

宮城県沖地震の長期評価

宮城県の沖合から日本海溝までの海域では、ここを震源域として大地震が繰り返し発生していることが知られている。また、この海域では、陸寄り及び日本海溝寄りの 2 つの海域それぞれを震源域として発生する地震が知られている。ここでは、このうち、1978 年に宮城県沖で発生したマグニチュード(M)7.4 の地震に代表される、陸寄りの海域を震源域として繰り返し発生する大地震（以下「宮城県沖地震」という。）に関して、長期的な観点で次のように評価した。評価に当っては、同海域に発生した地震について行われた調査研究の成果を参考にした。

1 地震の発生位置

宮城県沖地震は、東北地方の陸側のプレートの下へ太平洋プレートが沈み込むことに伴って、これら 2 つのプレートの境界面（以下「プレート境界面」という。）の、牡鹿（おじか）半島沿岸からその東方へ広がる範囲で発生していると考えられる。

2 地震活動

宮城県沖地震の震源域での過去の活動及び将来の活動についての特性等は表 1 のとおりであり、これらについて次のように考えられる。

<過去の活動について>

歴史地震の記録や観測成果の中に記述された、津波の記録、震度分布等に基づく調査研究の成果を吟味した結果、1793 年以降現在までの 200 年間余りに 6 回活動したと考えられる。この結果、活動間隔は 26.3 年から 42.4 年までの範囲となり、平均活動間隔は 37.1 年となる。最新の活動は、1978 年 6 月 12 日であることから、最新活動からの経過時間は 2001 年 1 月 1 日現在で 22.6 年となり、平均活動間隔の 61%に達する。

また、地震の規模は、通常は M7.3~7.5 の範囲にあったと考えられる（陸寄りの海域に想定される震源域の中だけが破壊した地震の場合を、以下「単独の場合」という。）。但し、1793 年の地震は、陸寄り及び日本海溝寄りの震源域が連動して破壊したため（以下「連動した場合」という。）、その規模は他の地震より大きい M8.2 程度¹であったと考えられる。

なお、1793 年より前の地震についてはデータが十分でないと判断し評価を行わなかった。

<将来の活動について>

地震発生の可能性は、年々高まっており、今後 20 年程度以内（2020 年頃まで）に次の地震が起こる可能性が高いと考えられる。

また、地震の規模は、単独の場合には M7.5 前後、連動した場合には M8.0 前後となると考えられる²。但し、次の活動が単独の場合となるか連動した場合となるかは、現状では判断できない。

¹ この報告書では、Mの数値の推定のばらつきについて、「程度」及び「前後」も使用。「程度」は「前後」よりばらつきが大きい場合に使用した。

² 同上。

3 今後に向けて

形状、ずれの向きなど強震動評価に必要な事項は、今後別途評価する。

表1 宮城県沖地震の長期評価のまとめ

項目	特性	根拠
(1) 発生位置(領域)の目安、地震の型	・宮城県の牡鹿半島の東方域 北緯 38.1~38.5°、東経 141.5~142.5°。 ・東北地方の陸側のプレートと太平洋プレートの境界面。低角逆断層型。	1978年の宮城県沖地震の余震域からおおよその範囲を読み取った。
(2) 過去の活動	・表2参照。 ・平均活動間隔 37.1年 ・最新活動から2001年1月1日 現在までの経過時間 22.6年	説明2-2参照。
(3) 次の活動時の地震の規模	・マグニチュード(M)7.5前後。 但し、日本海溝寄りの海域の地震と連動して発生した場合にはM8.0前後。	説明2-2参照。

(以下試算値)

項目	試算値	備考
(4) 次の活動の発生可能性に関する数値(対数正規分布モデルによる試算値;注参照)	・地震後経過率(注参照) 約60% ・現在~2010年末の発生確率 約30% ・現在~2020年末の発生確率 約80% ・現在~2030年末の発生確率 90%より大 ・現在までの集積確率(注参照) 約0.3% ・2010年末までの集積確率 約30% ・2030年末までの集積確率 90%より大	地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会(1999)参照。
(5) 参考指標(試算値;注参照)	・指標(1)経過年数 約5年 比 約0.8 ・指標(2) 約0.1 ・指標(3) 約0.3% ・指標(4) 約1.0 ・指標(5) 約0.03	地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会(1999)参照。

注:評価時点は全て2001年1月1日現在。有効数字一桁で表示。

地震後経過率:最新活動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。

集積確率:前回の地震発生から評価時点までに地震が発生しているはずの確率。

指標(1)経過年数:当該地震系列に対数正規分布モデルを適用した場合の、1年間当りの発生確率(以下「危険率」という。)が、指数分布モデル(以下「ポアソン過程」という。)を適用した場合の危険率を超えてからの経過年数(負符号の場合は、その危険率を超えるまでに残された年数)

指標(1)比:前回の地震発生時から評価時点までの経過時間(B)と前回の地震発生時から対数正規分布モデルによる危険率がポアソン過程とした場合の危険率を超えるまでの時間(A)との比(B/A)。

指標(2):評価時点の対数正規分布モデルによる危険率とポアソン過程とした場合の危険率の比。

指標(3):評価時点での集積確率。

指標(4):評価時点以後30年以内に発生する確率とその最大の値との比。

指標(5):ポアソン過程とした場合の危険率。

表2 宮城県沖地震であると評価した地震の発生日

地震発生日	前回の地震からの 経過年数（年）	地震の規模	備考
1793年2月17日		M8.2程度	連動の場合
1835年7月20日	42.4年	M7.3程度	単独の場合
1861年10月21日	26.3年	M7.4程度	単独の場合
1897年2月20日	35.3年	M7.4	単独の場合
1936年11月3日	39.7年	M7.4	単独の場合
1978年6月12日	41.6年	M7.4	単独の場合

説明

1 宮城県沖地震の系列の同定に関するこれまでの主な調査研究

地震調査研究推進本部地震調査委員会(1999)は、東北地方について次のように述べている。

東南東の方向から太平洋プレートが年間約 8cm の速さで近づいている。太平洋プレートは、日本海溝から東北地方の下へ沈み込んでおり、太平洋プレートの沈み込みに伴う地震活動は、東北地方の日本海側では深さ約 150~200km、さらにロシアの沿海州南端付近の地下深く（深さ 600km 程度）まで見られる。

また、宮城県沖地震の系列の同定に係わる調査研究としては、羽鳥(1975、1987)、瀬野(1979)、Utsu(1984)、Nishenko and Buland(1987)、宇佐美(1996)、地震調査委員会長期評価部会(1999)、宇津(1999)、大竹(1998a、1998b、1999)、松浦他(2000)、都司(2000)などがあり、その概要は表 4 のとおりである。

2 宮城県沖地震の評価結果について

2-1 地震の発生位置

宮城県にある牡鹿（おじか）半島の東方沖では、東北地方の陸側のプレートの下へ太平洋プレートが沈み込むことに伴って、大地震が繰り返し発生していることが知られている（例えば、地震調査委員会(1999)）。最近では、1978年に、これら 2つのプレートの境界面（以下「プレート境界面」という。）を震源域とした低角逆断層型（例えば、瀬野 1979）のプレート間地震が発生し、宮城県を中心に強い地震動が生じ、仙台市などで震度 5 が観測された（気象庁 1996）。また、震源の深さは約 40km と推定されており、地震の規模の割に津波はあまり大きくなく、検潮所で観測された津波の最大波高³は最も大きい地点でも仙台新港の 49cm であった（地震調査委員会 1999）。

今回の評価では、この 1978 年の地震を宮城県沖地震の典型的な事例と考えた。このため、評価作業に当たっては、宮城県沖地震の震源域は、1978 年の地震の発生後 3 日間の余震発生域（図 1）に位置すると想定するとともに、その型も 1978 年の地震と同様に低角逆断層型であると想定した。

