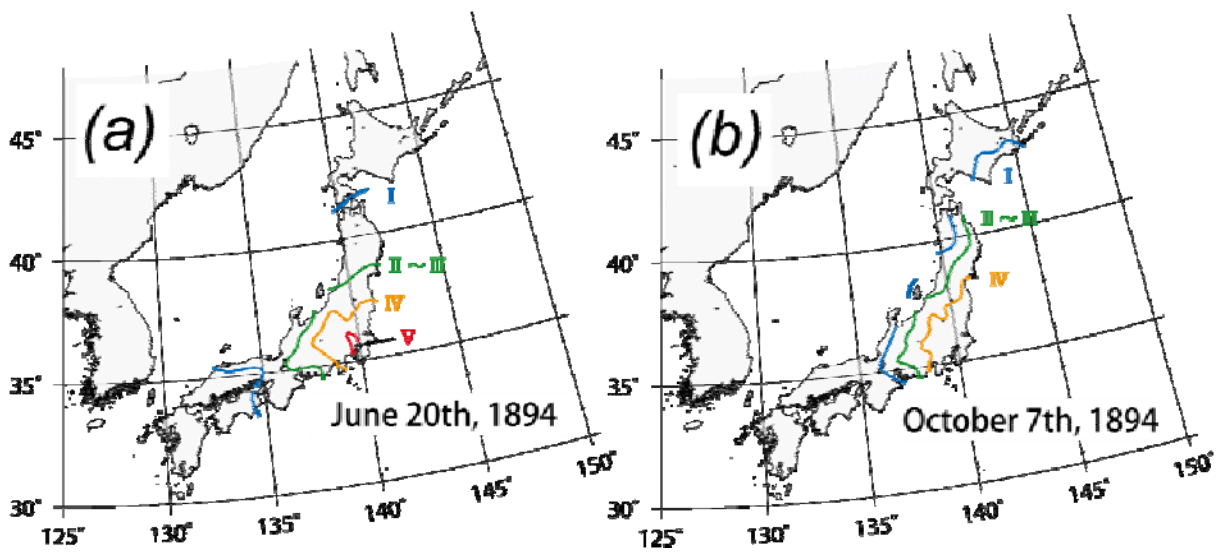


図 3 . 1894 年 6 月 20 日明治東京地震ならびに 1894 年 10 月 7 日の地震の震度分布〔中央気象台 (1895⁷⁾)、萩原 (1972⁶⁾) による〕。

