

## 5. 地 盤

### 5.1 概説

地震による被害は、近年の耐震設計技術の進展のため、地震動そのものによって構造物が損壊するケースは特別のケースを除き、少なくなっている。しかし、地盤の液状化あるいは盛土斜面の崩落に代表されるような地盤の崩壊に起因する被害の発生は、多くの経験と教訓を受け継いでいるにもかかわらず繰り返されている。

周知のように北海道には軟弱地盤が広く分布しているほか、地震の発生頻度も高く、多くの経験を生かした対策の検討が進められてきた。しかし、今回の地震においても、地震動に対する地盤あるいは基礎の設計の不適切さに起因する災害事例が多発した。さらに海岸線に急峻な地形が迫っている北海道の南西地域では、地質的問題もあって、自然斜面の崩落例も少なくなかった。奥尻島における大規模な斜面崩落は、わが国の地震史に残る惨事とされよう。

本章 5.2 では、被害の集中した道南各地および奥尻島の地質構造と層序・岩層を、5.3 ではそれらの地域の地形と土質の概要を、また 5.4 では地盤の災害の概要を、道路、鉄道、橋梁・トンネル、河川および周辺農地、港湾・空港施設、家屋・住宅地およびライフラインの被害等に分類して記述している。

## 5.2 北海道南西部の地質

### 5.2.1 地質構造

北海道南西部は東北日本弧の北方延長にあたる。砂岩・泥岩・チャートや緑色岩類からなる中・古生界と、それらをつらぬく花崗岩類を基盤として、海底火山活動の産物である厚い新第三系の火砕岩類や火山岩類が発達する。この一連の火成活動はグリーンタフ変動と呼ばれ、第四紀まで継承される。東北日本の日本海東縁部は地質構造からみると特異な位置にある。北海道南西部の日本海東縁から、本州中部のフォッサマグナにかけては多くの活断層が追跡される。これは、富山トラフより東の日本海東縁の大陸斜面にみられるもので、陸上の褶曲帯も含め日本海東縁変動帯とも呼ばれる。今回の地震や1983年日本海中部地震をはじめとして、東西圧縮による逆断層地震が多発するところから、この地帯ではプレートの沈み込みが始まっている可能性も指摘されていた<sup>1)</sup>。つまり、北米プレート

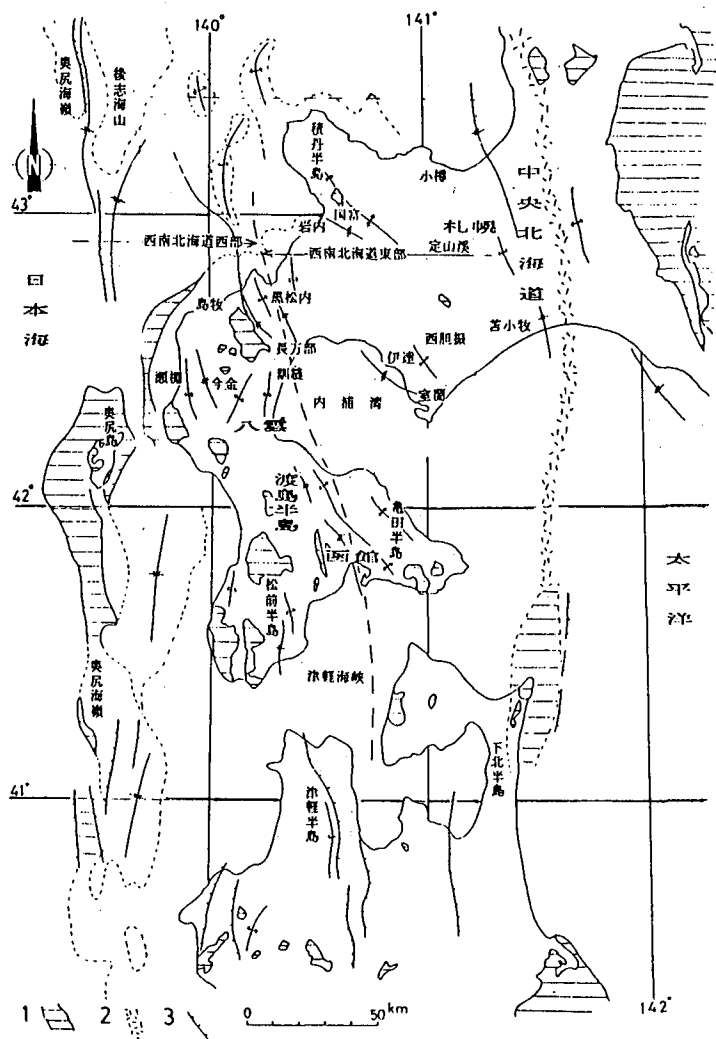


図5.2.1 東北日本弧北部の地質構造図<sup>9)</sup> (1. 中・古生界の分布域, 2. 新第三紀火山碎屑岩の東縁, 3. 主な断層)

とユーラシアプレートの収束境界にあたる可能性があるという指摘である。西南北海道の中・古生界は、石炭～三畳紀の海山・海洋島起源の地質体と、ジュラ～白亜紀の陸源性の堆積物から構成される複合地質体であり、プレート収束帯で形成された付加体の特徴を示す。その東縁には、空中磁気探査などのデータから白亜紀前期の火山帯が想定され、西南北海道は中生代にはプレート収束帯における前弧～海溝系に位置していたことを示唆する<sup>2)</sup>。中村<sup>3)</sup>は、日本海盆東縁から富山トラフにかけて、凹状の海底地形が連続するところから、新しい海溝が作られつつあるところかもしれないと述べている。中生代に北海道にあった収束帯が、新生代に至りジャンプし、日本海に新たな収束帯(海溝)が形成されたというのである。

西南北海道の応力場は、後期中新世から第四紀にかけて東西方向の圧縮場であり、それ以前では同じ方向の伸長場であったという<sup>4)</sup>。奥尻海嶺は、日本海盆に接して位置し、東西圧縮により形成された上昇帯である<sup>5)</sup>。このように、東北日本の日本海側に、現在も活発な構造帯が存在するのは、島弧をつくった運動、とくに日本海の形成と密接に関連する。乙藤ら<sup>7)</sup>による、古地磁気による日本海の生成と本州弧のテクトニクスに関するモデルによると、日本海は2100万年以降に拡大をはじめ、1200万年前には終了したという。このため西南日本弧は58°前後の時計まわりの回転運動したというものである。回転運動は、きわめて限定された短い期間に行われ、中新世中期約15 Maの時期にわずか100万年以内の短期間という。日本海は背弧海盆の拡大を含む大きな伸張テクトニクス場となり、これが原因で急激な回転運動が生じ、弧状列島が形成されたというものである。すなわち、西南日本弧と東北日本弧は相反するセンスの回転運動の産物であるとの結論である。わずか100万年の短い期間で日本海が完全に開いたとすると、拡大速度は60 cm/年に達し、現在の地球上ではまったく観測されていない急激な変動が、日本海周辺で起こったことになる。

西南北海道の地質構造は、堆積盆地の構造方向の特徴から、中新統の構造は南北性で、鮮新統以降では北西～南東方向を示す。こういった一連の構造運動は、島弧を形づくるという意味で島弧変動とも呼ばれるが、その運動は現在にもひきつがれているわけである。

## 5.2.2 層序・岩相

### (1) 中・古生界

西南北海道の松前～福島地域に分布する中・古生界は松前層群と一括されているが、その層序や構造には明らかにされていない点が多い。砂岩・泥岩・チャート・石灰岩・緑色岩類などで構成される。石炭紀・二畳紀・三畳紀の化石の産出が報告されている。奥尻島には白亜系が分布する。流紋岩質凝結凝灰岩・凝灰質砂岩の互層・黒色泥岩・安山岩溶岩からなり、奥尻層と藻内(もない)火山岩類とに区分されている<sup>9)</sup>。

### (2) 古第三系

西南北海道の新第三系の分布は狭く断片的であるが、奥尻島にみられるものが、比較的顕著である。白亜紀の花崗岩類をおおう玄武岩・炭質頁岩・泥岩と流紋岩質溶岩・流紋岩質凝灰岩などで構成される。松江玄武岩層と鳥頭川(ぶしがわ)層に区分されている。

### (3) 新第三系

西南北海道には、新第三系が広く分布する。これらの地質系統は地域ごとにそれぞれ命名されてい

るものが多く、全域にわたる厳密な対比には問題もあるが、古くより次のような標準的な層序区分がなされ現在も踏襲されている。すなわち下位より、福山(ふくやま)層、吉岡(よしおか)層、訓縫(くぬい)層、八雲(やくも)層、黒松内(くろまつない)層である。このうち、松前半島では八雲層と黒松内層の名称は使われず、下位より木古内(きこない)層、厚沢部(あつさぶ)層、館(たて)層に区分されている。以下にそれぞれの岩相の特徴を簡単に説明する。

a) 福山層

この地質系統の大部分の年代は前期中新世であるが、近年報告された溶結凝灰岩の放射年代値により、最下部は漸進世に属するものと思われる<sup>9)</sup>。奥尻島にも同様の地質系統がみられ、青苗川(あおなえがわ)層と呼ばれる。福山層は、南部の松前半島に模式的にみられる。主に陸上での火成活動の産物である溶結凝灰岩や火山砕屑岩類から構成される。最下部に基底礫岩がみられ下位の中・古生界を不整合に覆う。青苗川層は、分布の面積は狭いが、奥尻島のほぼ全域にみられる。主に、赤紫色の火砕岩・溶岩で構成され、亜炭層を介在する砂岩・泥岩を伴う。

b) 吉岡層

下位の福山層を不整合に覆う地質系統で、主に泥岩層からなる。下位の福山層より冷温性の阿仁合

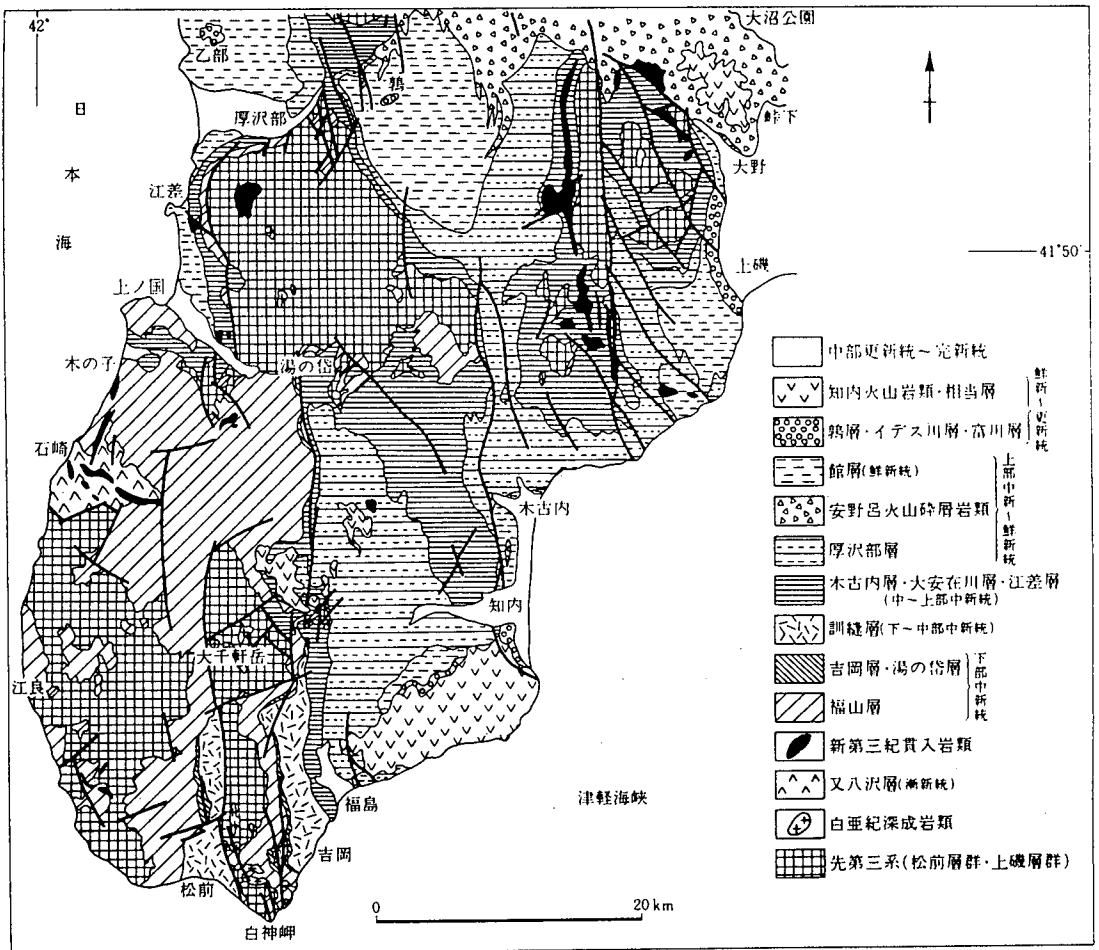


図 5.2.2 松前半島の地質図<sup>10)</sup>

(あにあい)型植物群が産出するのに対し、吉岡層は温暖性の台島(だいじま)型植物群、および暖海系の八尾～門ノ沢(やつお～かどのさわ)動物群が、産出することで特徴づけられる。この地質系統は南北方向の狭い分布を示し、中・古生界や福山層の堆積場の内側に形成された凹地の堆積物と考えられる。堆積相は、ところにより陸成～海成相を示し、砂岩・亜炭や、化石を含む泥岩からなる。堆積相から判断すると、広域的には内湾性から外洋性に移行する。この時期は、東西方向の引張りの応力場であったことを示唆する。

