

秋田県沿岸部における直下型地震と活断層

福 留 高 明

秋 田 大 学 鉱 山 学 部

「鉱業博物館」 第25号(1993年)別刷

秋田県沿岸部における直下型地震と活断層

資源地学研究施設 助教授 福 留 高 明

1. はじめに

1983年日本海中部地震からはや10年になろうとしている。災害の悲劇や教訓は時間とともに風化し、やがて忘れ去られてしまうのが世の常である。そこが、人間の愚かしさであり、たくましいところでもあろう。この地震の直後、「数千年にいっぺん来るか来ないかの大地震だったから、もうしばらくは大丈夫だ」などという尤もごかしの巷談がそこそこで講じられた。

現在、地震の長期予知の研究には2つの分野がある。ひとつは、歴史時代に起こった地震（古地震あるいは歴史地震という）を古文書からひもとき、発生の年代・規模・震央・震源域等を推定する研究である。他は、地震の発生源である断層（活断層）をトレンチ発掘調査等により、目視される断層活動の痕跡から、その時期を考古学的・層序学的・放射年代学的手段により決定する研究である。これらの研究から、古地震と活断層との1対1の対応が次第に明らかにされつつある。とりわけわかってきたことは、大きい地震はかなり規則的に同じ断層を使って同じ場所で繰り返し起こる性質がある（つまり、“古傷は反復的に再発する”）ということである。こうした研究の積み重ねにより、ある特定の活断層の活動周期（すなわち、ある特定の地域を震源とする地震の再来周期）や地震空白域（歪エネルギーが蓄積しており、近い将来大きい地震を引き起こす可能性のある区域）の存在を推定することが可能となる。

ところで、1983年日本海中部地震を引き起こした古傷の活動周期については実のところ何もわかっていない。最大の理由は、震源域が上記2つの研究方法では手の届きにくいとはるか沖合いの深海底下にあることにある。1964年の男鹿半島沖地震（M6.9）がほぼ同じ震源とみなされるが、これが再来周期を示唆するものとは考えにくい。むしろ、マグニチュードの大きさからみて、大局的には1983年地震の前震活動に位置づけるべきとする意見（故中村一明東大教授談話）がある。

1964年の地震を例外的に除けば、少なくとも有史時代において“前回の日本海中部地震”が起こったという記録はなく、冒頭の素人談義もあながちでたら

めとは決めつけられない。すると、「秋田県は，“時限爆弾”はリセットされたばかりだからしばらくは安心だ。少なくとも1000年はあのような地震に見舞われる心配はない。」と断じてよいのだろうか？

「否，樂觀するのは早計」というのがその答である。以下，人口密集地の多い秋田県沿岸部の古地震および活断層研究の現状を紹介しつつ，近い将来大きい災害をもたらす様な地震の可能性を探ってみることにする。

2. 地震テクトニクスからみた秋田県沿岸部

地震や火山活動は地球上どこでも起こっているわけではなく，プレートとよばれる地球表面を覆う剛体的な薄板の境界付近のみで起こっている。日本列島は，現存する10数枚のプレートのうち4枚のプレートがひしめき合う特異な場所にあり，「地震国・火山国」と呼ばれる由縁はここにある。東北日本弧の日本海側を含む日本海東縁部は，そのひとつ，ユーラシアプレートが東北日本（北米プレート）に沈み込んでいる活動的な場所であり，日本でも有数の地震多発

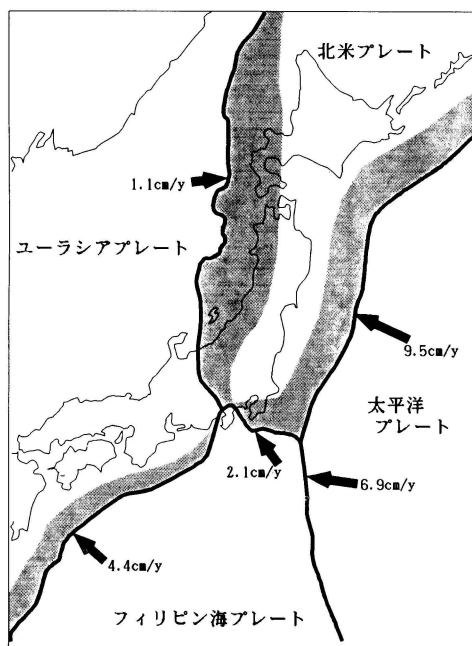


図1 日本付近のプレート境界。網目部は地震多発地帯，数字と矢印は北米プレートを不動とした時の各プレートの速度を示す。

地帯（日本海東縁変動帯）となっている（図1および図2）。この変動帯は、ユーラシアプレートが沈み込みを開始した第四紀初頭以降、急速に変形速度を増している帯である。

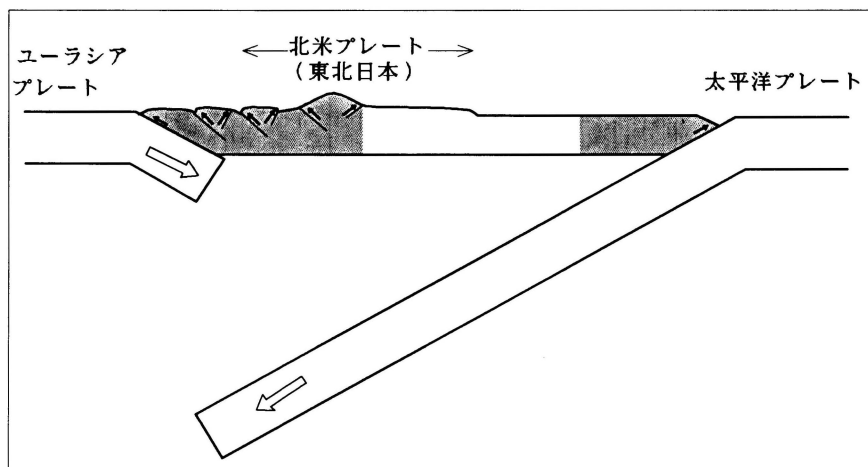


図2 東北日本の東西断面（模式図）。網目部が地震多発地帯、矢印は断層の動きを示す。

この日本海東縁変動帯を地震テクトニクス的に細かくみると4つのゾーン（地震区）に分けることができる。東から、①東北脊梁帯、②出羽帯、③奥尻帯、④佐渡帯である（図3）。これらは、栗田ら（Awata and Kakimi, 1985）による大地形区分の4つのゾーンに対応する。各ゾーンはいずれも、第四紀に活発化した隆起帯に一致する。地震はこの隆起帯の両縁ないし片縁を画する逆断層群の運動によって起こっており、隆起帯の形成は逆断層運動による垂直変位の累積の結果である。4つのゾーンで過去起こった被害地震（以下、地震と記したものはすべて被害地震のこと）の規模を比較すると、各ゾーンごとのマグニチュードはほぼ粒が揃っており、しかも、西側のゾーンほどマグニチュードが大きいという傾向が認められる。

①東北脊梁帯：約100万年前以降活発化した隆起帯で、垂直変位速度は0.5～1 mm/年である。地震は、東北脊梁山脈の西縁を画する東傾斜逆断層群の運動によって発生している。千屋断層の活動によって起こった1896年陸羽地震（M7.2）が有名である。横手盆地の東縁千畑町で行われたトレンチ発掘調査により、本地震帯の活動周期は約3,500年と推定された（千屋断層研究グループ、1986）。