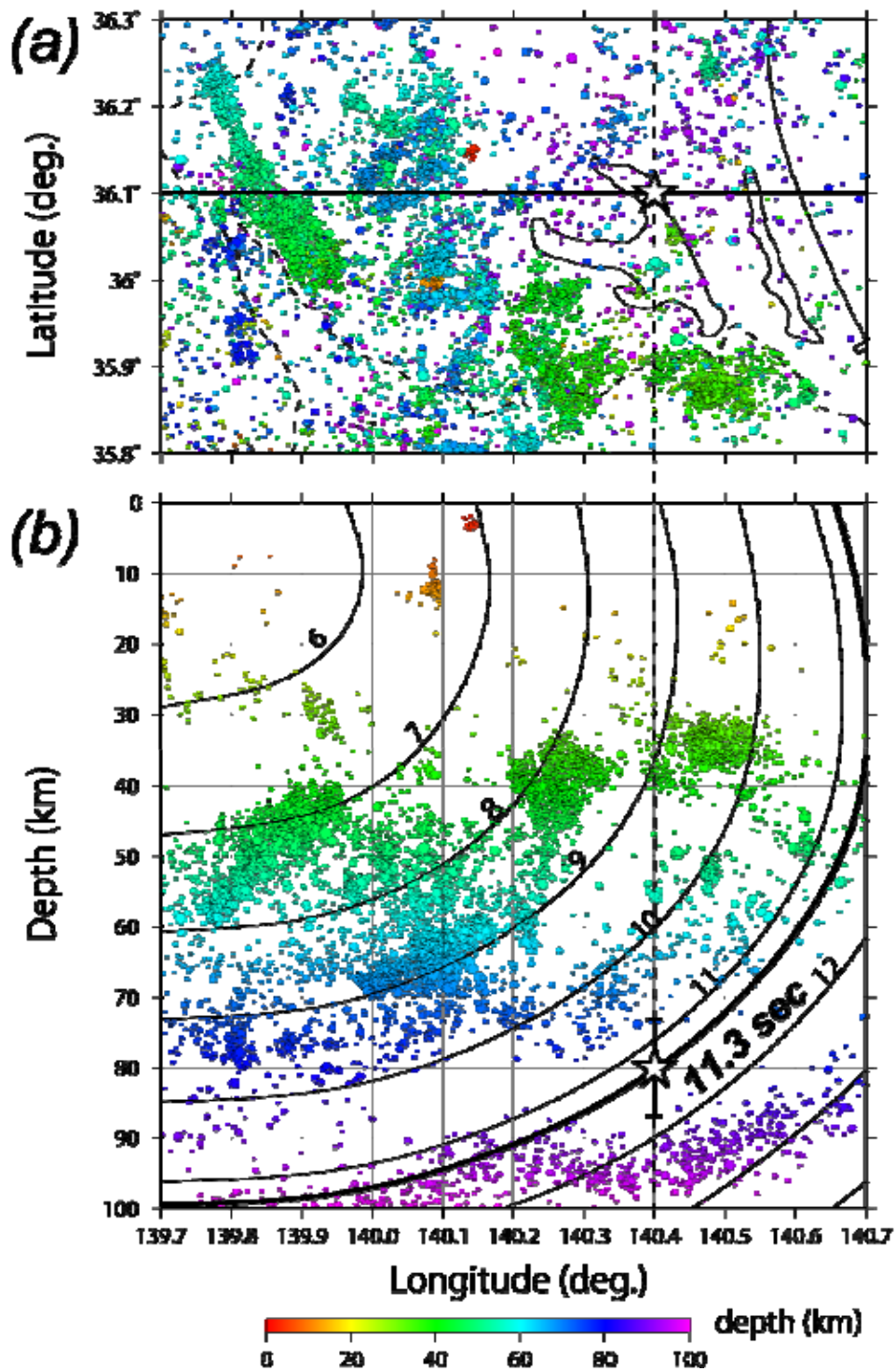


図 4 . (a)茨城県南西部の地震活動と 1895 年茨城県南西部の地震の震央 (宇津、1979¹²⁾による)。震源は気象庁一元化震源の Double-Difference 法 (Waldhauser and Ellsworth、2000⁴⁴⁾)による再決定震源。(b)東京における S-P 時間の東西断面図。星印は大森 (1899)⁸⁾の初期微動継続時間ならびに宇津 (1979)¹²⁾の震央から推定される震源深さを、エラーバーは S-P 時間の読み取り誤差を ± 0.5 秒と仮定した場合の存在範囲をそれぞれ表す。

