

## 2. 地震動・津波の計算

### 2.1. 東日本大震災前後の地震・津波環境

#### 2.1.1. 県土の概要と東日本大震災以前の地震・津波防災対策

##### 2.1.1.1. 地形・地質

宮城県は三陸沿岸の南端に位置し、牡鹿半島を境に北は典型的なリアス海岸が、南は浅い海底が続いている。地形・地質は、大きく以下の4つの地域に分けることができる(図3)。

- ①北上高地 ②阿武隈高地 ③奥羽山脈とその東側の丘陵 ④中央低地

平野と丘陵部は人口密集地であり、しかも沖積層は一般に著しく軟弱であるためその分布、厚さ及び岩相は重要である。

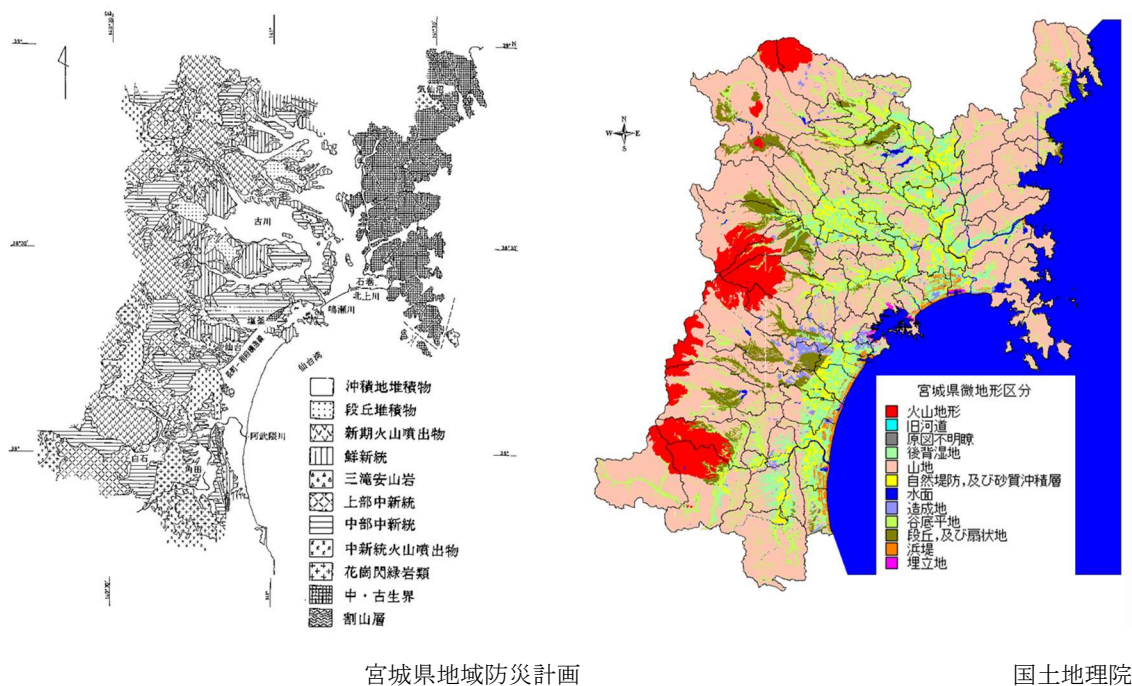


図3 宮城県の地質分布及び地形分布

##### 2.1.1.2. 活断層

表4及び図4は、宮城県内の活断層の一覧を示したものである。後述するように、この中から宮城県に大きな被害をもたらす地震として、利府町から仙台市を経て村田町にかけて概ね北東-南西方向に延びている長町-利府線断層帯を選定するが、この断層帯は、過去4~5万年間に少なくとも3回活動したと推定され、地震本部の長期評価によれば、今後30年の間に地震が発生する可能性が我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属する。

表 4 宮城県内の活断層一覧

断層番号	断層名	确实度	活動度	長さ(km)
①	長町一利府線	I	B	12
②	大年寺山断層	I	B	8
③	鹿落坂断層	I	C	3
④	坪沼断層	I	B	5
⑤	円田断層	II	B	10
⑥	愛子断層	I	B	2
⑦	作並一屋敷平断層	I	C	9
⑧	遠刈田一三住	II	C	7
⑨	白石断層	I	B	2.5
⑩	上品山西	III		4
⑪	加護坊山一籠岳山	III		12
⑫	旭山撓曲	II	B~C	8
⑬	鹿折川	III		15
⑭	栗駒山山頂断層	I	B	1、2
⑮	揚石山南	II	B	3
⑯	鬼首断層	I	B	6
⑰	双葉断層 [小齊峠付近]	II	B	5
⑱	越河断層	I	B	15

