

北海道地方土木地質図について - そのねらいと特徴，利用と使用について

古田 政美 「(仮)北海道土木地質データ集」編集・出版委員会委員長

北電総合設計株式会社 土木部 技術顧問

キーワード：土木地質図，GIS 機能，基盤の工学的性質，ダム構造物実例，斜面災害実例

1. はじめに

北海道地方の土木地質図は，平成 16 年度から北海道開発局のもと，その編纂作業（委員長加藤北大名誉教授）が進められたが，色々な社会情勢で開発局主導の出版は断念せざるをえなかった。他の地方整備局（国土交通省）ではその管内の「土木地質図」を出版しているが，北海道地方では未だ出版されていない。そのため北海道開発局は出版の意向が強い。また編集に携わっている委員の皆様も出版に対する意欲が大きかった。出版に向けての模索が行われた。最終的に応用地質学会北海道支部が受け皿となることになった。その間，開発局と応用地質学会北海道支部での契約条件が決まった。その中身の主なものとして「公共性」「利益を持たない」などであった。「(仮)北海道土木地質データ集」編集・出版委員会（実質編纂委員会）は応用地質北海道支部総会です承され，平成 22 年度から編集・出版に向けての活動が始まった。今年 3 月には，出版（DVD 版）の運びとなりました。今回は北海道地方土木地質図の特徴・ねらいおよび利用・使用についての一例を報告いたします。

2. 土木地質図編纂の必要性

北海道地方でも地震や火山噴火，岩盤崩落・地すべり等の斜面災害，豪雨による洪水災害が頻発している。また社会経済活動の拡大に伴う大型土木構造物や大規模宅地開発などの事業は少なくなってきたが，住民の安全・安心およびさらなる利便性のための維持管理や再開発が益々必要かつ重要な時代となってきました。

これら防災や建設事業計画・再構築の検討や策定に当たって事業を具体化するための環境評価や設計・施工の基礎資料として，土木地質や応用地質を扱うのに適当な地質図の作成（編纂）が望まれていた。すなわち従来の地層区分と工学的性質が直接結びつき，各種土木地質情報と地質分布や構造との関係を俯瞰的・総合的に示した地質図や解説が必要なのである。

3. 土木地質図作成に向けての目標および重点

土木地質図は，20 万分の 1 の既存の地質図をベースにするが，最新の調査結果を付け加える。目標としたものを下記に示す。なお，土木地質図は地質図・情報図とその解説書から構成される。

- ① 記号・凡例はシンプルかつ土木構造物計画や災害対応などに活用できるもの。
- ② 土木分野に必要な第四紀層や基盤での「硬さ」・「くずれやすさ」・「掘削難易」などの表現を検討。
- ③ 地域分けし，地域での地質・応用地質の特徴・特質事項を解説書の中で実例をあげ解説すること。

- ④ 種々の地質情報を整備・表示するとともに地質図と重ね合わせる工夫をすること。

4. 土木地質図の記号・凡例

従来の地質図では，同じ地層なのに地域ごとに地層名が異なる，あるいは，同じ時代の地層なのに場所によって実際の構成物が異なるなど，土木技術者にとっては，現場で混乱する原因の一つでもあった。土木地質図では，これらに配慮して，全道の地質を統一凡例・記号で区分した。区分図（凡例・記号）は紙面の関係上，堆積岩類，火砕流堆積物と付加体構成岩類を示す。

1) 堆積物・堆積岩 (図-1) :

堆積物・堆積岩は，大きくは時代による 4 区分を行った。「白亜紀 (K 記号)」，「古第三紀 (PG 記号)」，「新第三紀 (N 記号)」，「第四紀 (Q 記号)」である。さらに全道各地域の地層を対比し，従来の細区分を基に，それぞれ以下のようなシームレス区分を行った。白亜紀：