c) 訓縫層

訓縫層の模式地は、北方の長万部町・国縫(くぬい)であるが、松前半島にも同様の地質系統がみ

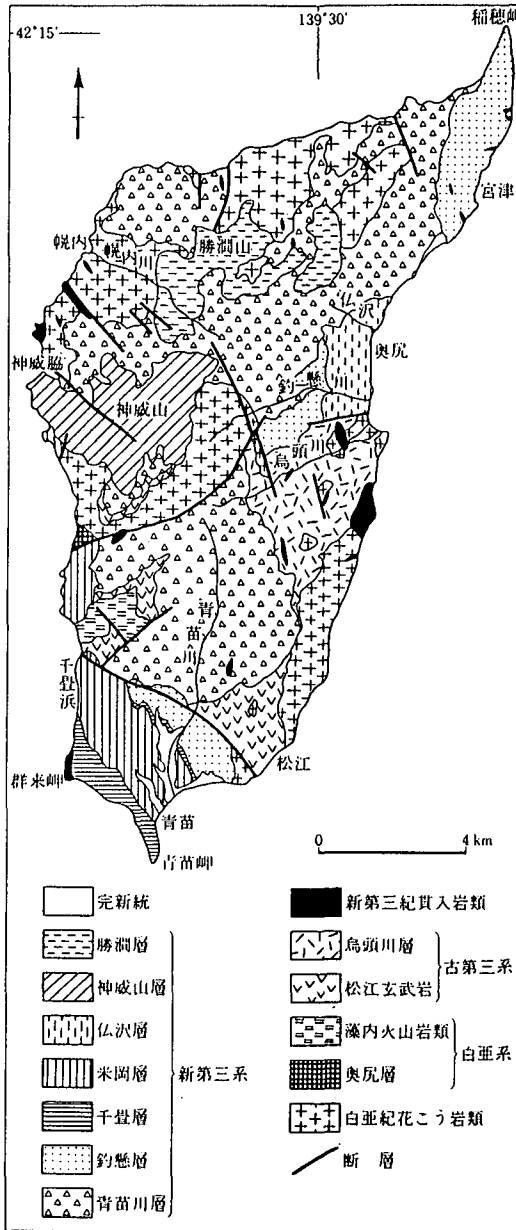


図 5.2.3 奥尻島の地質図<sup>10)</sup>

られることから、この名前が踏襲されている。吉岡層が堆積した狭長な海が、広域に拡大してゆく層相がみられる。下部には、礫岩・砂岩からなる浅海成層がみられるが、主部は、グリーンタフと呼ばれる、火山活動を起源とする緑色の火砕堆積物が、厚く発達する。緑色凝灰岩・凝灰角礫岩・緑色砂岩・安山岩溶岩などで構成される。凝灰岩の放射年代は、中期中新世を示す。奥尻島に分布するこの年代の地層は、釣懸(つりかけ)層と呼ばれる。西南北海道から本州東北部に延びる、大規模な海域が広がっていったことを示す。

#### d) 木古内層・館層

沈降域の拡大に伴い、頁岩などの細粒堆積物が広く堆積した環境を示す地質系統である。木古内層は、主に珪質頁岩と泥岩から構成される地層でしばしば凝灰岩層をはさむ。松前半島では、木古内川流域に模式的にみられる。この上位の、無層理のシルト岩からなる地層を厚沢部層と区分している。奥尻島では両者をあわせ千畳(せんじょう)層と一括されている。島の南部のみにみられ、松前半島に発達するもの同様、珪質頁岩・泥岩で構成される。

#### e) 館層

西南北海道では、鮮新世以降は堆積盆地が分化し、各地に多様な堆積物がみられる。松前半島に分布する館層は、主にシルト岩・凝灰質砂岩・軽石質凝灰岩から構成される。奥尻島にみられるこの時代の地質系統は、シルト岩・火山角礫岩・軽石質凝灰岩などで構成され、下位より、米岡(よねおか)層・神威山(かむいやま)層・勝間(かつま)層に細分されている。

### (4) 第四系

西南北海道の第四系は、砂岩・礫岩からなる海成層、鮮新統を覆う火山砕屑物や溶岩流や、平野部に発達する完新統で構成される。海成層や火山砕屑物類の分布は、現在の地形と対応し、新第三系で構成される山地の周辺部にみられる。奥尻島では、10段にもおよぶ段丘堆積物が発達する。いずれも1~3mと薄く、礫層・砂層が主体でしばしば泥炭層を挟む。

## 5.3 北海道南西部の地形と土質

北海道の地形区分の大要については、瀬川<sup>11)</sup>による体系的区分がある。このほか、国土庁より発行されている土地分類図<sup>12),13)</sup>による分類がある。当報告では、基本的な地形区分は後者に準じた。各地域の範囲は行政区界に基づく各支庁界の範囲とした。また、沖積低地の土質の概要については、既往の資料を参考にそれ以降、新たに追加されたボーリング等の資料を加筆し、一部を修正した。

北海道南西部の地形を瀬川ら<sup>12),13)</sup>に従い、大~中起伏山地・小起伏山地および山麓地・台地および丘陵地・低地に4区分すると図5.3.1に示すとおりである。

### 5.3.1 後志地方

#### (1) 山地

渡島半島北部山地は、積丹半島の背梁をなす積丹~余市山地、羊蹄・ニセコ火山地、黒松内低地帯を境とし、北東側に位置する礪谷山地、南西に位置する狩場山地に4区分される。

積丹~余市山地は、標高1000~1500mの山地が北西~南東方向に連なる中~小起伏山地である

が、積丹半島先端の南西側は一部、大起伏山地となり、急崖をなして海に臨む。羊蹄・ニセコ火山地は1893 mの円錐形・成層火山である羊蹄山およびその北西に連なる標高1100~1300 mのニセコ火山群から構成される新第三紀末~第四紀の火山活動の結果、形成された火山地である。磯谷山地は、標高1046 mの昆布岳を主峰とし、幌内山~幌別岳へと連なる新第三紀~中期更新世にかけて形成された火山性の中~小起伏山地である。狩場山地は、標高1520 mの狩場山を主峰とし、新第三紀から第四紀にかけて形成された火山碎屑岩類および堆積岩類よりなる山地である。特に、火山岩類よりなる狩場山北~西麓は急崖をなして海に臨む大起伏山地となる。

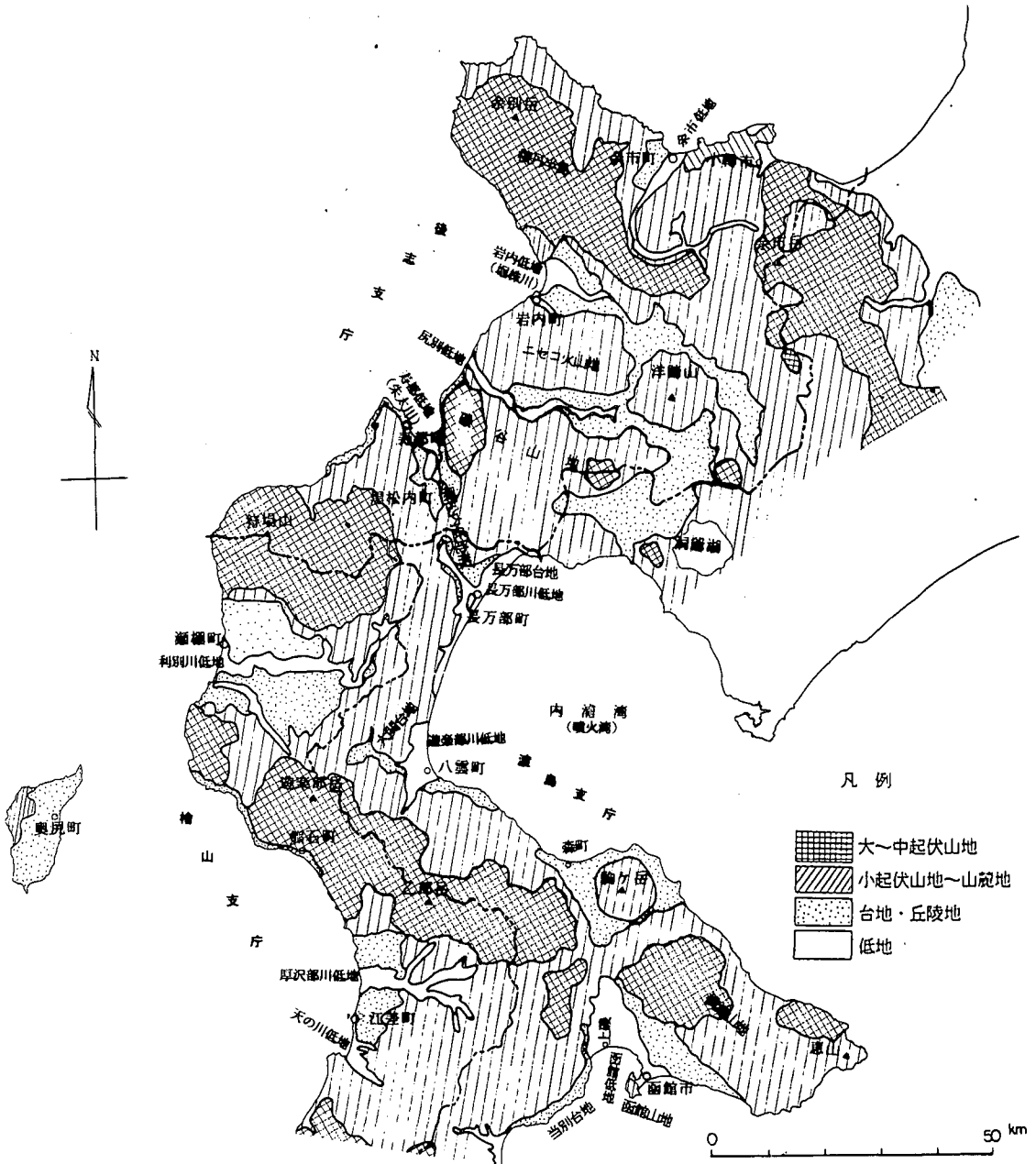


図 5.3.1 北海道南西部の地形区分

これらの山地群は、後述する半島中～南部地方の山地と異なり、主に新第三紀から第四紀にかけての比較的新しい火山活動により形成された火山性山地である。

## (2) 台地・丘陵地

台地・丘陵地は主に、羊蹄・ニセコ火山地を取り巻く周辺域、寿都低地および尻別川左岸から島牧村泊川にかけて発達する。羊蹄・ニセコ火山地周辺の台地は主に洞爺カルデラ起源の火砕流およびその2次堆積物からなる海拔200～300 mの火山灰台地（後志火山性台地）である。岩内低地・寿都低地および尻別川から泊川にかけて発達する台地は、段丘地形であり、砂礫の堆積する砂礫段丘および堆積層の薄い岩石段丘がある。段丘標高は、寿都周辺では80～120 mおよび25～60 mの2段の発達が認められる。

## (3) 低地

低地は、余市川、堀株川、尻別川、朱太川の各河川沿いの低地で、各々、余市低地、岩内低地、尻別川低地、寿都低地と呼ばれ、扇状地性低地と三角州低地よりなる。

余市低地は幅約3 km、延長5～6 kmの規模で発達する。土質は、粘土・シルト・貝殻混じりの砂層からなり、これに泥炭を挟在する最大約60 m程度の厚層を有する沖積層が分布する。現海岸線沿いには、砂礫質の砂州が発達し、その背後の三角州低地の表層には、泥炭層が分布する。

岩内低地は、東西8 km、南北7 kmの規模を有する。土質は、地表から約70～120 m以深に鮮新世の砂岩層が伏在し、その上位に主に砂礫・砂からなる最大層厚約100 mの更新統が分布する。河口付近では最大層厚50～55 mの現世河床堆積物が分布し、主に粘土・シルト・砂礫からなるが、砂礫を