确实度 I：活断層であることが确实なもの  
 II：活断層であると推定されるもの  
 III：活断層の可能性のあるもの

活動度 A：第四紀の平均変位速度 1~10m/1000年  
 B：第四紀の平均変位速度 0.1~1m/1000年  
 C：第四紀の平均変位速度 0.01~0.1m/1000年

活断層研究会編(1991)

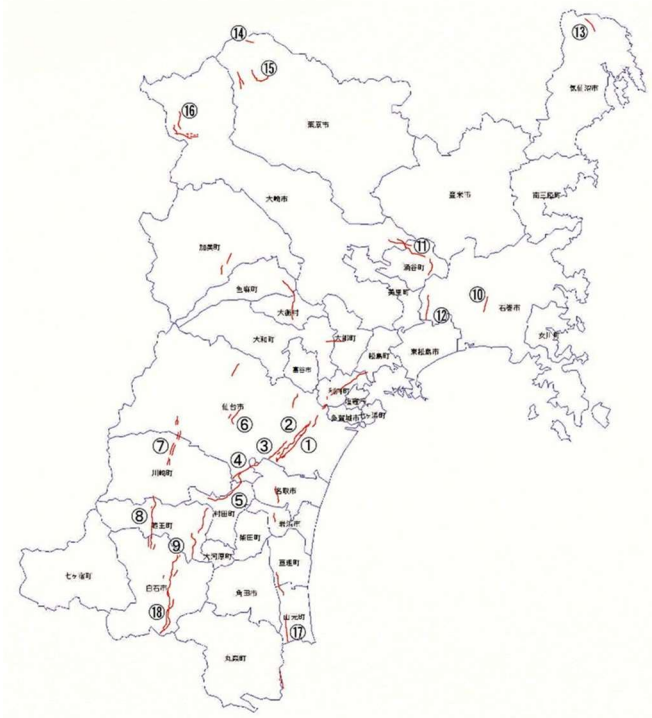


図 4 宮城県内の活断層の分布

### 2.1.1.3. 東日本大震災以前の地震被害

表 5、図 5 に宮城県に被害を及ぼした主な地震を示す。太平洋沖合では、1896 年（明治 29 年）の明治三陸地震（M8.2）や 1933 年（昭和 8 年）の昭和三陸地震（M8.1）のように M8 クラスの巨大地震が発生することがある。1978 年（昭和 53 年）の宮城県沖地震（M7.4）の際には、丘陵を造成した宅地に大きな被害が生じ、さらに、ガス、水道、電気などのライフラインの被害による市民生活に混乱が生じるなど、都市型の災害が生じた。地震が発生した海域付近では、およそ 40 年間隔で同程度の規模の地震が発生している。

陸域の地震としては、2003 年（平成 15 年）に発生した宮城北部地震（M6.4）、2008 年（平成 20 年）に発生した岩手・宮城内陸地震（M7.2）で甚大な被害が生じている。

### 2.1.1.4. 東日本大震災以前の津波被害

表 6 に宮城県沖における主な津波災害を示す。1896 年（明治 29 年）の明治三陸地震津波、1933 年（昭和 8 年）の昭和三陸地震津波や 1960 年（昭和 35 年）のチリ地震津波など幾度もの津波による災害を経験し、特にリアス海岸の気仙沼市、女川町、志津川町（現南三陸町）での被害が大きかった。

### 2.1.1.5. 東日本大震災以前の防災対策

本県では、これら過去数百年間程度の災害実績を基本に地震・津波防災対策を推進しており、その基礎資料として地震被害想定調査を 4 回実施してきた。特に、当時 30 年以内の発生確率が 99%と再来確率が極めて高いとされていた宮城県沖地震（連動型の場合 M8.0）を念頭に置いた被害想定と防災対策を進めていた（表 3）。

しかし、2011 年（平成 23 年）3 月 11 日の東日本大震災は、その想定を超える地震動・津波であり家屋、ライフライン、インフラ等が甚大な被害を受け、当時進めていた第四次調査を継続することができなくなったことから、2012 年（平成 24 年）3 月の中間報告書をもって終了することとした。