2-2 過去の活動

◇宮城県沖地震の同定

過去の地震について、今回の評価の対象とした宮城県沖地震であるとの同定の作業は、主に、宇津(1999)、羽鳥(1975、1987)、大竹(1999)などの記述を参考にし、これらに記述がない場合及び不確実な場合には、都司(2000)を参考にして検討した。また、地震のMの値は、宇津(1999)及び都司(2000)を採用し、両者が一致しない場合は、後者を採用することとした。但し、1884年以前は近代観測が行われる前の時点の値であり、1885年以降に比べ信頼性が劣ることから、

³ 最大波高は、津波の全振幅の最大のことである。地震調査委員会(1999) p.75 の「津波の高さ」は、最大波高のことである。なお、「津波の高さ」は、平常潮位から津波の山までの高さを示すことが多い。

1884年以前のMの値には「程度」という言葉を付加した。

宮城県沖が震源であった可能性がある地震は、1793年以降については、11回知られている（表3参照）。これらの地震について、①内陸地震、②陸寄りの領域を震源域とする地震、③日本海溝寄りの領域を震源域とする地震、及び④陸寄りと日本海溝寄りの両方の領域が連動した地震に仕分けした。ここでは、陸寄りの領域が活動した②番目の地震（1978年の地震が含まれる。）を原則として宮城県沖地震（単独の場合）として同定することとし、④番目の地震を連動した地震（連動の場合）として同定し、両者を平均活動間隔の計算や長期発生確率などの試算に使用することとした。陸寄りの領域だけが活動した場合（②番目の地震の場合）には、津波を伴うものの、その規模の割には津波が顕著には大きくならないという特徴があるが、明治時代より前に発生した地震については津波の記録が残っていない場合が多くあると判断し、津波の有無は参考に止め、主として震度分布によって同定することとした。

1793年の地震より前については、8回の地震が知られている（表3参照）。これらの地震については、宮城県沖地震の系列かどうかの同定を適切に行うにはデータが十分でないと判断し、評価は行わなかった。

1978年6月12日の地震

震度5（現在の震度階級において、震度5弱または5強に相当）となった範囲は、宮城県、岩手県南部、福島県北部、山形県の一部におよび、また震度4となった範囲は、北は青森県南部、秋田県全域、南は神奈川県東部にまでおよんだ（気象庁1983）（図2）。また、検潮所で観測された津波の最大波高の最も大きい地点は、仙台新港の49cmであった。ここでは、この地震を宮城県沖地震の典型例として扱うこととした。

1936年11月3日の地震

震源、規模ともに1978年の地震とほぼ等しく（宇津1999）、また仙台市などで震度5（現在の震度階級において、震度5弱または5強に相当）が観測されている（図3）。この地震による津波の波源域は、1978年の地震による波源域の南側にずれて推定されているものの一部重なっており（図4）、震度分布を考慮して、宮城県沖地震の一つであると同定した。

1933年6月19日の地震

震源が日本海溝寄りにある（宇津1999）ことから、宮城県沖地震には当たらないと考えた。

1915年11月1日の地震

震源が日本海溝寄りにある（宇津1999）ことから、宮城県沖地震には当たらないと考えた。

1898年4月23日の地震

小津波が観測されており、津波に基づく推定波源域は、1897年2月20日（当該地震の14ヶ月前）の地震⁴（以下「前年2月の地震」という。）の波源域と重なるように推定されている（図5）。しかし、中央気象臺(1902)は、前年2月の地震⁵と揺れの分布を比較し、当該地震の震源が、前年2月

⁴ 宮城県沖地震の一つと同定(後述)。

⁵ 中央気象臺(1902)の記述では、「昨二十九年」としているが、「昨三十年」の誤りとみられる。

の地震とは異なる⁶と述べている。

震度分布には烈震域がなく（図6）、地震の規模はやや小さめのM7.2（宇津 1999）と推定されており、宮城県付近に烈震域がある前年2月の地震の震度分布と異なる⁷。

また、当該地震の8ヶ月前（1897年8月5日）には、日本海溝寄りでM7.7の地震が発生している。

これらのことから、1898年4月23日の地震は、前年2月の地震とは異なる震源域で発生し、前年2月と8月の地震の両者に誘発されて発生したものであると推定した。このため、1898年4月23日の地震は宮城県沖地震には当たらないと考えた。

1897年8月5日の地震

震源が日本海溝寄りにある（宇津 1999）ことから、宮城県沖地震には当たらないと考えた。

1897年2月20日の地震

震源が陸寄りにある（宇津 1999）こと、また津波の記録があり、陸寄りに波源域が推定されていること（図5）から、陸寄りの地震の可能性が高いと判断した。また、震度分布では、烈震域（現在の震度5弱以上に相当（三浦 1964））があり、強震域（現在の震度4に相当）は青森、秋田、神奈川にまでおよぶ（図7；中央気象台 1897）。これらのことから、宮城県沖地震の一つであると同定した。

1861年10月21日の地震

この地震の震度分布が1978年の震度分布と良く似ており（都司 2000）、また津波の史料が見出されている（図8）。これらのことから宮城県沖地震の一つであると同定した。

1855年9月13日の地震

震度分布において、震度5弱以上の範囲が1978年の地震に比べ極狭い範囲に限られている（図9）ことから、この地震の震源は陸にあると判断し、宮城県沖地震には当たらないと考えた。

1835年7月20日の地震

この地震の震度分布が1978年の震度分布と良く似ている（図10）ことから、宮城県沖地震の一つであると同定した。なお、顕著な津波があったことを示す史料の記述は、同年チリ付近に発生した地震によるもの（都司 2000）と判断した。

1793年2月17日の地震

この地震は、岩手県から宮城県の沿岸で2～5mの高さの津波があったという記録から日本海溝寄りの震源域の活動とされているが、震度5弱以上の範囲が宮城県から北の方へ細長く伸びている（図11）ことから、日本海溝寄りと陸寄りの震源域が連動して破壊したと判断し、宮城県沖地震の一つであると同定した。

6 「……往々陸前地方ヲ激動スル地震(注1)ト是等ノ地震(注2)トハソノ震源地ヲ一ニセルモノ、如ク考ヘラル、ト雖モ其實全ク相異ナルモノニシテ……」

(注1)このような地震として1897年2月20日の地震が含まれる。(注2)「是等」は、中央気象台(1902)では、三陸沿岸域を激動する地震のことを指しており、1898年4月23日の地震もその特徴を持っているとしている。

7 1898年（明治31年）から震度階級が変更された（三浦 1964）ものの、この地震については、中央気象台(1902)の記述から、1897年までの震度階級で観測結果が報告されていたものと考えられる。

◇地殻変動の現状

GPS (図 12) など地殻変動のデータから、宮城県沖地震の震源域付近のプレート間は十分な結合力を示していることが推定されている(例えば、El-Fiky et al.1999、Nishimura et al.2000、Ito et al.2000)。

◇地震活動の現状

1978年の地震の余震活動は、現在の地震活動の状況(図 13)から、既に通常の地震活動のレベルまで低下していると考えられる。

◇プレート運動との整合性

1978年の地震は低角逆断層型であり、プレート境界面で平均 2.1~2.3 mのずれがあった(Seno et al.1980)。この平均的なずれの量は、年間約 8cmというプレートの相対運動速度から期待されるずれの累積値より有意に小さい。この地域の海溝におけるプレート間の結合の程度を示す係数が 1.0 より小さい(例えば、川崎・他 1998)ことを考慮すると、約 2mのずれの量と約 37年の平均活動間隔は、プレート運動速度と矛盾しないと考えられる。

