

長町-利府断層から見られる塩釜地域の地質構造と 東日本大震災

盛合禧夫（東北工業大学）

Geological structure in the Shiogama area from the observation of Nagamachi-Rifu fault zone and the Great East Japan Earthquake

Tomio MORIAI

Abstract

Pre-tertiary in Tohoku District is only exists in Kitakami mountains and Abukuma mountains. Most of the topography in Tohoku region is Tertiary system and Quaternary system. However, Nagamachi-Rifu fault is an active fault and extends to the east passing through the Shiogama area. Also Pre-tertiary appears along this active fault. Therefore we investigated the relationship between this fault and Kitakami mountains and Abukuma mountains. We assumed that there was an extreme geological structure on this Nagamachi-Rifu fault zone. We would like to stress that following geological structures are related to the Shiogama area.

- (1) Nagamachi-Rifu fault
- (2) Toritame fault
- (3) Triassic formation in the Oshika peninsula

We should watch this fault area and take measures against the damage from the Great east Japan Earthquake in the Shiogama area for the future.

1. はじめに

塩竈市は、海岸よりの大半が埋立地である。すなわち、塩釜市は溺れ谷と呼ばれる数多くの入江が発達し、八百八島と言われる多島海を有する変化に富んだ地形になっている。奈良時代に国府多賀城の港として、香津と呼ばれる都市を丘陵に建設し、平安時代には千尋淵と呼ばれた入江を埋め立て、市、本町地区が拡張された。さらに、鎌倉、室町、江戸時代にも埋め立てが進み、入江は祓川と名を変え塩釜神社の門前町が完成した。埋め立てによる市街地の拡張は、明治以降も断続的に行われ、現在の市街地の60%を占めている状態である。(文献 11、図 1,2) それゆえ埋め立てが多いため、地震災害には極めて不利な条件を有していることになる。後述するが、塩釜地域は長町-利府断層の延長線上にあり、地質的には今後検討すべき問題点があるところでもある。

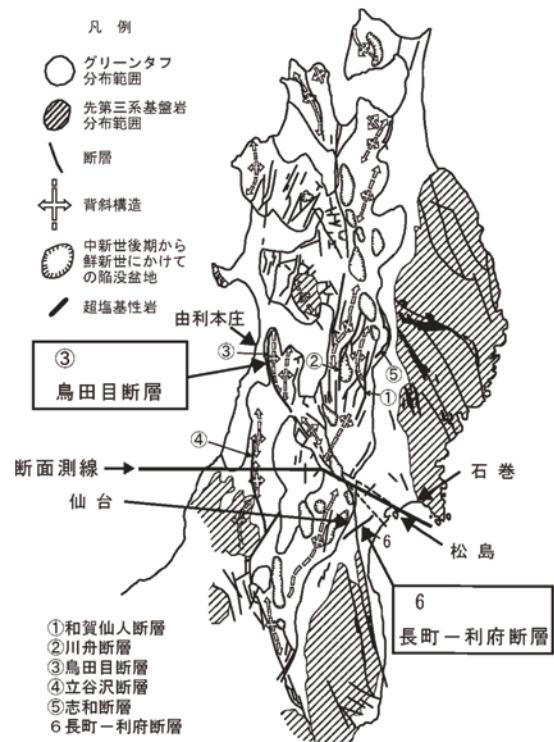


図1 東北地方の地質構造 (北村 1985 に加筆)