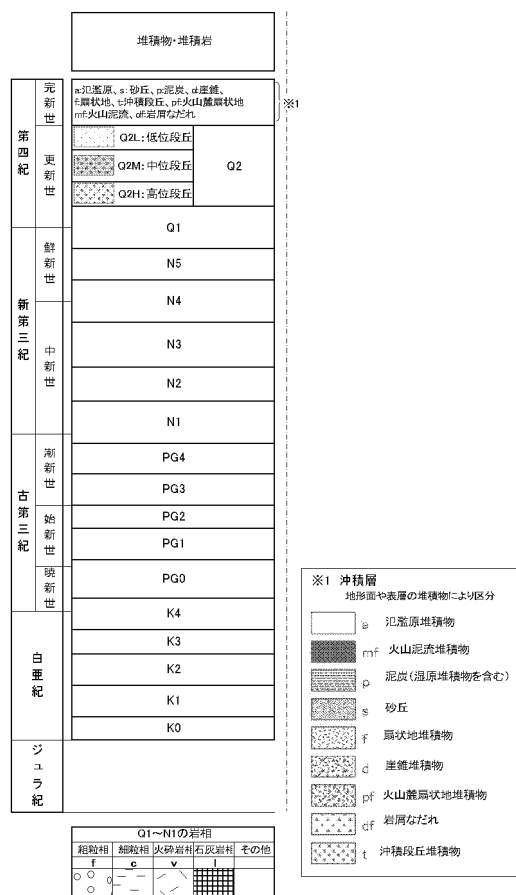


図 - 1 全道を統一の凡例・記号 (堆積岩)

K1~K4 (4 区分), 古第三紀: PG0~PG4 (5 区分), 新第三紀: N1~N5 (5 区分), 第四紀更新世: Q1~Q2 (2 区分, うち段丘堆積物は Q2H, Q2M, Q2L の 3 つに細区分), 第四紀完新世: t, s, p, d, f, pf, df, mf, a (時代ではなく堆積物の種類に対応して 9 区分)。

ただし, 堆積状況が連続的で 2 つの時代区分をまたぐ地層がある。例えば白亜紀と古第三紀にまたがる K4 や, N1, Q1 で, これらは時代をまたぐ区分設定とした。

また, 特に新第三紀以降の堆積岩類は, 岩相により著しく強度差があるため, N1~Q1 (新第三紀~第四紀前期) の地層を, 構成物の違いにより岩相区分した。

岩相区分は, 末尾に記号を付記して示した。以下の 5 区分である。

- ①粗粒相 : c (砂礫, 砂岩・礫岩を主体), ②細粒相 : f (粘土, 泥岩・シルト岩を主体), ③火砕岩相 : v (火砕岩類・凝灰岩を主体), ④石灰岩相 : l (石灰質岩主体), ⑤その他 : 記号無し (互層)

2) 火砕流堆積物 (図-2) :

火砕流堆積物は新第三紀鮮新世以降とし, 産状から火砕流 fl と降下軽石 fa の 2 区分とした。これに, 時代による以下の 4 区分を行い, 記号を末尾に付した。

0 : 新第三紀鮮新世, 1 : 第四紀 50,000 年前以前, 2 : 第四紀 50,000 年~10,000 年前, 3 : 第四紀 10,000 年前以降。

また, 火砕流は大きく 4 地域 (①渡島半島, ②道南山地, ③十勝大雪, ④知床阿寒) に分けた。

さらに噴火源については特定できる 9 箇所にはその起源が分かるように記号を設定した。たとえば fw2sk の場合は fw : 溶結した火砕流堆積物, 2 : 1~5 万年前の噴出物, sk : 支笏起源である。

また, 火砕流堆積物は溶結部と非溶結部での強度や透水性の差が大きい。よって, 一般に強度の大きい溶結部には「W」を付記, 地質図上でもハッチをつけ表現した。

		火砕流堆積物 (溶結凝灰岩)	降下 軽石	
第四紀	完新世	fl3	fa3	10000y
	更新世	fl2 (fw2)	fa2	50000y
		fl1 (fw1)	fa1	
新第三紀	鮮新世	fl0 (fw0)	fa0	
	中新世			

図 - 2 全道を統一の凡例・記号 (火砕流堆積物)

3) 付加体構成岩類 (図-3)

