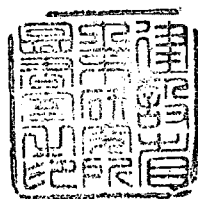


土木研究所資料 003

第 144 号

北陸道地質調査報告書



昭和41年3月

建設省土木研究所

目次

地質研究室

1. ま え が き	1
2. 地 形 概 説	3
2-1 新潟-長岡	3
2. 柏崎地区	4
3. 柏崎-直江津	5
4. 直江津-泊	6
5. 泊-庄川	7
6. 庄川-金沢	8
7. 金沢-今庄	8
8. 今庄-木之本	9
9. 琵琶湖東部地区	10
10. 琵琶湖西部地区	11
3. 地 質 概 説	12
3-1 新潟-長岡	12
2. 柏崎地区	14
3. 柏崎-直江津	16
4. 直江津-糸魚川	18
5. 糸魚川-泊	20
6. 泊-富山西南部	22
7. 富山西南地区	24
8. 庄川-金沢	26
9. 金沢-今庄	28
10. 今庄-木之本	30
11. 琵琶湖東部	32
4. 地 質 各 説	33
4-1 柏崎地区	33
2. 柏崎-直江津	36
3. 直江津-糸魚川	40

4. 糸魚川→泊	46
5. 泊→富山西南部	56
6. 富山西南部	58
7. 庄川→金沢	65
8. 金沢南部	66
9. 金沢→今庄	68
10. 今庄→木之本(東案)	77
11. 上新道→敦賀(西案)	80
12. 琵琶湖東部	83
13. 琵琶湖西部	86
14. 石川・福井県境比較線	89
5. 土木地質の考察	91
5-1. 新潟→三条→長岡	91
2. 新潟→彌彦→長岡	92
3. 柏崎地区	94
4. 柏崎→直江津	96
5. 直江津→泊	100
6. 泊→富山西南部	111
7. 富山西南部	113
8. 庄川→金沢	114
9. 金沢地区	115
10. 金沢→今庄	115
11. 今庄→木之本(東案)	112
12. 上新道→敦賀(西案)	125
13. 琵琶湖東部	127
14. 琵琶湖西部	131
15. 石川・福井県境比較線	132
6. あとがき	136
7. 参考文献	138
8. 地質附図(地質図, 試錐柱状図)	(別封) 143

1. ま え が き

北陸自動車計画線地質調査は昭和39・40年の2年度にわたって行ったものである。土木研究所はさきに中央自動車道計画線地質調査をはじめとし、中国自動車道、九州自動車道計画線地質調査を行って報告書をまとめた。とくに中国自動車道および九州自動車道計画線の地質調査では空中写真による地質判読方法を取りいれて、短期間・小人数で長い区間の計画線地質調査を行うことができた。この経験をもとにして、北陸自動車道計画線地質調査においても、写真判読を併用して、比較線を含めて延長約650 Km、巾2 Km、都合1,300 Km²の地域の1/2万地質図作成を2ケ年で終了した。地質図の作成と同時に計画線選定上の土木地質的諸問題の検討を行ったが、山間部については実地踏査、平野部については既存ボーリング資料に負うところが多い。

北陸自動車道計画線には、土木地質的に、大きくみて次の5つの問題点がある。

① 地すべり

新潟、富山、石川、福井の諸県で、主として第3紀層に数多くの地すべりが存在する。現在滑動中のものも多く、また路線設定上避けきれないものも多い。地すべりを考えて、路線の選定とその対策工法は北陸自動車道でもっとも大きな問題となる。

② 親不知海岸の通過

親不知の海岸は中部アルプスの山塊が日本海に没するところで、非常に高峻な海岸線となっている。また、日本有数の地質構造帯(静岡～糸魚川線)に近いので、岩石の構造も複雑で破碎もいちじるしい。ことをトンネルで通過するか、海岸線を通過するかは今後に残された大きな問題である。