2017年10月4日受理
東北工業大学 名誉教授

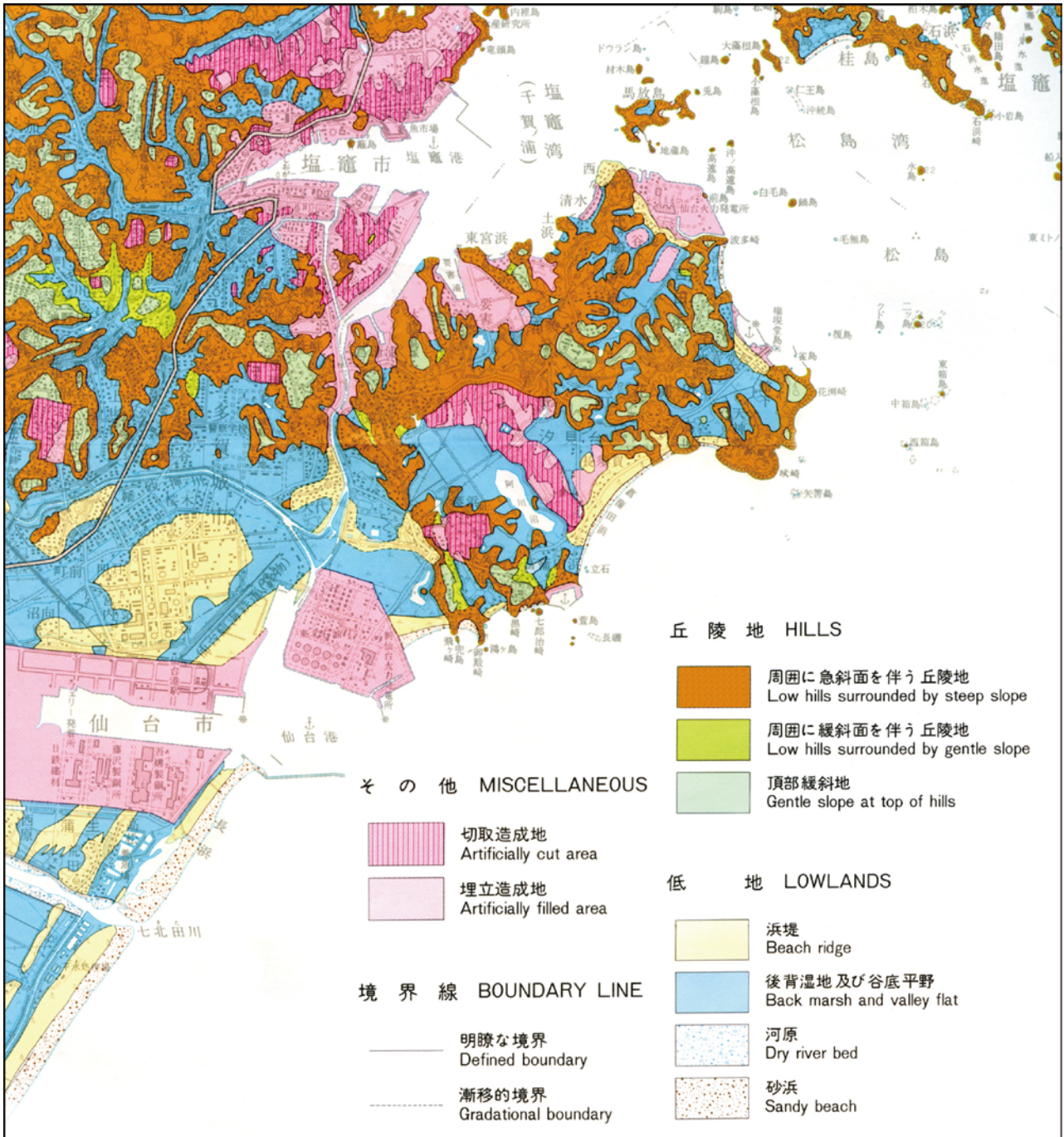


図2 地形分類図 塩釜市
 国土調査昭和57年7月10日指定(国土庁告示代1号)
 土地分類基本調査図(都道府県土地分類基本調査)

2. 東日本大震災（写真4）

2011年3月11日14時26分18秒、宮城県牡鹿半島の東南東130km付近で、震源の深さは24km、マグニチュード9.0の、日本周辺では観測史上最大の地震であった。私はたまたま塩釜市の都市計画委員長をしていたので、その実情を把握していた。すなわち、塩釜市も当然相当な被害を受けたが、その概要は次の通りであった。塩釜地域の地震による津波の高さは1.5m～4.8m、最大浸水高は4.8m、浦戸では8mであった。人的被害は47人が津波の犠牲になり、関連死は18人と認定された。住家非住家を合わせての被害は13333件で、全壊1017件大規模損壊2240件、半壊2308件、一部損壊7768件であった。あれから5年をかけて、塩釜地域は塩釜市長を中心とした懸命な努力によって、平成28年4月23日には港町一丁目海岸通地区に津波デッキを開通することになり、また、杭打ち工事など様々な地震被害対策を行ってきた。（写真1-3）