付加体構成岩類は, 付加した年代と構成岩種により, 以下のように 3 区分した。

ジュラ紀, 砕屑岩 (泥岩, 砂岩など) : Js, 白亜紀~古第三

紀, 砕屑岩 (泥岩, 砂岩など) : KPs, 白亜紀~古第三紀, 緑色岩 (玄武岩などの火山岩類が変質・変成作用により緑色化した岩石) : KPb

また, 異地性岩体のうち表示可能な大きさの小ブロックは岩種ごとに 3 区分した。異地性岩体とは, 付加体中にブロックとして含まれている岩体である (緑色岩 bs・石灰岩 l・チャート ch)。

変成岩類は, 変成作用を受ける前の原岩によって 2 区分した (泥質岩 : mep・塩基性岩 : meb)。

超塩基性岩類 (蛇紋岩など) は, 以下の 2 区分とした (かんらん岩 : pe・蛇紋岩 : sp)。

とくに蛇紋岩は, 膨張性岩盤として土木的に問題となることが知られており, その多くが葉片状蛇紋岩であることから, 塊状・葉片状に区分し, 塊状をハッチングで表記した。

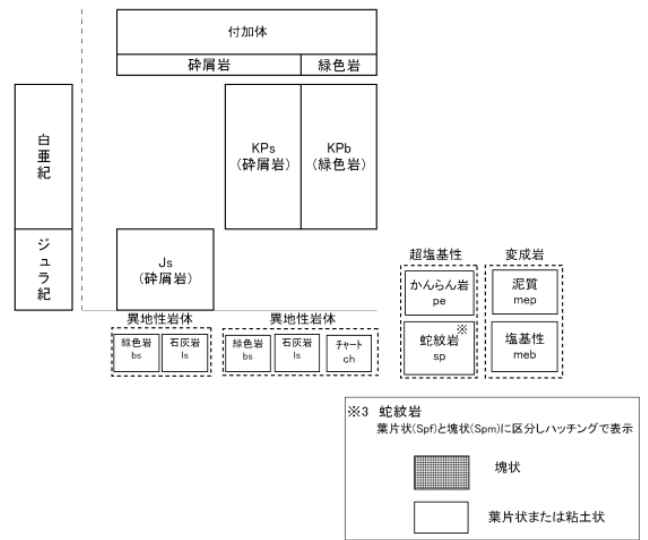


図 - 3 全道を統一の凡例・記号(付加体)

4) 火成岩類

火成岩類 (火砕流を除く) は, 地質年代, 化学組成, 形態 (岩相・産状) により, 「溶岩」, 「火山砕屑岩」, 「貫入岩」, 「深成岩」に 4 区分した。

さらに細区分を以下に示す。深成岩以外の火成岩類は, 時代と化学組成を加味して細分化した。地質記号は, 以下の要素の組み合わせで, ①~③の順に付記した。

① 時代区分: 白亜紀 K, 古第三紀 PG, 新第三紀 M, 第四紀更新世 P, 第四紀完新世 Q の 5 区分

② 産状・岩相の基本区分: 白亜紀・古第三紀: 溶岩・火山砕屑岩 v, 貫入岩は記号無し, 新第三紀・第四紀: 溶岩 L, 火山砕屑岩 P, 貫入岩は記号無し。

③ 化学組成: 白亜紀・古第三紀: 苦鉄質 m, 珪長質 f の 2 区分, 新第三紀・第四紀: 玄武岩質~安山岩質 b, 安山岩質~デイサイト質 a, デイサイト質~流紋岩質 r の 3 区分
例: たとえば MLa の場合は, 時代: 中新世 M, 産状: 溶岩 L, 化学組成: 安山岩質~デイサイト質 a

深成岩は, 苦鉄質 gb (はんれい岩など), 珪長質 gr (花崗岩など), ミグマタイト mig の 3 区分とした。

これらの区分は, いわゆる土木地質の特徴をある程度反映してはいるが, 産状・岩相は場所によりばらつきが多く, 地山あるいは材料として捉える場合, 不均質性を考慮する必要がある。また, 変質にも注意が必要である。

