

北海道におけるダム地点の地質学的問題点

地質研究室 技 官 星 野 亮

1. ま え が き

戦後国土総合開発が強力に推進され、その基本的条件であるエネルギー資源の開発・食糧の増産・治水等の目的のため、単独目的あるいは、多目的ダムの建設が促進され、幾多の高堰堤があらゆる最新技術をとりいれて築造され、また計画されている。これらのダム地点の地質条件は、その地形的条件および水文的条件とともに、経済効果に与える影響は非常に大きく、ことに、近年になつてこの事実が多くの人々に注目されるに至つた。このことは水資源の開発方式と日本の地質構造とに大いに関係のあることと考えられる（例えば、大ダムと破碎帯との関係等）。北海道においても戦後のこの傾向は同様で多くのダムの建設並びに計画がなされており、しかもその計画は年々その規模が大きくなり高いダムが標高の高い地方、すなわち、北海道の中央山地へと追い上げられている。

筆者はこの小文において北海道のダム地点の基礎岩盤の条件を巨視的な地質学的観点から取り上げて述べてみたいと思う。

2. 問 題 の 所 在

北海道は地帯構造上本州的性格をもつ道西部、日高帯（日高造山の影響圏）を中心とする道央部、千島性格をもつ道東部の三地域に大別することができ、そのうち、道央部は面積・比高ともに他の二地域よりすぐれ、本道の主要河川もまた、この地域に源を発し流下している。すなわち、日高山脈から枝幸山地に至る一帯の山地は地質的にもまた、地形的にも北海道の背骨をなすもので、さらに東方千島列島から延びる千島火山脈がこの背骨と交わる場所に大雪山火山群を形成し、日高山脈とともに北海道の屋根をなしている。これを地質的に見ると南部では中央部に変成岩並びに混成岩よりなる日高帯造山の深部が露出し、その両側に日高帯（日高層と輝緑凝灰岩層）・白亜紀層・神威古潭帯が南北の帯状に配列し、この帯状配列を横切つて日高地方の河川（沙流川・新冠川・静内川）が南西流している。北～中央部では、中央に日高層が南部から連なり、その東西両側に火山噴出物層が配列している。本道の三大河川である石狩川・天塩川・十勝川は、いずれもこの中央山地に源を発している。これらの諸河川の開発にあたり地形的制約から（おもに標高の点から）多くのダム地点が、この日高層・輝緑凝灰岩層および火山噴出物層上に選定され、種々の計画が立案されている。また、中部山地以外においては本州に比して比較的若い地層（日高帯の浮き上がりに伴つて陸化した白亜紀層・第三紀層）の分布が広大であり、さらに新期の火山噴出物層の分布もきわめて広い。現在までのところでは、これらの岩層に選定され、また計画されているダム地点が多くみられる。また、洪積世上部にはいつて北海道には著しい間歇的隆起があり、それに伴う河岸段丘の発達も著しく、さらに曲流によるそれよりはなほだしい。われわれの見聞するダム地点で河岸段丘を避けて計画されたものは、それを伴うものよりもむしろ少ないほどである。地質・地形およびダム地点の三者の関連性を以上のようにとらえ、この観点から、われわれの経験を検討すると次のような問題が提出される。

- (1) 河岸段丘の問題
- (2) 新期火山噴出物層の問題
- (3) 古期岩類（日高帯の日高層・輝緑凝灰岩層およびそれに伴う輝緑岩類）の問題

これら上記の三点について、以下若干の考察を加えてみたいと思う。

表-1 両岸に発達するもの

ダム地点名	河川名	河床標高 (m)	段丘数	段丘基面 標高 (m)	段丘面幅 (m)	厚さ (m)	堆積物の 種類	基礎岩岩種	基礎岩の風化		摘 要	備考
									下位	斜面		
夕張二股 (A)	夕張川	201	右各1 左	238 238	35 50	3	砂	凝灰岩 { 函端砂岩 中粒砂岩 }	軽	軽	左岸には崖錐堆積物がお おしい一見崖錐のみと間違 われる	調査
小樽内	豊平川	288.5	右各1 左	299 295	55 25	4 10	砂 礫・角 礫	石英斑岩	軽 著しい	軽		調査