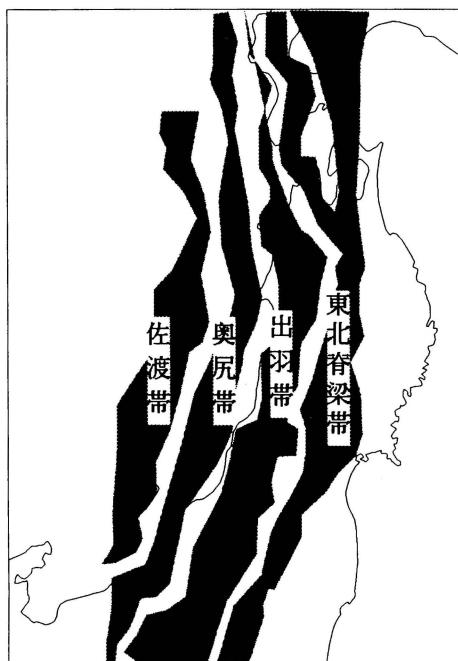


図3 日本海東縁変動帯の地震区。

②出羽帯：約200万年前以降活発化した隆起帯で、垂直変位速度は0.6～2 mm／年である。累積の垂直変位量は、非断層性のものも含めると、3,000mにも達している。地震は、出羽丘陵およびその延長山系の西縁を画する東傾斜の逆断層帯、およびこれと共役な西傾斜逆断層帯の運動によって発生している。少なくとも有史時代の地震についてみれば、西縁断層の方がはるかに活動度が高い。日本海の海岸線とほぼ平行に走る北由利衝上断層系（大沢ほか，1984）がその代表格である。北由利衝上断層系は、北由利衝上断層群（藤岡ほか，1976）・酒田衝上断層群（池辺ほか，1979）・仁賀保衝上断層群（大沢ほか，1982）および能代衝上断層群（大沢ほか，1983）の総称である。また、各断層群も文字通り複数の断層から構成されており、全体として線というより帯としての性格が強い。Awata and Kakimi (1985) は、この断層系で起こった歴史被害地震とそれに関連する活断層の活動度について総括した。本地震帯の活動周期は約1,000年と推定されており、現代はその活動期にはいっていると考えられている。本ゾーンで発生する地震の規模はM7.0前後の大きさである。

③奥尻帯：日本海東縁の大陸棚～大陸棚斜面には2条の海底山脈が走るが、

そのひとつ奥尻海嶺に沿って発生する地震帯。ちなみに、男鹿半島はこの海嶺が陸化した部分に相当する。このゾーンに属する地震として、1810年文化男鹿地震、1833年山形沖地震、1939年男鹿地震、および1964年新潟地震（M7.5）などがあげられる。本ゾーンは位置的に沿岸からやや沖合いに離れるため、そこで起こる地震は必ずしも直下型ではないが、その規模がゾーン②のものより数倍大きく（男鹿の1810年および1939年地震はいずれもM7.0であるが、両者はひとつの地震が分力して起こったと考えると、M7.2に相当する）、また津波の発生も加わるので、防災上重視すべき地震帯である。例えば、1833年の山形沖地震は推定マグニチュードがM7.5と、ゾーン②のものに比べて約3倍大きかった。また、この地震による津波は、北海道渡島半島から南は隠岐諸島まで達した。

④佐渡帯：奥尻海嶺の西を並走する佐渡海嶺に沿って発生する地震帯。1983年日本海中部地震（M7.7）を筆頭に、1614年越後高田地震（M7.7）や1741年渡島大島地震（M7.5）などがこれに属する。4ゾーンの中で、マグニチュードが最大級であることが特徴である。地震は、プレート境界そのもののスリップによって起こっていると考えられている。本ゾーンおよびゾーン③で発生した地震の震源域分布を一目すると、これらは互いに相補的な関係にある様に見える。つまり、男鹿半島～新潟沖ではゾーン③で、男鹿半島沖以北および佐渡島以南ではゾーン④で起こっている。しかしこれらは、単に記録が残っていないことを示すのか、あるいは逆に空白域を示している可能性もある。

これらのうち、ゾーン②に当たる秋田県沿岸部では過去350年間にM7級の直下型地震が7個も発生している（図16）。1970年、地震予知連絡会（建設省国土地理院に設置され、学識経験者・地域別代表者・関係機関代表者など約30名の委員から構成）は、「歴史的にM7級の被害地震が発生しており、最近地震活動が活発化しており、男鹿半島に北西上がり地盤傾動が見られる」との理由から、全国9ヶ所の特定観測地域のひとつ「秋田県西部・山形県西北部」に指定している（図4）。当面、秋田市を中心とする秋田県沿岸部に大きな被害をもたらす可能性のある要注意のゾーンは、②とその西隣の③ということになろう。以下に、ゾーン②およびゾーン③で過去発生した大きな地震とその被害、および関連する活断層（震源断層）を、時代を追って概観してみることにする。

なお、短期的予知に関して注目すべきことは、日本海沿岸で起こった地震記録の中に、地震の数時間前に前兆的に海が退いたという記述が目につくことである。本論で扱った秋田県沿岸部も例外ではなく、1793年西津軽地震や1939年男鹿地震などがそうである。このことは、日本海沿岸の地震の地域的特質とし

て特記したい。

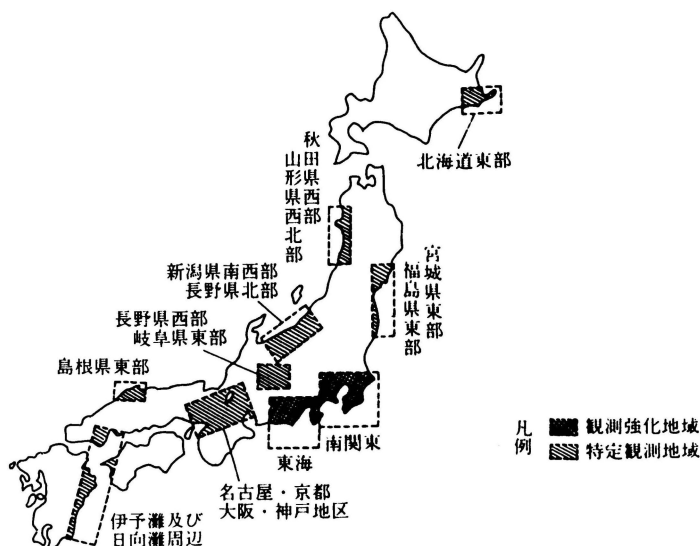


図4 地震予知のための特定観測地域と観測強化地域
(1978年8月改訂)。

3. ゾーン②で発生した主な被害地震と活断層

830年(天長7年)天長地震

$M=7.0\sim7.5$ (宇佐美, 1987)

震央=(140.1°E , 39.8°N) $\pm 25\text{km}$ (宇佐美, 1987)

出羽地震あるいは秋田大地震とも呼ばれている。この地震の記録は「類聚国史」(図5)に残されている。宇佐見(1987)の解説によれば、「秋田の城郭・官舎・四天王寺丈六仏像・四王堂舎悉く倒れる。城内の家屋また倒れ、百姓の圧死15、支体折損せるもの100名余。地割れ多く、その大なるものは長さ20～30丈(60～90m)、雄物川の水涸れて溝のごとくなり、添川(現旭川)・霜別(現太平川)の河岸崩れ、河を塞ぎ、河水が氾濫した。」とあり、高清水丘陵にあった時の秋田城で大きな被害と地割れ帯を生じ、城辺の河川では地変による水の枯渇や氾濫があったことが記されている。土崎の地名は、土裂(ツチザケ)から来ているともいわれている。

藤岡(1981)は、四天王寺丘付近に異状地形(NNE-SSW方向に延びる、長さ約700m、幅約300mの凹地帯)として残されているものが、当時の地割れ群の名残であろうと推測している。藤岡が引用した油田資料によれば、この凹地