なお、新第三紀の火山砕屑岩類は、火山から噴出した後、水中で破碎して堆積した地層であるため、一部堆積岩類に分類している。

5. 解説書の特徴

解説書は、基本的に土木地質図の説明・解説としました。構成は第1編：本地質図の利用に当たっての説明。第2編は地形・地質で北海道の概要および地域を分け（表-1、図-4）、地質・応用地質を解説。第3編は応用地質、第4編は資料集（地質情報等を整理；表-2）。特に第2編の地域での応用地質の項ではその地域での土木構造物・災害などを事例で解説した（表-3に例として北海道中央北部で記載した例を示す）。

表 - 1 地域区分・地区区分

解説書区分	
地域	地区
4 北海道南西部	4.1 渡島半島
	4.2 道南山地
	4.3 奥尻島、渡島大島・小島
5 北海道中央南部	5.1 石狩平野
	5.2 夕張山地および日高山麓丘陵
	5.3 日高山地
	5.4 十勝平野
	5.5 然別火山群～東大雪
6 北海道中央北部	6.1 増毛山地
	6.2 深川留萌地域
	6.3 十勝・大雪火山群
	6.4 天塩平野および宗谷丘陵
	6.5 天塩山地
	6.6 中央凹地(頓別平野～上川富良野盆地)
	6.7 北見山地北部～中部
	6.8 利尻・礼文、天売・焼尻
7 北海道東部	7.1 北見山地南部および盆地
	7.2 白糠丘陵
	7.3 斜里平野およびオホーツク海沿岸平野
	7.4 知床半島、阿寒・屈斜路
	7.5 根釧台地～鶴居丘陵
8 北方四島	8.1 国後・択捉
	8.2 歯舞・色丹

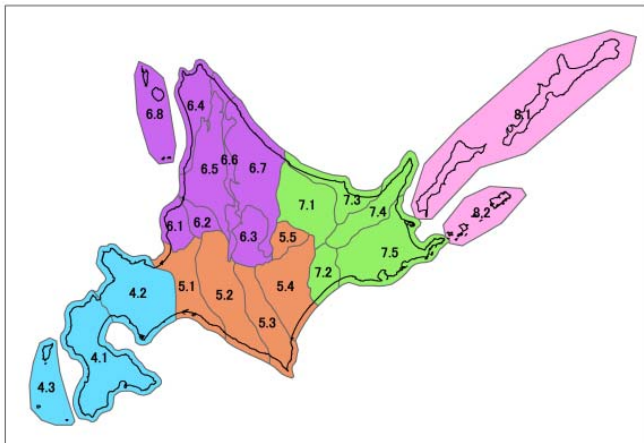


図 - 4 地域区分・地区区分

表 - 2 土木地質図・情報図掲載項目
(データは解説書の資料集)

情報図の種類	掲載図面・箇所		
	20万図表示	データ提供	
土木構造物	ダム		
	トンネル		
	橋梁		
	発電所		
	空港・港湾		
	応用地質	地すべり防止区域	
		地すべり地形	
		岩盤崩壊・地すべり災害発生箇所等	
		土石流発生箇所	
		火山泥流発生箇所	
環境	震災		
	活断層		
	液状化履歴図		
	稼行・休廃止鉱山		
	炭田・炭坑		
	油田・ガス田		
	温泉・鉱泉		
	地下水(面)		
	深井戸(地熱・温泉・資源など)		
	自然公園		
その他	名勝・天然記念物		
	凍結深		
	積雪深		
気象	気候図		
	重力異常		
地物	重力異常		
	磁力線		

表 - 3 地域別応用地質記載事項(例)