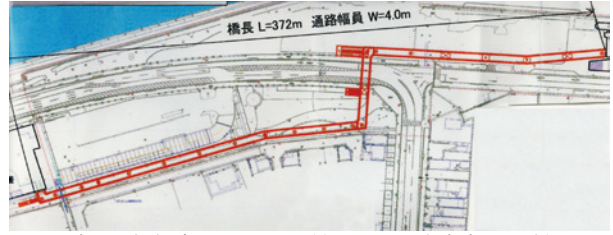


写真1 津波デッキ平面図（2016年に塩釜市が完成）



写真2 塩釜市 津波デッキ（2016年に塩釜市が完成設置）



写真3 杭打ち工事（2016年に塩釜市が工事中）

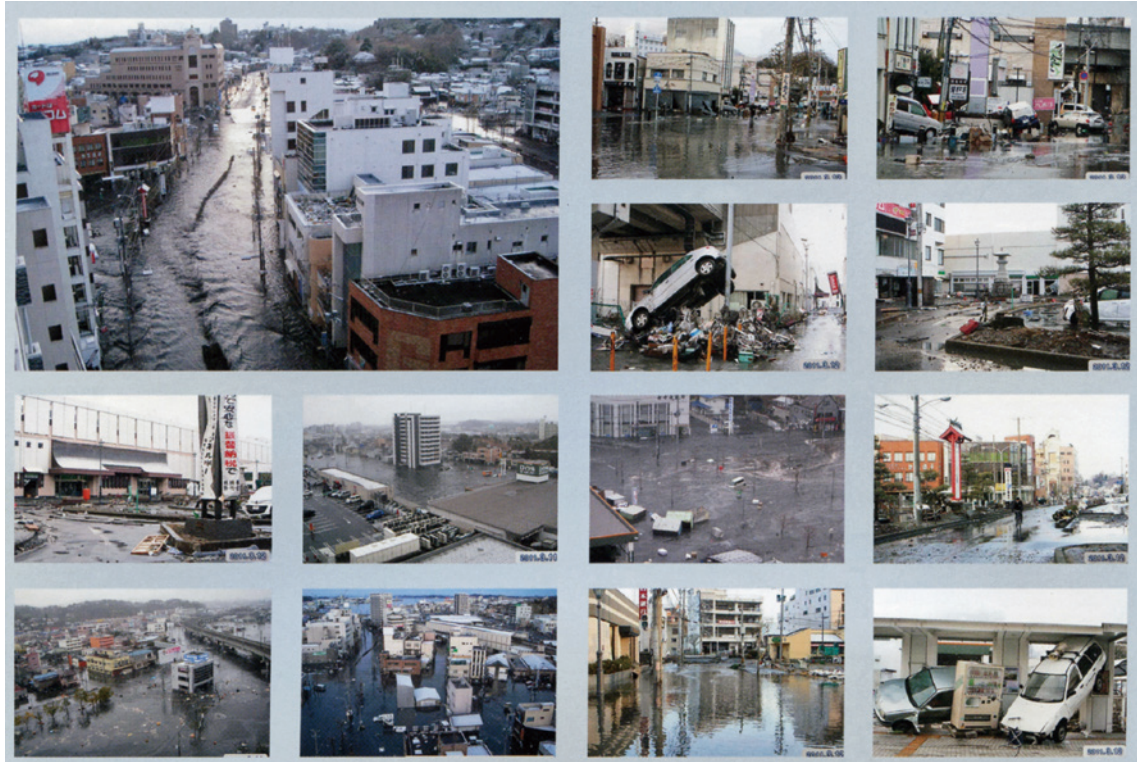


写真4 塩釜市 東日本大震災の記録 MPO みなとしおがま（2016年の記事による）

3. 塩釜地域の地質

本地域は北上山地南端部と阿武隈山地との間に広がる海岸平野の中央部にあり、松島湾の南岸部に位置している。本地域の地質は三疊紀の利府層(写真5)を基盤とし、新中新統及び鮮新統によって構成されている。第四系は海岸平野部を占める沖積平野堆積物によって代表され、段丘堆積物は殆ど見られない。層序は表1で示した通りで、新第三系は下位より、塩釜火砕岩、佐浦町層、網尻層、松島凝灰岩、大塚層、吉田浜層、葦山石英安山岩、東宮浜層、汐見台層、下馬層に区分される。塩釜火砕岩は安山岩、同質集塊岩、佐浦町層は凝灰岩、凝灰質角礫岩、植物化石を含み、この両層は陸上の火山活動の結果として考えられ、さらに、この上に網尻層が乗り、砂岩、凝灰岩と半かん性貝化石のオキノメンカイ、植物化石のコンプトニフィルム・リクイダンバーを含むことによって陸地が次第に沈下したことを意味している。松島層は軽石凝灰岩、礫岩、凝灰質砂岩を含み、大塚層は砂岩、凝灰岩、凝灰質シルト岩、下部から *Actinocyclus ingenes* その上部には *Denticulopsis lauta* (大塚層の大半)の珪藻化石が産出して、K-Ar年代測定とほぼ一致している。(15.5Ma 地質年代) その上位に吉田浜層、葦山石英安山岩、東宮浜層、汐見台層が分布し、発達しており、その岩質は凝灰岩、砂岩、シルト岩、火山性堆積物であるが、これらの地層は側方移化、指交関係、層相変化、構成機構も異なっているため層序関係はより複雑になっている。これらの地層の上位には鮮新統の下馬層のシルト岩、砂岩、凝灰岩が被覆し、更に第四系と繋がっている。