七年正月丁亥^{十二}地震。○丁酉^{廿二}地震。○癸卯^{廿八}出羽國驛傳奏云。鎮秋田城國司正六位上行介藤原朝臣行則今日三日酉時牒稱。今日辰刻。大地震動響如雷霆。登時城墻官舍并四天王寺丈六佛像。四王堂舍等。皆悉顛倒。城內屋仆。擊死百姓十五人。支體折損之類一百餘人也。歷代以來未曾有聞。地之割辟。或處卅許丈。或處廿許丈。無處不辟。又城邊大河云。秋田河。其水涸盡。流細如溝。疑是河底辟分。水漏通海歟。吏民騷動。未熟尋見。添河霸別河。兩岸各崩塞。其水汎溢。近側百姓懼當暴流。競陟山崗。理須細錄損物。馳牒而震動一時七八度。風雪相并。迄今不止。後害難知。官舍埋雪。不能辨錄。夫邊要之固。以城爲本。今已頽落。何支非常。仍須差諸郡援兵。相副見兵備不虞者。臣未審商量。事在意外。仍且差援兵五百人配遣。准令馳驛言上。但損物色目細錄追上。○四月戊辰^{廿五}詔曰。朕以菲昧。祇膺瑤圖。竊畏三靈。憂勤四海。景化未孚。皇猷尙鬱。咎徵之噴。不招而臻。如聞出羽國地震爲災。山河致變。城宇頽毀。人物損傷。百姓無辜奄遭非命。誠以政道有虧。降斯靈譴。朕之寡德。慙乎天下。靜念厥咎。甚倍納隍。夫漢朝山崩。據修德以攘災。周郊地震。感善言而弭患。然則尅己濟民之道。何能不師古哉。所以特降使臣。就加存撫。其百姓居業震陷者。使等與所在官吏議量。脫當年租調。并不論民夷。開倉廩賑給。助修屋宇。勿使失職。壓亡之倫。早從葬埋。務施寬恩。式稱朕意。○五月己卯^六。屈百僧於大極殿。轉讀大般若經一七日。爲除地震及疫癘之

図5 830年天長地震による被害の状況を伝える「類聚国史」(復刻版)。

帯のほぼ直下に NNE—SSW 走向，東傾斜の断層が伏在する。この断層は，位置的には，藤岡ほか（1976）の北由利衝上断層群の北端部分に一致する。したがって，この地割れ帯を同断層群のひとつが震源断層として活動した直接の証拠とみることもできる。あるいは，液状化や地すべりによってできたごく表層部の二次的割れ目に過ぎないかもしれない。後者のケースは，現地の地盤地質および標高からみてまず考えにくい。一方，前者のケースについてみると，北由利衝上断層群は文字通り逆断層であるから，もし地割れ帯が地表への直接の表現であれば，垂直変位を伴った変形様式となるはずであるので，これも考えにくい。しかし，逆断層の場合，上盤側にローカルな伸長応力場が発生し，そこに小地溝や引っ張り割れ目が発達することがしばしば認められている。延長方向からみて，かかる地割れ帯がこれに相当する可能性は充分ある。天長地震がこの北由利衝上断層群の活動によって（つまり，後述の1644年羽後本荘地震と同じ震源域で）起こったのか，あるいはその北方で隣接する別の震源域で起こったものであったのか今のところ決め手に欠ける。しかし，1644年地震時の著しい被害は南部の本荘付近に片寄っており，秋田市内が大打撃を受けた天長地震とはその様相が異なる。したがって，本地震は北接の震源域で起こった可能性が強い。

なお，雄物川の流路について，かつては清水丘陵の東側を通り北方で海に注いでいたのが，この天長地震で現在の様になったという説（大橋，1964）があるが，地質学的（1983年日本海中部地震秋田大学調査班，1984）にも史学的（新野直吉秋田大学長談話）にも支持されない。

850年（嘉祥3年）の地震

M=7.0（宇佐美，1987）

震央=(139.7°E, 39.0°N) ±50km（宇佐美，1987）

「文徳実録」によれば，出羽の国で地裂け，山崩れなどの被害を及ぼし，国府（その位置を，庄内平野北部の城輪付近とする説と，平野中南部の広野新田付近にあったとする説があるが，いずれも海岸から6～7kmの内陸部にある）の城柵が傾倒し，多数の圧死者を出した。この地震には地変にまつわる多くの言い伝え——例えば，象潟が陥没し九十九島が出現した等——があるが，現在までのところこれらを裏付ける証拠は何もない。この地震によって津波も発生したとする見解もあるが，これを積極的に支持する史料は得られていない。これらの理由により，本地震の震源断層は内陸部に求められ，庄内平野東縁の酒田衝上断層群のひとつ観音寺断層であると考えられる（Awata and Kakimi，

1985：鈴木ほか，1989）。

1644年（寛永21年）羽後本荘地震

$M=6.9$ （宇佐美，1987）

震央＝（ 140°E ， 39.4°N ） $\pm 25\text{km}$ （宇佐美，1987）

本荘付近を震源とする局地的な地震であった。本荘城郭が大破し家屋が倒れ死者が出た。市街も多くが焼失した。金浦や石沢村でも家屋倒壊や死傷者があった。大津波が起こり，117人が溺死したという説もあるが信頼性はない。この地震は北由利衝上断層群の活動によると考えられる。

1694年（元禄7年）能代地震

$M=7.0$ （羽鳥，1987）

震央＝（ 140.1°E ， 40.2°N ） $\pm 25\text{km}$ （宇佐美，1987）

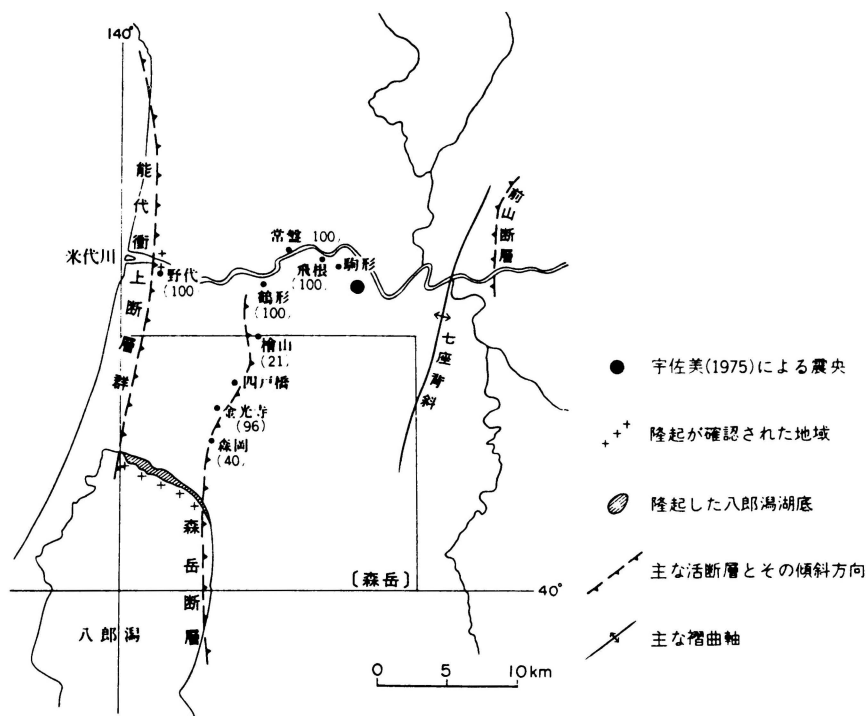


図6 1694年能代地震による地殻変動と被害状況（大沢ほか，1985a）。
括弧内の数字は家屋の全壊・焼失率。

能代を中心にその近傍に被害は集中した。死者394，家屋等の倒壊1,317，焼失995に及んだ。とくに能代では，全体の死者の76%，家屋の倒壊・焼失率が94%で，壊滅的打撃を受けた。「出羽国秋田領高郡合併郡色分目録」によると，八郎潟の北東岸の湖底が，長さ7km，幅60～650mにわたって隆起した。また，米代川河口付近では水位が低下し，ここでも隆起が生じた可能性がある。これらの地殻変動および被害域の集中から，本地震は能代衝上断層群が活動したものと考えられる（図6）。