	ダム	トンネル	地すべり災害	岩盤崩壊	土石流・津波・洪水	地震・火山災害	資源	特殊地形他
6.1 増毛山地	-	太島内樫要、ペリカ、玉の浦	安瀬	雄冬峠				
6.2 深川留萌地域	留萌、エルム	北竜、多度志						
6.3 十勝・大雪火山群	忠別	-	-	天城岩	層雲峡 カルシウム沢	大正泥流	温泉(概要)	
6.4 天塩平野および宗谷丘陵	北辰	豊橋			天塩川洪水		温泉 地下水	
6.5 天塩山地	小平、沼田	嵐山、小平	共和		爾龍川、天塩川泥、津波		炭鉱	第四紀堆積物
6.6 中央凹地(頓別平野～上川富良野盆地)	-	旭川			活断層、地下水			
6.7 北見山地北部～中部	大雪	於鬼頭	村井の沢				金剛山	
6.8 利尻・礼文、天売・焼尻	なし	(概要、漁港)	元地		火山土石流、海岸浸蝕		地下水	活構造

6. 土木地質図および解説書の実例および使用・利用について

ここでは土木地質図の利用・使用についてと解説書での実例を主体に示す。

1) 土木地質図

① 編集で地質図に「地質情報」を重ね合わせ(GIS機能)