表 5 宮城県に被害を及ぼした主な地震

西暦(和暦)	震源位置(名称)	M	県内の主な被害 (カッコは全国での被害)	被害の出典
869.7.13 (貞観11)	(貞観地震)	8.3	(家屋倒壊、圧死者多く、津波により多賀城下で溺死者1,000。)	宮城県
1611.12.2 (慶長16)	三陸沿岸及び北海道東岸	8.1	(津波があり、伊達領で溺死者1,783、南部、津軽で人馬の死3,000以上。)	新編日本被害地震総覧
1646.6.9 (正保3)	宮城県南部	6.5 ～ 6.7	仙台城・白石城で被害。	理科年表
1793.2.17 (寛政5)	宮城県沖	8.0 ～ 8.4	仙台藩で死者12、家屋破損1,060以上。	新編日本被害地震総覧
1835.7.20 (天保6)	宮城県沖	7.0	仙台城石垣破損。	新編日本被害地震総覧
1896.6.15 (明治29)	(明治三陸地震)	8.2	津波による被害。死者3,452、負傷者1,241、家屋倒壊854、同流出3,121。	新編日本被害地震総覧
1900.5.12 (明治33)	宮城県北部	7.0	遠田郡で被害最大。死傷者17、家屋全壊44。	新編日本被害地震総覧
1933.3.3 (昭和8)	(昭和三陸地震)	8.1	津波による被害。死者・行方不明308、負傷者145、家屋倒壊528、同流出950。	新編日本被害地震総覧
1960.5.23 (昭和35)	(チリ地震津波)	9.5	津波による被害。死者・行方不明54、負傷者641、建物全壊977、建物流失434。	新編日本被害地震総覧
1962.4.30 (昭和37)	(宮城県北部地震)	6.5	田尻町、南方村を中心に被害。死者3、負傷者272、住家全壊340。	新編日本被害地震総覧
1978.6.12 (昭和53)	(1978年宮城県沖地震)	7.4	死者27、負傷者1,273、住家全壊1,180。	新編日本被害地震総覧
2003.5.26 (平成15)	宮城県沖	7.1	重軽傷者64、住家半壊11、一部破損1,033。	宮城県 (H15.6.19最終報)
2003.7.26 (平成15)	宮城県北部※	6.4	重軽傷者675、住家全壊1,276、半壊3,809、一部破損10,975。	宮城県 (H16.3.12確定報)
2005.8.16 (平成17)	宮城県沖	7.2	負傷者79。	宮城県 (H17.7.27確定報)
2008.6.14 (平成20)	(平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震)	7.2	死亡者14、負傷者365、住家全壊28、半壊141、一部破損1,733。	宮城県 (H23.4.29現在)

西暦(和暦)	震源位置(名称)	M	県内の主な被害 (カッコは全国での被害)	被害の出典
2011.3.11 (平成23)	(平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖 地震)	9.0	死亡者10,570、行方不明者1,215、住 家全壊83,005。	宮城県 (R5.2.28現在)
2011.4.7 (平成23)	宮城県沖(東北地方 太平洋沖地震の余 震)	7.2		
2021.2.13 (令和3)	福島県沖	7.3	重軽傷者73、住家全壊5、半壊132、 一部破損14,116。	宮城県 (R3.5.28現在)
2021.3.20 (令和3)	宮城県沖	6.9		
2022.3.16 (令和4)	福島県沖	7.4	死亡者2、重軽傷者108、住家全壊51、 半壊616、一部損壊21,839	宮城県 (R4.6.17現在)