表-2 右岸に発達するもの

恵岱別	恵岱別川 (石狩川)	182	1	184	30	4~5	砂	玄武岩・泥岩	軽微	軽微		着工
尾白利加	尾白利加川 (石狩川)	181	2	150 152	75 100	2~3 2~3	砂	凝灰質細粒砂岩 (鴨居沢砂岩層下部)	"	"		計画
漁川	千歳川 (石狩川)	148	1	170	90	7.5	砂	浮石質凝灰岩	"	"		計画
須部都川	須部都川 (石狩川)	87.6	1	96	45	5±	砂 礫・粘 土	硬質頁岩泥岩互層	"	"		調査
青山	当別川 (石狩川)	112	1	133 140	70 70	2~7 10	砂 礫・粘 土	細~中粒砂岩 (川端層)	軽	軽	膨縮がきわめて著しい	着工

表-3 左岸に発達するもの

糠平	十音川 (勝更川)	449	2	455	下位20 上位40	5 10	粘土および角礫	輝石安山岩	新鮮	著しい	崖錐堆積物とその上をお おっている	竣工
夕張二股 (B)	夕張川	200	2	230 240	下位20 上位25	2	砂	函端砂岩	軽	著しい	対岸に (北西) 崖錐	工事中
岩内	天塩川	270	1	295	120	10±	粘土・角礫	侵入角礫岩	著しい	著しい	上部で崖錐に移行	計画
三岩	沙流川	190	1	220	70	3~5	砂	輝緑凝灰岩 (沙流川層)	軽	著しい	段丘の付け根に崖錐	計画
厚真	厚真川	90	5	95 99 104 112 113	60 23 28 18 37	2~4 2~5 7~8 5~6 4	火山灰・砂礫	砂岩泥岩互層 (川端層)	軽	軽	中心線以外では右岸にも 二段の段丘が発達	計画
幌新	大刀別川	80	2	88 91	30 60	2 2	砂	砂岩 (幌新層中部)	—	—		計画
頼平	沙流川	1	1	—	200±	—	砂礫・火山灰	砂岩・頁岩 (沙流川層)	軽	—	丘陵性台地に移行連なる	計画
鉾子口	豊平川	293	2	306 315	5 95	2 8~15	砂 礫・角 礫	石英斑岩	軽	著しい	崖錐堆積物に被覆される	調査

(1) 河川段丘の問題

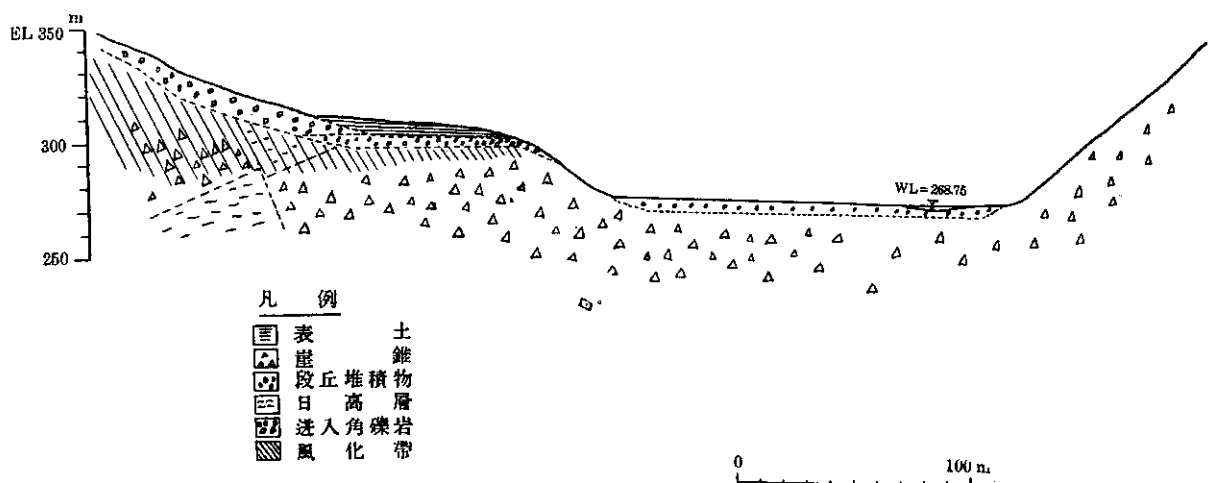
戦前においては治水・灌漑用の大きなダムは全くなく（灌漑用溜池程度のものはあつた）、また電気事業においてもその発電方式はほとんどが水路式、あるいは天然湖の利用によるもので高堰堤としては雨竜ダムのみといつても過言ではない。したがつて、ダム（現在ダムの概念はほとんど高堰堤という状態であるが）としては、取水堤が多くおおむね段丘面下におさまるような低いものであつた（例えば、豊平川水系・石狩川上流の諸取水堤等）。しかしながら戦後においては上述のように高堰堤の建設、並びに計画が飛躍的に増加し、それにつれて、段丘の問題もまた浮び上がってくるようになった。