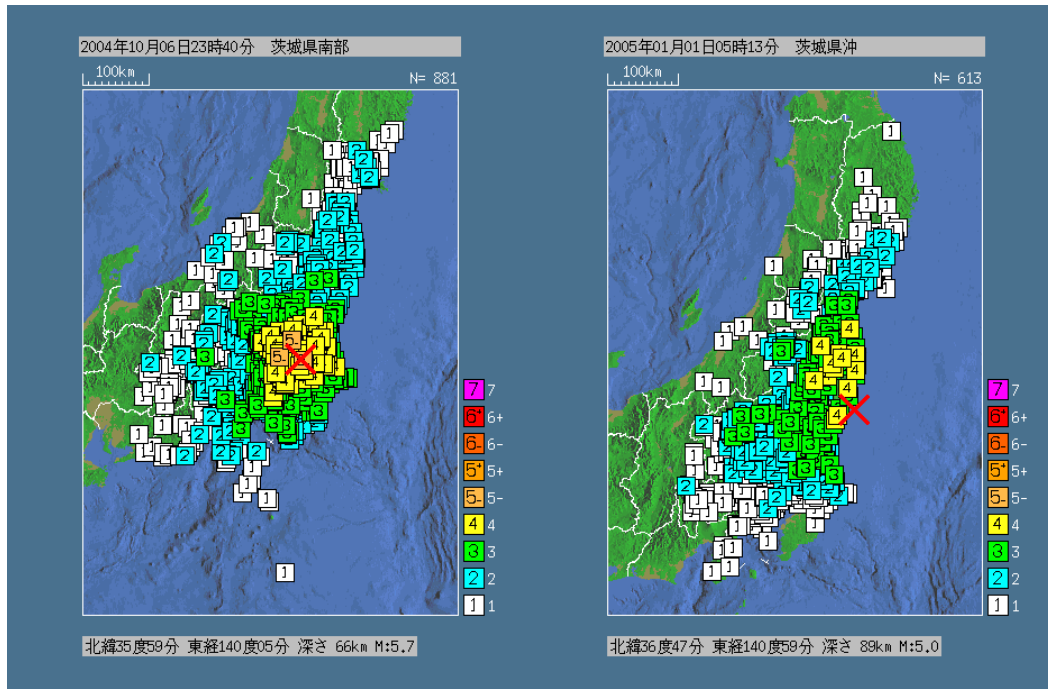


図 5 . 茨城県付近で発生した地震の震度分布。気象庁震度データベースによる。左 ; 2004 年 10 月 6 日 23 時 40 分の地震(PHS 内地震)、右 ; 2005 年 1 月 1 日 5 時 13 分の地震(PAC 内地震)。