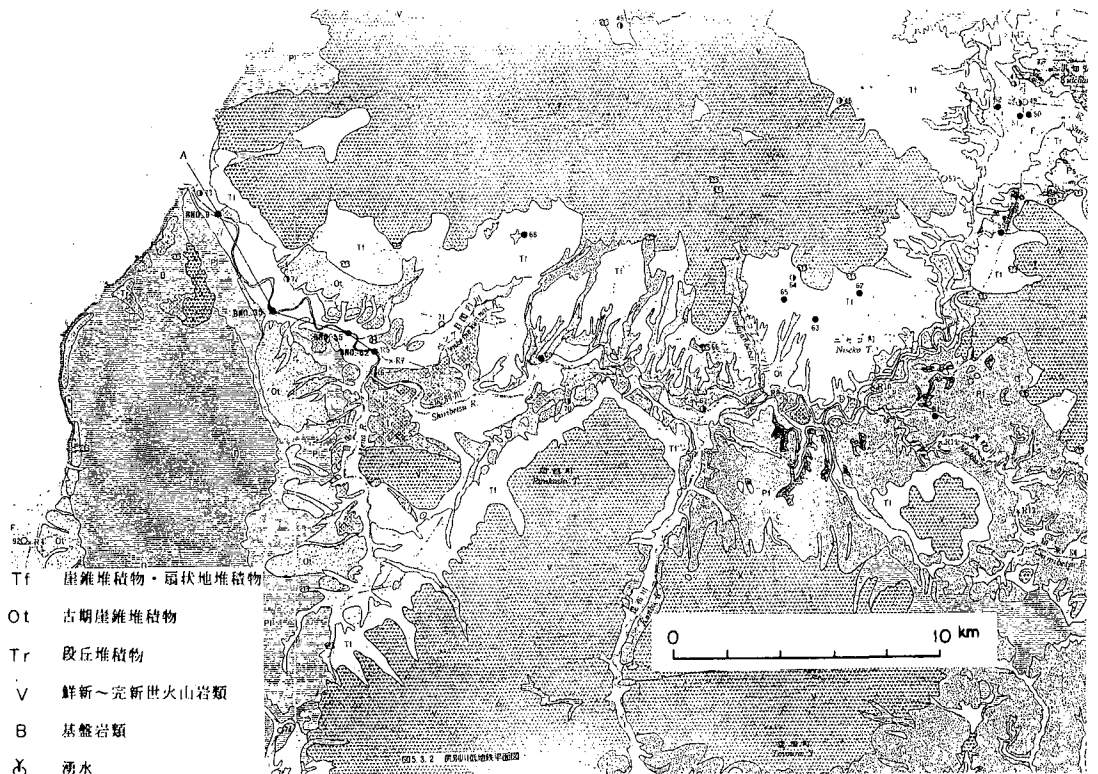


図 5.3.2 尻別川低地地質平面図（文献 14）に加筆）



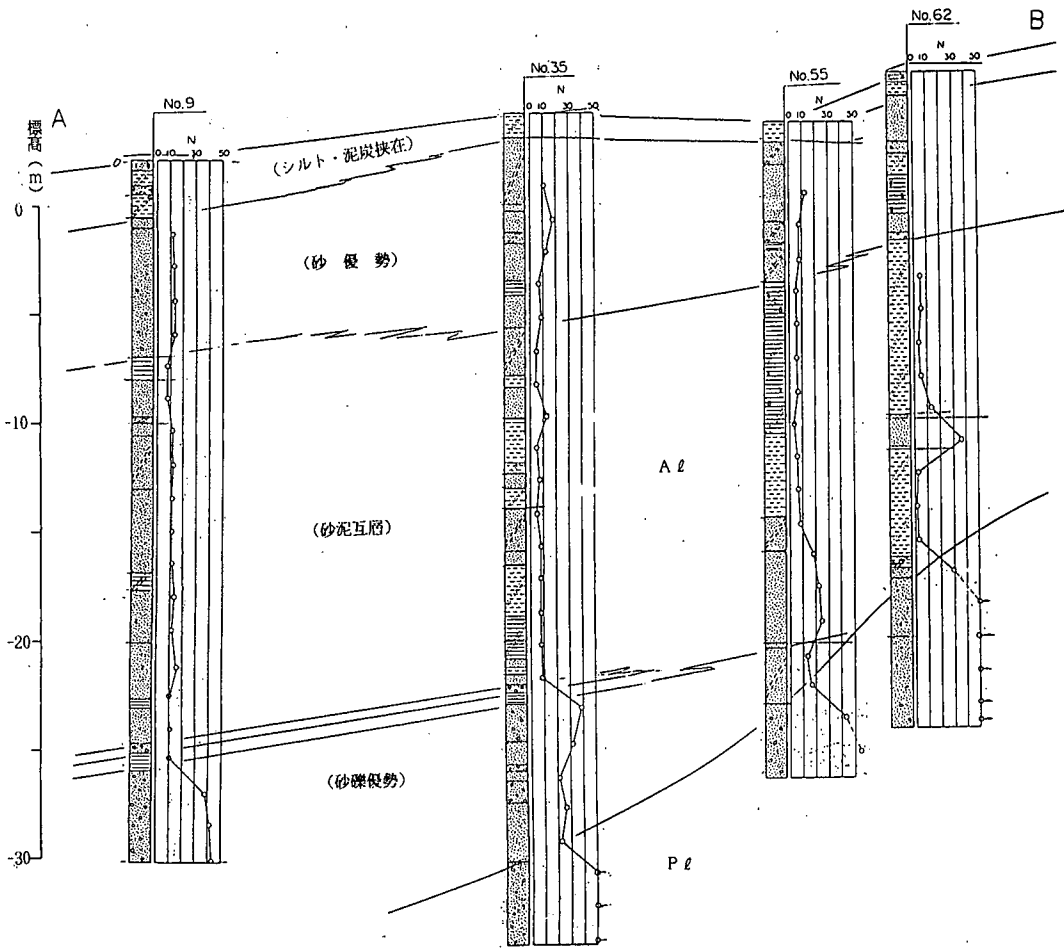


図 5.3.3 尻別川沿いの地質断面図 (Aℓ: 沖積層, Pℓ: 鮮新世)

主体とする。地表部は海岸線に沿い砂州が発達し、その背後の三角州低地には数 m の厚さで泥炭・シルトが発達する。

尻別川低地は、当地方最大の流量を有する尻別川沿いの沖積低地で河口より約 10 km 上流で目名川・ペンケ目国内川と合流する。これより河口までは約 0.5~1.5 km の幅を有する沖積平野となり、蛇行が激しい。河口部には砂堤が発達し、その背後には 1~3 m の泥炭・シルトの堆積する湿地が認められるものの、明瞭な三角州低地を形成するには至らない。既往の調査ボーリングによれば、河口から約 10 km 上流の範囲では、深度約 30 m 程度まで  $N$  値 30 以下の緩い砂層、 $N$  値 5 以下の有機質シルトが分布し、少なくともこの深度までが沖積層と判断される。

寿都低地は、いわゆる黒松内低地帯の北半部にあたる朱太川がつくる沖積低地である。ただし、沖積平野としての規模は、海岸線で幅約 4 km、上流約 3 km の範囲で比較的狭く、これより上流域では浅部より新第三紀層が分布する。河口部付近での沖積層の厚さは、明確ではないが、海岸線沿いには砂州が発達し、河口部を大きく屈曲させるが、その背後には明瞭な低湿地は発達しない。全体に砂礫の卓越する低地である。

### 5.3.2 渡島・桧山地方

渡島地方・桧山地方の地形は、狩場山以南の地質構造的まとまりから、両地域を分離することは適切でないため、一括して述べることにする。

#### (1) 山地

渡島・桧山地方の山地は、以下のように10区分される。

狩場山地南部・遊楽部山地・大千軒山地・横津山地・駒ヶ岳火山地

恵山火山地・函館山地・渡島大島火山地・渡島小島火山地・奥尻島山地

狩場山地は、狩場山(1520m)を主峰とするが、これを取り巻く標高1000m級の山地群(972m)等は渡島半島北部山地の山々と異なり、新第三紀安山岩質貫入岩・堆積岩および花崗岩質岩等、より古い時代の種々の岩種より構成される。狩場山の周辺に向かって、山地高度は次第に低く、中起伏山地となる。遊楽部山地は、狩場山地とは利別川低地を挟んで明瞭に区別され、渡島半島の背梁部をなして、函館低地の北方にいたる。遊楽部岳(1276m)、乙部岳(1017m)を代表とする山地で、いずれも先第三紀に貫入した花崗岩質岩の分布する急峻な大起伏山地である。これら両山を連ねる周縁の山地は中起伏山地の山容を示す。大千軒山地は、厚沢部川低地によって、遊楽部山地と区別される。大千軒岳(1072m)、前千軒岳(1053m)を主峰とする古生代から中生代にかけての古期堆積岩類(粘板岩主体)の分布する急峻な大起伏山地である。この周辺山地は、新第三紀層で構成され、これに伴い次第に高度を減じ、中～小起伏山地となる。横津山地は、横津岳(1167m)を主峰とする。横津岳は、新第三紀火山噴出岩類より構成される中起伏山地であるが、周辺山地は中生代～古生代にかけての古期岩より構成される小起伏山地である。駒ヶ岳火山地は、標高1133mの円錐形成層火山であるが、後期更新世から歴史時代に至るまで多くの噴火を繰り返し、その結果山頂部は破砕され、山腹は厚い火砕流堆積物、降下軽石で覆われ、緩傾斜で広い山麓を有する。恵山火山地は、現在も活動を続ける二重式成層火山である。標高618mの中起伏山地である。函館山地は、函館山(334m)を中心とする小起伏山地で、砂州により渡島半島とつながり陸繋島となっている。渡島大島火山地(図外)は、直径3.5～4km、標高737mの大起伏山地で、三重の構造をもつ成層火山である。渡島小島火山地(図外)は、直径1.2×2km、標高約300mの小起伏山地である。奥尻島の地形については、後章で述べることにする。

#### (2) 台地・丘陵地

渡島半島全域にわたり分布するが、特に利別川低地周辺地域、厚沢部川低地周辺地域、函館低地周辺地域など、主要低地の周辺域に主に発達する。日本海沿岸地域では、利別川低地周辺の今金台地・北桧山台地、厚沢部川低地周辺の江差台地・乙部台地、および奥尻島台地などが比較的発達が良い。このほか、海岸線に沿って発達する海成段丘からなる台地として、熊石台地・松前台地などがあるが比較的小規模である。いずれも、砂礫等の堆積物が分布する砂礫台地が大部分であるが、江差台地、奥尻島台地には堆積物をほとんど欠くかまたは薄い岩石台地も存在する。

内浦湾沿岸地域には、長万部低地付近に発達する海成段丘からなる長万部台地、遊楽部川周辺に発達する河成、および海成の段丘からなる大関台地・八雲台地、および森町から駒ヶ岳にかけて、主に火山砕屑物の堆積により形成された森台地、駒ヶ岳台地等の火山灰砂台地が分布する。これらのうち、駒ヶ岳台地を除いては、いずれも大部分が海に面し、海成段丘と推定される小規模な砂礫台地で

ある。

函館湾に面した台地は、函館低地の東側に分布する函館台地および上磯から知内にかけての海岸沿いに発達する当別台地などである。函館台地は比較的発達が良く、古扇状地性の地形を含む砂礫台地である。当別台地は、海岸線沿いに狭く発達する海成段丘からなる砂礫台地である。

### (3) 低地

この地域に発達する主な低地は、7箇所である。

日本海沿岸の低地は、利別川低地、厚沢部川低地、天の川低地などである。これらは、いずれも利別川、厚沢部川、天の川沿いに発達する扇状地性低地や三角州性低地、砂丘等である。

内浦湾沿岸の低地は、長万部川低地、遊楽部川低地などである。これらは、長万部川、遊楽部川沿いに発達する扇状地性低地や三角州性低地、砂丘等である。

函館湾沿岸の低地は、函館低地、知内川低地などである。函館低地は、大野川・戸切地川などに沿う扇状地性低地、および函館市街地北方に分布する三角州低地、砂丘、砂州などからなる。知内川低地は、知内川沿いの扇状地性低地、および河口付近の三角州性低地である。

これらの各低地について、地形区分・表層地質および既往調査ボーリング、井戸資料等に基づく、主に沖積層を対象とした代表的土層断面を図 5.3.4 から図 5.3.17 に示す。

#### a) 利別川低地

河口より約 20 km 上流まで比較的幅広い沖積低地、および周辺に台地・丘陵地が発達し、これより



図 5.3.4 利別川低地地質平面図 (文献 13) に加筆)

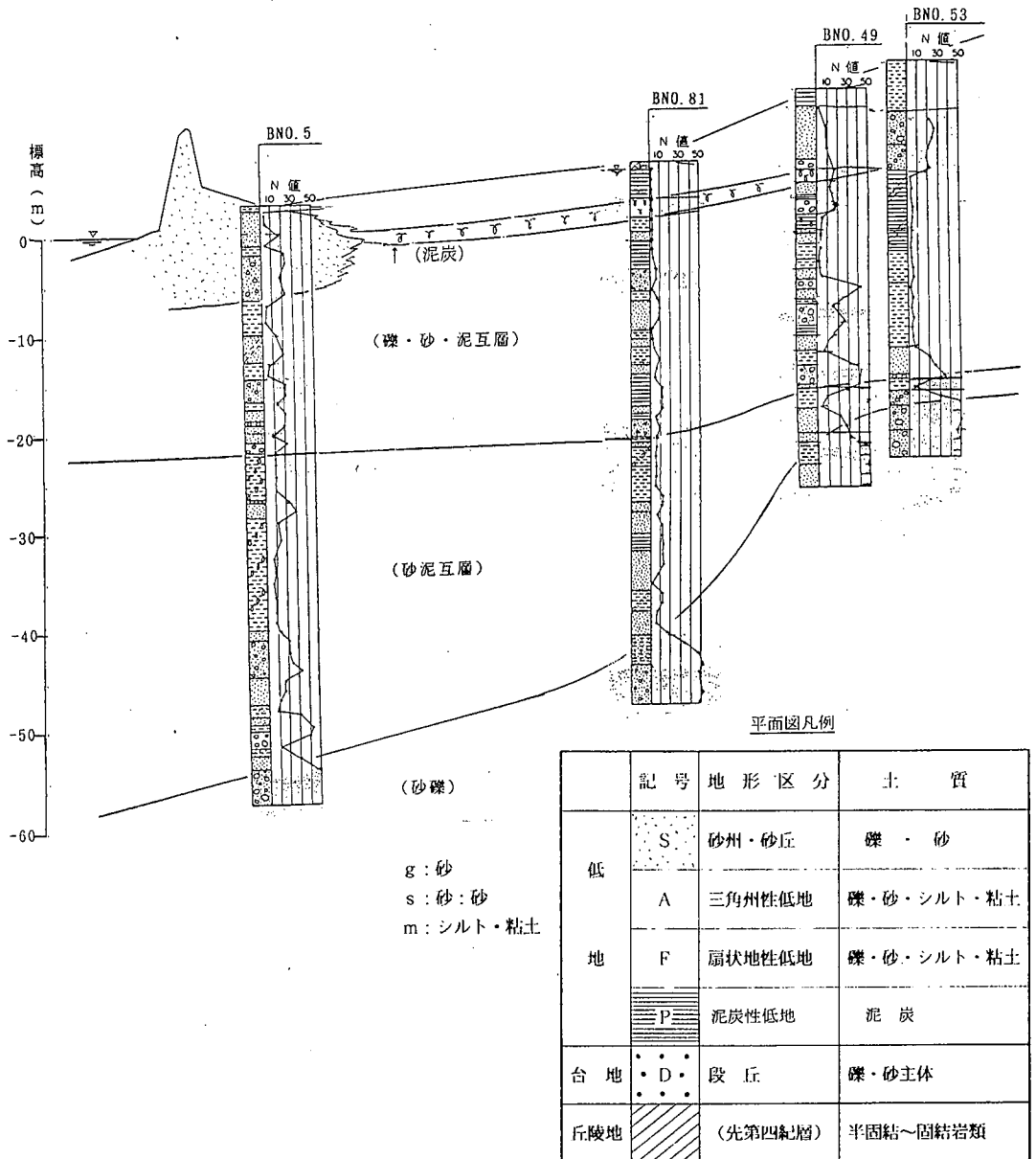


図 5.3.5 利別川低地地質断面図

注) 凡例は以下の平面図に共通

上流側では山地に挟まれた狭小な低地を形成する。河口部には、海岸線に沿う幅約 1 km の砂丘・砂州が、その背後には扇状地性低地が発達する。利別川は、この低地内を蛇行し、旧河跡も多くみられる。また、主に左岸域の台地・丘陵地沿いに泥炭地の発達が認められる。河川に沿う土層断面は、図 5.3.5 に示すように、地表より約 20 m までは礫・砂・泥互層で N 値もほぼ 20 以下と低く、沖積層と推定される。河口付近では、深度約 20 m から 50 ないし 60 m までは砂泥互層で、シルトも N 値が 7 ~ 10 を示し、洪積層の可能性はあるが現状では形成時期の詳細は明らかでない。さらに深部には、締まりの良い砂礫が発達するが、特に河口より約 12 km 上流で低地が狭くなり始める付近より、深度約 20 m 付近より浅い位置に分布することが明らかにされている。

b) 厚沢部川低地

河口より約6 kmまで幅約2 kmの低地を形成する。これより上流は、両岸に山地がせまる狭小な低地となる。海岸部には、砂丘・砂州が数100 mの幅で発達し、その背後の約1.5~2 km上流まで三角州性低地が発達し、さらにその上流に扇状地性低地が連続する。現在の流路は、低地の左岸側を蛇行して流下し、一部に旧河跡が認められる。また、右岸域の低山地との境付近には、泥炭性低湿地が幅1~1.5 km、長さ3~3.5 kmの規模で発達する。低地下の土質構成については、深層調査ボーリング資料に乏しく、詳細は明らかでない。既往資料によれば、海岸付近で砂・礫が局所的に分布するが、低地地下全体に深度30~40 mまで泥質層が卓越し、これ以深には、砂・礫が卓越する。