目的とした地域での地質情報を把握する(留萌地方で、地すべり地形、ダム構造物等を示す)。

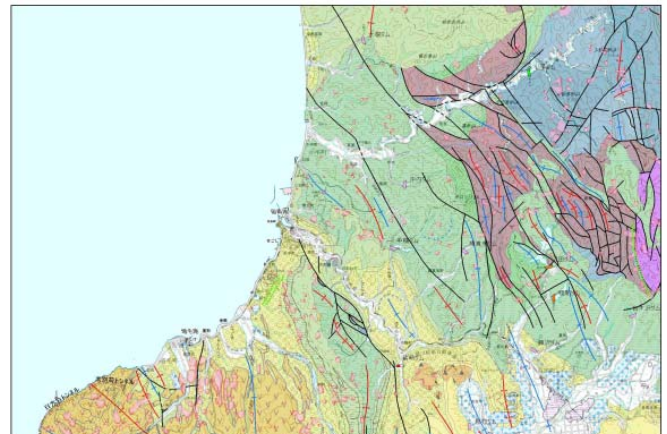


図 - 5 留萌地方での地質状況

② 対象目的地層の抽出

目的とする地層を抽出することが可能である。例として白亜紀以前の地層を抽出（抜粋）した例を示す。

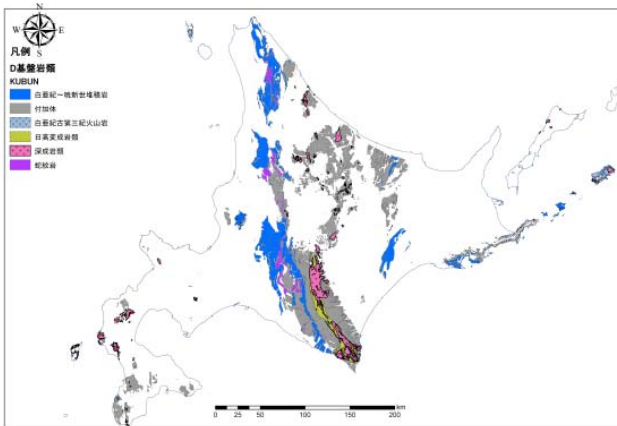


図 - 6 白亜紀以前の地層

③ 公共出版物との対比

土木地質図と公共出版物との対比を考える。

- 表層地盤のゆれやすさ全国マップ（2005 年内閣府対策総括官：防災担当）

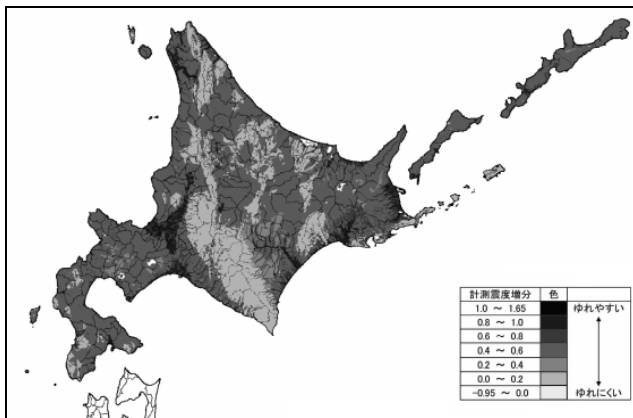


図 - 7 表層地盤のゆれやすさ全国マップ（北海道地方抜粋，加筆）

- 深層崩壊推定頻度マップ（2010 年国土交通省）

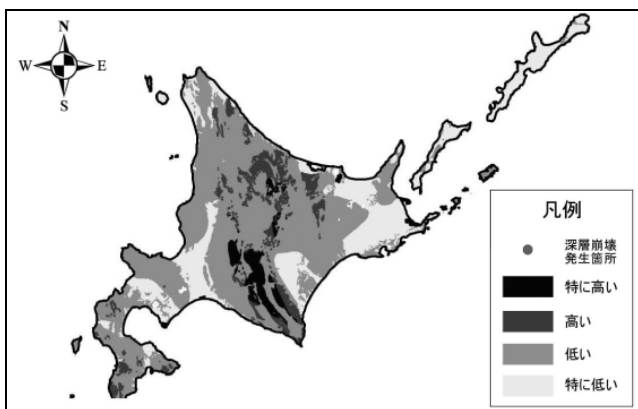


図 - 8 深層崩壊推定頻度マップ（北海道地方抜粋，加筆）

2) 解説書

解説書は基本的に土木地質図の解説および説明である。以下に解説や説明の例を示す。

① 地層名の対比（主に新第三紀の堆積岩類）

北海道南西部と北海道中央南部での代表的な地層と岩相を示す（詳細は本文「北海道概観」の項で示す）。

表 - 4 地層名の対比（主に新第三紀の堆積岩類）

	北海道南西部		北海道中央南部		
	代表的地層名	代表岩相	代表的地層名	代表岩相	
更新世	Q2	留寿都層	火山灰・砂・粘土 Q2	野幌層	砂・シルト Q2
		岩内砂層	砂 Q2		
		徳舜別粘土層	粘土・砂礫 Q2		
更新世	Q1	尻別川層	砂岩・礫岩・シルト岩 Q1	池田層	砂岩・泥岩・シルト岩・凝灰岩 Q1、Q1c(上部)
		瀬棚層	砂岩(細～中粒) Q1		
		鶉層・富川層			
鮮新世	N5	黒松内層	火砕岩・泥岩・砂岩 N5c・N5v・N5	糠内本別層	砂岩・泥岩・礫岩 N5
		伊達層	砂岩・泥岩・凝灰岩 N5・N5c・N5v	厚賀層	礫岩・砂岩・シルト岩 N5
		室蘭層	火砕岩・溶岩 PL・PP		
		余別層 倶知安層群	凝灰岩・シルト岩 N5 火砕岩・溶岩 PL・PP	当別層	砂岩・泥岩・凝灰岩 N5
西野層	砂岩・泥岩 N5f 火砕岩 PP				
中新世	N4	八雲層	硬質頁岩・泥岩・凝灰岩	望来層	硬質頁岩・シルト岩
		木古内層	凝灰岩 N4f・N4v	岩見沢層	砂岩・凝灰岩 N4・N4f
		江差層			
		砥山層群	泥岩・砂岩 N4f	二風谷層 元神部層	礫岩・砂岩・泥岩 N4・N4c
		大和層 小沢層	砂岩・頁岩・礫岩 N4 溶岩・火砕岩 ML・MP		
荘珠内川層	凝灰岩・角礫凝灰岩 N4v 溶岩・火砕岩 MP・MP	大樹層	泥岩・砂岩・凝灰岩 N4		
中新世	N3	然別川 白井川	凝灰岩・凝灰角礫岩 N3v 泥岩・砂岩・礫岩 N3 火砕岩・溶岩 MP・MP	上支湧別層	泥岩・砂岩・礫岩 N3
		長流川層 幌別層	凝灰岩・溶岩を伴う	大川層	砂岩・泥岩・礫岩 N3
		訓縫層 左俣川層	緑色凝灰岩・砂岩・泥岩・溶岩を伴う N3v	川端層 受乞層	礫岩・砂岩 N3c
中新世	N2	定山溪層群 茅沼層群	堆積岩(砂岩・泥岩) N2 火砕岩 MP 溶岩 ML	滝の上層	礫岩・砂岩・泥岩互層・凝灰岩 N2
		吉岡層	泥岩・砂岩 N2f		
中新世	N1	福山層 太櫓層	火砕岩・砂岩・泥岩 N1・N1v 溶岩 MLb	-	-