北海道のダム地点における段丘の発達状況は次に示すように圧倒的に段丘を伴うものの方が多い。それらの段丘の性質を示すと表1～3のとおりである。

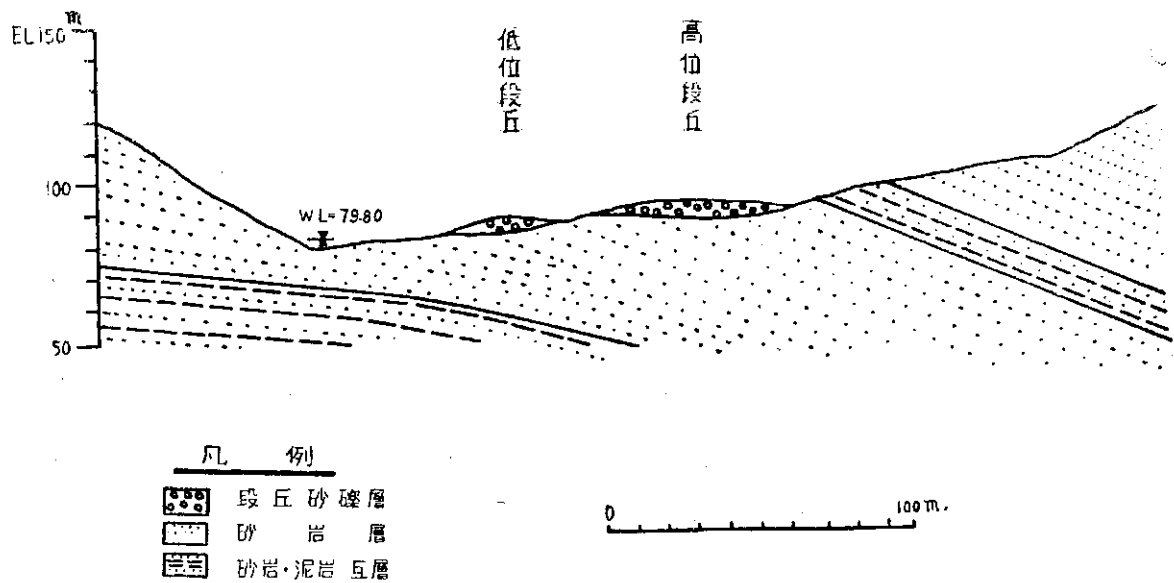
- | | |
|--------------|---|
| 1) 両岸に発達するもの | 夕張（夕張川） [△] ・千露呂（沙流川支流千露呂川）・小樽内（豊平川支流小樽内川） |
| 2) 右岸に発達するもの | 岩知志（沙流川） [△] ・漁川（千歳川）・尾白利加（尾白利川）・恵岱別（恵岱別川） [△] ・南月形（須部都川）・大学平（石狩川）・奥高見静内（静内川） |
| 3) 左岸に発達するもの | 岩尾内（天塩川）・三岩（沙流川）・糠平（十勝川） [○] ・額平（沙流川）・厚真（厚真川）・幌筈（幌筈川）・活込（十勝川） [○] ・銚子口（豊平川）・由仁石狩（石狩川） |
| 4) 段丘なし | 豊平峽（豊平川）・金山（空知川）・川端（夕張川）・俵真布（辺別川）・多度志（多度志川） [○] ・鷹泊（雨竜川） [○] |