地震調査研究推進本部地震調査委員会編(2009)に加筆

※気象庁は2006年(平成18年)10月2日に震央地名の一部を見直しており、この地震の現在の震央地名は「宮城県中部」である。

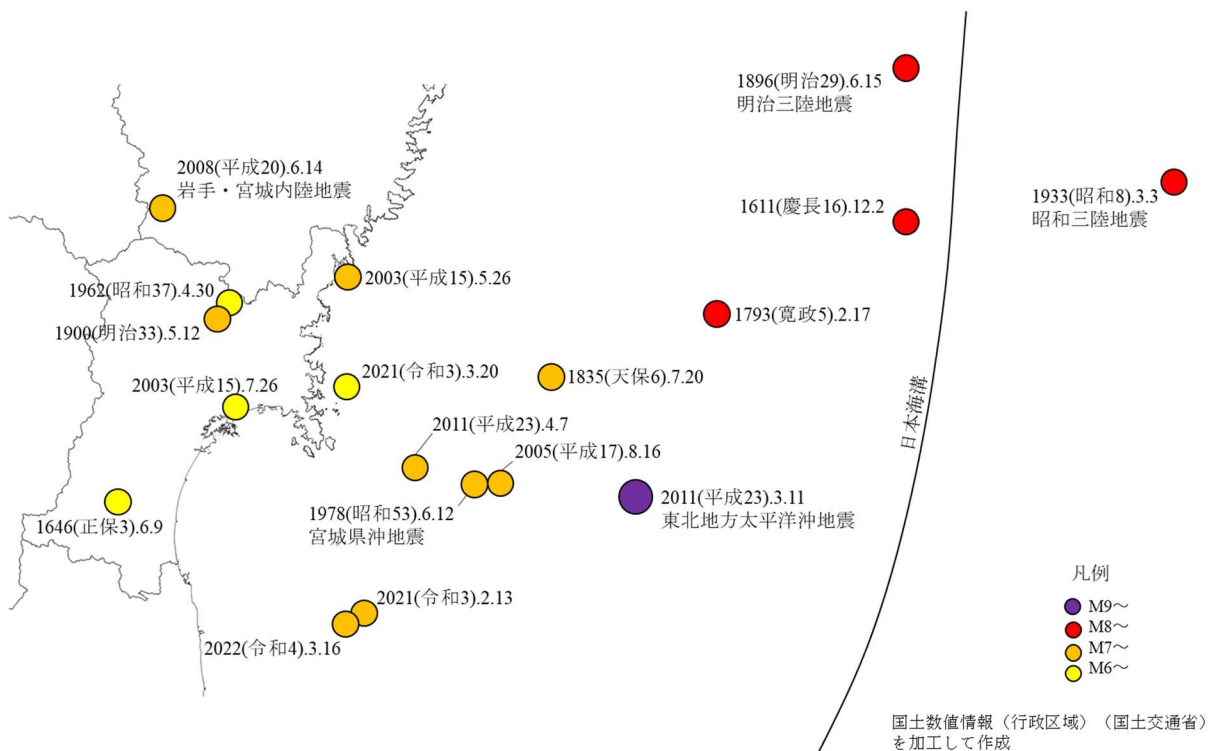


図5 宮城県に被害を及ぼした主な地震(貞観、チリ地震を除く)

※1900年以前の震源位置は不確定性が大きい。

また、出典によってマグニチュードが異なる場合があることに注意。

表 6 宮城県における主な津波災害（明治以降～）

名称 (災害種別)	区分	死者 (人)	行方 不明 者 (人)	重傷 (人)	軽症者 (人)	全壊 (棟)	半壊 (棟)	流出 (棟)	床下 浸水 (棟)	船舶 流出	その 他 被害	被害総額 (千円)	発生期日	震源	マグニ チュード	最大 波高 (m)
明治三陸地震 (大津波)		3,452			1,241			985					1896年 明治29年6月15日	三陸沖	8.2	
昭和三陸地震 (大津波)		308			145	528			1,520	948			1933年 昭和8年3月3日	三陸沖	8.1	只越 7
十勝沖地震 (津波)											有		1952年 昭和27年3月4日	十勝沖	8.2	雄勝 1.9
択捉島沖の地震 (地震・津波)												軽微	1958年 昭和33年11月7日	択捉島 南東沖	8.1	
チリ地震津波 (大津波)		41	12		625	1,206	899	307	6,097	779	有	11,618,000	1960年 注1) 昭和35年5月24日	チリ沖	9.5	牡鹿 5.4
択捉島沖の地震 (津波)											有	89,657	1963年 昭和38年10月13日	択捉島 南東沖	8.1	
アラスカ南部の 地震 (津波)											有	97,237	1964年 昭和39年3月28日	アラス カ 南部	9.2	
1968年 十勝沖地震 (地震・津波)		1		1					54		有	1,932,053	1968年 昭和43年5月16日	青森県 東方沖	7.9	
平成6年(1994年) 北海道東方沖 地震(津波)											有	535,036	1994年 平成6年10月4～5日	北海道 東方沖	8.2	鮎川 0.42
平成15年(2003年) 十勝沖 地震(津波)									8		有	95,426	2003年 平成15年9月26日	十勝沖	8.0	鮎川 0.32
チリ中部沿岸の 地震 (津波)												4,321,139	2010年 注2) 平成22年2月28日	チリ沖	8.8	鮎川 0.78
2011年(平成23 年)東北地方太 平洋沖地震 (地震・大津波)		10,570	1,215	502	3,615	83,005	155,130	—	7,796			9,096,893,428	2011年 平成23年3月11日	三陸沖	9.0	鮎川 8.6以上

注1) 地震発生日は1960年(昭和35年)5月23日

注2) 地震発生日は2010年(平成22年)2月27日

## 2.1.2. 東日本大震災の概況

### 1 地震の発生状況

2011年(平成23年)3月11日14時46分18.1秒、宮城県の沖合の北緯38°06.2′、東経142°51.6′、深さ24kmを震源(破壊の開始点)とするM9.0の地震が発生し、宮城県栗原市で震度7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の4県37市町村で震度6強を観測したほか、東日本を中心に北海道から九州地方にかけての広い範囲で震度6弱から1を観測した(図6)。県内で震度6弱以上を観測した地域は表7のとおりであった。

表7 市区町村別最大震度

震度	市区町村
7	栗原市
6強	仙台市宮城野区、石巻市、塩竈市、名取市、登米市、東松島市、大崎市、蔵王町、川崎町、山元町、大衡村、涌谷町及び美里町
6弱	仙台市青葉区、仙台市若林区、仙台市泉区、気仙沼市、白石市、角田市、岩沼市、大河原町、亘理町、松島町、利府町、大和町、大郷町、富谷町及び南三陸町