1704年（宝永元年）羽後岩館地震

M=7.0（羽鳥，1987）

震央=(140.0°E, 40.4°N) ±10km（宇佐美，1987）

羽後津軽地震ともいう。先の地震からわずか10年後に起こった地震で，被害は再び能代に集中した。能代での家屋の倒壊・焼失率は95%に及んだ。また，北方の八森では96%に達した。白山山地北西部では山崩れが多く発生し，十二湖沼群はこの時できた。今村（1920）によると，能代から深浦に至る海岸にお

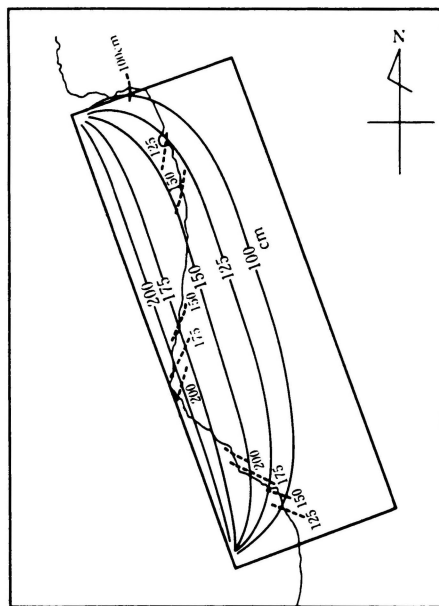


図7 1704年羽後岩館地震の断層モデル（佐藤，1980）。数字は隆起量（観測値と計算値）を示す。

いて隆起があり、隆起量は岩館付近で190cm、大間越で45～60cmであった。この地殻変動から、八森～岩崎沖の沿岸に東傾斜の逆断層が推定されるが、佐藤(1980)の断層モデルによると、断層の長さ28km、幅14km、傾斜45°、変位3.5 mである(図7)。

1793年(寛政4年)西津軽地震

M=7.2(羽鳥, 1987)

震央=(139.95°E, 40.85°N)±10km(宇佐美, 1987)

鰯ヶ沢地震ともいう。被害は鰯ヶ沢と深浦で著しく、全体で死者12、家屋の全壊154であった。大戸瀬を中心に約12kmの海岸が最大3.5m隆起した(有名な千畳敷はこの時出現した)。隆起量は今村(1921)によると、深浦20cm、黒崎沢北方160cm、風合瀬鳥井崎170cm、大戸瀬350cm、北金ヶ沢弁天崎150cmである。地震の5～6時間前から異常に潮が引いたという報告があり、前兆的に隆地側の隆起が始まっていたと考えられる。この地震では小さな津波を伴ったらしい。このことと地殻変動から、本地震は陸側上がりの逆断層運動によるもので、震央は大戸瀬崎沖と推定されている。Nakata *et al.* (1976)の隆起量をもとに求められた断層モデル(佐藤, 1980)によると、断層の長さ25km、幅15km、傾斜45°、変位3.5mである(図8)。

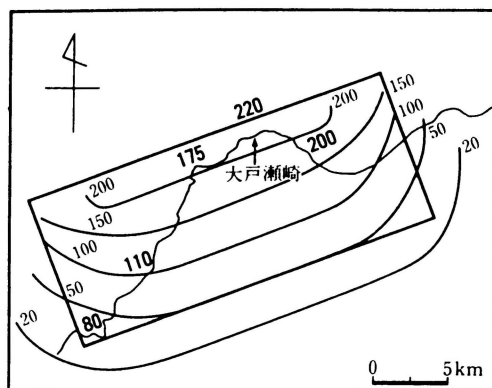


図8 1793年西津軽地震の震度分布, および断層モデル(佐藤, 1980)。数字は隆起量(観測値と計算値)を示す。

1804年（文化元年）象潟地震

M=7.3（羽鳥，1986）

震央=（139.95°E，39.05°N）±25km（宇佐美，1987）

被害域が本荘から鶴岡までの広い範囲に及んだ。死者576余，家屋の全壊10,580余で，全壊率は小砂川で100%，象潟で85%に達した。中規模の津波も発生した（表1）。この地震で，芭蕉が「象潟や雨に西施が合歓の花」とうたった風光明媚な象潟湖（径約2km×1km，深さ2m；図9）が隆起し乾し上がった。隆起量については，今村（1935）や今村（学）・小笠原（1942）などにより，大きい所では3～9mもあると見積もられていたが，平野ほか（1979）はより詳細な調査により，旧汀線および旧湖岸線の高度分布からその量を図10の様に求めた。これによると，隆起域は南北25km以上にわ

表1 1804年象潟地震による各地の津波の高さ（羽鳥，1986）。

地 名	津波高(m)
能 代(秋田)	1
仁賀保(")	3～4
金 浦(")	3
象 潟(")	4～5
関 (")	4～5
吹 浦(山形)	4
酒 田(")	3～3.5
宮野浦(")	4
加 茂(")	2～3
三 瀬(")	2



図9 1804年象潟地震以前の象潟風景（「弘定筆古象潟の図」：今村，1935より）。

たり，象潟付近で最大値（平均約180cm）を示す。このことから，平野らは本地震の震央を隆起中心の象潟付近と推定した。海岸付近には断層変位が認められないことと，地殻変動パターンおよび津波の波高分布から，震源断層は海岸線にごく近い海底下にある，海岸線にほぼ平行な（NNE－SSW）走向をもつ東傾斜の逆断層であったと考えられる。

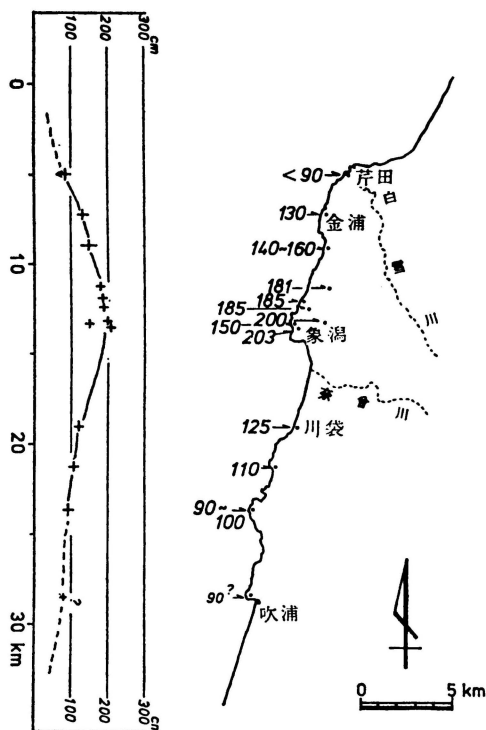


図10 1804年象潟地震に伴う隆起量（平野ほか，1979）。

1984年（明治27年）庄内地震

M=7.0（宇佐美，1987）

震央=（139.9°E，38.9°N）±10km（宇佐美，1987）

被害は主として庄内平野に集中した。山形県内の被害は，死者726，全壊3,858，全焼2,148に及び，被害域の総戸数の約74%が何らかの震災を被った。なかでも，直下型地震に典型的な高い家屋倒壊率（70～100%）の局所的集中域（図11）が庄内平野東縁の観音寺断層（活断層研究会，1990）のすぐ西方に現れたことから，本地震はこの断層を震源としたものと考えられる（鈴木ほか，