注： 以上は建設されたもの、計画されているもの、調査のみのもので順序不同である。
 なお、○印は竣工、△印は工事中を示す。

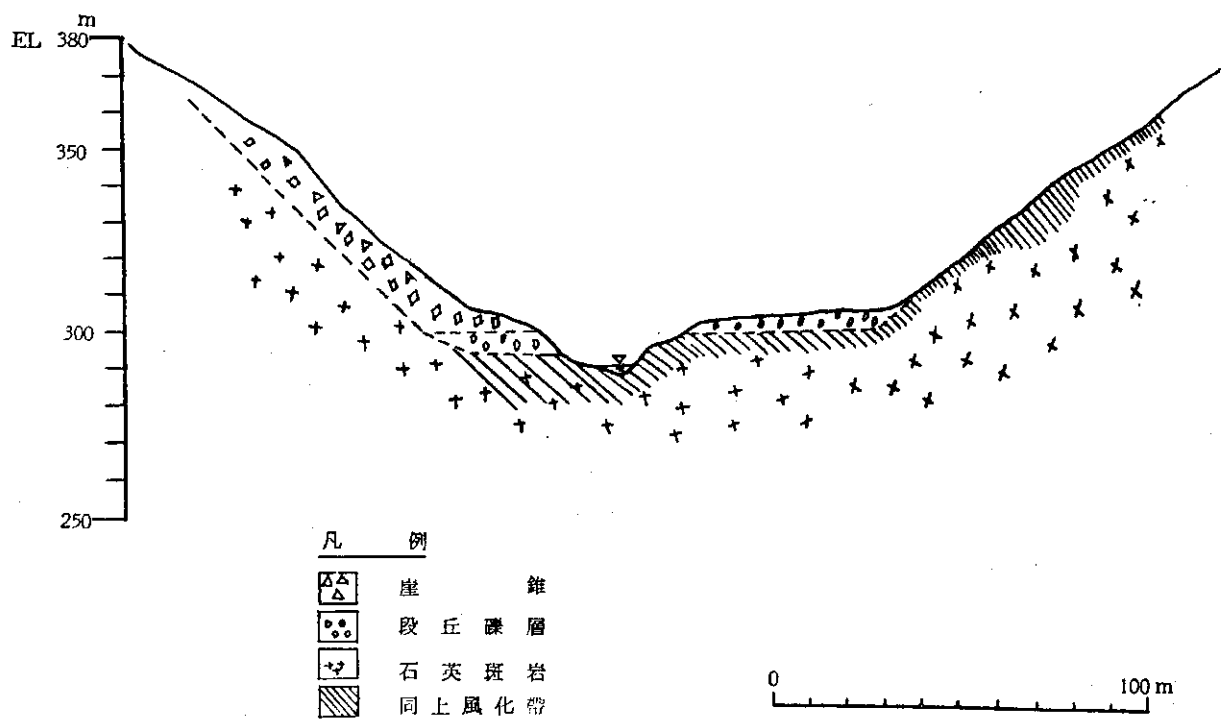
段丘の存在は地形的にマイナスの要素となるのみならず、段丘堆積物の厚さおよびその下位の岩盤の風化および、斜面の岩盤の風化状況等が問題になり、ことに斜面の風化は当然のことではあるが下位の風化よりも著しく、しばしば、段丘面と斜面との交線に崖錐を堆積せしめることがある。ことに著しいときは崖錐のみのような外見をもちながら、その崖錐の下に段丘が発達しているもの（例：小樽内・銚子口の二つのダム地点は段丘に伴う地質条件により豊平峽に劣るため、一応変更されて豊平峽にダム地点をうつした）、また、段丘の一部が崖錐で被覆されているもの等がある（例えば、岩尾内・厚真等）。さらに、段丘の最も常識的な特性として、下位の地質構造をおおいかくすことで、その下位に非常に大きな問題を秘めている場合がしばしばみられ（例えば、石狩川上流由仁石狩ダム地点はその好例である）、段丘礫層によつて非常に厚い100 m余に及ぶ湖底堆積層（火山砂・灰・粘土・浮石・砂礫等からなる未凝固の堆積層）が隠されていた（このことは、このダム地点にとつて、ほと