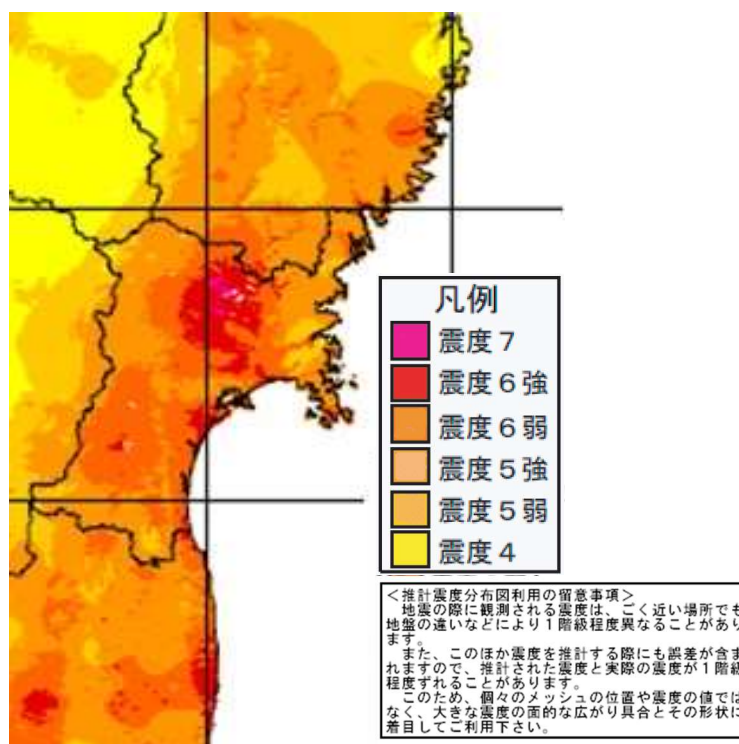


図6 推計震度分布(気象庁)



## 2 地震の特徴

### (1) 震源域

震源域が東北地方から関東地方にかけての太平洋沖の幅約 200km、長さ約 500km と広範囲にわたり、日本列島のほぼ全域で震度 1 以上の揺れを観測するほどの海溝型の巨大地震であった (図 7)。

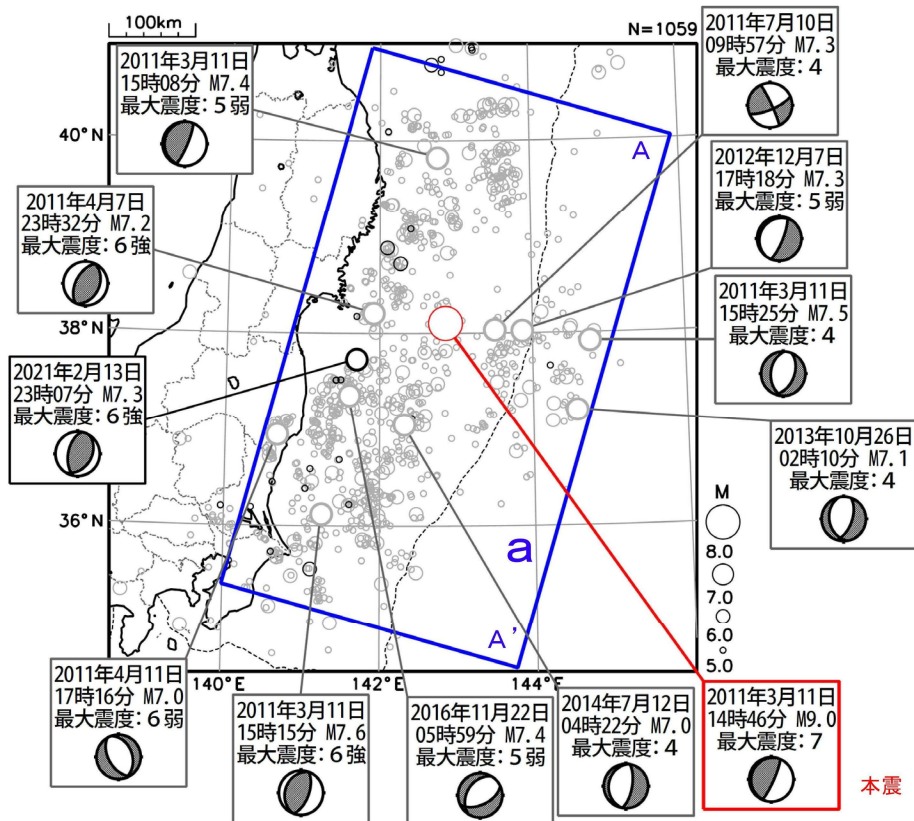


図 7 震央分布図

(2011年3月11日14時46分～2021年2月28日、深さすべて、M $\geq$ 5.0 気象庁)



(2) プレート境界でのすべり

本震の発震機構は、西北西-東南東方向圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートとの境界で発生し、巨大津波を発生させた。