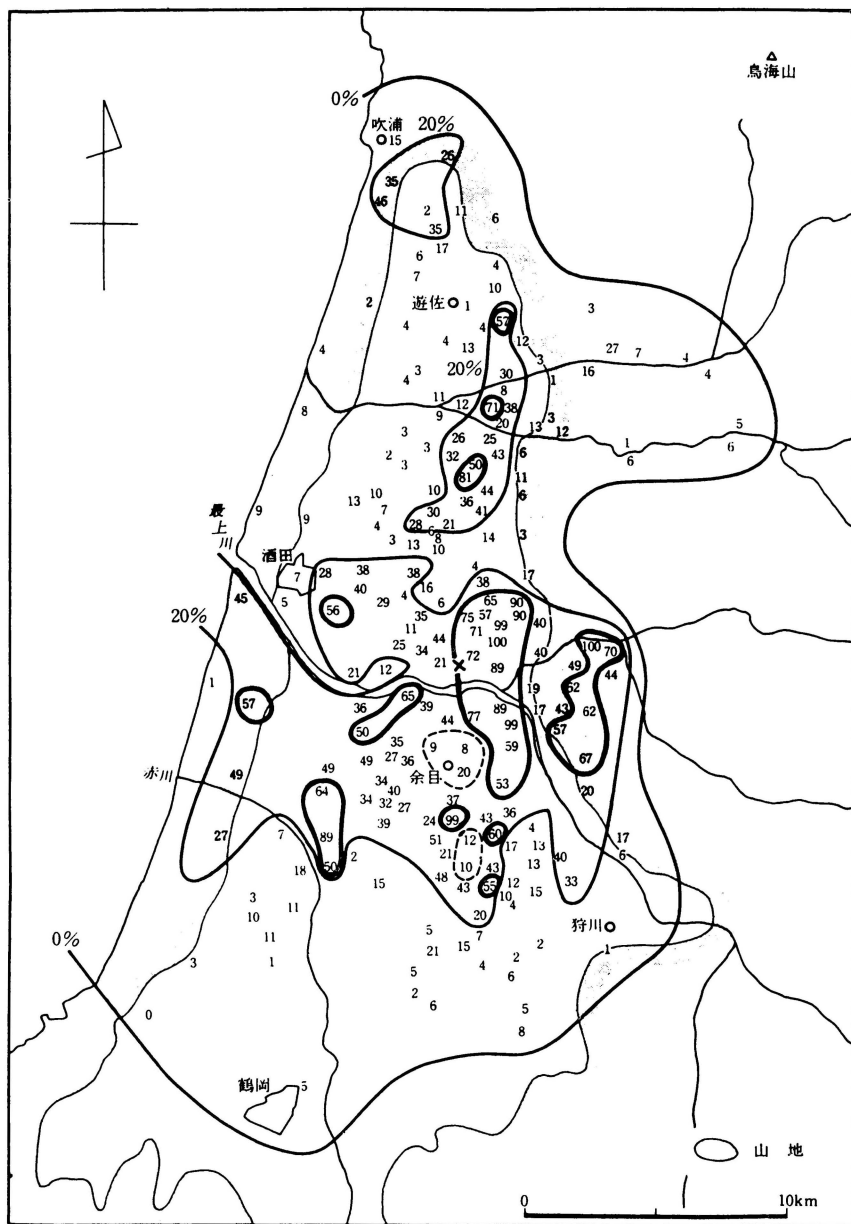


図11 1894年庄内地震による家屋の倒壊率分布 (宇佐美, 1987)。

1989), 鈴木らが行ったトレンチ発掘調査の結果によると, この地震の一つ前の地震によると考えられる断層活動が確認され, その時期は2,500yBP以降と判明した。2,500yBP以降の歴史地震のうちで該当するのは既述の850年地震であることから, 鈴木らは観音寺断層を震源とする地震の再来周期を約1,000年と推定した。

この地震の前兆として, 酒田では地震の約20日前から川水の減少や井戸の枯渇, 吹浦では14~15日前から海水が約45cmも引くといった現象が見られた。

1914年(大正3年)秋田仙北地震)

M=7.1 (宇佐美, 1987)

震央=(140.4°E, 39.9°N) ±10km (宇佐美, 1987)

強首地震ともいう。全体の被害は死者94, 家屋数の少ない郡部での地震であったため全壊は925でおさまったが, 広い範囲にわたって山崩れが多く生じた。仙北郡で最もひどかった。震源近くの刈和野などでは最大推定加速度が450ガルに達した。

4. ゾーン③で発生した主な被害地震と活断層

1810年(文化7年)文化男鹿地震

M=7.0 (羽鳥, 1987)

震央=(139.9°E, 39.9°N) ±10km (宇佐美, 1987)

男鹿半島地震あるいは寒風山地震ともいう。男鹿半島中東部に被害(死者57, 全壊1,003など)を生じた地震(図12)。寒風山付近では山崩れが多発し, 地割れからは泥を噴出した。湯本村(現男鹿温泉)では湯湧が止まった。地震の5ヶ月ほど前から鳴動が聞こえ, 2ヶ月ほど前からは八郎潟の水が赤や黒に変色したり, 魚(ボラ)の変死が見られたという。この地震により八郎潟西岸の松木沢~払戸間で約1m隆起した。このことから大橋(1928)は, 申川断層(N-S走向の, 東側から衝上する逆断層で, その露頭が男鹿半島北岸で観察される)であると考えた。また, Awata and Kakimi(1985)は, 本地震をゾーン②に含めた。しかし, 震災域が推定される震源断層の西側に集中していること, 隆起変動の位置が八郎潟寄りであること, そして申川断層に新たな変位の証拠が認められないことから, 本地震は後述の秋田湾中央断層(西側から衝上する逆断層)の北半部分が活動して起こったと考えた方が合理的である。

1833年（天保4年）山形沖地震

震央 = (139.25° E, 38.9° N) ± 25km (宇佐美, 1987)

庄内沖地震、酒田沖地震、天保庄内地震、あるいは鼠ヶ関地震津波とも呼ばれている。震度Ⅵの地域は山形県西海岸のほぼ全域に及んだ(図13)。先にも触れた様に、各地の史料には、北は渡島半島、南は佐渡・能登を経て隠岐諸島にまで、広い範囲にわたって津波の襲来状況が記録されている。各地の津波の高さは表2の通りであった。表に示された各地の津波の高さ分布を最もよく説明