写真5 利府層

表1 塩釜地域の層序(宮城県)

大区分	小区分	堆積物・地層名	地質時代	
未堆積物	礫・砂・泥	a・1	沖積平野堆積物	完新世 第四紀
	礫・砂	a・1	浜堤堆積物	
半堆積物	礫岩・砂岩・凝灰岩・凝灰質シルト岩亜炭	b・1	下馬層	鮮新世
固結堆積物	礫岩・砂岩	c・3	汐見台層	新第三紀
	礫岩・砂岩・凝灰岩・凝灰質砂岩	d・4	東宮浜層	
	シルト岩・砂岩・凝灰岩	d・4	吉田浜層	
	砂岩・シルト岩・礫岩	d・4	吉田浜層	
	凝灰質砂岩・凝灰質シルト岩・シルト岩	d・4	大塚層	
	砂岩・シルト岩・凝灰質砂岩・凝灰岩	d・4	網尻層	
	凝灰質砂岩・凝灰岩・礫岩	d・4	網尻層	
	凝灰質砂岩・凝灰質シルト岩・凝灰岩・火山角礫岩	d・4	佐浦町層	
	頁岩・砂質頁岩・砂岩	e・5	利府層	
火山性堆積物	石英安山岩溶岩・火山角礫岩	d・5	葦山石英安山岩	中新世 新第三紀
	凝灰角礫岩・軽石凝灰岩・凝灰質砂岩	c・4	松島凝灰岩	
	安山岩質火山角礫岩・凝灰角礫岩・軽石凝灰岩	d・5	塩釜火砕岩	

4. 地質構造解析

4-1 長町-利府断層(図1-3)

長町-利府断層は中央構造線とほぼ平行であり、東北地方では少ない方であるが、基本的な方向でもある。この断層は宮城県村田町から利府まで、約20~40km(図1-3)の長さを持ち、北東-南西の方向を示している。西側が東側に対して隆起している逆断層である。中新世に正断層として活動したものが第四紀に再活動したもので、確実度I、活動度Bの活断層とされている。今泉、佐藤(2005)は最近の活動時期を16000年前としている。松島湾の北方の浜田ではこの断層沿いに三疊系の地層が地下深部から押し上げられて隆起帯を形成している。しかしこの断層は、北東部の松島付近では鳥田目断層によって断たれ、その先は見えない。(図1、写真6)なお、この断層の活動の研究は数多く長い間行われているが、まだまだ不明な点が多いのが実情である。また、断層の活動間隔は約3千年程度と考えられているが、活断層として今後とも要注意の地域であることには変わらない。