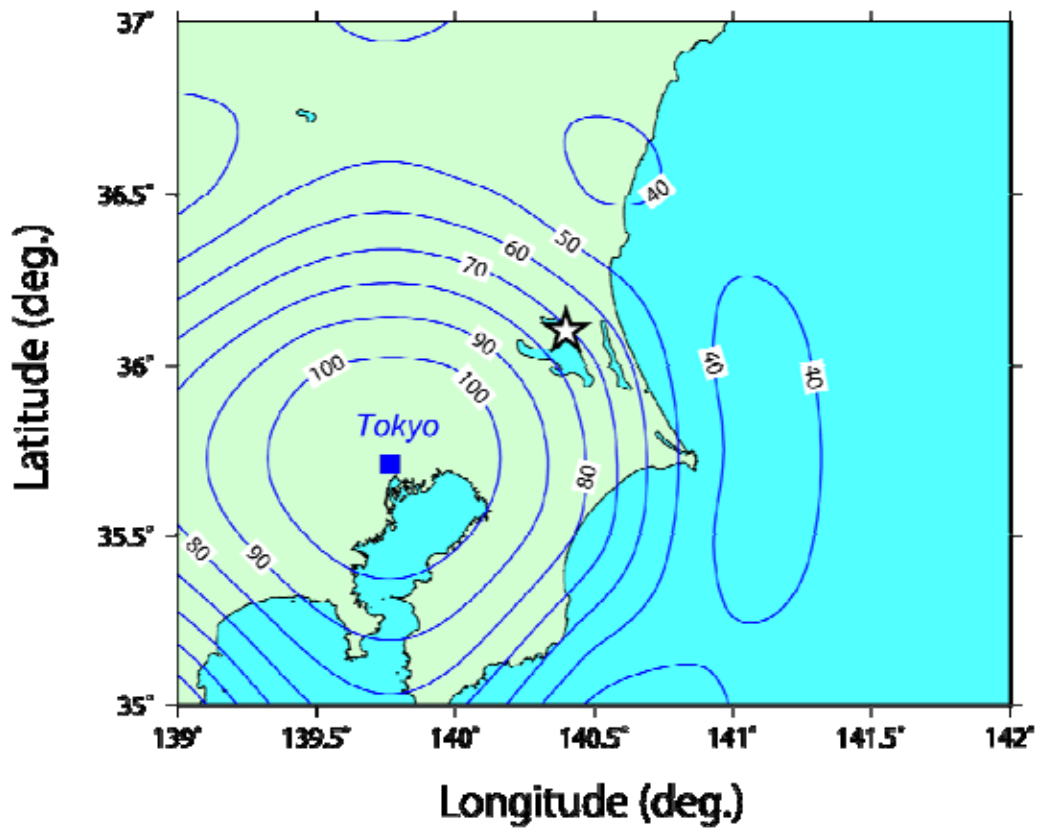


図 6 . 大森 (1899)⁸⁾による東京における S-P 時間から推定される震源深さ。星印は宇津 (1979)¹²⁾による震央を表す。

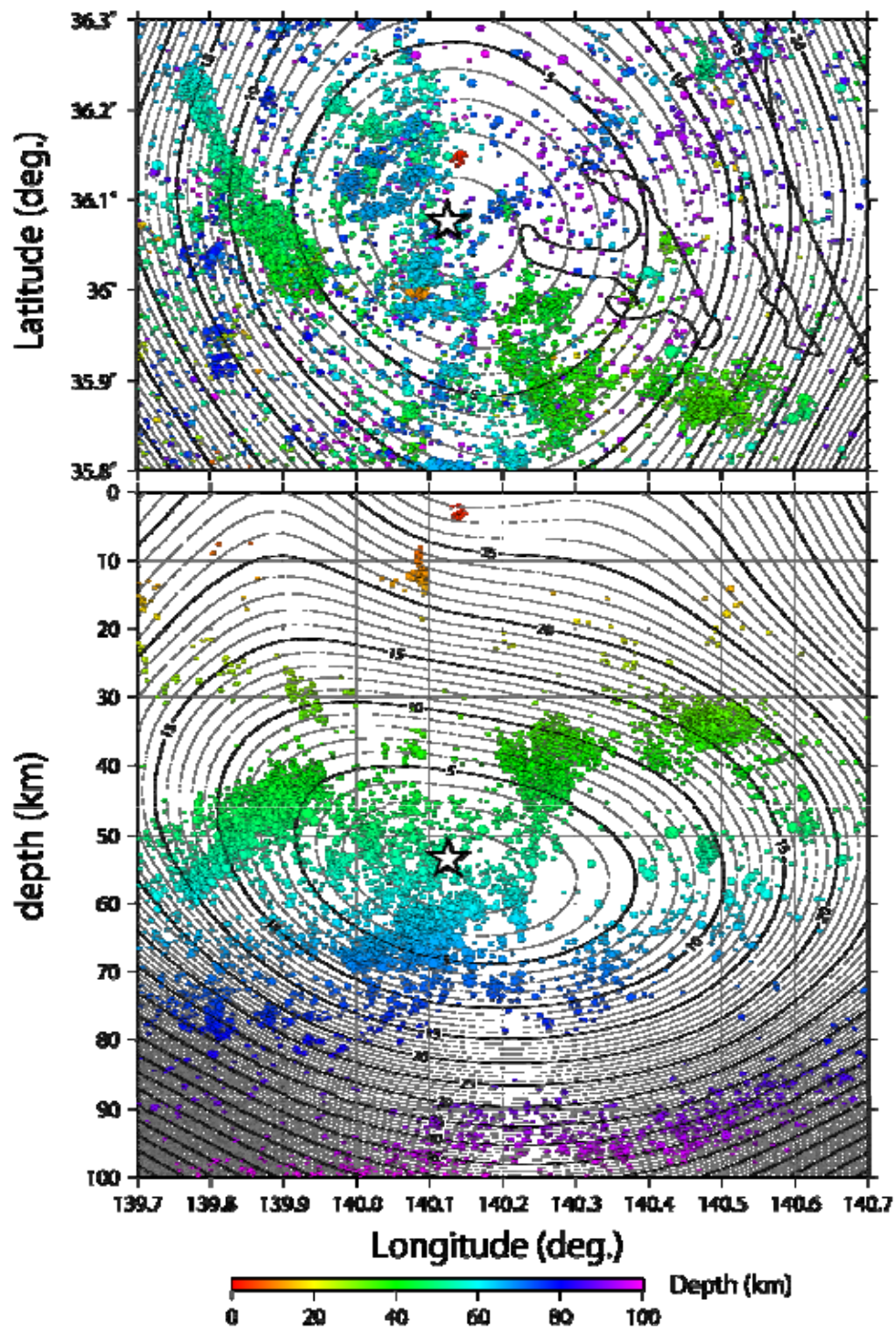


図7. S-P 時間から気象庁速度構造を仮定した場合に推定される震源（星印）。コンターは S-P 時間の残差の二乗和を表す。震源は気象庁一元化震源の Double-Difference 法による再決定震源。