2-3 将来の活動

各種の地震発生の可能性を検討する手法は試案の段階である。このため、地震発生の可能性の評価は、地震調査委員会長期評価部会(1999)に示された手法を用いた試算の結果も参考にしつつ、次のように総合的に実施した。

宮城県沖地震の発生間隔の分布は、AIC(Akaike1974、坂元・他 1983)を計算して比較した結果、ランダムに地震が発生しているとするモデル(指数分布モデル；以下「ポアソン過程」という。)に比べ、更新過程の対数正規分布モデルを適用する方が妥当であると考えられた。このため、対数正規分布モデルを用いて各種確率を試算した。試算においては、平均活動間隔のばらつきのパラメータとして、表 2の地震系列から算出される試算値(対数標準偏差 $\sigma = 0.176$ ；地震調査委員会長期評価部会,1999)を利用した。評価時点は、2001年1月1日とした。

試算値によると、次の宮城県沖地震の発生の危険率(1年当りの発生確率)は、ポアソン過程と仮定した場合の危険率を、2005年末頃までには超える(指標(1))。また、2001年から20年以内に発生する確率は、約 80%となる。さらに、10年以内に発生する確率は、今後年々急速に高まっていき 2010年には約 70%(2010年までに発生しなかったという条件の下での 2010年から 2020年の間に発生する確率)となる(図 14)。集積確率についても、2005年頃から年々急速に高まっていく(図 15)。

これらを踏まえ、地震発生の可能性は、年々高まっており、今後 20年程度以内(2020年頃まで)に次の地震が起こる可能性が高いと考えた。

なお、陸寄りと日本海溝寄りが連動した場合は、過去に大津波が発生したことが知られているので、津波の発生にも注意が必要である。

表3 宮城県沖地震の系列の同定に関する調査研究と本報告の評価

文献番号 発生年月日	[21]	[25]	[9]	[5] 又は [6]	[18] 又は [19]	[26]	[23]	本報告	M ^{*1}	津波 ^{*2}
1611年12月2日	—	—	—	△/—	—	△	—	評価しな かった	8.1	有
1616年9月9日	○	○	○	—	—	○	×		7.0	?
1646年6月9日	○	○	○	—	—	×	△		7.2, 6.6	—
1678年10月2日	○	○	○	—	—	△	△		7.5, 7.5	—
1717年5月13日	—	—	—	—	—	○	○		7.4, 7.5	有
1731年10月7日	—	—	—	—	—	△	△		6.9, 6.5	—
1736年4月30日	○	○	○	—	—	△	△		5.7, 6.0	—
1770年5月27日	○	△	△	—	—	△	×		7.4	—
1793年2月17日	○	○	△	△	—	○	○	◎	8.2	有
1835年7月20日	○	○	○	○/—	○	○	○	◎	7.3, 7.0	?
1855年9月13日	—	—	—	—	○	△	△	△内陸	6.2, 7.3	無
1861年10月21日	○	○	○	○/—	△/○	△	○	◎	7.4, —	有
1897年2月20日	○	○	○	○/—	○	○	—	◎	7.4	有
1897年8月5日	△	—	—	△/—	—	△	—	△海溝寄り	7.7	有
1898年4月23日	—	—	—	○/—	—	△	—	△陸寄り	7.2	有
1915年11月1日	—	—	—	—	○/—	△	—	△海溝寄り	7.5	有
1933年6月19日	—	—	—	—	○/—	△	—	△海溝寄り	7.1	有
1936年11月3日	○	○	○	○/—	○	○	—	◎	7.4	有
1978年6月12日	○	○	○	○	○	○	○	◎	7.4	有

(凡例)

・文献番号の欄の記号

○：宮城県沖地震の一つと同定。

△：内陸に発生した地震、日本海溝寄りに発生した地震、又は少なくとも地震があったと判断したか、陸寄りの海域以外に発生した可能性があるかと判断。

×：地震そのものがなかったか、存在が疑わしいと判断。

—：判断を示していないか、資料不十分と判断。

・本報告の欄の記号

◎：宮城県沖地震の一つであると長期評価部会が同定した地震。

△：宮城県沖地震には当たらないと長期評価部会が判断した地震。

なお、1793年よりは長期評価部会は評価しなかった。

・津波の欄の記号

有：津波が観測された地震（津波による被害がないものも含む。）

？：津波があった可能性があるか、津波の存在を示す資料が否定された地震。

無：津波が観測されなかった地震。

—：津波の有無の研究成果が発表されていない地震。

注*1) Mの欄は[26]の表に記述されたMを示し、[23]のMがあれば左側に併記した。

[23]は、新たに震度分布や津波の規模から再調査した結果である。

[26]は、「1884年以前の震央の緯度・経度とマグニチュードは宇佐美(1996)の書物([24])によるが、同書に範囲として示されているものは範囲の中央値を記入し、また分数は小数に直し小数点以下1桁で打ち切った。」としている。また、[26]は、「1885～1980年の震源とマグニチュードは宇津の表による。1981年以降は気象庁資料による。」としている。但し、1861年10月21日の地震についてはM7.3とされているが、その根拠が不明のため記入しなかった。また、宇津([26])がMを決めるうえで気象庁Mを引用した地震に関しては、気象庁による改訂M値(2003年9月25日)を採用した。

注*2) 津波の欄は、1898年は[5]から、それ以外は[26]又は[23]の記述を記入。

[26]と[23]とで記述が異なる場合は[23]の記述を記入。

表4 宮城県沖地震の系列の同定に関する調査研究の概要

1611年12月2日	<p>[5] : 岩手県から宮城県沿岸で4~20mの津波。波源域は日本海溝寄り。</p> <p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : 津波あり。日本海溝寄り。M8.1。</p>
1616年9月9日	<p>[21] : 宮城県沖地震の一つであることが確実。</p> <p>[25] : 宮城県沖地震の一つであることが確実という [21] の見解を採用。</p> <p>[9] : [25] の見解を採用。</p> <p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : 宮城県沖地震の一つ。津波があったかもしれない。M7.0。</p> <p>[23] : 地震の存在否定。</p>
1646年6月9日	<p>[21] : 宮城県沖地震の一つである可能性。</p> <p>[25] : 宮城県沖地震の一つである可能性という [21] の見解を採用。但し、内陸地震の可能性。</p> <p>[9] : [25] の見解を採用。</p> <p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : [27] が挙げているが、内陸地震又は史料が非常に少なく震央不明。M6.6。</p> <p>[23] : 当時の記録から、宮城県南部、福島、栃木県の一部で震度5弱以上。内陸。M7.2。</p>
1678年10月2日	<p>[21] : 宮城県沖地震の一つである可能性。</p> <p>[25] : 宮城県沖地震の一つである可能性という [21] の見解を採用。</p> <p>[9] : [25] の見解を採用。</p> <p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : 内陸・やや深発の地震の可能性。M7.5。</p> <p>[23] : 花巻で最大震度6弱。秋田、山形、福島、宮城県で震度5弱。内陸。M7.5。</p>
1717年5月13日	<p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : 宮城県沖地震の一つ。津波あり。M7.5。</p> <p>[23] : 気仙沼で津波あり。宮城県、岩手県、秋田県で震度5弱以上。M7.4。</p>
1731年10月7日	<p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : [27] が挙げているが、内陸地震又は史料が非常に少なく震央不明。M6.5。</p> <p>[23] : 宮城県白石を中心に宮城県南部、福島県、山形県の一部で震度5弱以上。内陸。M6.9。</p>
1736年4月30日	<p>[21] : 宮城県沖地震の一つである可能性。</p> <p>[25] : 宮城県沖地震の一つである可能性という [21] の見解を採用。但し、内陸地震の可能性。</p> <p>[9] : [25] の見解を採用。</p> <p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : 内陸地震の可能性。M6.0。</p> <p>[23] : 仙台で震度5弱以上。被害の範囲が小さい。M5.7。</p>
1770年5月27日	<p>[21] : 宮城県沖地震の一つである可能性。</p> <p>[25] : 宮城県沖地震の一つである可能性という [21] の見解を採用。但し、震源不確かで、岩手県の内陸の可能性。</p> <p>[9] : 存在が疑わしい。</p> <p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : [27] が挙げているが、内陸地震又は史料が非常に少なく震央不明。M7.4。</p> <p>[23] : 当時の信頼できる記録に記事が見つからないことから存在を否定。</p>
1793年2月17日	<p>[21] : 日本海溝寄りであることが確実で、宮城県沖地震の領域にも活動域が及んだ可能性。</p> <p>[25] : 日本海溝寄り確実であり、宮城県沖地震の領域にも活動域が及んだ可能性という [21] の見解を採用。</p> <p>[9] : 沖合の地震、この系列に含まれるかどうか疑問がある。</p> <p>[5] : 岩手県から宮城県の沿岸で2~5mの津波。1897年8月の震度分布と似ている。波源域は日本海溝寄りで、1897年8月と大体同じかやや北寄り。</p> <p>[6] : 岩手県中部から福島県北部に至る内陸部に震度5が分布。主に、岩手県中部から福島県沿岸まで津波があり、高さは2~5m。波源域は1897年8月のものを含むかたちで日</p>