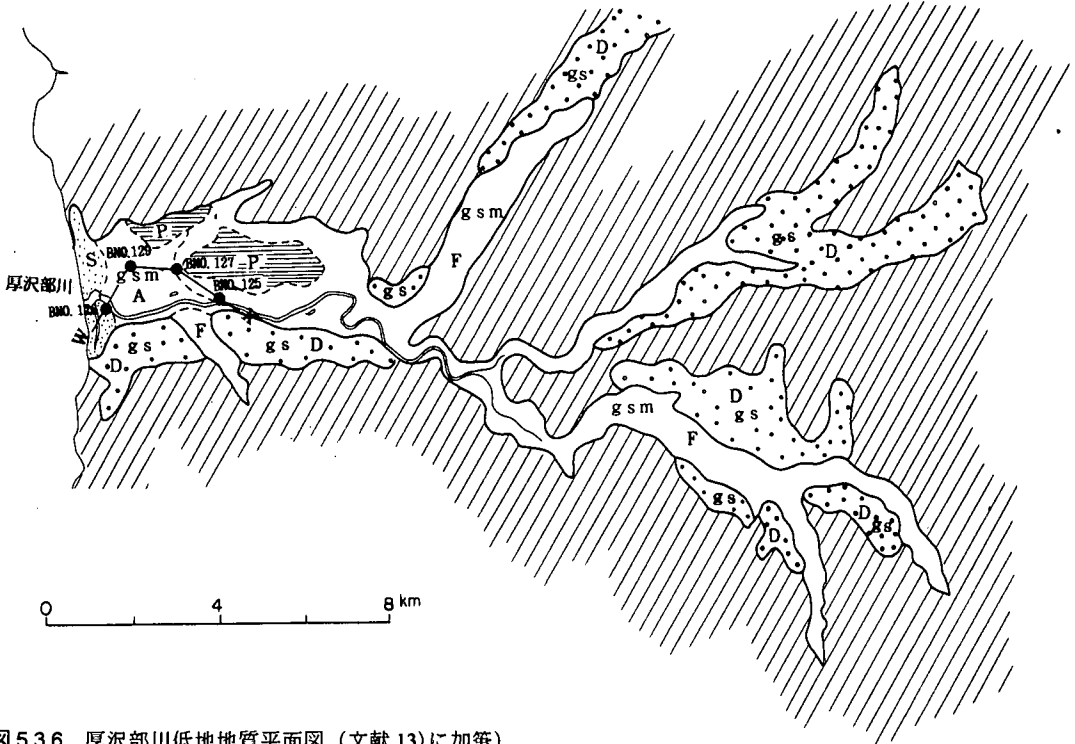


図 5.3.6 厚沢部川低地地質平面図 (文献 13) に加筆

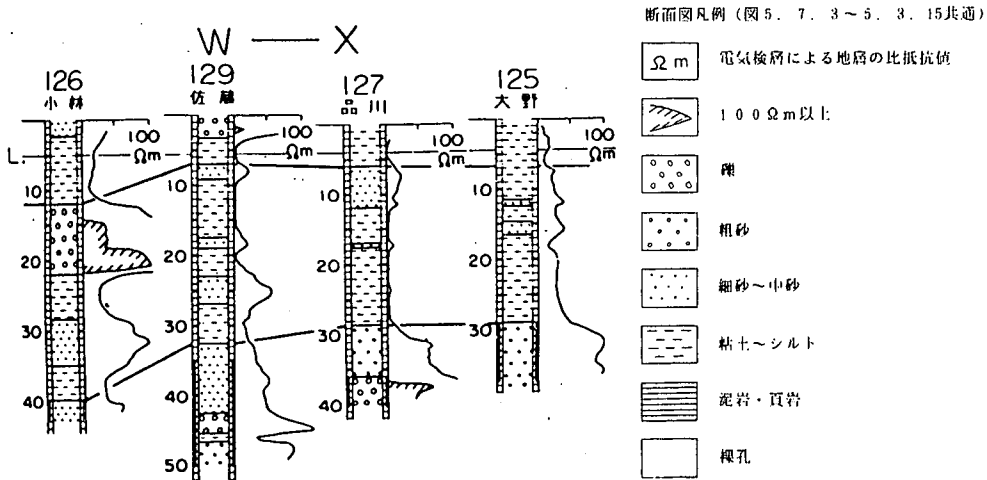


図 5.3.7 厚沢部川低地地質断面図

c) 天の川低地

河口付近の海岸線沿いには、砂丘・砂州が発達し、その背後に一部、泥炭性低湿地を含む扇状地性低地が連続する。流路は、左岸側の低山地裾部を流下し、顕著な蛇行はみられないが、一部に旧河跡が認められる。泥炭性低湿地は、河口より約2~3 km 上流の右岸寄りを中心に分布する。低地下の土層構成の詳細は明らかでないが、既往資料によれば、深度30~50 mまでシルトが卓越し、砂・礫等の粗粒層はほとんど認められない。

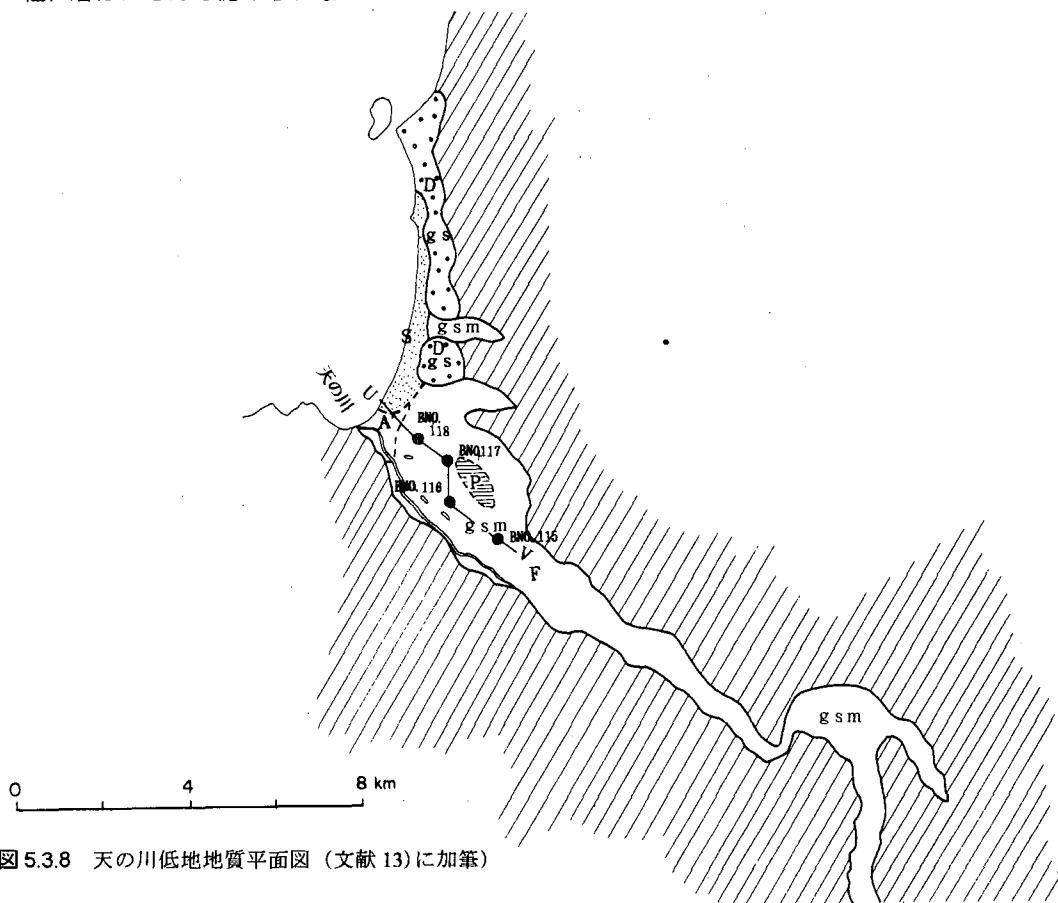


図 5.3.8 天の川低地地質平面図 (文献 13) に加筆)

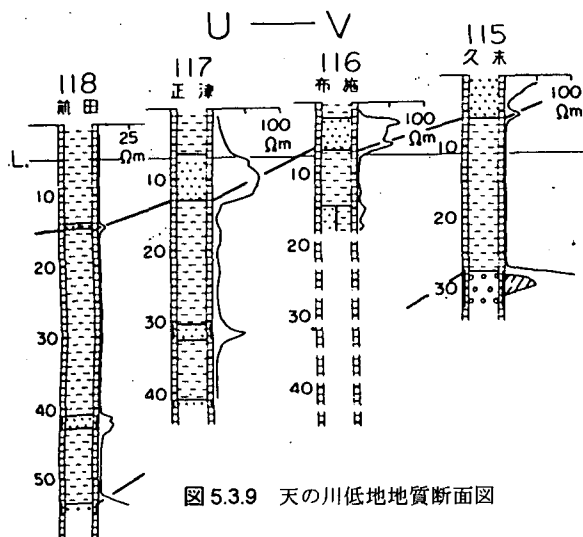


図 5.3.9 天の川低地地質断面図

d) 知内川低地

他地域と異なり、海岸線沿いには砂丘・砂州の発達はみられず、泥層の卓越する三角州性低地となっている。その上流には、山地に挟まれた狭小な低地が連続する。低地下の土層構成は、既往資料によれば、深度30~40m付近に厚さ10~20m程度の砂礫層があり、これより上位が沖積層と考えられ、シルトの卓越する砂・礫との互層からなる。

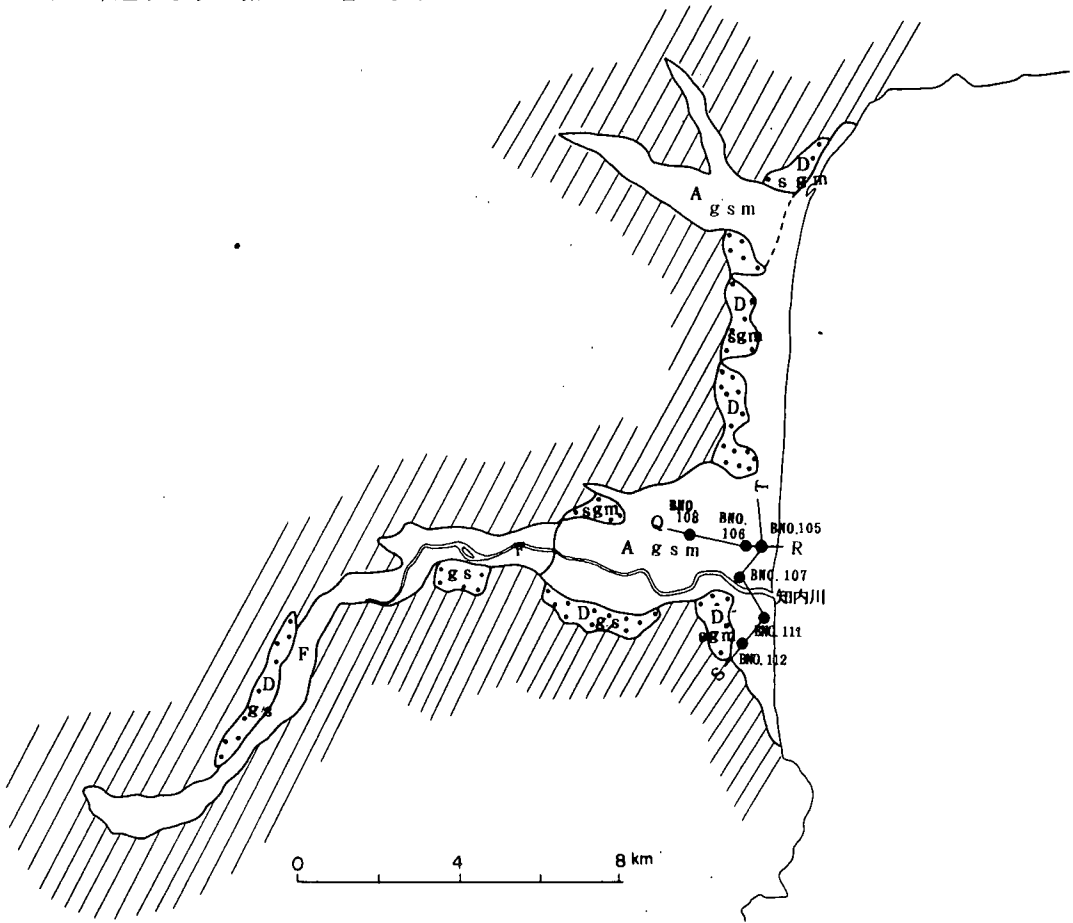


図 5.3.10 知内川低地地質平面図 (文献 13) に加筆

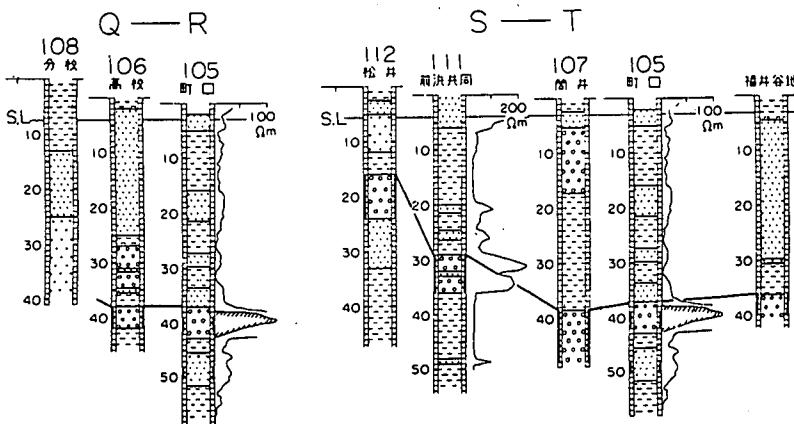


図 5.3.11 知内川低地地質断面図

e) 長万部川低地

海岸線に沿い細長く発達する海岸低地と長万部川に沿う低地からなる。海岸低地では、静狩から黒岩にかけて、約30 kmにわたる海岸線に沿い砂丘・砂州が発達する。その背後には、幅約2 kmの三角州性低地が静狩から中の沢付近にかけて、約17 kmの範囲にわたり発達する。この砂丘背後低地は、函館低地とならんで、渡島半島最大の泥炭性低湿地の分布域となっている。低地下の土質は、地表より約30 mまでが沖積層と推定され、海岸付近で砂・礫が卓越し、背後地では泥炭・シルトからなる極めて軟弱な地盤となっている。この沖積層下の土質は、洪積世および新第三紀の砂・礫より構成される。