図一1 岩尾内ダムセンター地質縦断面図



図一2 幌新ダムセンター地質縦断面図

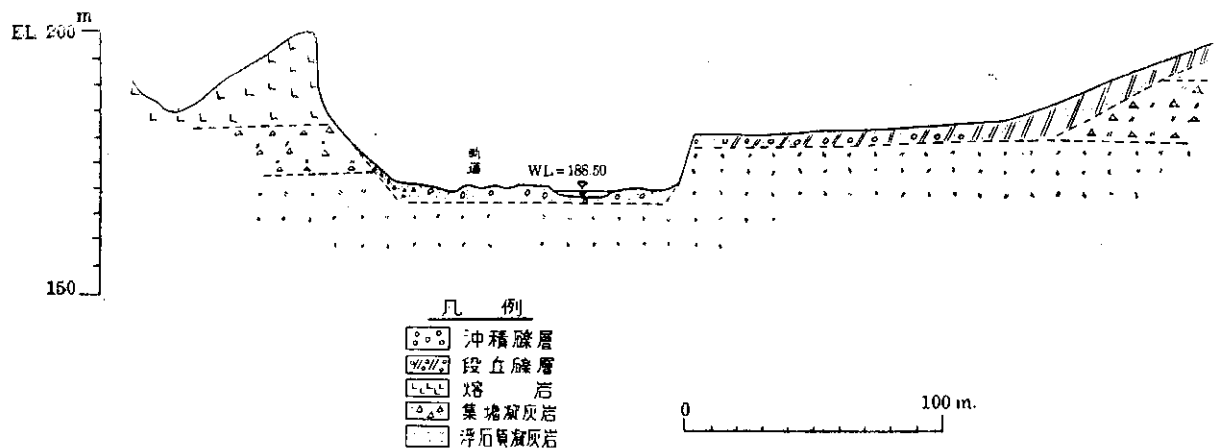


図一3 小樽内川地点ダムセンター地質縦断面図

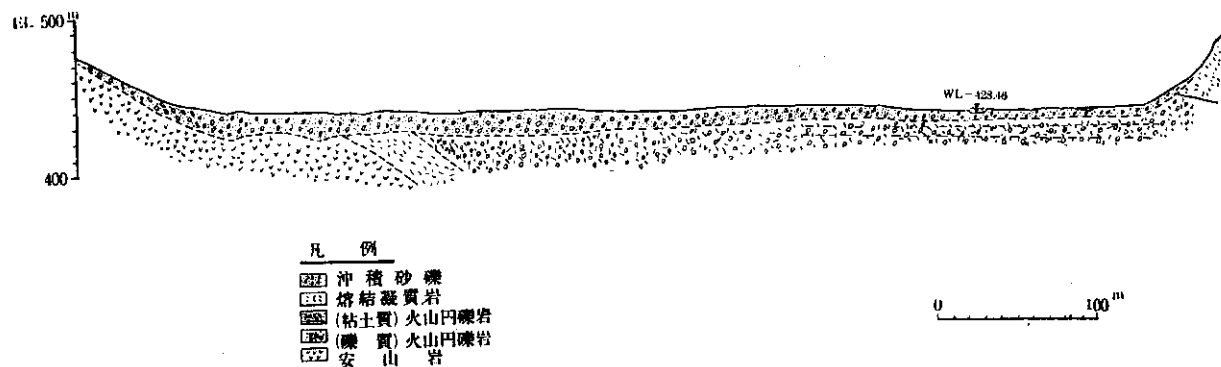
んど致命的とまで考えられるものである)。なお、段丘の例として図1~3にそれぞれ、岩尾内・幌新・小樽内の三地点の地質縦断面図を示した。