	<p>本海溝付近にあった。震度分布の拡がりからM7.8。</p> <p>[18] : 1800年代より前は資料不完全。</p> <p>[26] : 津波あり。日本海溝寄り及び宮城県沖地震の領域の両地域で活動。M8.2。</p> <p>[23] : 大きなゆれが3度たて続けに起きたという記録が各地にあり。津波は三度目の地震による。岩手県南部から福島県にかけ、津波の記録あり。宮城県を中心に隣接県の一部で震度5弱以上。M7.9以上。</p>
1835年7月20日	<p>[21] : 宮城県沖地震の一つであることが確実。</p> <p>[25] : [21] の見解を採用。</p> <p>[9] : [25] の見解を採用。</p> <p>[5] : 宮城県内震度5以上。岩手県南部から宮城県にかけて2~6mの津波があり、宮城県野蒜(のびる)で被害多。波源域は陸寄り。</p> <p>[18] , [19] : 宮城県沖地震の一つと判断。</p> <p>[26] : 宮城県沖地震の一つ。津波あり。M7.0。</p> <p>[23] : 地震直後に現地記録された第一次資料に津波の存在を示すものはなく、また他はチリ津波の記述であり、津波の存在を否定。宮城県及び岩手県、福島県の一部で震度5弱以上。M7.3。</p>
1855年9月13日	<p>[18] , [19] : 宮城県沖地震の一つと判断。</p> <p>[26] : 宮城県沖地震の一つの可能性もあるが、明らかでない。津波の記録なし。M7.3。</p> <p>[23] : 宮城県南部で震度5弱以上。M6.2。</p>
1861年10月21日	<p>[21] : 宮城県沖地震の一つであることが確実。</p> <p>[25] : [21] の見解を採用。</p> <p>[9] : [25] の見解を採用。</p> <p>[5] : 宮城県内震度5以上。岩手県南部(綾里(りょうり))から宮城県野蒜にかけて2~4mの津波あり。波源域は陸寄りで、1835年7月よりも北。</p> <p>[18] : 規模が小さく、内陸の地震の可能性が高いので除去。</p> <p>[19] : この地震を含む場合と含まない場合について検討。</p> <p>[26] : 津波があったかもしれない。また、内陸地震の可能性。M7.3。</p> <p>[23] : 綾里、野蒜で津波あり。宮城県から岩手県の南部にかけて、震度5弱以上。M7.4。</p>
1897年2月20日	<p>[21] : 宮城県沖地震の一つであることが確実。</p> <p>[25] : [21] の見解を採用。</p> <p>[9] : [25] の見解を採用。</p> <p>[5] : 津波あり(鮎川記録)。雄勝(おがつ)に地震後10分で津波。岩手県南部から福島県にかけて震度5以上。波源域は陸寄り。</p> <p>[18] , [19] : 宮城県沖地震の一つと判断。</p> <p>[26] : 宮城県沖地震の一つ。津波あり。M7.4。</p>
1897年8月5日	<p>[21] : 日本海溝寄りの活動であることが確実。1897.2.20の地震に引き続いて日本海溝寄りが破壊した例。</p> <p>[5] : 震度4以下。津波あり。波源域は日本海溝寄り。M7.7。</p> <p>[26] : 津波あり。日本海溝寄り。M7.7。</p>
1898年4月23日	<p>[5] : 石巻付近に軽い被害。岩手県南部から宮城県南部にかけて震度5。地震後8分で鮎川で津波記録。波源域は陸寄り。</p> <p>[26] : 津波あり。M7.2。</p>
1915年11月1日	<p>[18] : 宮城県沖地震の一つと判断。</p> <p>[26] : 日本海溝寄り又は日本海溝寄りの領域と宮城県沖地震の領域との境界付近。他の日本海溝寄りの活動より規模が小さいので宮城県沖地震の活動にも日本海溝寄りの活動にも含めない。津波あり。M7.5。</p>
1933年6月19日	<p>[18] : 宮城県沖地震の一つと判断。しかし、1933年の三陸沖地震との関連で別扱いすべきかもしれない。</p> <p>[26] : 津波あり。M7.1。</p>

1936年11月3日	[21] : 宮城県沖地震の一つであることが確実。 [25] : [21] の見解を採用。 [9] : [25] の見解を採用。 [5] : 岩手県南部から福島県にかけて震度5。津波あり。波源域は陸寄り。 [18], [19] : 宮城県沖地震の一つと判断。 [26] : 宮城県沖地震の一つ。津波あり。M7.5。
1978年6月12日	宮城県沖地震の典型的な例

参考文献（アルファベット順）

- [1] Akaike, H. (1974): A new look at the statistical model identification. IEEE Trans. Automat. Contrl. AC-19, 667-674.
- [2] 中央気象臺(1897): 「明治30年地震報告」.
- [3] 中央気象臺(1902): 「明治31年中央気象臺年報」第二編, 戊ノ部, 地震報告.
- [4] El-Fiky, G. S. and T. Kato (1999): Interplate coupling in the Tohoku district, Japan, deduced from geodetic data inversion. J. Geophys. Res., 104, 20361-20379.
- [5] 羽鳥徳太郎(1975): 三陸沖歴史津波の規模と推定波源域. 地震研究所彙報, 50, 397-414.
- [6] 羽鳥徳太郎(1987): 寛政5年(1793年)宮城沖地震における震度・津波分布. 地震研究所彙報, 62, 297-309.
- [7] Ito T., S. Yoshioka, and S. Miyazaki (2000): Interplate coupling in northeast Japan deduced from inversion analysis of GPS data. Earth Planet. Sci. Lett., 176, 117-130.
- [8] 地震調査委員会(1999): 「日本の地震活動ー被害地震から見た地域別特徴ー〈追補版〉」. 395pp.
- [9] 地震調査委員会長期評価部会(1999): 「(改訂試案) 長期的な地震発生確率の評価手法について」. 74pp.
- [10] 川崎一朗, 浅井康広, 田村良明(1998): 三陸沖におけるプレート間モーメント解放の時空間分布とサイスモ・ジオデティック・カップリングー中・長期予測の基礎ー. 地震2, 50別冊, 293-307.
- [11] 気象庁(1983): 日本付近の地域・海域別の被害地震・津波地震の表および震度分布図.
- [12] 気象庁(1996): 「震度を知るー基礎知識とその活用ー」. ぎょうせい, 238pp.
- [13] 松浦律子, 唐鎌郁夫, 中村操(2000): 歴史地震の震源域位置および規模の系統的再検討ー第2報ー(1586年天正地震など10地震). 日本地震学会秋季大会予稿集, pre-print
- [14] 三浦武臣(1964): 気象庁震度の変遷. 測候時報, 31, 134-138
- [15] Nishenko, S. P. and R. Buland(1987): A Generic Recurrence Interval Distribution for Earthquake Forecasting. Bull. Seism. Soc. Am. 77, 1382-1399.
- [16] Nishimura, T., S. Miura, K. Tachibana, K. Hashimoto, T. Sato, S. Hori, E. Murakami, T. Kono, K. Nida, M. Mishina, T. Hirasawa, and H. Miyazaki(2000): Distribution of seismic coupling on the subducting plate boundary in northeastern Japan inferred from GPS observations. Tectonophysics, 323, 217-238.
- [17] 大竹政和(1998a): 宮城県沖地震の地震像と長期予測. 地震工学振興会ニュース, 162, 8-11.