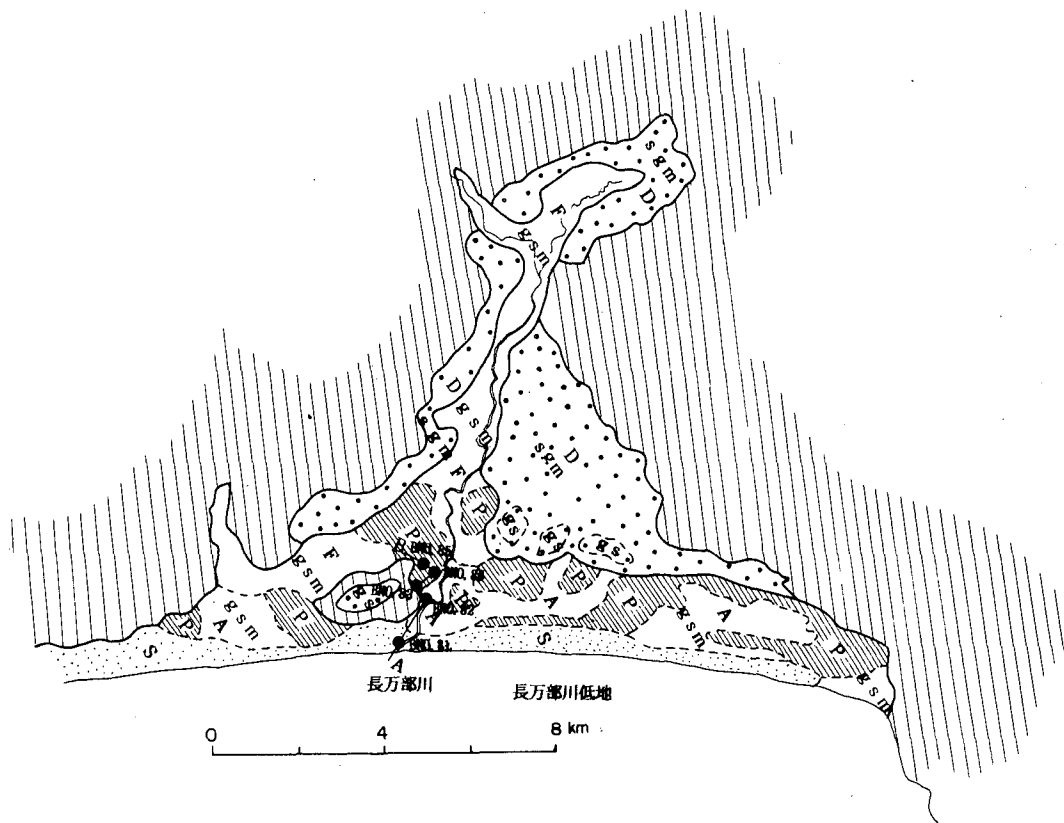


図 5.3.12 長万部川低地地質平面図 (文献 13)に加筆)

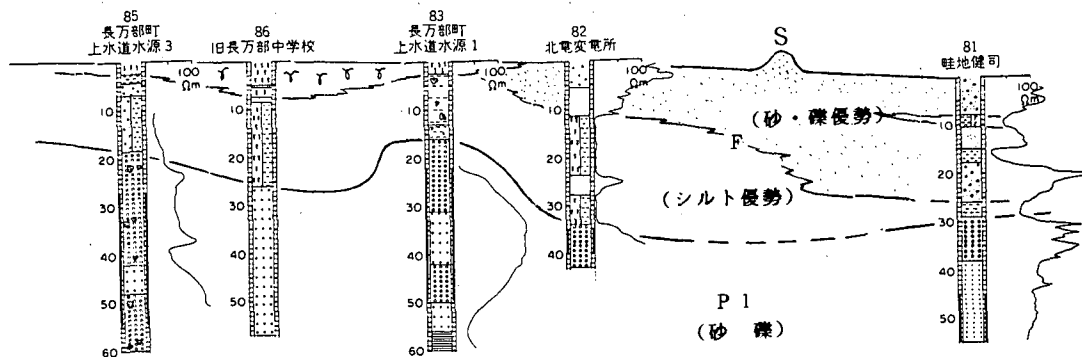


図 5.3.13 長万部川低地地質断面図



f) 遊楽部川低地

海岸に面した低地と遊楽部川に沿う低地からなる。海岸低地では、海岸沿いに砂丘・砂州が延長約13 kmにわたり発達する。その背後には1.5~3 kmの幅で三角州性低地が発達する。特に、遊楽部川北部の砂丘背後低地には、幅1 km、長さ5~6 kmにわたり泥炭性低湿地が発達する。低地下の土質は、地表から深度約30~50 mまでが沖積層と推定され、主に砂・礫より構成される。この下位には、新第三紀層と推定される砂・礫が分布する。

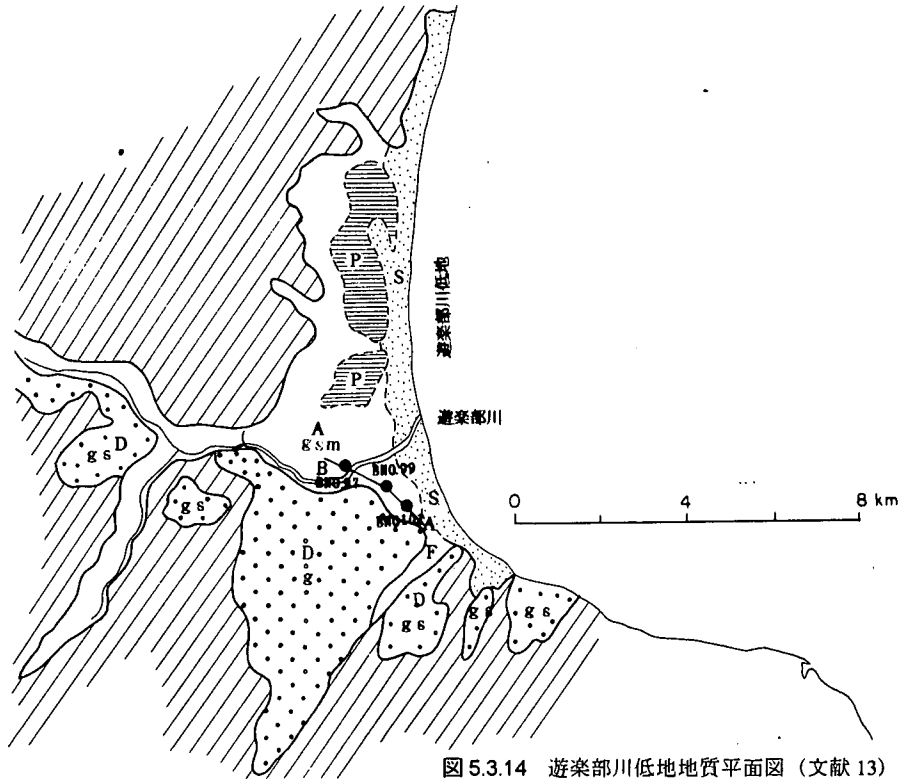


図 5.3.14 遊楽部川低地地質平面図 (文献 13) に加筆

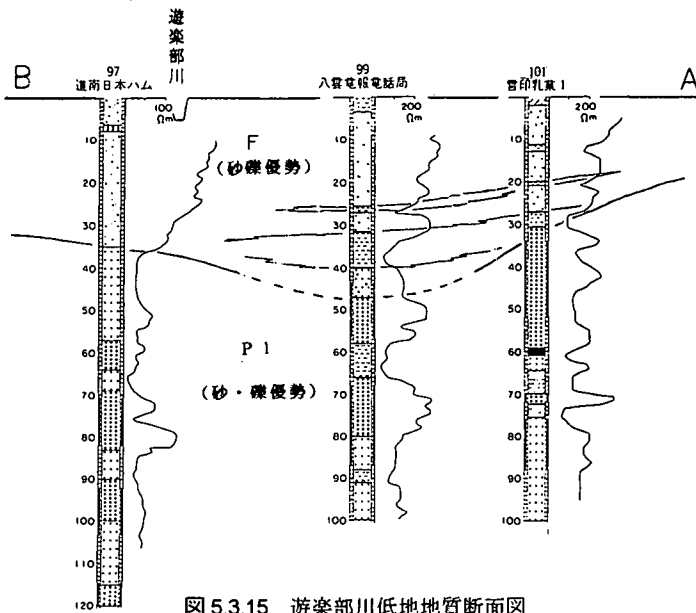


図 5.3.15 遊楽部川低地地質断面図

5.3.3 函館低地

函館低地は、渡島半島最大の沖積低地で、東西幅約9 km、南北幅約12 kmの規模を有する。この低地は、西方山地より流下する大野川・戸切地川低地中央を南に流下する久根別川、および東方山地より流下する鳴川・大川・蒜沢川・亀田川などの諸河川より流出する土砂により埋積されたものである。低地中央の海岸部には、2列の砂丘が発達して現在の海岸地形を形作り、久根別川の流路を河口部で大きく変える。この砂丘の発達する上磯町から函館山にかけての海岸沿いには、幅1~2 kmに及ぶ砂州が広く発達し、渡島半島と函館山はこの砂州で陸続きとなった“陸繋島”として地形学上、有名である。この臨海砂州の背後には、北に向かって広く三角州低地が発達し、その表層は広く、粘土・シルト等の泥質層および泥炭層で覆われている。各河川の低地への流出部には、小規模な扇状地性低地が形成される。また、この低地の東西両側には、幅2~3 kmに及ぶ古扇状地を含む段丘地形が広く発達する。低地下を構成する沖積層は、最大約100 mの厚さに及ぶことが報告<sup>20)</sup>されているが、低地主部では30ないし60 m以下と推定される。土質は、上部でシルト・粘土を主体とし、下部で砂・礫が優勢となる。函館湾臨港道路沿いの断面(図5.3.16)にみられるように、上部を占めるシルト層は深度40 m付近まで分布し、N値は5以下と極めて軟質である。下部に卓越する砂・礫層も、N値は概ね30以下と緩い。

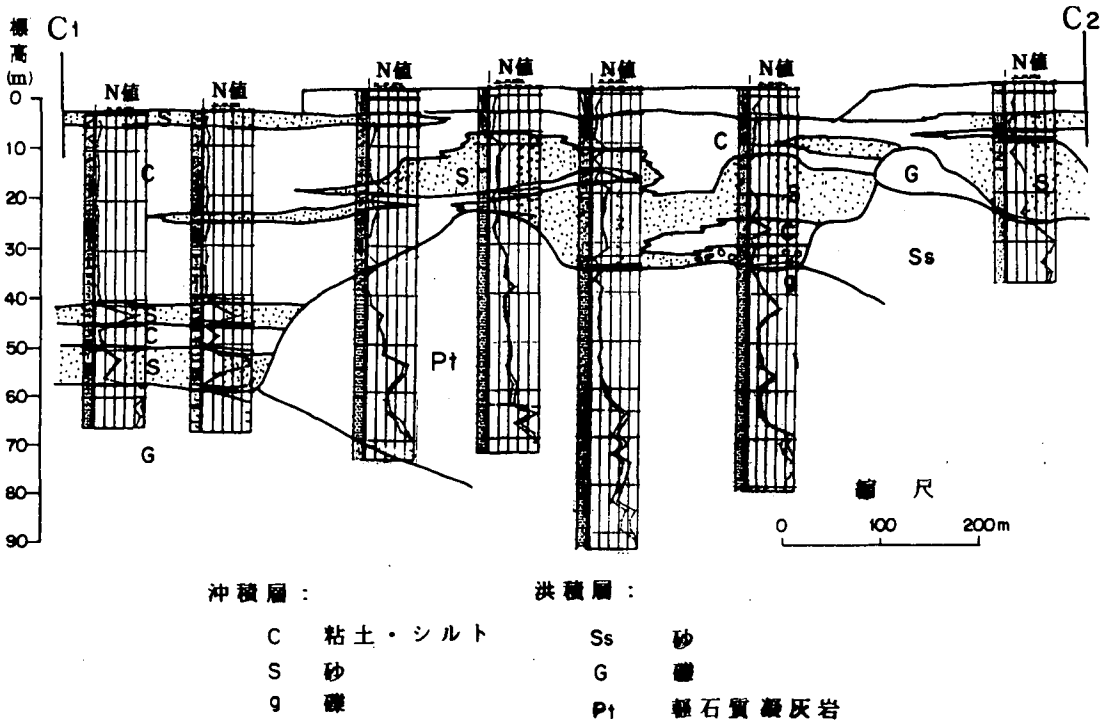
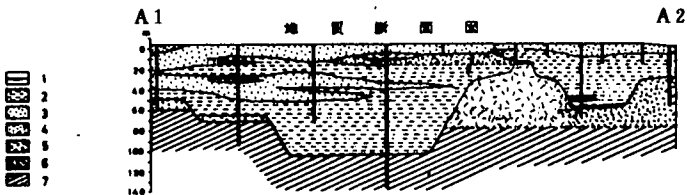
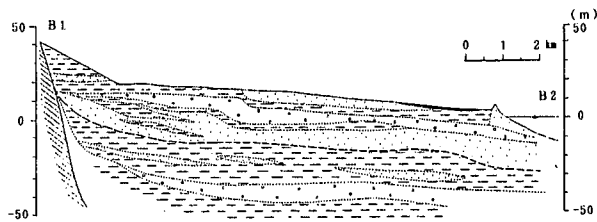