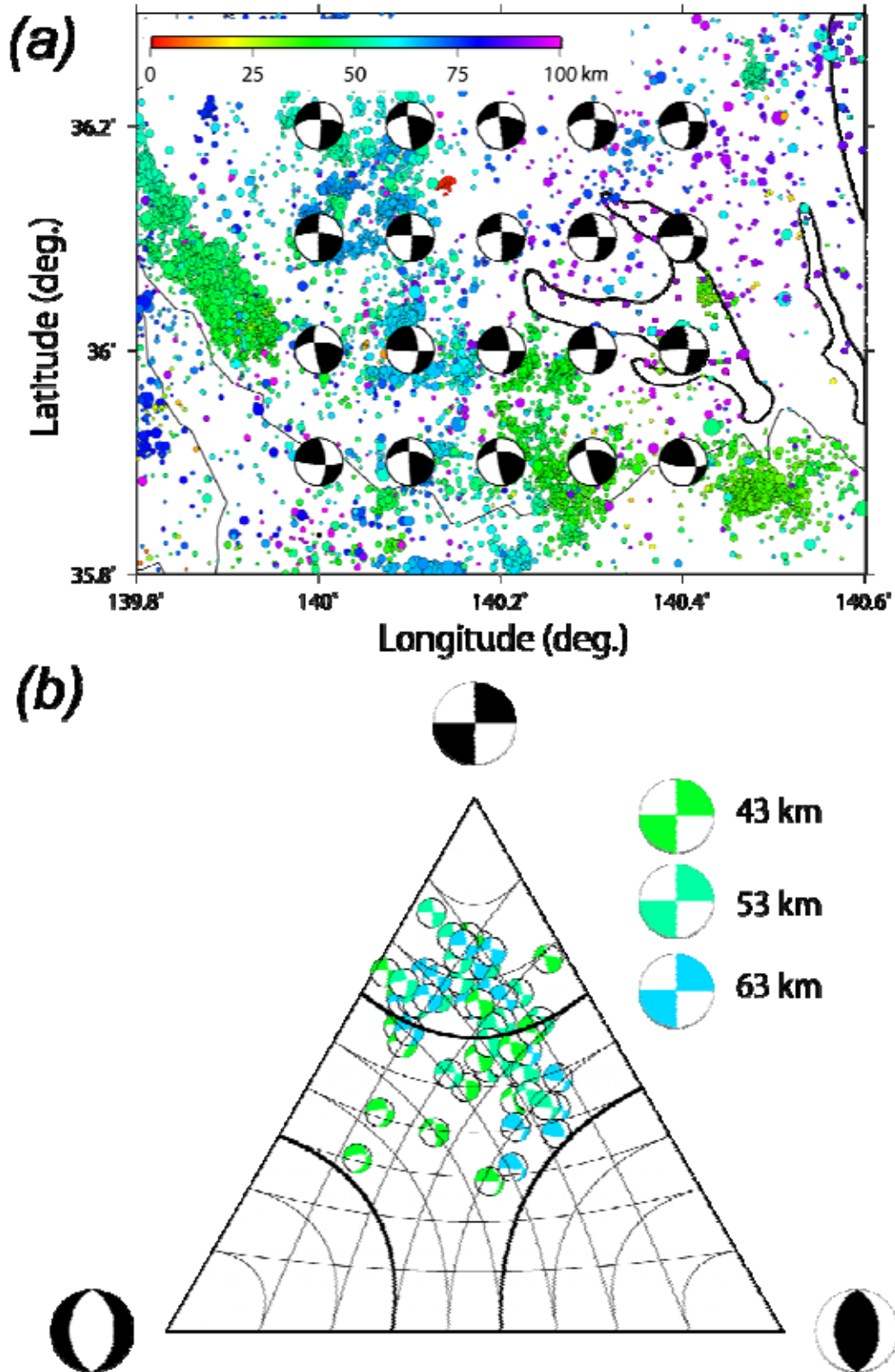


図 8 . (a)牛山 (1922a) ³¹⁾ならびに地震波形から検測された初動による 1921 年茨城県南部の地震の発震機構 (深さ 53 km 断面)。(b) 震源の不確定性を考慮した発震機構の三角ダイアグラム。