- [18] 大竹政和(1998b):★意見32. 地震調査委員会長期評価部会(1999)「(試案)長期的な地震発生確率の評価手法及びその適用例について」に対する意見募集の結果及び寄せられた意見に対する長期評価部会の考え方について」. 46.
- [19] 大竹政和(1999):宮城県沖における次の大地震の発生確率とプレート間相対運動収支. 日本地震学会1999年度秋季大会講演予稿集, P031.
- [20] 坂元慶行, 石黒真木夫, 北川源四郎 (1983):「情報量統計学」. 共立出版, 236pp.
- [21] 瀬野徹三(1979):宮城県沖に予想される地震について. 地震予知連絡会会報, 21, 38-43.
- [22] Seno, T., K. Shimazaki, P. Somerville, K. Sudo and T. Eguchi(1980) : Rupture process of the Miyagi-Oki, Japan, Earthquake of June 12, 1978. Phys. Earth Planet. Inter., 23, 39-61.
- [23] 都司嘉宣(2000):宮城県沖地震の史料的評価. Pre-print.
- [24] 宇佐美龍夫(1996):「新編 日本被害地震総覧」[増補改訂版416-1995]. 東京大学出版会, 516pp.
- [25] Utsu, T. (1984): Estimation of Parameters for Recurrence Models of Earthquakes. Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo 59, 53-66.
- [26] 宇津徳治(1999):「地震活動総説」. 東京大学出版会, 894pp.
- [27] Wesnousky, S. G., C. H. Scholz, K. Shimazaki, and T. Matsuda(1984):Integration of Geological and Seismological Data for the Analysis of Seismic Hazard. A Case Study of Japan. Bull. Seism. Soc. Am. 74, 687-708.

図の目次 (宮城県沖地震の長期評価)

- 図 1 1978 年 6 月 12 日宮城県沖地震の余震分布 (気象庁作成)
- 図 2 1978 年 6 月 12 日の地震の震度分布図 (気象庁, 1983)
- 図 3 1936 年 11 月 3 日の地震の震度分布図 (気象庁, 1983)
- 図 4 東北地方太平洋側で発生した津波の波源域 (羽鳥, 1987)
- 図 5 1897 年 2 月 20 日の地震と 1898 年 4 月 23 日の地震による津波の波源域と検潮記録 (羽鳥, 1975)
- 図 6 1898 年 4 月 23 日の地震の震度分布 (中央気象臺, 1902)
- 図 7 1897 年 2 月 20 日の地震の震度分布 (中央気象臺, 1897)
- 図 8 1861 年 10 月 21 日の地震の震度分布と被害状況 (都司, 2000)
- 図 9 1855 年 9 月 13 日の地震の震度分布と被害状況 (都司, 2000)
- 図 10 1835 年 7 月 20 日の地震の震度分布と被害状況 (都司, 2000)
- 図 11 1793 年 2 月 17 日の地震の震度分布と被害状況 (都司, 2000)
- 図 12 国土地理院の GPS 観測網による最近の地殻水平変動 (国土地理院作成)
- 図 13 宮城県沖地震の震源域の最近の地震活動 (気象庁作成)
- 図 14 10 年後までに宮城県沖地震が発生する確率の時間推移
- 図 15 宮城県沖地震の集積確率の時間推移

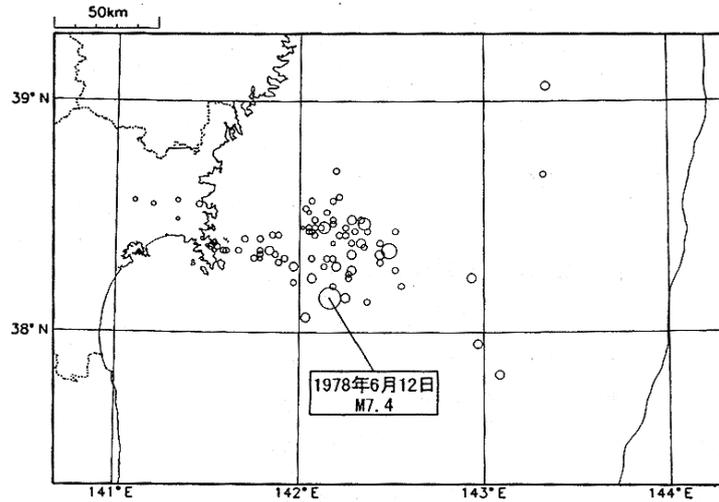


図1 1978年6月12日宮城県沖地震の余震分布 (気象庁作成)
 本震後、3日間の余震分布を示す。(合計87個表示。
 シンボルが大きいほどM大。深さ80kmまでの震源を表示。)

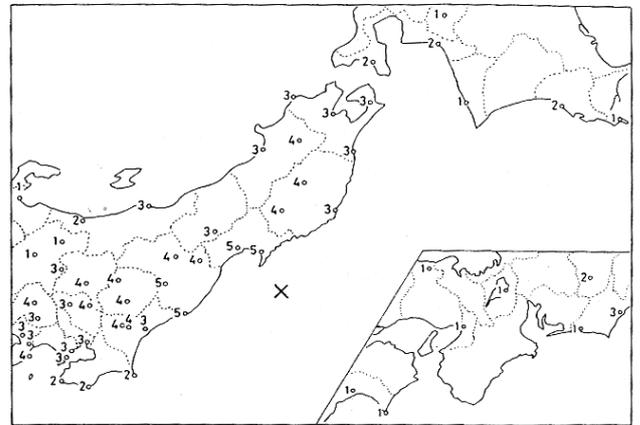
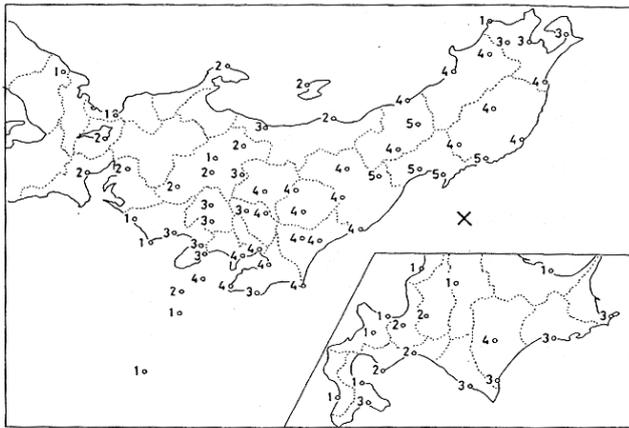