断層すべりの大きさは、宮城県沖で最大 50m 以上に達すると推定されている (図 8)。

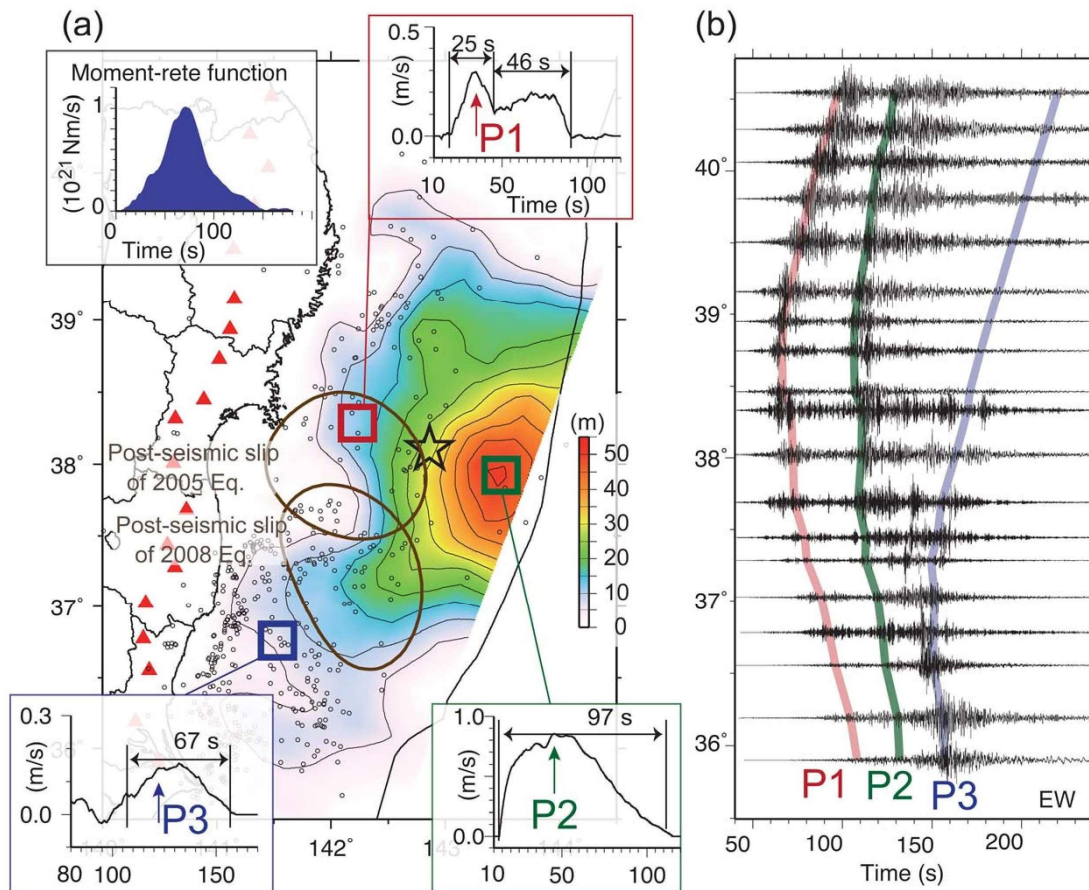


図 8 プレート境界でのすべり量(Yagi and Fukahata, 2011)