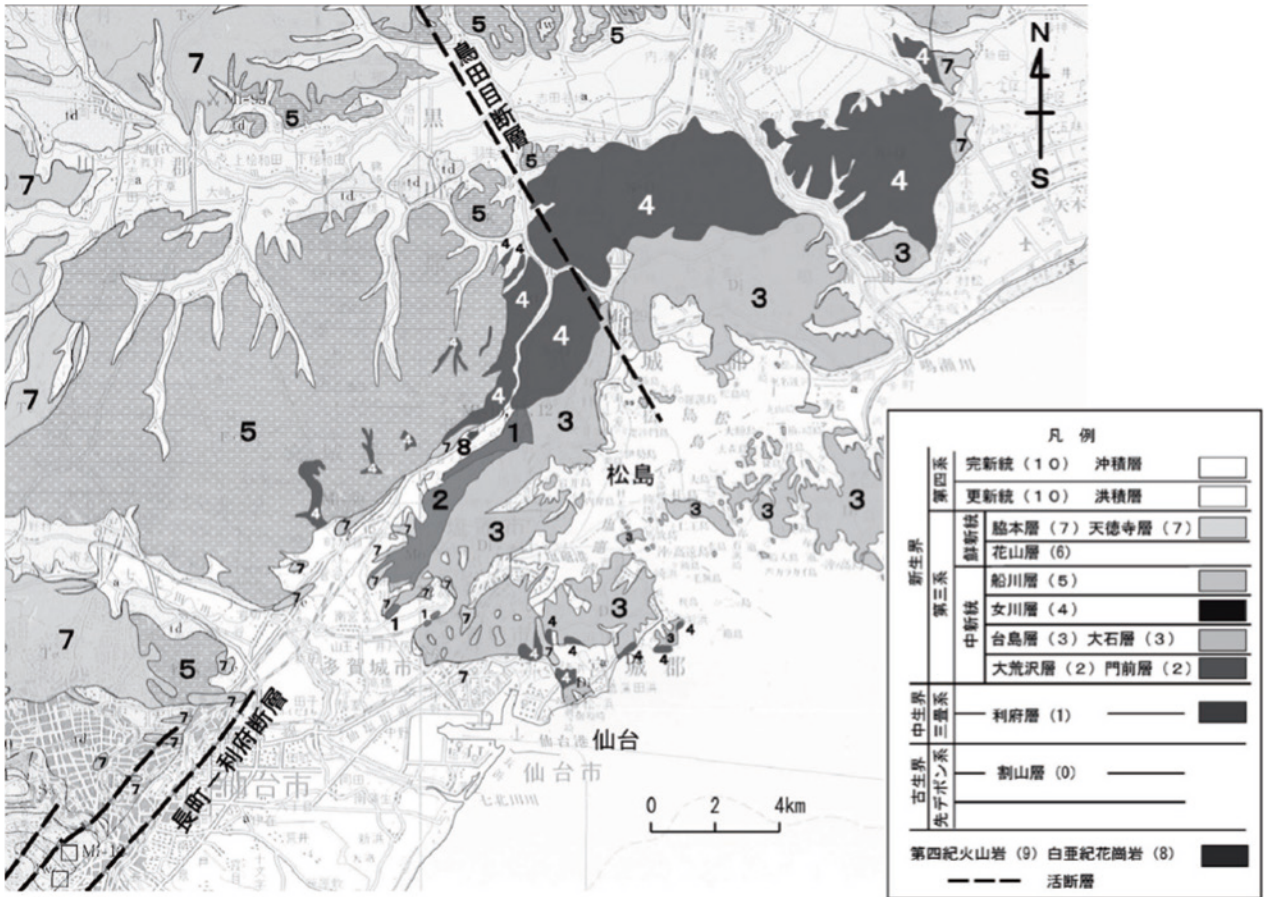


図3 松島付近の地質図（地すべり学会東方支部発行、東北地方土木地質図に加筆）

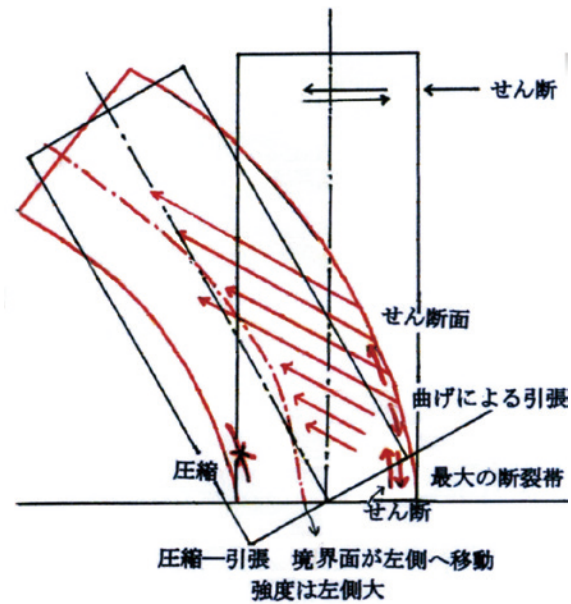


図4 NW性のせん断面



写真6 利府層（断層）

4-2 鳥田目断層 (図1-3)

この断層はNW性の方向を示している。末端部は松島湾付近で見られるが、その先は不明である。この断層の方向はこの付近に発達している鳴瀬川、江合川も同じ方向であり、東北地方では数多く見られる傾向にある。岩石磁気の資料によると、日本列島の先新第三紀の岩石が大陸から離れて現在の位置に到着したのは、前期中新世の比較的短い期間のことであった。更に、この短い期間に本州の東部は反時計回りに25度回転している。このことを模式的に書いたものを図4に示した。この鳥田目断層は秋田県由利本庄市の東方約10kmの出羽丘陵内に発見されており、これから南東方向に延び、太平洋側へと繋がっている。変位量800~1000kmに達する逆断層で、确实度Ⅱ-Ⅲの活断層と推定される。北東方向から南西方向へ押し上げたような褶曲した形をしている。これは、先第三系の構造等に規制されている可能性があると考えられる。この断層沿には地すべりが多発しており、種々報告されている。また、この付近には新規火山の石英安山岩質火砕流も見られ、この断層に支配されているものである。

4-3 三畳系(約2億5千万年前)の出現と長町-利府断層(活断層)