「」：混合層
 「f」：細粒岩を主体層
 「c」：粗粒岩を主体層
 「v」：凝灰質を主体層
 ML：中新世の溶岩
 PL：鮮新世の溶岩
 MP：中新世の火砕岩
 PP：鮮新世の火砕岩

② 基盤の工学的性質（夕張山地北部の例）

基盤の工学的性質は本文の第 2 編「地形地質」の各地域（4～8 項）での「応用地質」に示している。基盤の工学的特徴や土木構造物や地すべり地形などに対し説明している。

表 - 5 基盤の工学的性質 (夕張山地北部)

時代・区分	記号・地層名	岩 質	工学的特徴	ダム		トンネル		地すべり地形
				基 礎	貯水	直 径	深 度	
第四紀 沖積層	N5	堆積層・流石層 中～上部に軽石層	無層理のほろろ質シルト					
	N6	透層・浸透層・砂層	無層理のほろろ質シルト					
	N4	砂質泥岩・二葉砂層	板状の硬質頁岩					
	N3	川層・板状層・アベツ層	砂質泥岩五層・硬質・厚い砂岩 ドズイト					
第三紀 礫層	K2	礫の上層・泥層	下部に透砂質砂岩 上部に無層理砂岩					
	K3	紅土層	上部：シルト 下部：砂岩					
	K1	礫内層	泥岩(無層理)					
白亜紀 礫層	P2	石狩層群上部・中部・下部	砂岩・泥岩・礫層を伴う					
	P3	石狩層群下部	砂岩・泥岩・礫層を伴う					
	P4	石狩層群上部	砂岩・泥岩・礫層を伴う					
	P5	石狩層群下部	砂岩・泥岩・礫層を伴う					
白亜紀 礫層	Q1	沖積層群	砂質シルト					
	Q2	上層礫層群	塊状砂岩～シルト岩					
	Q3	中部・下部礫層群	砂岩・泥岩互層					
	Q4	下部礫層群	砂質シルト					

③ 土木構造物の実例紹介と解説 (漁川ダムの例)

土木構造物の実例紹介と解説は上記した「応用地質」の項の中で取り扱っている。実例は道南山地(北海道西南山地)の溶結凝灰岩分布域に築造された漁川ダムを示す。

漁川ダム

漁川ダムは恵庭市に、多目的としてダム高45.5mのロックフィルダムである。直轄ダムとして、北海道では、2例目のロックフィルダムである。

ダム諸元は以下の表に示す。

漁川ダムは、支笏火山噴出物(第四紀火山噴出物)で溶結凝灰岩を基盤としている。基盤の溶結凝灰岩は溶結部が約30～40mの厚さがある。この部分は強度があり、ダム基礎として問題は少なかった。しかし溶結部の上下に非溶結部が存在し、強度面・透水性の面からも課題があり、十分な検討がなされた。特にカーテンプールの検討では、常時満水位との兼ね合いで、処理の検討が行われた。また下部には砂礫層が存在し、被圧地下水が存在しその対応もされている。ダム軸の地質断面図、上下流断面図を以下の図と写真に示す。