(2) 新期火山噴出物の問題

新期火山噴出物層上に選定されたダム地点の例としては空知川支流辺別川俵真布ダム地点・千歳川支流漁川ダム地点の二地点があげられる。



図—4 漁川ダムセンター地質縦断面図



図—5 倭真布ダムセンター地質縦断面図

漁川ダム地点（灌漑用ダム）には洪積世下部の火山噴出物層が分布しており、その中心線の地質断面図は図—4に示すように、岩質から浮石質凝灰岩・熔結凝灰岩に分けられる。前者は固結度の低い塊状無層理の粗放な陸性堆積物で、2～5 mmの浮石および2 mmの火山角礫を有する部分と粗大な（1～5 cm、ときには20 cm）の浮石を散含する部分とに分けられる。後者は粗面岩質で黒色玻璃・火山角礫を有するもので、柱状節理を有する熔岩質の部分と、板状節理を有する集塊凝灰岩質の部分に分けられる。このダム地点では断面図に見られるようにアバットの一部分が熔結凝灰岩で堤敷のほとんどが浮石質凝灰岩層上におさまる。

表—4

箇 所	漁 川	倭 真 布	豊 平 峡
試 験 の 種 類	岩 質		第三系集塊岩 ～角礫凝灰岩
	新 期 火 山 噴 出 物		
ボーリングコア採取率	15%	20%	50～80%
耐圧強度（供試体による）	16.5～27.5 kg/cm ²	—	250～700 kg/cm ²
現地変形試験による E ^注	2,000～3,000 kg/cm ²	—	25,000～13,000 kg/cm ²
滲 透 係 数	6～9×10 ⁻⁵	10 ⁻³ ～10 ⁻⁵	不 滲 透

注：Eは横坑におけるジャッキによる載荷試験によつて得られた値である。

俵真布ダム地点(灌漑用ダム)の地質は図一5に示すように、基盤をなすものは安山岩で、その上に熔結凝灰岩・火山円礫岩・熔結凝灰岩の順で重なっている。熔結凝灰岩は部分的に柱状節理が発達する石英粗面岩質岩で膠結力も弱く粗放度の高い岩質を示す。火山円礫岩は岩相の変化の著しく凝灰質・粘土質・礫質と変化するもので固結度もまた、きわめて低い。この地点においても堤敷のほとんどが上記の火山円礫岩である。

この二地点においてほとんど共通にみられるか、または他の岩層とは著しく異なる工学的特性を列举すると表一4のとおりである。なお、比較のために同様な火山噴出物である第三系の豊平峡ダム地点の集塊岩～角礫凝灰岩(鮮新世の豊平峡集塊岩層の一部)を併記した。

以上のような火山噴出物層上に選ばれるダムの型式としては、その基盤の力学上の性質から、土堰堤、または、ロックフィルダムが多いが、このような地域では火山噴出物層、ことに熔結凝灰岩の分布が広く、堆積岩起源の良質の粘土が得難いのが一般であり、また、ロックフィルダムの材料としての原石も得難く材料^(注)の点でもマイナスの要素をもっている。

注： ロックフィルダムの材料の具備すべき条件としては、比重 2.6 以上、耐圧強度 700 kg/cm² 以上、割れ方が大きいこと(これは、ダムの高さ、および勾配によつて異なるが、1~3 m³、重量にすると 3~10 t ぐらいの大きさに割れなければならない)、ドゥアル試験磨損率 40% 以下、硫酸ナトリウム試験による損失重量 12% 以下でなければならないが、漁川の熔結凝灰岩では、それらの性質がそれぞれ比重 2.2、耐圧強度 75~125 kg/cm²、磨損率 11.6%、損失重量 57.2% であった。

(3) 古期岩類の問題

上述のように本道の水資源の最後に残された宝庫は日高山脈から大雪山に至る中央の山脈地帯、すなわち、石狩・天塩・沙流・新冠・静内等の各河川の上中流部で、この地域には多くのダムが計画され、調査が進められている。これらのダム地点は地形的要因により(この地形は地質構造によつて規定されているのだが)、ちょうど、日高帯の外帯に位置することが多い。この外帯にみられる地層は日高層・輝緑凝灰岩層およびこれに伴う輝緑岩で、多くのダム地点が(例：岩尾内・金山・大学平・奥高見・静内・新冠・三岩・岩知志、その他)これらの岩層上に計画されている。

日高層は粘板岩および細粒砂岩を主体としこれにチャート・珪岩・石灰岩を挟在するもので(ことに、粘板岩の発達著しい)、一般に無層理・無化石の単調な堆積を示す。また、多くの地域で日高造山運動による破碎擾乱がみられる。