(1) 超大陸パンゲア大陸*の分裂

超大陸パンゲアは三畳紀にプレートの運動によってテチス海**を境にして諸大陸、衝突、合体等をして北と南に大分裂してしまう。この影響は東北本州弧の長町-利府断層の成因にも及んだものと思われる。また、仙台において盛合は2004年に合の沢層(上部デボン紀)に不整合に覆われている割山層を発見した。この地質は200m~800mまでは中新世の名取層群で、その下部が先デボン紀層の割山層であった。この割山層の上位層(石炭紀層、二畳紀層)は東へ向かって地表下で順次被覆していくが、利府-塩竈付近に来ると長町-利府断層の逆断層の作用で、僅かに三畳系の一部が地表に張り付き状に顔を出すようになるが、さらに東部の牡鹿半島に行くと、三畳系が地表に発達するようになってくる。これは長町-利府断層が牡鹿半島へ向かって進むと、その半島の西境界にある北上川の流路でもあるNS性の断層(推定で

あるので図面には表現していない)地域を横断せざるを得ず、この断層を通過すると三畳系が、これまでとは異なり広く分布するようになってくる。また牡鹿半島はNS性の断層も多いがNE性の断層も多く存在しており、このNE性の方向は長町-利府断層と同じである。一方、東北地方弧の東全面の北側の北上山地と南部の阿武隈山地は約2000万年前には両山地は一体(図5)であったのが、約1600万年前には現在のように切断されてしまった。(図1)当時は暖流が流れ、海には稲井竜、歌津魚竜、珊瑚礁もあり、ピカリア(巻貝最大10cm)等の巻き貝も生息し、パレオパラドキシア等の哺乳動物の化石も発見されている。これによって、三畳系の出現、生物の生息、北上山地-阿武隈山地の切断、長町-利府断層との関係が明らかになった。

(2) 地殻変動

2011年3月11日の東日本大震災は海溝型地震の発生であり、北海道東南部から青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉等に被害があった。日本列島の海底の東側には日本海溝があり、海洋プレートが大陸の下に沈み込む時に大陸プレートも一緒に引きずり込もうとする。これが長年続くと太平洋プレートに大きな歪みがたまり急に元に戻る。その時の震動が地震になる。また、内陸直下型地震も関係していたと思われる。また、長町-利府断層は活断層であるので、地震損傷との関わりは否定出来ない。

脚注

*パンゲア大陸(Pangaea):約3億年前の地球に存在していた大陸。これが分裂・移動して現在の諸大陸になった。北半分をローラシア、南半分を Gondwana と呼ぶ。

**テチス海(Tethys):中生代(約2億5217万年前~6600万年前)にユーラシア大陸とアフリカ大陸の間に広がっていた大洋で古地中海とも呼ぶ。現在は深海に沈み込み見えないが、南北の大陸はアルプス・ヒマラヤ山系で接している。



図5 北上山地と阿武隈山地（仙台市）

4-4 仙台-塩釜-南部北上山地の三畳系

南部北上山地の三畳系は宮城県内に分布しているが、微化石のコノドントの研究が進んでから、北部北上山地のチャート地域にも広く分布することがあきらかになってきた。牡鹿半島の三畳系は図6のように、二畳系に囲まれた盆状向斜構造を呈しながら発達している。この三畳系の地層から矢部（1918）は *Daonella* を発見して *Daonella Beds* と呼んだが、市川（1949）は利府層（写真5, 9）と改称した。この利府層は、下部、中部、および上部に区分され、下部は縞状を呈する粘板岩、中部は暗青色砂岩、黒色砂質粘板岩の互層、上部は暗灰色細粒砂岩、砂質粘板岩からなり、約500mの厚さを持つ。また、地層（図7）にも示しているように、多産する化石から Scythian, Anisian, Ladinian, Carnian, Norian, Rhaetian に相当している。全体的には南部北上山地は歌津変動、大谷運動、松岩運動によって、また最終的には大島造山運動（宮城造山運動）などで、複雑な構造発達も関係していたことも想定出来る。これらの構造は白亜紀後期頃に存在していた日本列島の原型を主として作ったイザナギプレート（現在は無い）によるもので、一億三千万前～一億年前に現在の北西太平洋に相当する地域に存在していた。そして、やがてアジア大陸に衝突しながら北東に運動したため、多くの横ずれを発生させた。このプレートは、中央構造線の形成もその一つの流れであり、西日本から中国地方、関東東北、北海道まで大きな影響を与え、その後も北西に向かって運動し始め、年に20-30cmの速さでユーラシアプレートの下に沈み込んだ。やがて、約2千5百万年前頃には完全に埋没して消滅してしまった。その後、北米プレート、太平洋プレート、フィリピンプレート等が継続活動している。