図 5.3.16 函館湾臨港道路沿い地質断面図



[地質断面図説明] 1: 泥炭 2: シルト・粘土 3: 砂 4: 礫まじり砂 5: 段丘堆積物 6: 火山砕屑物  
7: 下部洪積層～第三紀層

図 5.3.16 函館低地地質図 (文献 13), 16), 20) に加筆)

## 5.3.4 奥尻島

奥尻島は周囲約60 km、面積約144 km<sup>2</sup>の南北にやや細長い島で、南北幅約24 km、東西幅最大約9 kmである。本島は段丘地形が発達することで知られているが、山地部は島内の中央、西寄りに発達し、標高584.5 mの神威山を最高峰とする。段丘は、この山地を囲むように発達し、分布域は全島の約3/4を占める。段丘標高は、主峰を含む神威山I面の580~520 mを最高位として11面に区分され、周囲に向かって次第に標高を減ずる。このうち、最下位の青苗岬面は、標高約4 mで縄紋海進時に形成されたと考えられる沖積段丘である。最も発達の良い段丘面は、赤石面・米岡面・寺屋敷面で、本島をとりまく海岸に面して発達する数10 mから100数10 mの段丘崖を形成する。低地を構成する地形要素としては、主な河川沿いの下流部および海岸線に沿って形成された沖積低地がみられる。河川沿いの低地として最大の例は、青苗川下流の沖積低地であるが、最大幅500 m、長さ約1.5 kmの広がりを持つにすぎない。このほか、塩釜川、赤石川、幌内川、神威脇等の河口部に小規模な発達が見られる。これら低地の堆積物は、一部に砂質泥を伴う礫層および礫質砂層から構成される。海岸低地は海食崖の前浜に狭小な幅で形成され、中でも青苗湾、稲穂岬等の海岸部で最も発達が良い。このほか、長浜、谷地等にも小規模な発達が見られる。これらの低地堆積物は、青苗湾・稲穂岬地区のように砂丘が形成され、砂・礫質砂が優勢な地区もあるが、一般的に砂浜はなく、礫および礫質砂から構成される。

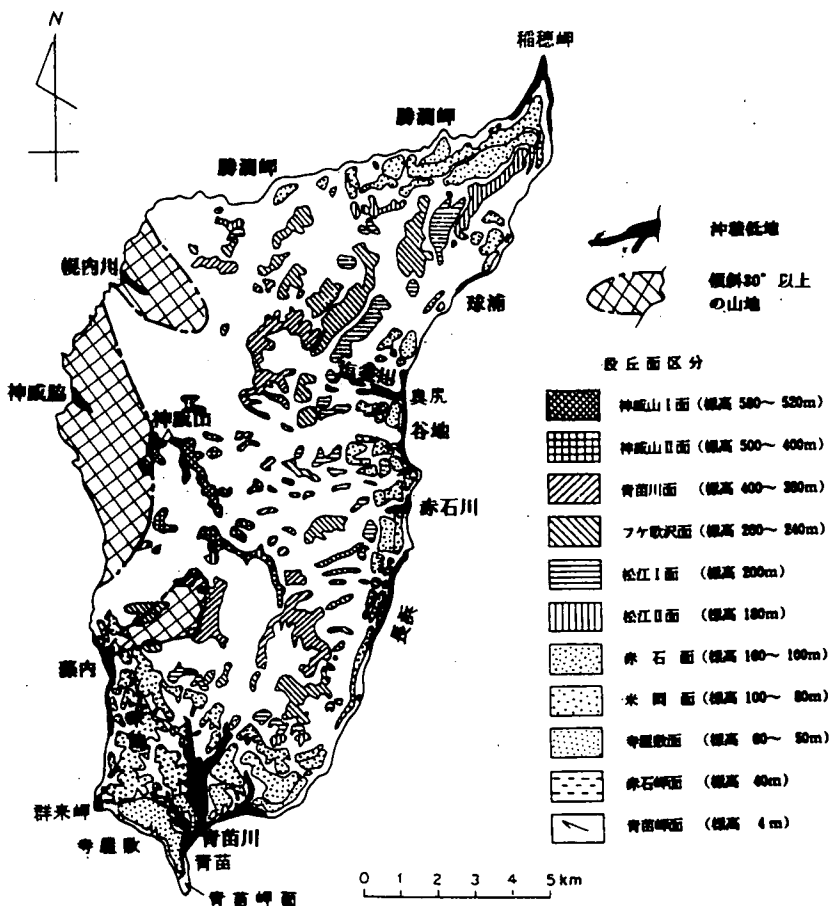


図 5.3.18 奥尻島の地形 (文献 13), 22) に加筆)

## 5.4 地盤の被害

### 5.4.1 被害の概要

南西沖地震では、各種構造物やライフライン等に大きな被害が発生した<sup>23)~29)</sup>。それらのうちには、明らかに地盤および土構造物の過大な変形や破壊が原因と見られるものが多かった。本節では、地盤被害を中心に被害の全体像を取りまとめ、解説している。

まず、地震被害を対象によって分類し、それらの位置を図 5.4.1(a)~(c)に示すとともに、被害の状況を表 5.4.1 において簡単に説明している。なお、ここでは対象地域を北海道に限定している。以下では、被害の特徴について解説する。

#### (1) 道路の被害

国道 5 号、227 号、229 号、230 号では、大小の被害がかなりの頻度で見られた。道警本部によると、地震による道路損壊 24、津波による損壊 13、崩土 4、落石 5 などにより、通行止めは 40 路線 50 区間に及んだ。道路路体の崩壊は盛土部に集中しており、象徴的な崩壊として表 5.4.1(a)に示すように、側方流動型の沈下は、沢地形の湿地上の道路盛土 (R-1) に、砂地盤の液状化によると思われるものは、海岸沿いの盛土 (R-2) にみることができる。また、盛土部と切土部の境界での横断方向の亀裂がいたる所で発見され、これが段差に発展している箇所が多かった。

奥尻島と江差町から寿都町にかけての海岸沿いの道路では、津波によって冠水して一時不通となった箇所が多数と報告されている。この際、擁壁、路肩に被害が出ている (R-11,12)。斜面の崩落による被害が大きかったのも、今回の地震の特徴であろう。渡島半島西海岸や奥尻島では様々な規模で落石、崖崩れが発生し、地震後は降雨による土砂崩れの発生が懸念された (R-4,5,8,10,13)。中でも奥尻町八十八曲の道道は、盛土の崩壊も手伝って復旧不能に近い大きな被害となった (R-9)。

#### (2) 鉄道の被害

鉄道の被害は甚大で、JR 北海道の幹線である函館本線、室蘭本線、津軽海峡線、江差線は最大 5 日間にわたって不通を余儀なくされた。築堤や盛土の崩壊とそれによる軌道の変形が、表 5.4.1(b)に示した箇所で集中して発生した。道路の場合と同様に、軟弱地盤上での盛土、および、橋台背面の盛土について課題が提起されたと思われる。

#### (3) 橋梁およびトンネルの被害

表 5.4.1(c)には橋梁取付部における盛土の被害も含めている。取付部の盛土はかなりの箇所で被害を受けており、亀裂、段差、陥没といった被害形態が見られた (B-1,2,3)。橋梁本体では沓の破損や桁の移動が表以外の箇所でも多数発見され、地震時の慣性力の大きさがうかがえる (B-4,5)。

トンネルの被害は国道 229 号第二白糸トンネル巻出し工部が崩壊岩石の直撃によって大きく破損している (R-7)。また、刀掛トンネルにおいても巻出し工部に岩石直撃の恐れがあったため、発破を用いた除去作業のため一時通行止めになった。地震動の直接の被害と思われるものとして、奥尻島での千畳坂覆道の基礎の台座転倒による崩壊が挙げられる。

#### (4) 河川および周辺農地の被害

河川および周辺農地の被害の主なもの、地盤の液状化によるものである。厚沢部川、後志利別川、

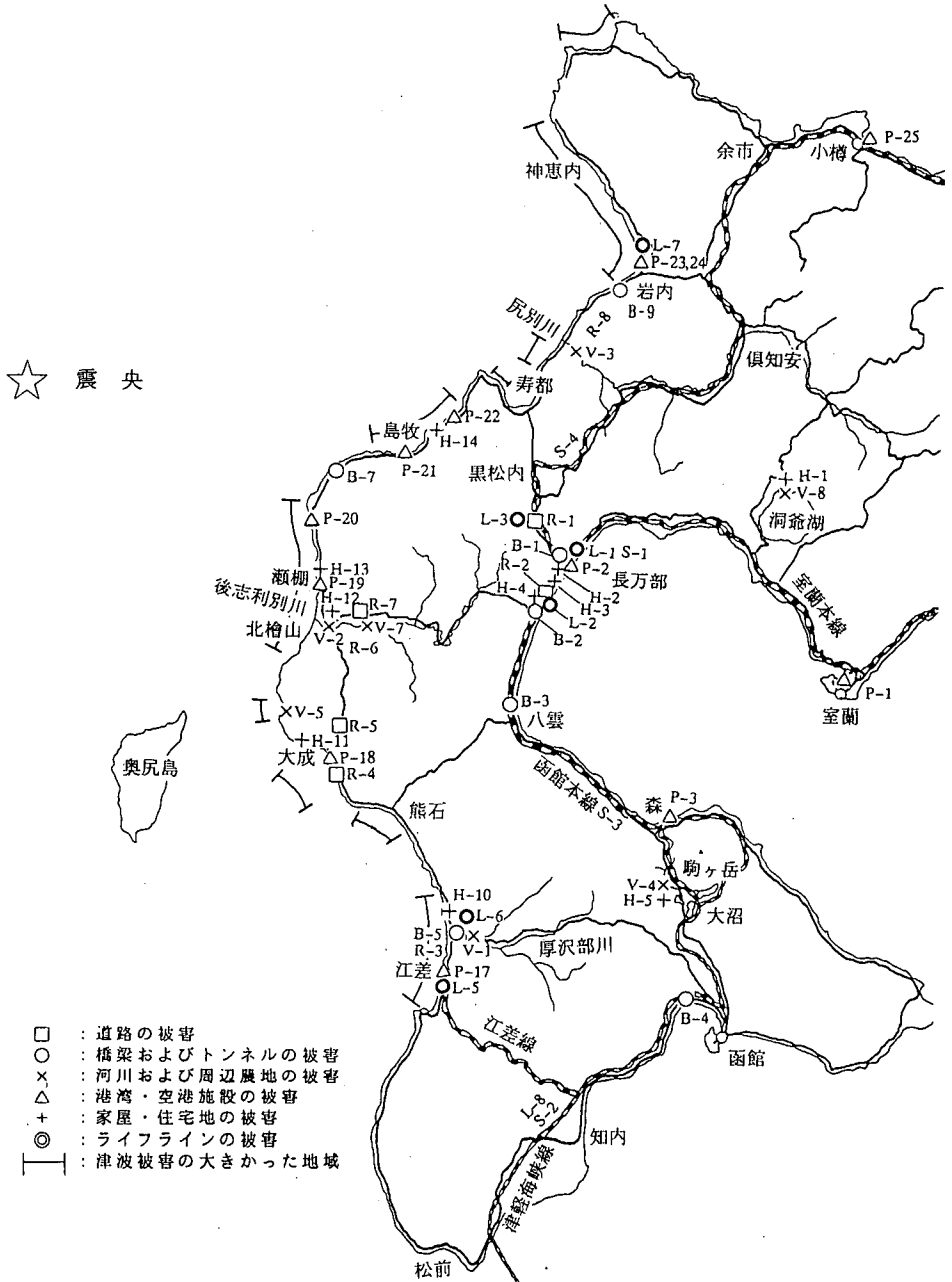


図 5.4.1 被害分布図 (a) 北海道南西部

志利別川の河川堤防では、堤体に亀裂および沈下が発生し、堤体法尻や河川敷および周辺農地では噴砂の跡が多数見られた (V-1,2,3)。国道 5 号線沿いの中ノ沢小学校では、校舎周辺地盤が低いグラウンドへ向かって大きく移動し、グラウンド横の小河川が閉塞する等の被害が一際目を引いた。水田での噴砂と亀裂、水路やあぜ道の側方移動などの被害はいたる所で発生し、また、地盤の液状化による浄化槽の浮上 (V-7) も見られた。