### (3) 地殻変動

東北地方太平洋沖地震により、石巻市牡鹿では上下変動量で約 1.2m 程度沈下し、水平変動量で約 5.3m 程度東南東方向に移動した (図 9)。

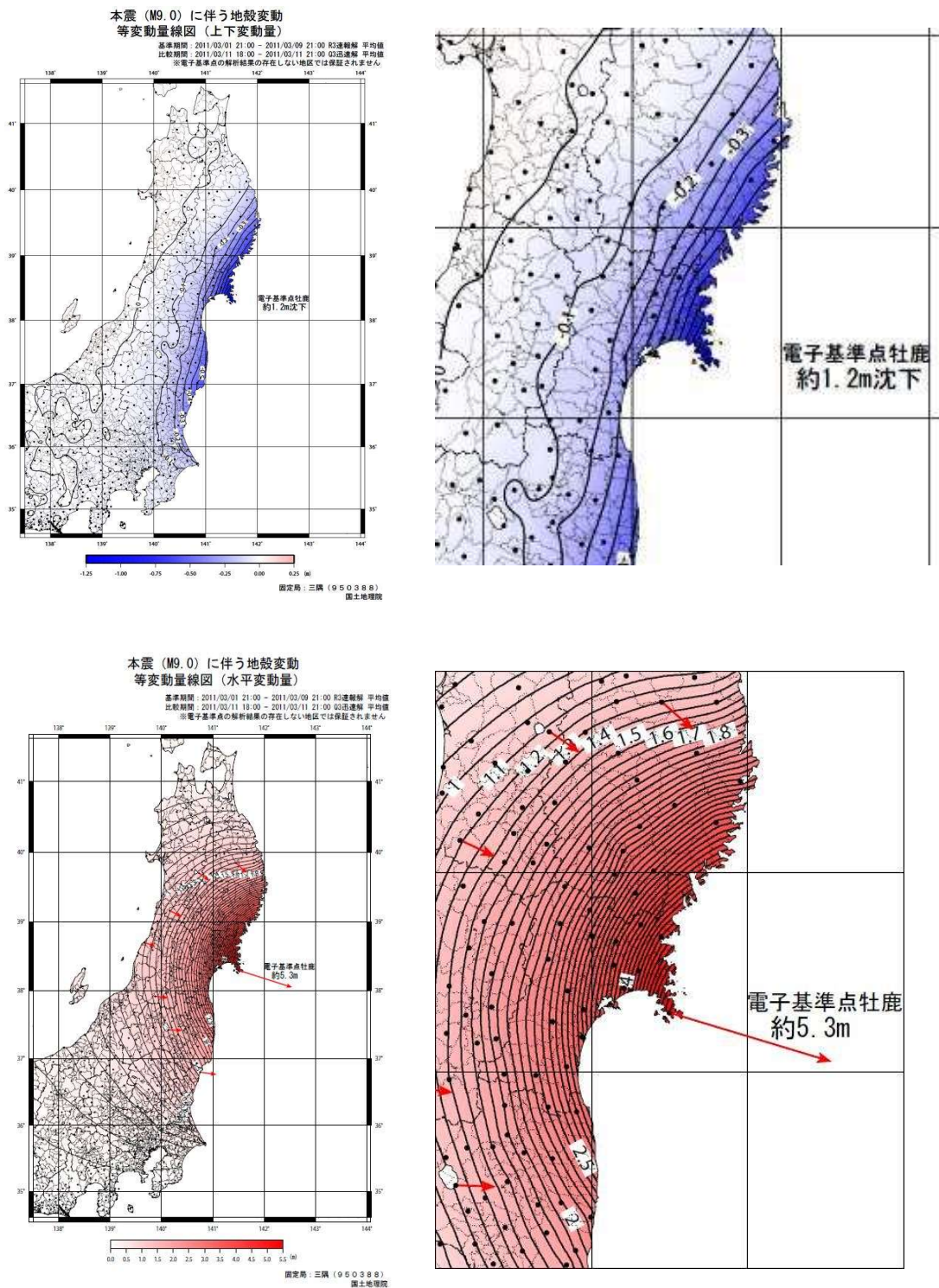


図 9 上下変動 (上段) 及び水平変動 (下段) (国土地理院)

#### (4) 余震の発生

図 10 は東北地方太平洋沖地震と他の大地震の余震回数を比較したものである。過去の大地震と比較して、余震の発生回数が非常に多く、地震から 3 週間後の 4 月 1 日までに M5 以上の余震が 400 回以上発生している。発生から 10 年以上経過した現時点においても、余震域内の地震回数は次第に少なくなってきたものの、本震発生以前に比べて地震回数の多い状態が継続している。