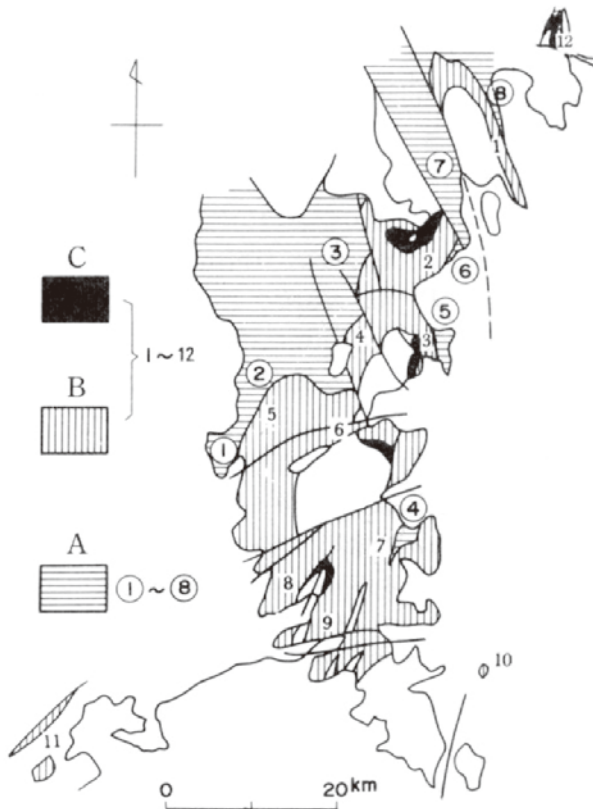


図6 南部北上山地の二畳系の1部および三畳系分布図（小貫義男）

- A ①～⑧ 二畳系登米層（ヨコ縞）
 ① 豊里鴉波, ② 登米北沢, ③ 藤沢大籠, ④ 雄勝, ⑤ 歌津田の浦, ⑥ 本吉大谷海岸, ⑦ 気仙沼, ⑧ 唐桑
- B 下部・中部三畳系稲井層群（タテ縞）
- C 上部三畳系皿貝層群
 1 唐桑, 2 本吉・長ノ森, 3 伊里前・皿貝, 4 大籠, 5 登米, 6 飯野川・戸倉, 7 雄勝, 8 稲井（井内）・水沼 9 渡波, 10 江の島, 11 利府・多賀城, 12 大船渡

地質時代	層序	柱状図	層厚 m	主要化石
中生代	Heitangan	蓮の浜層		<i>Genazigrionia</i>
	Rhaetian	長ノ森層	20~	F <i>Monotis</i>
			250	E <i>Dutynennites</i>
	Carnian	新船層	60~	D Coal or Coaly shale
			300	
	Ladinian	利府層	300+	C <i>Daonella hotni muristrata</i> Zone 10 <i>Monophyllites iwengense</i> Zone 9 <i>Protetrachyceras reitzi</i> Zone 8 <i>Paraceratites trinodosus</i> Zone
			800~	7 <i>Sturia sansovianii-Monophyllites sphaerophyllus</i> Zone 6 <i>Hollanites japonicus</i> Zone
			1500	
	Anisian	伊里前層	300~	5 <i>Balatites</i> Zone
			500	
Scythian	大沢層	180~	4 <i>Leiophyllites pitamaha</i> Zone 3 <i>Subenlyphites perrini-smithi</i> Zone B <i>Utatusaurus</i> (歌津魚竜)	
		300	2 <i>Mesoceras-Euflemingites</i> Zone	
		300		
Chiduran	登米層 (上部) 新船層	150~	A <i>Entolium-Eumorphotis</i> Zone	
		300	1 <i>"Glyptoceras" gracile</i> Zone	
古生代				<i>Palaeofusulina</i> <i>Cotantella</i>

図7 三層系層序区分および主要化石等
(小貫・板東, 1959, 村田・下山, 1979 等から)
1~10 アンモナイト, A・C・F 貝化石, E 箭石,
B *Utatusaurus hataii*
小貫義男 (1981) 北上川流域地質説明書

4-5 東北地方の断層帯

次に構造帯中の大きな断層をあげてみると、北上山地にはNW性の断層があり、北から田老断層、関断層、葛巻断層、盛岡一五葉山断層、早池峰一五葉山断層、日詰一気仙沼断層、人首一千厩断層、更にこれらの断層に斜交しているNE性の断層が数本ある。阿武隈山地には東からNW性の断層が双葉断層、畑川断層、井戸沢断層、棚倉断層があり更に、NE性、NWW性の小断層がこれらに斜交している。背面のグリーンタフ地域にはNW性の断層があり、またNS性の断層も多数あり、盛岡構造線も含まれる。更にNS性の方向の中には、脊梁山脈の火山活動に伴う断裂性の大陥没地帯も存在している。尚、NW性の断層は既述したように (図4) 東北地方が西方へ回転したときに発生した可能性が大きい。