図2 1978年6月12日の地震の震度分布図 (気象庁, 1983) 図3 1936年11月3日の地震の震度分布図 (気象庁, 1983)

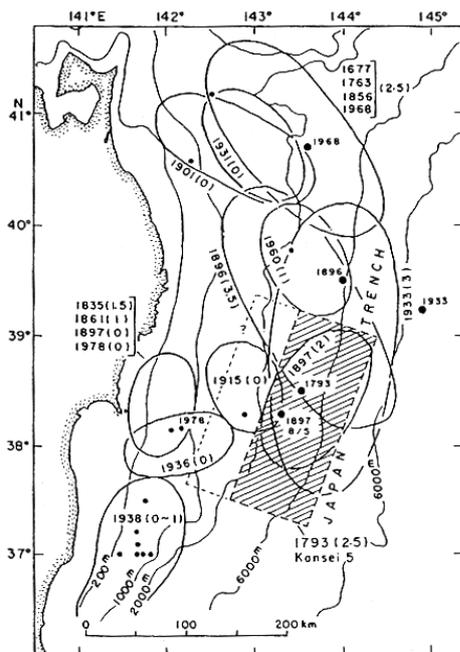


Fig. 7. Distribution of the estimated source areas of tsunamis. Dates and tsunami magnitudes, *m*, are indicated.

図4 東北地方太平洋側で発生した津波の
 推定波源域 (羽鳥, 1987)
 1936年の地震の波源域は、1978年のものよりも
 南側に位置する。

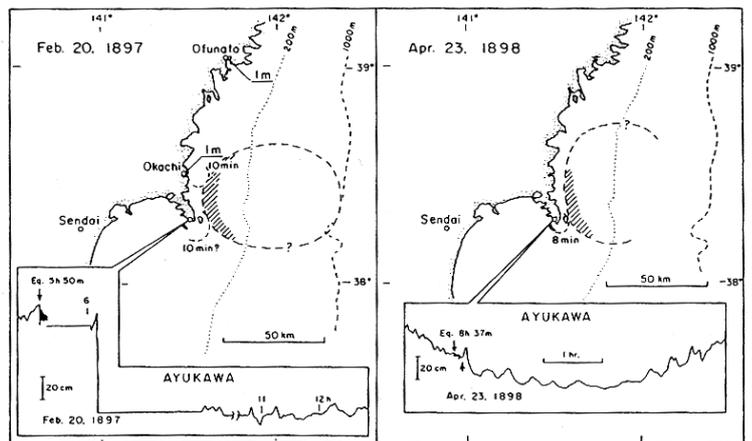
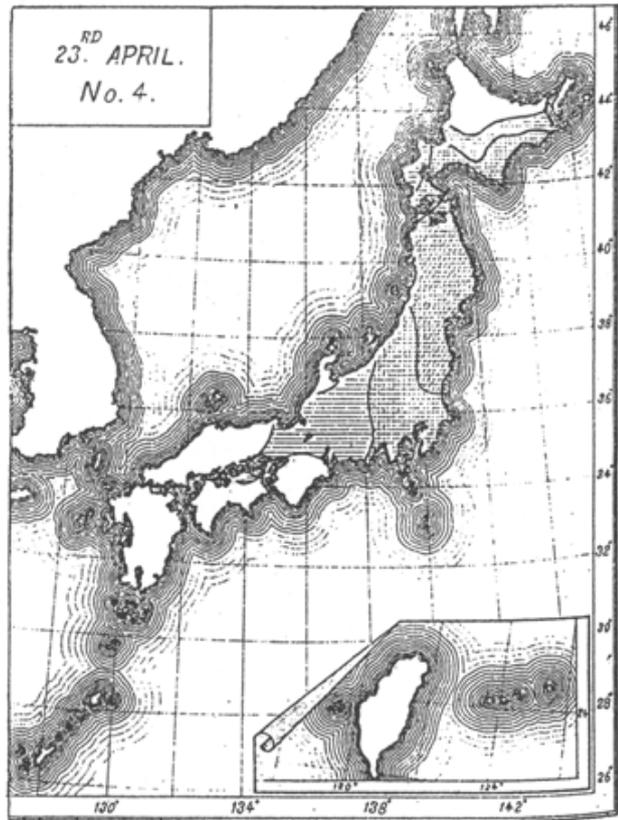


Fig. 12. Estimated source areas of the tsunamis generated near Oshika Peninsula on Feb. 20, 1897 and Apr. 23, 1898. Tsunami heights and tide gauge records at Ayukawa are shown.

図5 1897年2月20日の地震と1898年4月23日の
 地震による津波の波源域と検潮記録 (羽鳥, 1975)



SLIGHT.
 WEAK.
 STRONG.
 VIOLENT.

図6 1898年4月23日の地震の震度分布（中央氣象臺，1902）

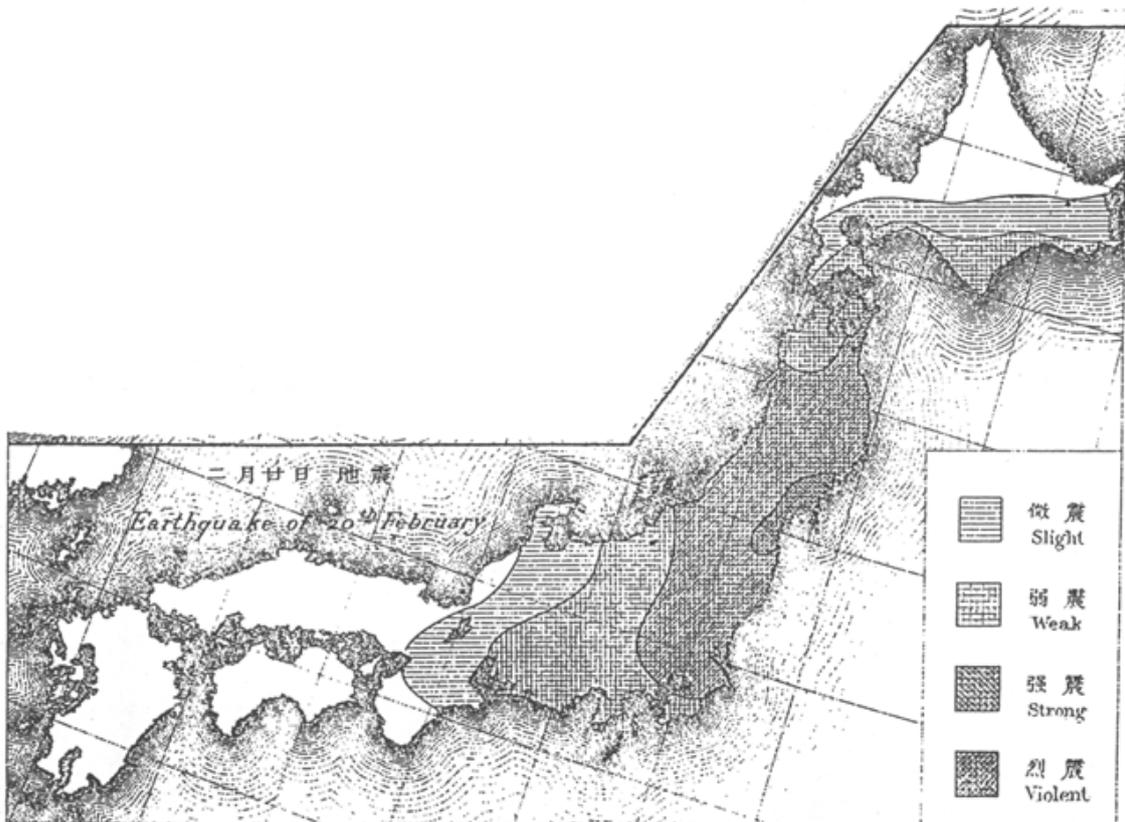


図7 1897年2月20日の地震の震度分布（中央氣象臺，1897）

図8 1861年10月21日の地震の震度分布と被害状況(都司, 2000)
 矢印は、津波襲来の記録があった場所を示す。
 また、丸印は、被害状況から推定したその場所の震度を示す。