— 42 —

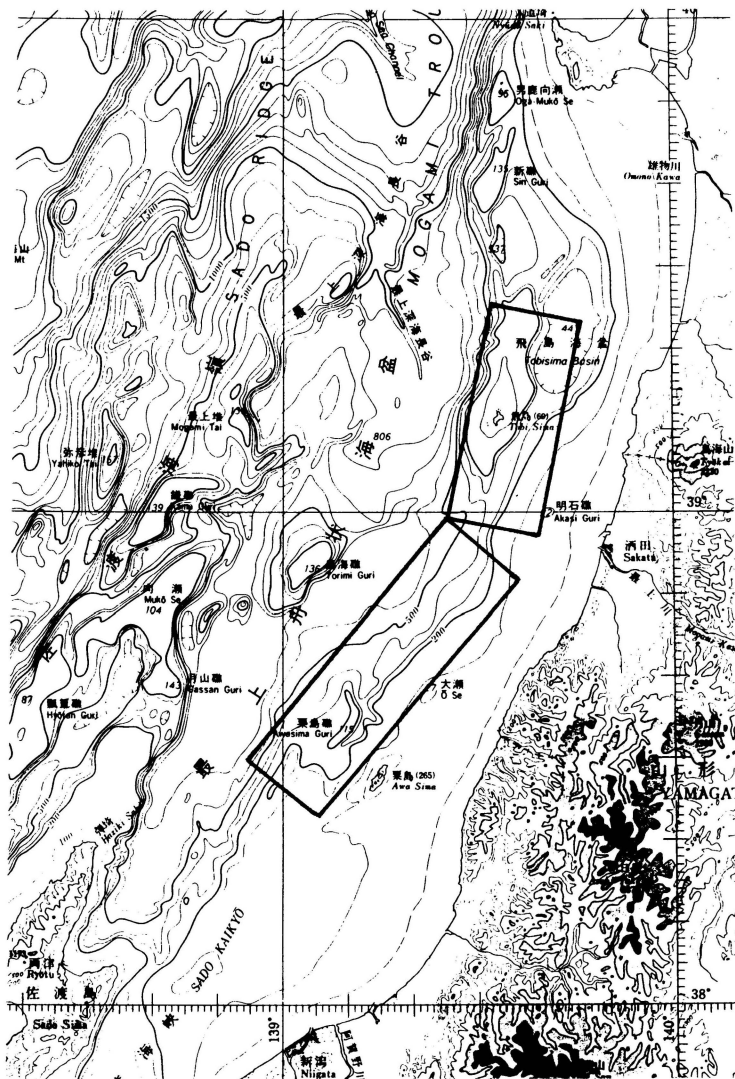


図14 津波の波高分布から求められた1833年山形沖地震の断層モデル。

できる断層モデルは、海底地形も考慮して、図14の様に求められた(相田, 1989)。これによると、断層面が 60° で東側に傾斜する逆断層である。震源域の大きさは長さ120km、幅40kmで、南北2つのブロックに分けられる。南側のブロックは、1964年新潟地震の震源域とほぼ一致する。この地震による家屋の全壊は約600、津波による水死者150、家屋の流失約500にのぼった。

1939年(昭和14年)男鹿地震

M=7.0 (宇佐美, 1986)

震源 = (139.52°E, 40.13°N), 深さ 0 km (宇佐美, 1987)

表2 1833年山形沖地震による各地の津波の高さ(大長, 1989)。

地 名	津波高(m)
松 前(北海道)	1.2
酒 田(山 形)	7.5
山 北(新 潟)	7
岩 船(")	4.5
荒川河口(")	4.5
新 潟(")	5
両 津(")	4.5
岩谷口(")	5
角田浜(")	5
輪 島(石 川)	5.7
珠 州(")	2
船 越(島 根)	2.4

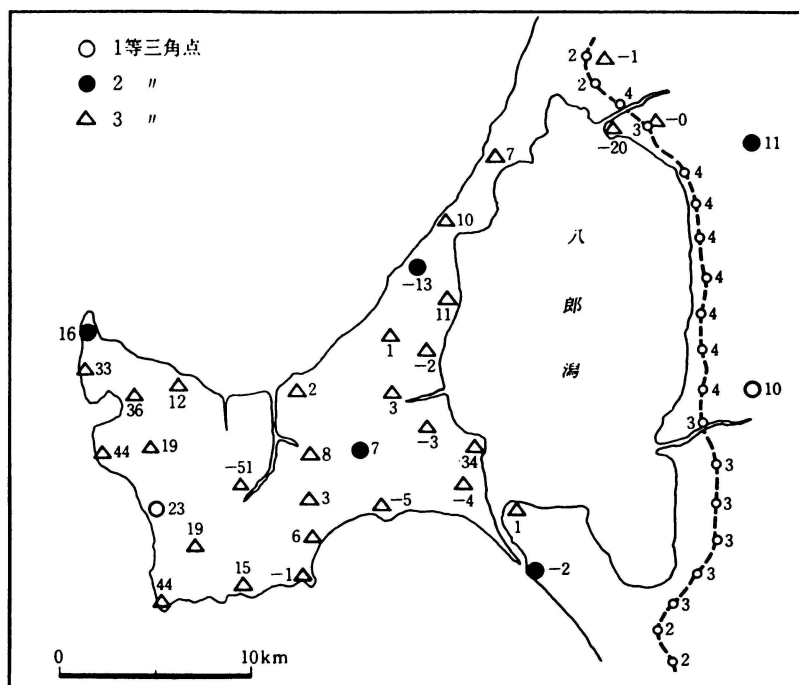


図15 1939年男鹿地震に伴う隆起量(cm)。

男鹿半島で被害のあった地震。死者27, 全壊585など。北岸の北浦で大きな地滑りを発生したほか, 砂丘後背地に位置する五明光および玉ノ池では液状化によると考えられる地盤の変状を生じた。男鹿温泉では地震後, 4ヶ所から新たに温泉が湧出した。今村(1941)によれば, 男鹿半島全体にわたって地殻変動を生じ, とりわけ西海岸では40~50cmの隆起があった(図15)。今村の地殻変動値を用いた断層モデルにより, 男鹿半島西方沖の日本海にNNW-SSEに延びる東傾斜で逆断層型の震源断層が推定されており(今泉, 1977), 余震域とはほぼ一致する。

この地震に伴う小さな津波が各地で観測され, 第1波の最大振幅は能代(+5cm)・土崎(+17cm)・酒田(+10cm)・鯨ヶ沢(-5cm)であった。また, 2日後頃までの余震には地鳴りを伴った。

本地震では, 前兆現象と思われる魚族の異常——地震の前日頃からサヨリの大群が押し寄せた(船川), コイ・フナの大漁(八郎潟), タコが酔った様になって上陸(八森), マスの大漁(八森)など——が多く報告されている。戸賀では, 地震3時間位前に海水位が約3mも下がったという。

5. 近い将来, 秋田市近傍を震源とする直下型地震の可能性

5-1 秋田市北方の空白域について

栗田ら(Awata and Kakimi, 1985)は, Matsuda(1977)の経験式

$$\log R = 0.6M - \log S - 1.0$$

R: 地震の再来周期(年)

M: マグニチュード

S: 震源断層の平均変位速度(mm/年)

に基づいて, ゾーン②で発生したM7級地震の再来周期を求めた。本ゾーンの西縁断層のひとつである北由利衝上断層系の場合, 平均変位速度(ネットスリップ速度)は約1.5mm/年と推定されることから, 同断層系に属する各震源断層の再来周期は1,000年程度であろうとした。実際, 北由利衝上断層系の有史時代におけるM7級地震の発生年代を見てみると, 3で記述した様に, 9世紀および17~20世紀の2回のフェーズに集中している。つまり, 2回の活動期の間の静穏期間は約1,000年と見積もられる。さらに, 庄内平野東縁の観音寺断層のトレンチ発掘調査の結果から, 同断層は最近では850年とその約1,000年後の1894年に活動した可能性が高いことが明らかとなった(鈴木ほか, 1989)。したがって, 上の推算は, この様な事実からも支持される。

ところで, 17~20世紀に連鎖的に起こった地震についてみると, 7個のM7

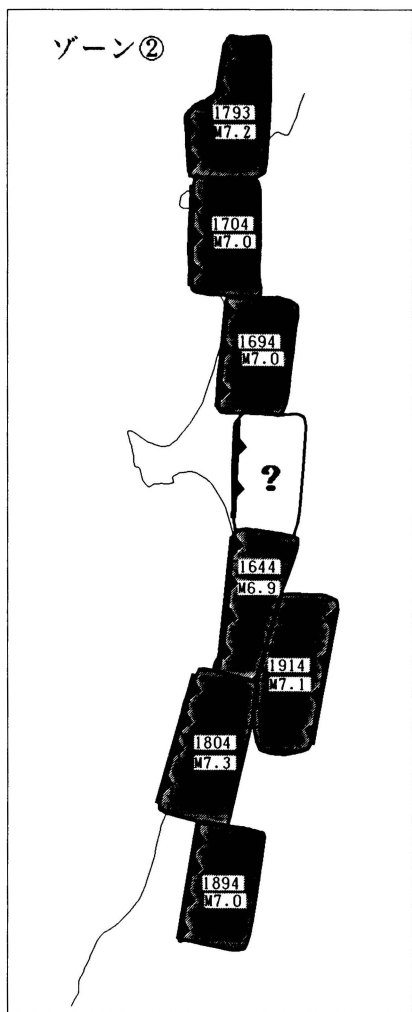


図16 ゾーン②において、17～20世紀に発生した被害地震の震源域（斜線部）、震源断層（ケバのついた太線、ケバのついた方が上昇した側）および空白域(?)。Awata and Kakimi (1985)を一部改編。