粘板岩は黒色～暗褐色で、一般的に劈開・切り面の発達した(塊状のものもまれに見られる)風化しやすい性質をもっている。著しく圧碎擾乱を受けた地域では石英・方解石・ぶどう石脈によつて網状に貫かれいわゆる「鳥糞状」を示している。このような造構力を受けたものは風化にもきわめて弱く、いわゆる、「ばんぶくれ」の現象を示すことがある。砂岩は一般にきわめて細粒で肉眼では粘板岩のようにみえるものがあり、極細粒以外のものは硬質で硬砂岩質または、変砂岩になつているものもしばしばみられる。輝緑凝灰岩は赤～緑色で多くは輝緑岩の熔岩並びに岩脈を伴ない、一般には硬質であるが造構力を受けた地域では蛇紋岩のような風化状況を示すことがある。

すなわち、この地帯において注目すべきことは、破碎帯の存在の可能性が大きいことと、造構力による岩層の擾乱、すなわち、岩質の脆弱化があることの二点である。

以下2~3の例について述べる。

i) 岩尾内ダム地点

図一1にみられるようにこの地点の基礎は侵入角礫岩である。これは日高層とそれに侵入した緑色岩(輝緑岩・輝緑玢岩・斑礫岩様輝緑岩)との接触帯にレンズ状に形成されているもので、鏡下において圧碎構造を示すものもあり、また、この延びの方向にミロナイトも観察され、一種の破碎帯とみられるもので、その運動によつて形成された節理・亀裂・小断層の発達が著しく、基礎としては必ずしも良好とはいえない要素を多く含んでい

る。

ii) 金山ダム地点

この地点の基礎は輝緑岩であるが、その上下流にみられる輝緑凝灰岩との境界が明らかでなく、一見、輝緑凝灰岩とみられる岩石で、検鏡によれば破碎構造を示す部分も検出されており、河道部分においては p 波の伝播速度 3,000 m/sec で、また、ボーリングによるコア採取が非常に困難であつた。これらの条件から軽度の擾乱帯とも考えられ必ずしも良好な基礎ではない。

iii) 石狩川上流地域

a) 層雲峡発電所第 7 号隧道工事¹⁾ この工事においては日高層の黒色粘板岩の風化および吸水膨脹による地圧が著しいため、とくにこの区間のみ空隙工法を用いなければならないような状況を示した。

b) 真勲別川発電所導水路 2 号坑と 3 号坑の崩落²⁾ この導水路においては、蛇紋岩化しようとしている輝岩および輝緑凝灰岩を挟む黒色粘板岩が吸水膨脹によつて崩落している。

この吸水膨脹あるいは「ばんぶくれ」の現象は岩質の一次的な性質によるものではなく、造構力による地層の擾乱ひいては岩質の脆弱化によつてもたらされた二次的な性質によるものと考えられる。

3. む す び

以上若干の問題点のアウトラインについて述べたが、それらの個々の問題の掘下げは今後の課題であり、それへのアプローチはあくまでも地質学的でなければならない。すなわち、基礎の地質学的性格を明確にとらえ、その観点から基礎の工学的性格を検討することが大切であると思う。

なお、ここではふれなかつたが、本道に広い分布をもつ蛇紋岩についての問題が残されているが、これには一つの独立した問題として取り上げるべきものと考え別の機会にゆずりたい。

参 考 文 献

- 1) 中村謙平：層雲峡発電所第 7 号隧道施工について 技術資料 No. 10 昭和 30 年
- 2) 福德忠男：土木関係事故の地質学的検討 技術資料 No. 5 昭和 28 年
- 3) 土木試験所彙報：No. 10 昭和 29 年
- 4) 舟橋三男・橋本誠二：日高帯の地質 昭和 26 年

昭和 32 年 6 月 15 日印刷 昭和 32 年 6 月 20 日発行

編 纂 伊 福 部 宗 夫

発 行 所 北海道開発局土木試験所
札幌市豊平町平岸
電話 ㊟4126 (代表)

印刷者 山 中 キ ヨ

印刷所 文 栄 堂 印 刷 所
札幌市北 3 条東 7 丁目
電話 ㊟0851・㊟5390・㊟2711