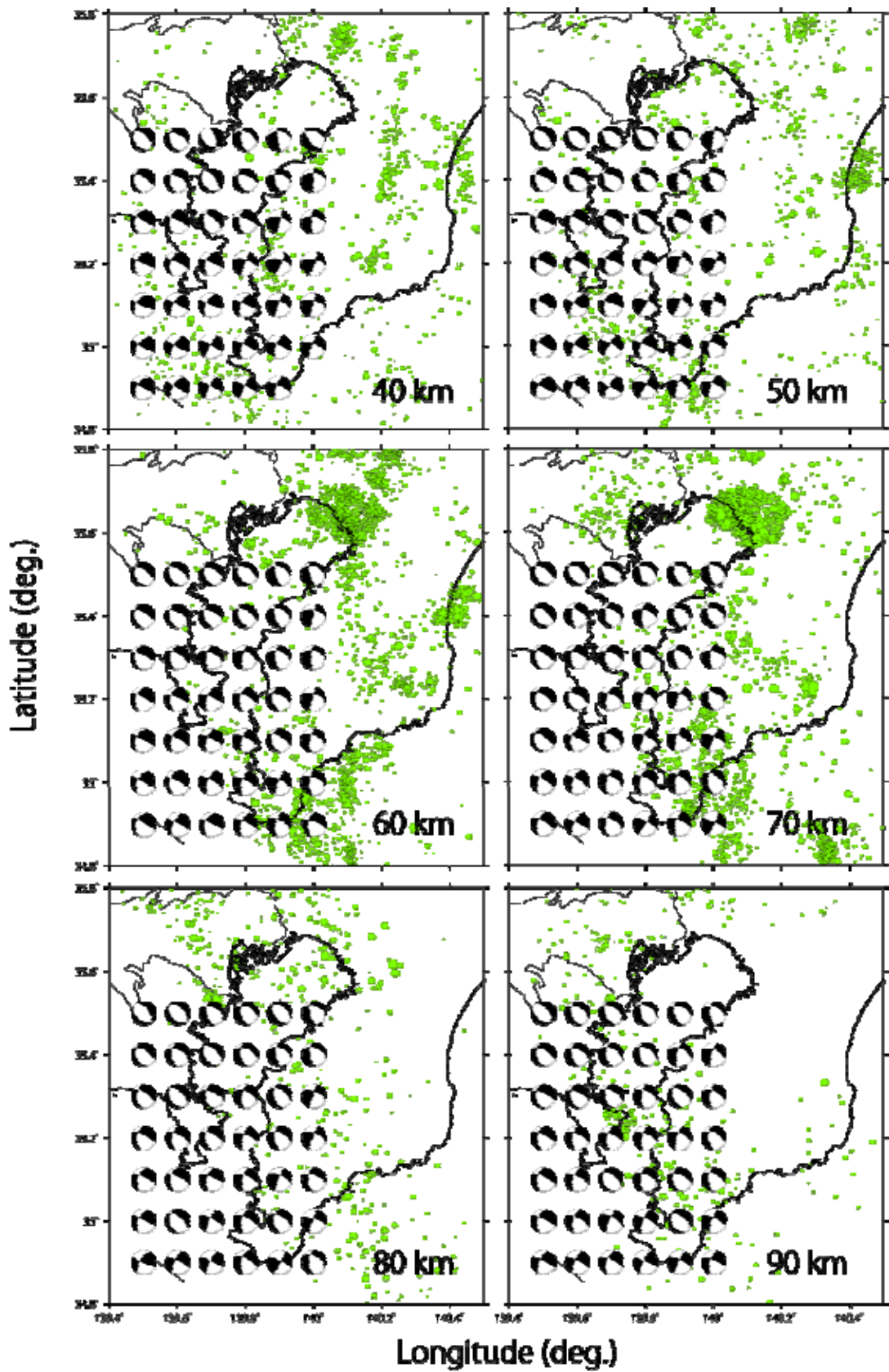


図 9. 1922 年浦賀水道付近の発震機構の震源位置による変化。それぞれの深さ ± 5 km の地震活動を示してある。