材料の面でもコア材に関しては、周辺が火山性の堆積物が多く、その対応に広域に調査を行い、十分な試験等を実施して、施工に望んでいる。

位置 (河川名)	恵庭市漁平 (石狩川水系千歳川支流漁川)
目的	多目的ダム
事業主体	北海道開発局
基盤	F12: 支笏火山噴出物、溶結凝灰岩
ダム形式	ロックフィルダム
堤高 (堤体標高)	45.5m (179.5m)
堤頂長	270.0m
堤体積	647,000m ³
総貯水容量	15,300,000m ³
設計洪水水位	
サーチャージ水位	176.5m
常時満水位	164.3m
最低水位	154.6m
地盤状況 条件 強度	岩盤強度: ps(溶結凝灰岩非溶結部) $\tau = 2.3 \text{ kg/cm}^2 \times 0.129^{0.44}$ 設計震度: 0.15
ダム建造の課題	溶結凝灰岩の溶結度の差で、強度・透水性に違いが大きい。また下部に礫層からの被圧地下水が作用していた。以上の条件等を検討し、設計を行った。



漁川ダム



ダム軸地質断面図 (漁川ダム)

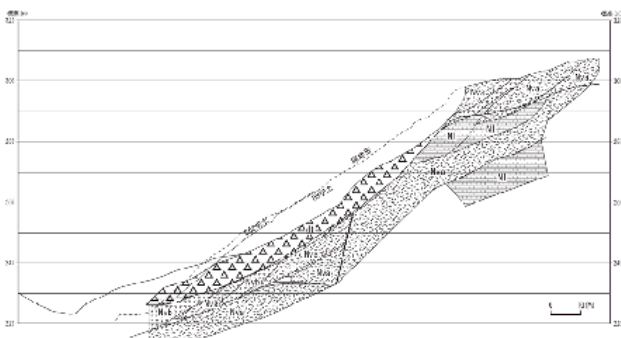
図 - 9 土木構造物 (漁川ダム: 本文より抜粋)

④ 斜面災害の実例紹介 (北陽土砂崩壊)

斜面災害の実例は、上記した「応用地質」の項の中で取り扱っている。実例は北見山地南部の付加体構造岩類分布域で発生した斜面崩壊(土砂崩壊)の例である。

7. 終わりに


今回作成した土地質図は、バラバラに発行された既存の20万分の1地質図をつなぎ、土木(応用)地質に使いやすいように、統一凡例を作成し、地層の整理を行い、分布



地質時代	地層名	記号
第四紀 沖積層	堆積土	
	火山性砕積岩A	Nva
白亜紀 礫層	火山性砕積岩B	Nvb
	石灰岩・チャート互層	Nl
	赤色含煤泥岩	Nc
	チャート	Nm

北陽土砂崩壊 (一般国道33号北陽土砂崩壊調査委員会, 2002)

岩盤が長い時間をかけて劣化している可能性があるため、土地利用では注意が必要である。



北見北陽斜面岩盤崩壊

図 - 10 斜面災害 (北陽土砂崩壊: 本文より抜粋)

や断層などを編集しました。従来重要視していなかった第四紀の堆積物も種々の資料や最近の研究成果をとりまとめて表示した。また、関連する地質情報(土木構造物・地質災害・地質資源・環境・活断層などのデータ)を収集整理し、地質情報図も作成しました。さらに、これらの情報をすべて電子化し、GIS上で操作できるスタイルとしたことは、既刊の全国の土地質図とは全く異なる斬新な試みであります。

また、解説書は、広大な北海道が地域によって地形・地質に特徴があることから、大きく5地域に分け、それぞれ詳細に解説している。さらに応用地質の項では、「分布地質の工学的性質」・「土木構造物」・「災害」・「資源」などを、その地域での実例をもとに解説しています。また北海道の特筆すべき地質に関して、土木的に課題となる地質「付加体」・「蛇紋岩」・「火砕流堆積物」・「湿原堆積物」など、そのでき方なども含め、土木技術者が理解できるよう解説した。

土木関連の技術者が防災計画や構造物の再構築・維持管理を考える際、必要となる項目を多く整理・編集したものです。

昨年度、新たな編集作業を開始し、本年3月に出版の運びとなりました。編集作業に携わっていただいた加藤名誉教授、新井田先生ほか委員の皆様の力強い支援を受けたことを御報告いたします。また、応用地質学会北海道支部や北海道地質調査業協会および関連会社に多大な励ましや支援を受けたこともここに御報告し、感謝いたします。