河川を遡上した津波によって河川護岸にも被害が発生した (V-5,6)。

洞爺湖畔では、長さ 30 m にわたって湖岸が湖に向かって滑動する被害が発生した (V-8)。液状化

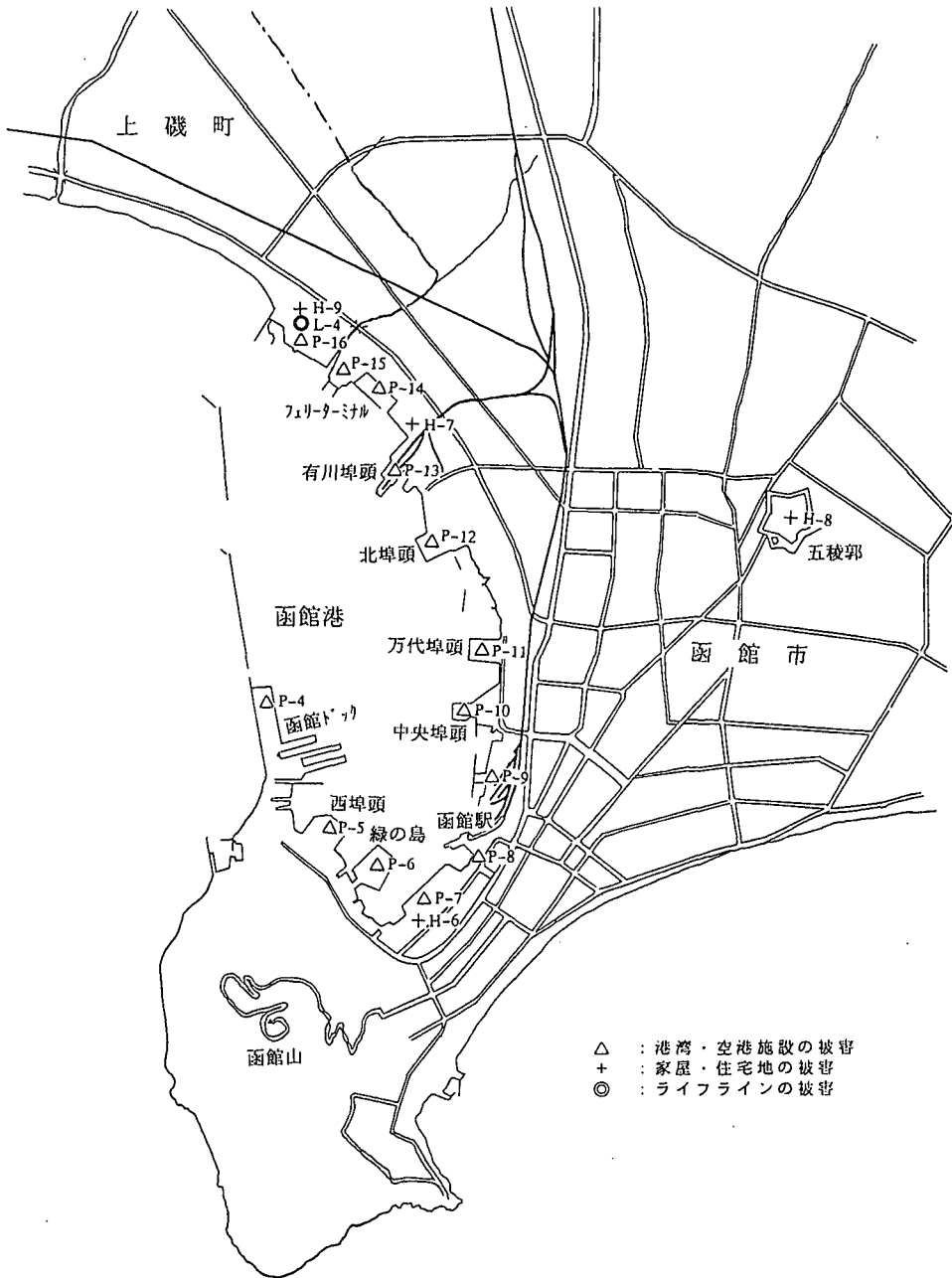


図 5.4.1 被害分布図 (b) 函館市市街

が原因とする考え方もあり、海底地すべりとの関連でもそのメカニズムに興味を持たれている。

(5) 港湾・空港の被害

港湾の被害は、表 5.4.1(e)に示した以外にも道南に位置するほとんどすべての港湾で、岸壁のせり出し、エプロンの亀裂、陥没など大小の被害が観察されている。噴砂により液状化の発生が報告されている港湾も少なくない。函館港では、各埠頭において同表に示すような液状化による被害が目立っている。

港湾における埋立て地盤は液状化が発生する条件を備えており、小樽港、室蘭港を含む広い範囲の

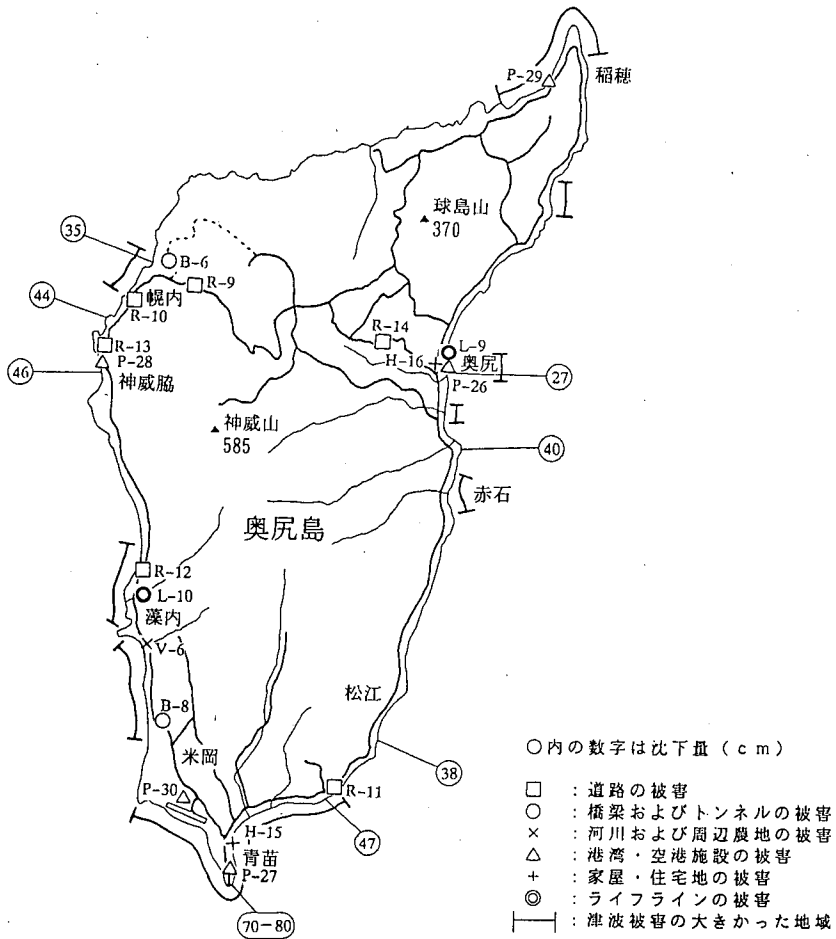


図 5.4.1 被害分布図 (c) 奥尻島

施設で被害が発生した。おびただしい噴砂を伴う地盤の沈下によって、埠頭のエプロンでは亀裂、段差が発生している (P-4,11,12 では最大規模の被害)。この際岸壁前面の構造物には過大な横荷重が作用するため、ケーソン式岸壁の移動と傾斜、矢板式岸壁ではせり出しと矢板の破損が典型的な被害となる。奥尻島および渡島半島西海岸の漁港では、津波により噴砂が洗われてしまっているものの、被害状況から判断して液状化によると判断できる箇所が多い (P-19,20,21,22,27)。また、地盤の液状化による係船杭の浮上が見られている (P-16)。

津波の被害として、護岸防波堤の被害が挙げられる (P-18)。

奥尻空港 (P-30) での被害は、滑走路に亀裂が発生し、当初はヘリポートとして利用されていたが、空港機能障害は軽微であった。この震災では、離島への輸送の航空機活用の重要性を浮き彫りにした。

#### (6) 家屋・住宅地の被害

津波がこの地震における被害を大きなものにしており、人的被害は甚大であった。家屋や船舶の被害は数知れない。特に、奥尻島青苗地区は、津波とさらに追い打ちをかけるように発生した火災により、被害は壊滅的であった。



表 5.4.1 地震による被害の分類 (その1)

記号および被害地点	被害状況
<b>(a) 道路の被害</b>	
R-1 知来(長万部町知来、国道5号)	・大規模な盛土破壊、道路盛土で最大被害 ・NTTケーブルに被害 ・車両3台破損 ・周辺でも小規模な盛土破壊 ・隣接するJR線路盛土も被害
R-2 長万部町中ノ沢～国縫(国道5号)	・海岸沿いの低地の盛土、路肩の変形、陥没、路面の凹凸多数 ・歩道の被害大
R-3 上ノ国町～乙部町(国道227、229号)	・道路の変形、凹凸多数 ・路肩の滑りも発生
R-4 白泉橋南(大成町、国道229号)	・中規模な落石により二ヶ所で一時不通
R-5 檜山トンネル南側(大成町、国道229号)	・中規模な崖崩れ ・一時不通
R-6 瀬棚町、北檜山町(周辺の道道)	・国道230号周辺の道道では道路盛土が大きな被害 ・長期間不通箇所も多数
R-7 北檜山町～今金町(国道230号)	・道路盛土の変形、亀裂、陥没、凹凸多数 ・今金町種川では亀裂大、周辺の農地へも
R-8 岩内町～寿都町(国道229号)	・小規模な落石多数 ・盛土部では変形大きく路肩の陥没数箇所
R-9 八十八曲(奥尻町幌内、道道)	・大規模地すべり、盛土崩壊の多発により壊滅的な被害 ・被災延長は6km程度
R-10 あなま(奥尻町あなま、道道)	・大規模な落石 ・奥尻町では落石や土砂崩れにより道路の被害多数(鴨石海岸、ホヤ石碑、海栗前、宮津)
R-11 初松前(奥尻町初松前、道道)	・海岸線道路の山側擁壁が津浪により転倒
R-12 ホヤ石(奥尻町ホヤ石、道道)	・津浪により、路肩損傷、ガードロープ流失 ・奥尻町では同様な小規模被害が多数
R-13 神威脇(奥尻町神威脇、道道)	・砂防ダムでの土砂崩れ ・砂防ダムの埋没箇所は他に数箇所(幌内)
R-14 球浦(奥尻町球浦、道道)	・道路盛土の被害 ・路肩の変形、陥没 ・隣接する長浜でも盛土に被害
<b>(b) 鉄道の被害</b>	
S-1 長万部一旭浜間(JR室蘭本線)	・3橋梁で変状 ・延長610mで軌道変状
S-2 函館一知内間(JR津軽海峡線)	・5橋梁で変状 ・延長1,840mで路盤変状 ・延長310mで軌道変状 電柱の傾斜140以上
S-3 函館一長万部間(JR函館本線)	・1橋梁で変状 ・延長2,200m路盤変状 ・延長6,320mで軌道変状 ・仁川一渡島大野間で路盤変状大 ・中ノ沢一長万部間で排水溝変形
S-4 長万部一目名間(JR函館本線)	・延長378mで路盤変状 ・延長1,260mで軌道変状 ・二股一磯岱間で盛土崩壊、路盤変状大、軌道は蛇行
<b>(c) 橋梁およびトンネルの被害</b>	
B-1 長万部橋(長万部町、国道37号)	・近接した新長万部橋、第二長万部跨線橋とともに取付道路の沈下大きく、段差大 ・橋台付近の河原では噴砂
B-2 国縫跨線橋(長万部町、国道230号)	・取付道路の沈下 ・段差大
B-3 山崎跨線橋(八雲町、道道)	・取付道路の沈下 ・段差大
B-4 上磯新橋(上磯町、国道228号)	・桁の移動と支承、欄干の変形 ・周辺地盤で液状化発生 ・隣接する新古川橋でも同様
B-5 柳崎橋(江差町、国道229号)	・橋台周辺では地盤の変動大 ・椴川橋、古樫橋、姫川橋と同様に取付道路が沈下、段差大
B-6 幌内2号橋(奥尻町幌内、建設中)	・3径間PC桁橋が被害 ・桁の水平移動 ・桁で若干の蛇行と凹凸 ・橋台付近で地滑り ・取付道路は被害大
B-7 第二白糸トンネル(島牧村、国道229号)	・瀬棚側入口でトンネルが破壊 ・落石の直撃により1セグメントが破壊 ・付近の覆道でも落石、被害無し
B-8 千畳坂覆道(奥尻町米岡)	・PCプレキャスト方式の覆道 ・2セグメント中央で2分し崩落 ・軟弱地盤の基礎台座の転倒が原因
<b>(d) 河川および周辺農地の被害</b>	
V-1 厚沢部川(河口付近)	・堤防の堤外地で噴砂 ・堤防には縦断亀裂、沈下多数
V-2 後志利別川(河口より15kmの範囲)	・堤防の内外で噴砂多数 ・堤防には亀裂、沈下、陥没 ・河口付近兜野では床留めブロックの隆起 ・今金町貯金では護岸の破損 ・周辺の農地でも噴砂、亀裂、地盤流動 ・北檜山町ではサイロの倒壊
V-3 尻別川(河口より10kmの範囲)	・堤防の内外で噴砂多数 ・堤防には亀裂、沈下、陥没 ・張りブロックの滑り、沈下
V-4 赤井川(森町)	・床留め河床ブロックの隆起
V-5 太田川(大成町太田)	・河口付近では遡上した津浪によって護岸ブロック壁が倒壊 ・近接の住宅では基礎が露出
V-6 藻内川(奥尻町藻内)	・遡上した津浪によって護岸ブロック壁が河口付近で破損
V-7 水田農地(今金町豊田)	・水田に亀裂と噴砂、大規模沈下 ・浄化槽の浮上 ・水路やあぜ道の側方移動、変形
V-8 洞爺湖畔(洞爺村)	・湖畔の一部(長さ30m、幅7m)が湖に向けて滑動 ・液状化による可能性があるものの詳細は不明

表 5.4.1 地震による被害の分類 (その2)