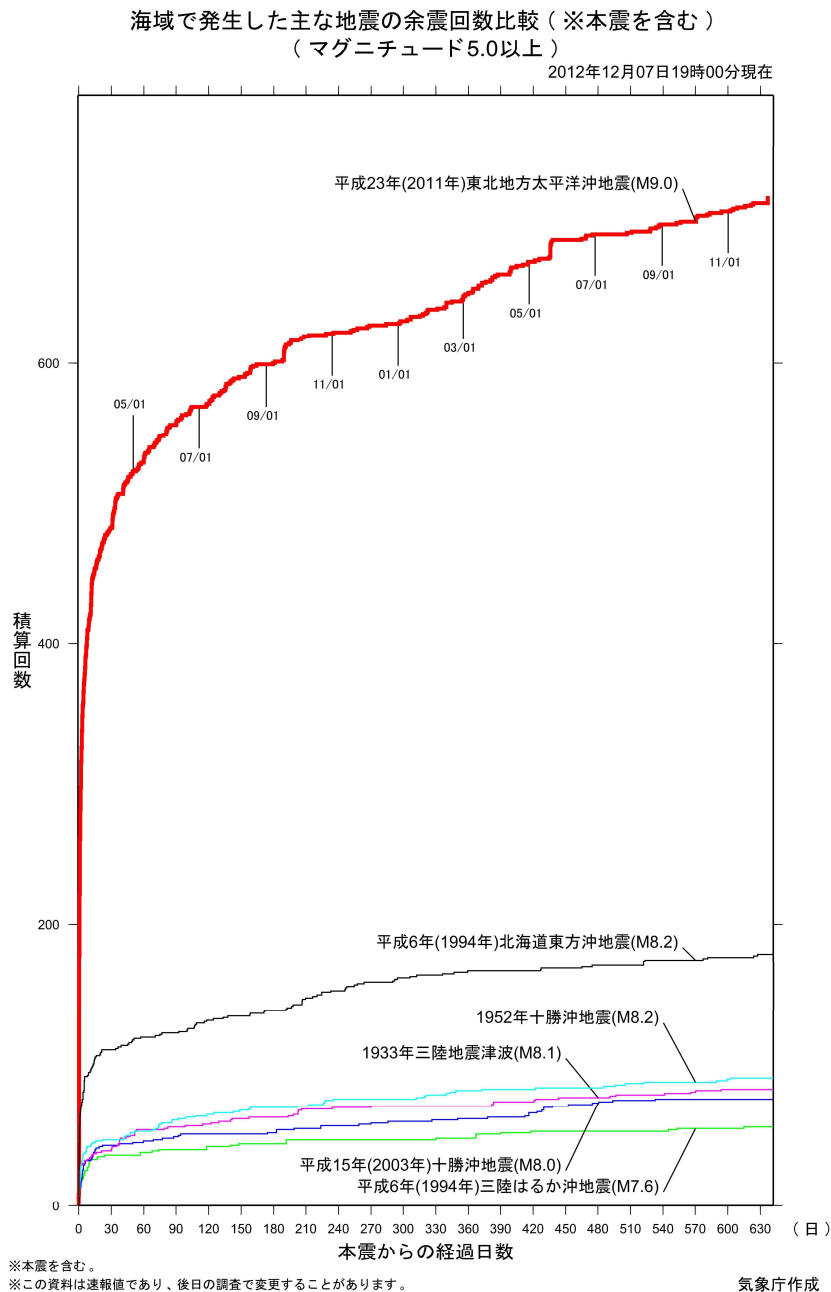
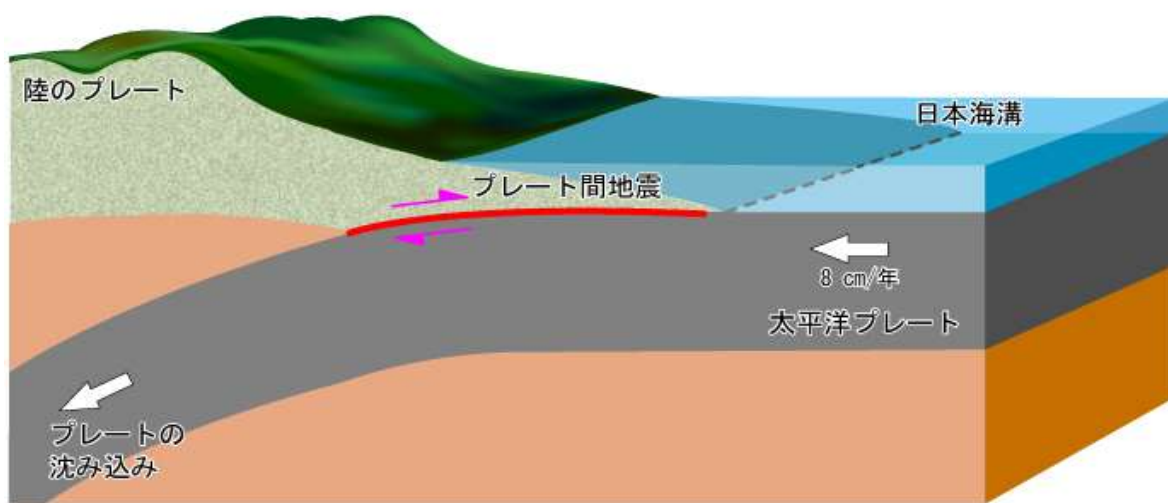


図 10 余震回数（気象庁）

### 3 地震発生メカニズム

#### (1) 2011年(平成23年)3月11日14時46分本震

2011年(平成23年)3月11日以前においては、しっかりと固着していた太平洋プレートと陸側プレートの境界面(図11の赤線部)で、2011年(平成23年)3月11日14時46分に大きなすべりが急激に発生した(東北地方太平洋沖地震 本震)。このプレート境界では20~30m程度のすべりが発生したと考えられるが、日本海溝に近い領域では最大50m程度にも達するすべりが発生したと考えられる。本震発生時にすべった領域は南北に約500km、東西に約200km程度である。このような広範囲におけるプレート境界での膨大なすべりにより、M9.0という超巨大地震が発生した。



※ 2011年(平成23年)3月11日14時46分のM9.0の地震(本震)。

※ 赤線は断層面、紫色矢印はすべりの方向を表す。

図11 2011年(平成23年)3月11日14時46分本震の発生メカニズム  
(宮城県地域防災計画)