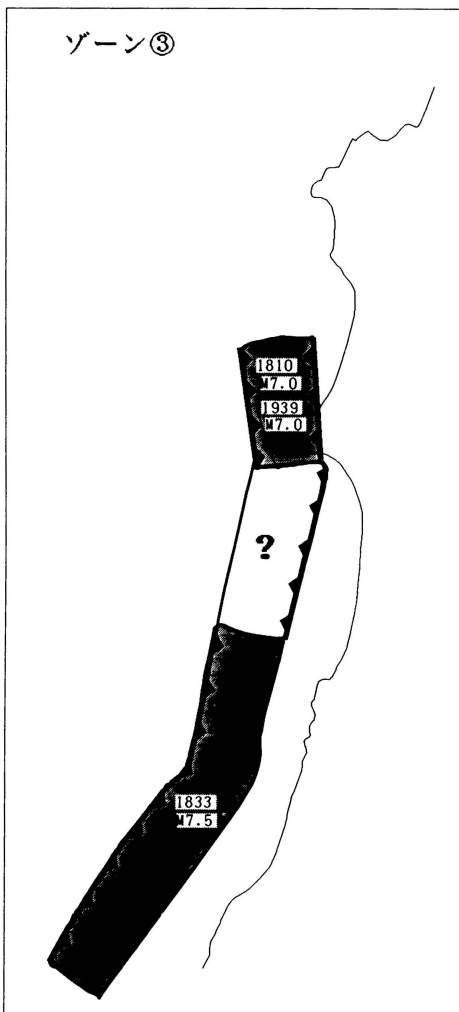


図17 ゾーン③において発生した主な被害地震の震源域(斜線部)、震源断層（ケバのついた太線、ケバのついた方が上昇した側）および空白域(?)。

級地震の震源域は北由利衝上断層系の上盤側を南北に間断なく埋めつくし、今活動期の歪エネルギーをすべて解放しつくしたかのように見える。しかしよく見れば、完全にはこれを埋めつくせない領域が唯一存在する。それは、秋田市北方の約25km×15kmの部分である(図16)。このことから Awata and Kakimi (1985) は、この区域が、近い将来被害地震の発生が予見される空白域であると結論した。地震の規模は、空白域の大きさからみて、他と同程度のマグニチュードが予想される。既に述べた様に、秋田市では830年にM7級地震(天長地震)に襲われたことがある。この地震の震源域および震源断層について今ひとつよくわかっていないが、1,000年周期説に従えば、予想される地震はこの地震の再来である可能性が高い。この空白域には、北由利衝上断層系の他の震源

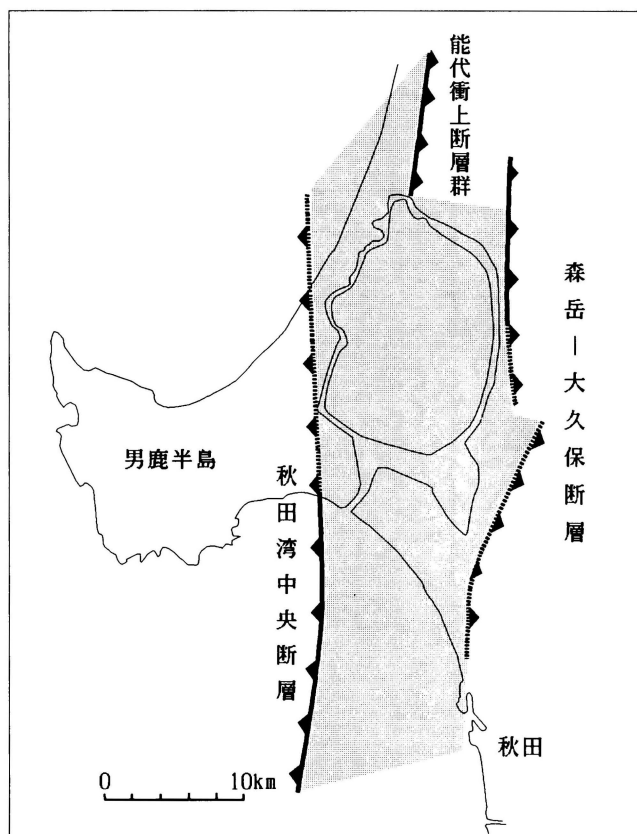


図18 “八郎潟―秋田湾地溝”(網目部) および形成に関与した活断層(波線部は推定)。

断層と同じく、東傾斜の逆断層がその西縁に存在していることが想像される。この断層の具体的な位置について、栗田らは、森岳断層およびほぼその延長にある五城目町～昭和町大久保を結ぶ線上に発達する活撓曲軸（活断層研究会，1991）——両者をくくめて，“森岳—大久保断層”と呼ぶことにする——がそれに該当すると考えている。

5-2 秋田市沖の空白域について

一方、ゾーン②に西接するゾーン③についてはどうであろうか。図17は、ゾーン③において発生した主な被害地震の震源域を示したものである。この図から注目されるのは、男鹿半島南岸から本荘沖の区域にかけてここにも空白域が見い出されることである。この空白域の震源断層として有力な候補としてあげられるのが、図18に示される断層である。この断層は、1972年に運輸省港湾局が行なった音波探査により発見された。本断層を“秋田湾中央断層”と呼ぶことにする。この付近に空白域が存在するかも知れないことは、震源断層を具体的には指定していないが、羽鳥（1986）や草野ほか（1991）によっても既に指摘がなされている。

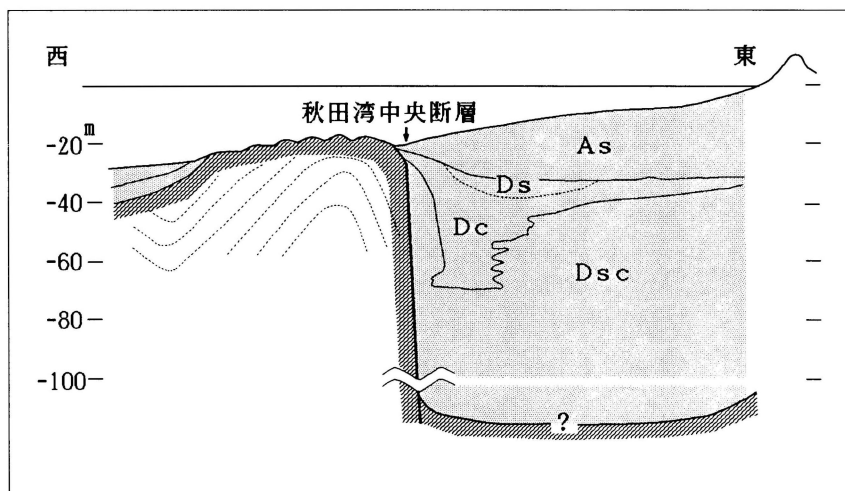


図19 秋田湾の模式断面図（秋田県，1981）。
斜線部：第三系，Ds～As：第四系。

6. 最近わかった構造について

秋田湾中央断層は、秋田湾の中央部をほぼ南北に走る。断層のすぐ西側に背斜軸があることやストランドの形態・配列から、西傾斜の逆断層であろうと考えられ、奥尻海嶺の東縁を画する断層群のひとつとみなされる。この断層の北方延長は、男鹿半島の基部へ上陸するはずであるが、地表では判然とした構造は認められない。しかしながら、白石（1990）の八郎潟の地下地質断面図によると、潟湖内の第四紀層が基盤（先潟西層）に対し高角でアバットする様に描かれており、ここに東落ちの断層が想定されることから、秋田湾中央断層は八郎潟西縁に続くものと考えられる。同じく白石の図によると、同様の関係が八郎潟の東縁でも見られ、ここにも断層（西落ち）の存在が想定されるが、実はこれが5-1で述べた森岳一大久保断層に当たる。