結語

北上山地と阿武隈山地の連続していた古生層及び中生層の大部分の構造は、花崗岩の貫入を伴った大島造山運動 (白亜紀アプチアン階) によって行われた。また、これを広く見ると即ち、南部から北方に向かって緩く傾斜しているような構造が見られる。これは、日本列島がまだ大陸から分離していなかった時代に大陸縁辺部に堆積した前弧堆積盆地の堆積物が太平洋底のサブダクションの過程で、太平洋堆積物の付加を伴いつつ累積した現象によるものと思われる。岩石磁気 (岩石が出来た時の地球磁場の記録) の資料によると日本列島の先新第三紀の岩石が大陸から離れて現在の位置に到着したのは、前期中新世の比較的短い期間であった。この短い期間に本州の東部は反時計回りに25度、西部は時計回りに45度回転したことになる。結果としては、アジア大陸の東縁部にあった断裂が開き、その外側が扉のように開き動いて、太平洋北西縁の島弧になったと考えている。それで日本海の拡大も過去の経過を含めて何時、何が起こるかかわからないので注意しなければならない。そして、長町-利府断層付近を中心として北上山地と阿武隈山地も分離してしまった。即ちこれらの構造運動の中心となったものはこの断層帯であった。それ故地質学的には塩釜・松島地域は、東北地方では今後とも警戒、研究しなければならないところである。この時発生する地震と建物との関係であるが、地震に対してのほんの少しの知識を持っていれば、多額の費用をかけなくても地震に対して十分耐える地盤に改良することが出来る。即ち、悪い地盤でも良い地盤と置き換えれば、住家の被害は軽微で済むことも事実である。いくら建物だけ補強しても地盤の破壊によって住家は顕著な被害を蒙るからである。地盤の改良には置換工法、浅層混合処理、載荷工法、脱水工法、締固め工法等がある。今回、長町-利府断層と地質構造、災害との関係、特に6年前に起こった東日本大震災について塩釜を中心に述べた。東北日本の地震は東北沖合で発生したものが多く、その中で大地震を見ても、869年 (1149年前) に起こった貞観地震 (マグニチュード8.3-8.6) から11回も発生している。特に

1896年6月15日の明治三陸地震では2万2千人の死者、行方不明者が出ている。最後に発生した震度7（マグニチュード9.0）の東日本大震災は最大であった。この11回の大地震の平均再来間隔は約600年と評価されており、太平洋プレートの沈み込みによる歪みが引き起こす海溝型地震と考えている。また、紀元前や弥生時代（約2000年前）にも地震が知られている。前に述べたように、中国大陸に平行な中央構造線、長町-利府構造線など、断層、火山、プレートが関係している海溝型巨大地震発生の可能性は何時起こるかわからない。それで、その中心の塩釜、松島の構造解析を行った。また、長町から牡鹿半島にかけての中生層（特に三畳系）の特殊構造と長町-利府断層との関係の概要も記載した。なお末筆であるが、塩釜市長、および都市計画課から資料の一部を引用させてもらったので御礼申し上げる。

城県企画部土地対策課

11. 東日本大震災・復旧・復興の記録（2015）宮城県、塩釜市
12. 仙台市教育会（1997）：仙台の自然、仙台市

参考文献

1. 盛合禱夫（1973）：福島県東会津、村杉地区の地すべりについて、Block glide の発生機構、応用地質 Vol. 14 No. 3 pp. 113-120
2. 盛合禱夫・山田（2013）：鳥田目断層、長町-利府断層と松島、第52回地すべり学会研究発表会講演集 pp. 90-91
3. 盛合禱夫・山田（2015）：松島の生い立ち、東北工業大学紀要 I：理工学編
4. 盛合禱夫・上野春雄（2004）：仙台市における先デボン紀と温泉の新発見及び地すべりとの関連について地すべり学会誌 Vol. 34 No. 3 pp. 9-16
5. 小貫義男（1981）：北上川流域地質図説明書、長谷地質調査事務所
6. 小貫義男（1969）：北上山地地質誌、長谷地質調査事務所
7. 北村信（1985）：東北地方の基盤地質、地すべり学会東北支部
8. 宮城県高等学校理科研究会地学支部（1975）、宮城県の地質案内、宝文社
9. 石井武政・柳沢・山口・阿部（1982）：塩釜地域の中新世火山岩の K-Ar 年代、地質調査所月報、第33巻第9号 pp. 425-431
10. 宮城県（1982）：塩釜・岩沼（土地分類基本調査）宮