記号および被害地点	被害状況
(e) 港湾・空港施設の被害	
P-1 室蘭港(室蘭市)	・建設中の鋼管セル矢板式岸壁の埋込材が液状化 ・その他には被害無し
P-2 長万部漁港(長万部)	・岸壁に亀裂や段差大
P-3 森港(森町)	・噴砂多数 ・岸壁の迫り出し ・矢板の破損多数 ・エプロン背後で亀裂、沈下、段差
P-4 函館ドック(函館市弁天町)	・北端の埠頭で被害大 ・鉄製緊留柱が70cm浮上 ・岸壁の迫り出し ・エプロンに大きな亀裂と陥没
P-5 西埠頭(函館市弁天町)	・被害は軽微 ・エプロンに亀裂と沈下
P-6 緑の島(函館市大手町)	・人工島で液状化 ・作業道路の亀裂と陥没 ・イベント広場芝生で数個の特大噴砂跡
P-7 豊川埠頭(函館市豊川町、卸売市場)	・周辺地盤の沈下30cm程度 ・道路や駐車場での亀裂、陥没多数
P-8 函館駅前朝市(函館市大手町)	・地盤の変状大 ・道路舗装の亀裂や陥没 ・埋込地盤での市場建物へ被害
P-9 若松埠頭(函館市若松町、シーボート)	・岸壁での亀裂や段差大 ・埠頭先端では乗船部基礎柱の傾斜
P-10 中央埠頭(函館市海岸町)	・被害は軽微 ・岸壁に亀裂数箇所
P-11 万代埠頭(函館市万代町)	・被害大 ・噴砂多数 ・南側、西側でエプロン被害大きく、コンクリートスラブの乱れ大 ・ベルトコンベアの基礎周辺で沈下大
P-12 北埠頭(函館市浅野町)	・大規模な被害、噴砂口多数、噴砂多量 ・エプロンでの亀裂、陥没大 ・岸壁の迫り出し ・背後地では水道管の破裂 ・セメントサイロの傾斜
P-13 有川埠頭(函館市港町)	・噴砂多数 ・岸壁の破損 ・地盤の沈下大きく、乗船部の基礎が傾斜
P-14 貯木場(函館市港町)	・地盤変状大 ・噴砂多数
P-15 東日本フェリーターミナル (函館市港町)	・被害大 ・駐車場では亀裂多数、噴砂多量 ・一部の乗船棧橋使用不能 ・北側岸壁の破損 ・排水施設は破損し、マンホールに噴砂流入 ・浄化槽の浮上
P-16 七重浜(上磯町)	・被害が広範囲、噴砂多量 ・道路や側溝の変状多数 ・石油貯蔵タンクでは防油堤の破損、地下貯油槽の浮上
P-17 江差港(江差町)	・フェリーターミナル施設および周辺家屋の被害大 ・多数の乗用車が流失
P-18 大成町平浜～宮野	・家屋、船舶への被害甚大 ・設置前の漁礁が散乱 ・護岸防波堤に被害
P-19 瀬棚港(瀬棚町)	・被害大(津波により噴砂は確認できない) ・漁港での岸壁の迫り出し ・フェリー埠頭でのエプロンの段差と岸壁の迫り出し
P-20 須築漁港(瀬棚町)	・被害大 ・エプロン背後で最大1mの陥没 ・岸壁の迫り出し
P-21 千走漁港(島牧村)	・岸壁の迫り出しとエプロン背後の沈下、陥没
P-22 厚瀬漁港(島牧村)	・岸壁の迫り出し ・エプロンでのアスファルトの剥離
P-23 フェリー埠頭(岩内町)	・エプロンの背後で噴砂、最大50cmの段差 ・花壇内に亀裂と側壁の傾斜
P-24 岩内港漁業埠頭(岩内町)	・エプロンでの亀裂と段差多少 ・噴砂は確認できない
P-25 小樽港(小樽市)	・施設への直接被害は無し ・小規模な噴砂
P-26 奥尻港(奥尻町奥尻)	・地震動と津波の相乗作用 ・岸壁の迫り出し多少 ・岸壁の破損数箇所 ・エプロンでは舗装の流出と沈下 ・ケーソン防波堤の滑動、転倒 ・荷揚場先端部の崩壊
P-27 青苗漁港(奥尻町青苗)	・地震動と津波の相乗作用(噴砂は未確認) ・防波堤の崩壊 ・岸壁の崩壊、傾斜、陥没 ・防波堤塊体の滑動、転倒 ・船揚場の崩壊 ・道路は広範囲にわたって陥没
P-28 神威胎漁港(奥尻町胎内)	・地震動と津波の相乗作用 ・防波堤の一部欠落 ・防波堤の滑動、傾斜
P-29 稲穂漁港(奥尻町稲穂)	・地震動と津波により防波堤が破損
P-30 奥尻空港(奥尻町青苗)	・滑走路に亀裂 ・空港機能障害は軽微
(f) 家屋・住宅地の被害	
H-1 農地盛土の崩壊(洞爺村)	・野菜栽培盛土が長さ30m、幅15m、高さ15mで崩壊 ・かなり緩い盛土の可能性大
H-2 長万部町市街	・外壁や窓ガラスの破損が目立つ ・歩道や路肩の沈下 ・町役場周辺で噴砂
H-3 長万部町大浜(長万部町)	・国道海側が階段状に流動、沈下、噴砂多数 ・ガソリンスタンドで、ブロック塀とコンクリートスラブ破損 ・地下タンクは相対的に浮上 ・隣接するパチンコ店でも同様で、浄化槽とマンホールが相対浮上
H-4 中ノ沢小学校(長万部町中ノ沢)	・杭基礎頭部が露出して破損、建物の被害小 ・グラウンドでは噴砂、亀裂と陥没多、数被害大 ・芝生では亀裂大 ・脇の小河川では護岸が崩れて閉塞 ・砂鉄採取跡地を海砂により埋め立て(6m程度)、かなり緩い状態 ・周辺道路の変状大、路肩や歩道の沈下、陥没多数 ・大浜寄りの土産物広場が流動化、段差多数

表 5.4.1 地震による被害の分類 (その3)

記号および被害地点	被害状況
H-5 ペンション(森町赤井川)	・火砕流堆積物の液状化によりペンションに被害 ・不同沈下、最大 30cm ・周辺および床下に多数の噴砂 ・七飯町宮住宅が液状化により被害を受け不同沈下大 ・旧国道5号沿いに被害多数
H-6 倉庫群と周辺(函館市末広町、豊川町)	・倉庫のブロック塀・壁の倒壊、剥離 ・豊川稲荷神社で石積塀の崩壊
H-7 ゴルフ練習場(函館市港町)	・ネット支柱の基礎部で液状化、亀裂 ・支柱の傾斜多数
H-8 五稜郭(函館市五稜郭町)	・石垣の破損、数箇所
H-9 上磯町七重浜	・ブロック塀の倒壊 ・土蔵の半壊 ・住宅の不同沈下 ・上磯町東浜、飯生地区でも住宅への被害大
H-10 乙部町緑町	・液状化により保育園等へ被害
H-11 大成町平浜～太田	・奥尻町について被害大きく、人命も失われている ・船舶、家屋への被害大
H-12 北増山町市街	・建物の不同沈下数件 ・木造アパート(一階駐車場)の倒壊
H-13 瀬棚町市街地	・中心部でも津浪による被害、液状化による被害軽微
H-14 島牧村豊浜	・背後地の崖崩れにより、一般住宅全壊 ・栄魂とともに津波の被害 ・人的被害
H-15 奥尻町青苗市街地	・火災と津波で、市街地の70%を失う ・人的被害最大
H-16 奥尻港背後地(奥尻町奥尻)	・大規模な崖崩れが発生、旅館「洋々荘」と石油貯蔵タンクが倒壊 ・人的被害多数
(g) ライフラインの被害	
L-1 長万部市街	・市街地に被害集中 ・ガス管、下水、上水道へ被害 ・マンホール3個の浮上、最大30cm ・国道5号山側でマンホールの浮上
L-2 長万部町中ノ沢～国縫	・電柱の傾斜、付近では噴砂 ・道路盛土路肩の変形も大
L-3 長万部町知来	・道路盛土崩壊によりNTTケーブルに被害 ・地中同軸ケーブル切断、光ケーブル緊張
L-4 上磯町七重浜	・長万部町と並ぶ規模の被害 ・下水管の破損、マンホールの浮上 ・排水溝の破損多数 ・電柱沈下 ・飯生地区では上水管が破裂
L-5 江差町中崎	・水堀中学館で、農業用水配水管の浮上 ・国道脇でマンホールの浮上
L-6 館浦温泉団地(乙部町)	・上水道施設に被害
L-7 フェリー埠頭(岩内町)	・マンホールの浮上5cm程度
L-8 JR津軽海峡線	・電車線路の支柱が傾斜
L-9 石油貯蔵タンク(奥尻町奥尻)	・背後の崖崩れによって破損 ・隣では旅館「洋々荘」が全壊
L-10 ホヤ石川発電所(奥尻町藤内)	・津波により発電所が全壊、不能 ・奥尻町では津波や崖崩れによって電線が数箇所で切断

わずかに傾斜した地盤にも、液状化により顕著な側方流動が観察されている。長万部町大浜～中ノ沢一帯は広範囲に液状化が発生したところで、階段状に地割れと段差が発達し、地盤が側方に流動している(H-4)。液状化による被害は広範囲な地域に及んでおり、青森県車力村の砂丘でも噴砂が確認されている。液状化は固結している地盤では発生しにくいと考えられていたが、森町赤井川周辺では火砕流堆積物と見られる地盤でも液状化が確認されている(H-5)。液状化による地盤の支持力低下によって、構造物が沈下・傾斜するなどの被害が発生している(H-5,9,10,12)。また、鉄塔の傾斜や沈下も同様なメカニズムによるものであろう(H-7)。マンホール、浄化槽の浮上も見られている(H-3)。

崖崩れにより壊滅的な被害を受けた施設もあり、奥尻町奥尻の旅館「洋々荘」では多数の方々が亡くなっている(H-14,16)。

#### (7) ライフラインの被害

ライフラインでは架空部分よりも地中部分に被害が集中している。(L-1)では、地盤が広範囲にわたって変形し、その結果、上下水道、ガスなどのライフラインでは、継手部の破断などの被害がこの地区に集中した。長万部の都市ガス供給地帯では、緊急復旧体制に、釧路沖地震での経験が大いに活かされた。電話線でも被害が地中部分に集中しており、道路盛土の崩壊箇所(R-1,2)ではケーブルに破断、緊張などによる機能障害が発生した。さらに、橋梁の取付部などでは電話線が緊張している

箇所があるようである。

地盤の液状化によると思われる、電柱や鉄塔の傾斜や沈下 (L-2,4,8)、マンホール、配水管の浮上が見られている (L-1,5,7)。マンホールの浮上は釧路沖地震でも話題になっており、メカニズムの解明が待たれている。

また、発電所が津波により発電不能となる被害も発生している (L-10)。

#### 引用・参考文献

- 1) Seno, T. and Eguchi, T.: Seismotectonics of the Western Pacific, Geodynamic Ser.11, 5-40, American Geophysical Union, 1983
- 2) 川村信人・田近 淳・川村寿郎・加藤幸弘: 西南北海道の中・古生層の地質構成と産状, 地団研専報, 31, 17-32, 1986
- 3) 中村一明: 日本海東縁新生海溝の可能性, 東京大学地震研究所彙報, 58, 7711-722, 1983
- 4) 山岸宏光・渡辺 寧: 西南北海道における新生代後期の応力場の変遷—地質, 岩脈, 鉱脈および活断層の検討, 地団研専報, 31, 321-332, 1986
- 5) 玉木賢策: 日本海東縁部の活構造とテクトニクス, 月刊地球, 6, 38-48, 1984
- 6) 八幡正弘: 西南北海道の新生界とその特徴, 地質学論集, 32, 7-28, 1989
- 7) Otofuji, Y. and Matsuda, T.: Amount of clockwise rotation of Southwest Japan-fan shape opening of the southwestern part of the Japan Sea. Earth Planet Sci. Lett., 85, 289-301, 1987
- 8) 雁沢好博: 東北日本弧内帯の白亜紀, 第三紀火山岩のフィッシュン・トラック年代—奥尻島・男鹿半島・朝日山地, 地質学雑誌, 93, 387-401, 1987
- 9) 秦 光男・佐藤博之・矢島淳吉: 5万分の1地質図幅「奥尻島北部および南部地域」, 地質調査所, 1982
- 10) 加藤 誠・勝井義雄・北川芳男・松井 愈 編: 日本の地質—北海道地方, 共立出版, 337, 1990
- 11) 瀬川秀良: 日本地形誌「北海道地方」, 朝倉書店, 昭和49年5月
- 12) 瀬川秀良ほか: 土地分類図「北海道Ⅰ石狩・後志・胆振支庁」, 国土庁土地局国土調査課監修, 昭和50年
- 13) 瀬川秀良ほか: 土地分類図「北海道Ⅴ渡島・桧山支庁」, 国土庁土地局国土調査課監修, 昭和53年
- 14) 北海道水理地質図説明書第7号「倶知安」, 北海道立地下資源調査所, 昭和60年3月
- 15) 北海道水理地質図説明書第12号「伊達・八雲」, 北海道立地下資源調査所, 昭和61年9月
- 16) 北海道水理地質図説明書第15号「函館」, 北海道立地下資源調査所, 昭和41年3月
- 17) 函館市土質柱状図集, 北海道建築士会函館支部, 昭和54年11月
- 18) 北海道における特異地盤に対する地震緊急対策に関する研究, 北海道防災会議, 昭和45年4月
- 19) 城戸欽也・丹波 齊・河合裕志: 特集・主要都市およびその周辺部の地盤特性と基礎工法その3「北海道」, 基礎工, 昭和52年
- 20) 湊 正雄・藤原嘉樹・熊野純男: 北海道の海岸平野における軟弱地盤の深度, 地質学編集第7号「日本の海岸平野」, 日本地質学会, 昭和47年12月
- 21) 日本の地質Ⅰ「北海道地方」 日本の地質「北海道地方」編集委員会編, 共立出版, 平成2年7月
- 22) 地域地質研究報告5万分の1図幅「奥尻島北部及び南部地域の地質」, 北海道立地下資源調査所, 昭和57年
- 23) 稲 直美: 北海道南西沖地震発生, 土と基礎, Vol.41, No.9, pp.45~46, 1993
- 24) 土岐祥介・三浦均也・山下 聡・西村右敏: 1993年北海道南西沖地震における被害の概要, 土と基礎, Vol.41,

No.11, pp.5~10, 1993

- 25) 西川純一・高橋光昭・山下彰司：1993年北海道南西沖地震における道路・鉄道・河川堤防の被害，土と基礎，Vol.41, No.11, pp.11~16, 1993
- 26) 水野雄三・谷野賢二・笹島隆彦・明田定満：1993年北海道南西沖地震における港湾・漁港の被害，土と基礎，Vol.41, No.11, pp.17~22, 1993
- 27) 若松幹男・紫竹正樹・瀬川秀恭・佐藤謙司：1993年北海道南西沖地震における住宅地およびライフラインの被害，土と基礎，Vol.41, No.11, pp.23~28, 1993
- 28) 北海道開発局開発土木研究所：1993年北海道南西沖地震被害調査報告，開発土木研究所報告，第101号，1993
- 29) 清水建設(株)：平成5年北海道南西沖地震奥尻島の被害調査報告，1992