海上保安庁水路部（1983）の海底地質図および断面図によると、少なくとも音波探査層のII A層（後期更新統に対比）までが断層によって変位しており、その上位の沖積層とされるI A層は、その厚さが、断層の東側で10～20mに対し西側では0ないし1m程度、と対照的に異なる。また、運輸省港湾局（1973）の音波探査の結果（断面図）によると、断層の近傍では完新統とされるAs層までの地層に西上がりの撓曲構造が認められる。これらのことは、本断層が完新世にはいつてからもなお活動を続けていることを意味する。

白石（1990）によると、八郎潟湖底下の完新統は、基底の不整合面が海面下-65m付近にある。また、秋田県港湾課が秋田港北部で最近行なったボーリング調査結果（未発表資料）から、ここでも完新統の基底不整合面は海面下-52mあるいはそれ以深にあることがわかった。これら2地域における基底面上位の堆積物は、それぞれ、八郎潟の場合は*Ostrea-Macoma*群集で特徴づけられる干潮線下の堆積物であり、秋田港北部の場合は河川湿地性の堆積物であることから、いずれも基底面の高度は当時の海水準の高度をほぼ示しているものとみなすことができる。Ota *et al.*（1981）によると、完新世始期の海水準の高度は-40m前後にあったと考えられており、2地域の基底面深度はこれより低い位置にある。したがって、これらの地域では少なくとも完新世にはいつてから沈降運動が進行したと解釈される。

本地域ではこの沈降運動と両側ブロックの隆起運動により、互いに逆センスの2つの逆断層（秋田湾中央断層と森岳一大久保断層）に挟まれた、N-S方向に長軸をもつ溝状沈降帯（“八郎潟—秋田湾地溝”と呼ぶ）が形成された（図18）。地溝の規模は、現在わかっている限りでは長さ約40km、幅10数kmであるが長さはもっと北方（能代沖）へ延びている可能性がある。地溝の底面の深度に

については不明であるが、秋田県（1981；図19）によると、第四系の基底は少なくとも-150m以深に達するとされており、かなりの変位量をもつ活構造と言える。50万年前以降全体として強い圧縮の場にある東北日本において、なぜこのような沈降帯が現れるのか興味ある課題であるが、テクトニクス的に圧縮・隆起の場にある場合には、アイソスタティックには沈降（負の浮力による沈下）化へ向かう傾向にあることを示しているのかもしれない。

この地溝形成に直接関与した2つの活断層の、完新世にはいつからの運動についてはまだ解明すべき点が多い。試錐・トレンチ発掘等による目視調査が急務となっている。

7. おわりに

防災の立場からみて、直下型地震はその予知が難しいという問題があるが、もっと深刻なのは、直下型地震の恐ろしさが一般の人々に認識されていないという問題である。実は日本では、1948年の福井地震（M7.1、死者3,895）を最後に44年間も都市直下型地震が起っていない。こんなに長期間も静穏期が続いているということは、歴史的にみて大変稀なこと——例えば、福井地震のわずか3年前には三河地震（M6.8、死者1,961）、さらにその2年前には鳥取地震（M7.2、死者1,083）があった——、それはそれで幸運なことではあった（日本の経済的繁栄は、この地震静穏期に支えられたからありえたという説もある）。しかし、逆に言うと、このことは直下型地震の恐さを知る・伝える人達が少なくなりつつあるということにもつながる。

確かに、現代日本では、当時とは比べものにならないくらい耐震技術が進んだが、その一方で東京などの大都市ではますます過密の度を加え、地盤条件の悪い所にまで人が住みつく様になってきた。潜在的な災害のポテンシャルは、むしろ当時よりも高まっているとみるべきであろう。

ひるがえって、この秋田も例外ではない。例えば、埋め立て地の様な人工地盤がいかに地震に弱いものであるかは先の日本海中部地震が実証済みである。とりわけ、20数年前に「新全総」の一貫として広大な面積の埋め立てが立案されていた「秋田湾大規模工業開発計画」の秋田湾は、1989年ロマプリエタ地震で大きな被害を出したサンフランシスコ湾岸域と地盤地質構造的によく類似している。すなわち、6で述べた様に、八郎潟から秋田湾にかけての一带は、深い溝状の構造を軟弱層（沖積層）が厚く埋積している、日本でも他に類を見ない特異な場所である。私達は、この計画が挫折に終わったことをむしろ幸いであつたとすべきなのかもしれない。

謝辞 小文をまとめるに当たり議論を頂いた通産省地質調査所栗田泰夫氏および本学教育学部白石建雄教授に篤くお礼申し上げる。

主な引用文献

- 相田 勇(1989)：天保4年の庄内地震による津波に関する数値実験，萩原尊礼編著，続古地震，東大出版会，434p.
- Awata, Y. and Kakimi, T. (1985) : Quaternary tectonics and damaging earthquakes in northeast Honshu, Japan. *Earthq. Predict. Res.*, 3, 231-251.
- 大長昭雄(1989)：天保4年の庄内沖地震，萩原尊礼編著，続古地震，東大出版会，434p.
- 羽鳥徳太郎(1986)：文化元年(1804)象潟地震の震度および津波調査．東大震研彙報，61，143-157.
- 羽鳥徳太郎(1987)：西津軽・男鹿間における歴史地震(1694～1810)の震度・津波調査．東大震研彙報，62，133-147.
- 羽鳥徳太郎(1990)：天保4年(1833年)山形沖地震とその津波の規模．地震，43，227-232.
- 平野信一・中田 高・今泉俊文(1979)：象潟地震(1804年)に伴う地殻変形．第四紀研究，18，17-30.
- 藤岡一男(1981)：秋田城時代の地学的自然環境について．秋田考古学，37，1-21.
- 今泉俊文(1977)：男鹿半島の地殻変動と地震．東北地理，29，35-44.
- 今村明恒(1920)：奥羽西部の地震帯．震災予防調査会報告，95，1-102.
- 海上保安庁水路部(1983)：海底地質構造図．沿岸の海の基本図 No. 6328-2-S(秋田).
- 活断層研究会(1991)：新編日本の活断層，東大出版会，437p.
- Nakata, T., Imaizumi, T. and Matsumoto, H. (1976) : Late Quaternary tectonic movements on the Nishi-tsugaru coast, with reference to seismic crustal deformation. *Sci. Rep. Tohoku Univ. (Geography)*, 26, 101-112.
- 大沢 稔・池辺 穰・平山次郎・高安泰助(1984)：能代地域の地質．地域地質研究報告(5万分の1図幅)，地質調査所，91p.
- 大沢 稔・鯨岡 明・栗田泰夫・高安泰助・平山次郎(1985a)：森岳地域の地質．地域地質研究報告(5万分の1図幅)，地質調査所，69p.

- 大沢 稔・鯨岡 明・栗田泰夫(1985b)：羽後浜田地域の地質．地域地質研究報告(5万分の1図幅)，地質調査所，57p.
- 佐藤 裕(1980)：東北地方北西部(津軽地方)の歴史地震(I)．*Sci. Rep. Hirosaki Univ.*, 27, 152-165.
- 千屋断層研究グループ(1986)：千屋断層(秋田県)の完新世の活動と断層先端部の形態—千畑町小森での発掘調査．東大震研彙報，61, 339-402.
- 白石建雄(1990)：秋田県八郎潟の完新世地史．地質学論集，36, 47-69.
- 鈴木康弘・池田安隆・渡辺満久・須貝俊彦・米倉伸之(1989)：庄内平野東縁における完新世の断層活動と1894年(明治27年)庄内地震．地震，42, 151-159.
- 運輸省港湾局(1973)：秋田湾自然条件調査報告書，図面集(I)．
- 宇佐美龍夫(1987)：新編日本被害地震総覧，東大出版会，435p.