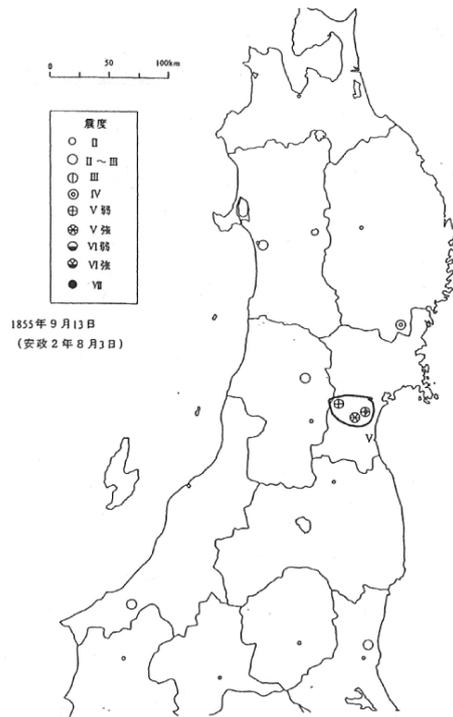
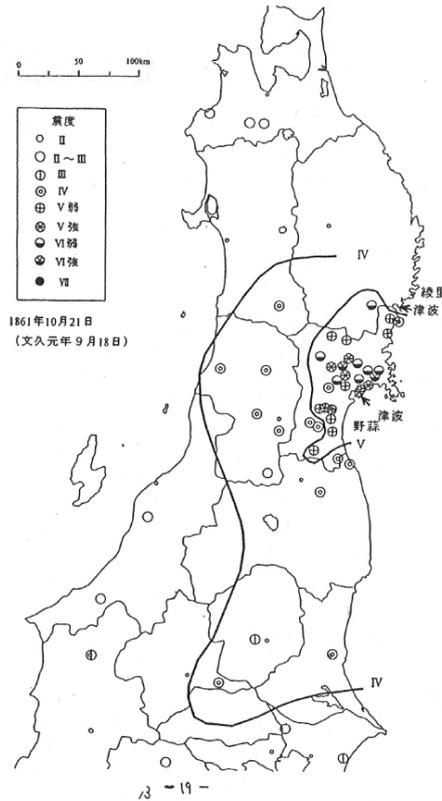


図9 1855年9月13日の地震の震度分布と被害状況(都司, 2000)
 丸印は、被害状況から推定したその場所の震度を示す。

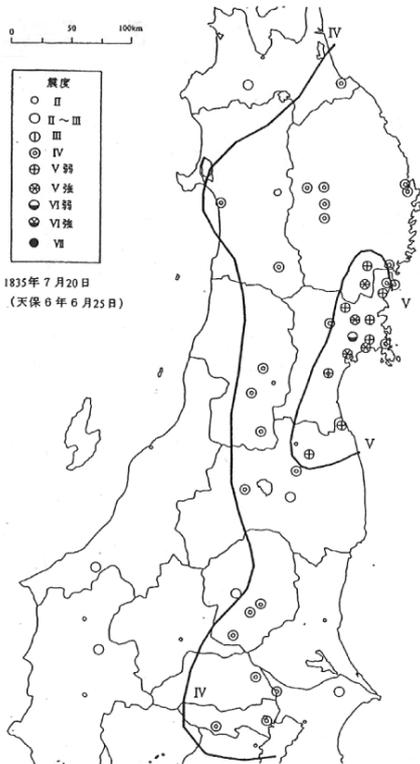


図10 1835年7月20日の地震の震度分布と被害状況(都司, 2000)
 丸印は、被害状況から推定したその場所の震度を示す。

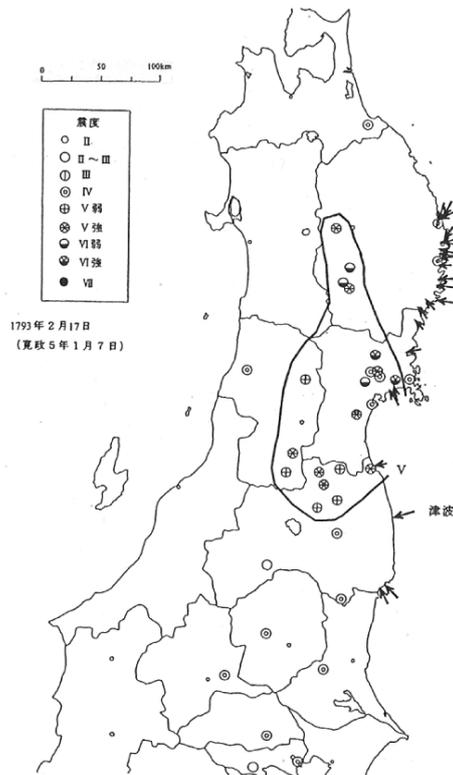
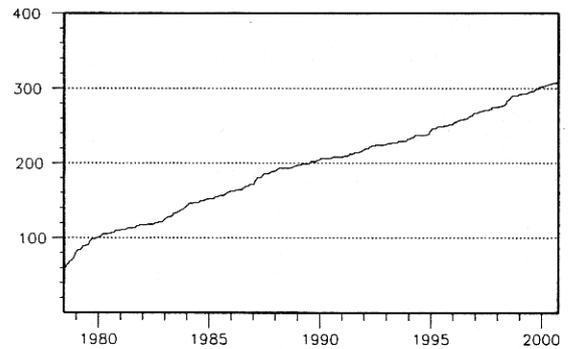
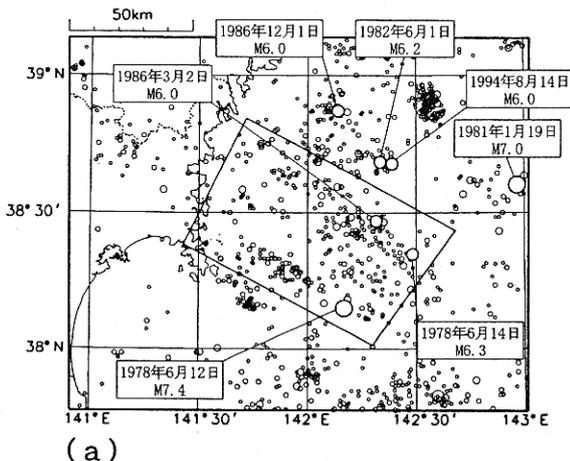
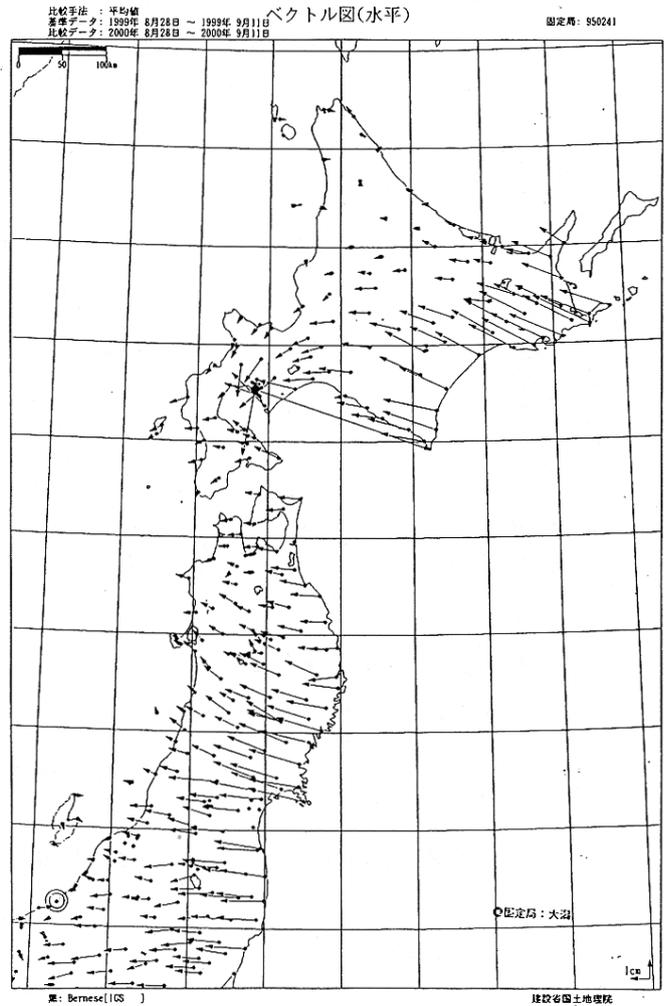
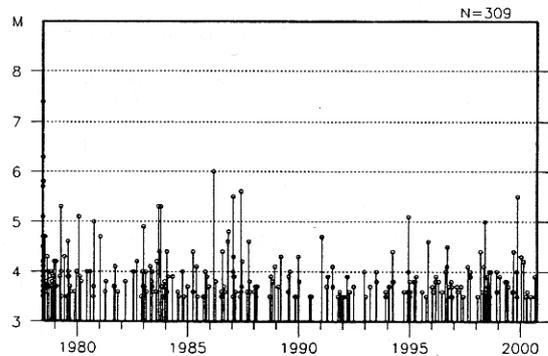


図11 1793年2月17日の地震の震度分布と被害状況(都司, 2000)
 矢印は、津波襲来の記録があった場所を示す。
 また、丸印は、被害状況から推定したその場所の震度を示す。

図12 国土地理院のGPS観測網による
最近の地殻水平変動（国土地理院作成）
最近の1年間（1999年9月～2000年9月）の地殻
水平変動ベクトル図を示す。
ベクトルは平均値による比較を行ったもの。
基準データ：1999年8月28日～1999年9月11日
比較データ：2000年8月28日～2000年9月11日
固定局（◎）を新潟県の大潟局とする。



(b)



(c)

図13 宮城県沖地震の震源域の最近の
地震活動（気象庁作成）
（合計1031個表示。シンボルが大きいほどM大。
深さ120kmまでを表示。）
(a) 1978年6月～2000年9月までの宮城県沖の震央分布図
(b) (a)内の矩形領域内の地震回数積算図
(c) 同領域内の地震活動経過図（規模別）
1983年頃からは、ほぼ一定の割合で発生しており、
定常的な活動になっていると考えられる。

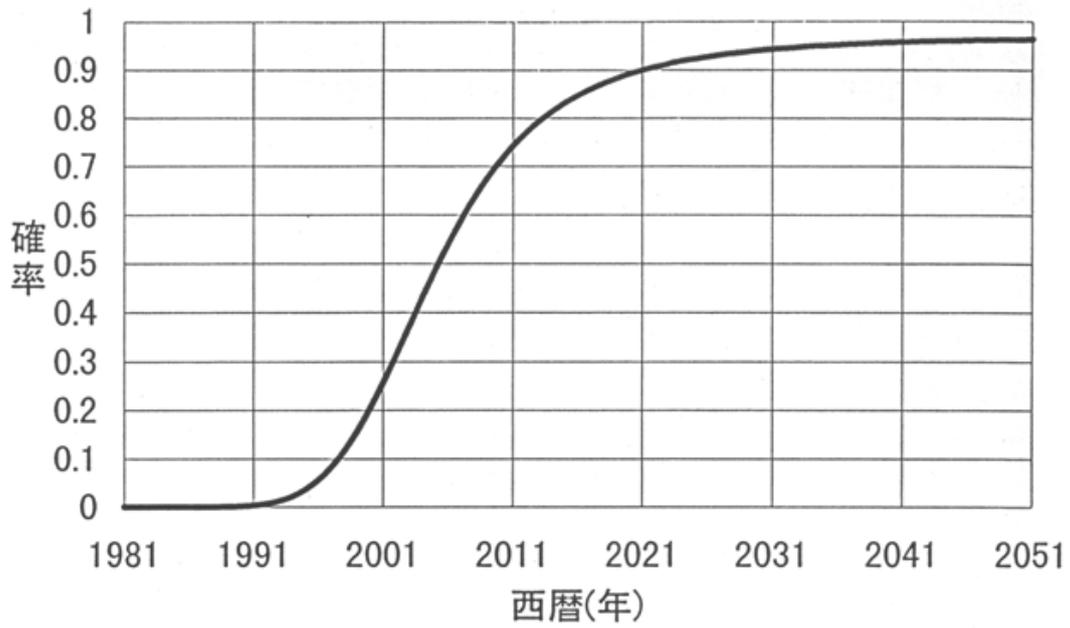


図 14 10年後までに宮城県沖地震が発生する確率の時間推移

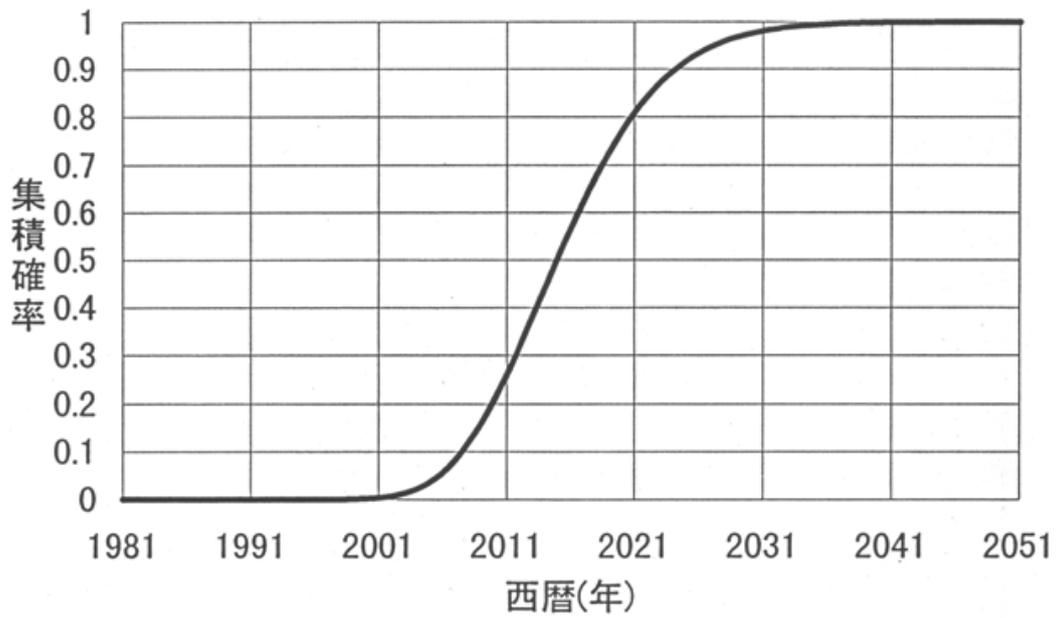


図 15 宮城県沖地震の集積確率の時間推移