③ 平野部の軟弱地盤

新潟平野、金沢平野、加賀平野など海岸沖積平野、および福井平野には軟弱地盤が存在することがボーリングや杭打工によって認められている。とくに、金沢平野では10 m以上の厚さのものがある。これら平野の軟弱地盤地域のバイキングや高架構造物の設計施工のためには、今後の精査を

必要とする。

④ 福井・滋賀県境

ここは大きく分けて、福井県今庄から北国街道沿いにまっすぐ琵琶湖へ
向う案と、日本海へ出て敦賀市を経る案の2つが考えられている。北国街
道沿いでは、大きな破砕帯を伴う断層に沿ってトンネルが入ることになり、
敦賀市廻りでは断層に沿うトンネルは避けられるかわりに全体の延長が長
くなる。

⑤ 名神高速自動車道路との接合地点

北陸自動車道は近畿地区で名神高速自動車道路と接合するが、琵琶湖の
西岸を通れば大津市あるいは京都市附近、東岸を通れば米原町附近が考え
られる。西岸の場合は古生層の破砕部でトンネルを必要とし、狭さく部で
複雑な接合のしかたをせざるを得ない。東岸の場合も通過地点が断層谷で、
ここが浅いトンネルか、大きなカッティングを必要とすることになる。い
ずれにしても精査が必要である。

2. 地 形 概 説

2-1 新潟-長岡地区

この区間は新潟平野から信濃川に沿った平野部にかけての低地と、これを挟んで東西に分布する低い丘陵地帯にあっており、西側ルートは主として第三系火成岩より成る彌彦山塊と、それに接続している西山丘陵の山麓部を通過しており、東側ルートは新津丘陵から東山丘陵にかけて山麓および丘陵を通過している。

新潟平野とこれに連る信濃川沿いの低地帯は小千谷市附近まで広がっており、前述の丘陵・山地と彌彦山塊から海岸ぞいに信濃川河口を経て村上市にいたる海岸に発達する砂丘群とに囲まれた沖積平野である。海岸砂丘は平行する3つの砂丘群から成っており、内陸側から第1砂丘群、第2砂丘群、第3砂丘群と名づけられており、第3砂丘群は海岸砂丘とも呼ばれる。各々の砂丘群の間には低湿地が存在しており、第1砂丘群の内陸側には上堰溝、第2砂丘群と第3砂丘群の間には佐溝が、いずれも溝として残っている。第3砂丘群は最大の規模をもつものであるが、その比高は彌彦山地の角田山寄りで40~50m、北東に向かって次第に低くなり信濃川河口附近では20~30mとなっている。第1砂丘群、第2砂丘群は現在では開析が近み、ほとんど残丘化して低くなり、比高も10m内外である。これらの砂丘群は新潟市南部の亀田郷に模式的に保存されている。

信濃川は小千谷市附近以北での河道変化が激しかったものと考えられ、各地に氾濫原、蛇行跡、自然堤防とこれに伴う後方湿地(バックマーシュ)を残しており、特に龜潟から流出して内野附近で日本海に注ぐ新川沿いの地域から関屋にかけての地域と、龜田砂丘と信濃川・阿賀野川の自然堤防に囲まれた龜田郷の2地域では標高0.1m以下という低地が広がっている。

平野部ではまた、地盤の沈下が特に激しく、沈下は現在も続いているものと考えられ、その中心は海岸砂丘上の寺尾と中ノ口川流域の白根市附近にあって、昭和23年から37年までの15年間の年間平均沈下量はそれぞれ9.3cm、10.1cmにも達している。

彌彦山塊は北から角田山(481.7m)、多宝山(633.8m)、彌彦山

(585.6m)、国上山(313.2m)の山が連っている南北15Km、東西3Kmにわたる山地で、主として第三系の火成岩から成っており、全体としてかなり急峻な地形をなしている。

山塊の東北部に山塊に接して標高40m前後の低い台地があり、魚沼層群といわれる鮮新-洪積統から構成されている。

西山丘陵は彌彦山塊に接続して南西へ延び、柏崎地区の丘陵に連っているものであり、海岸地方では砂岩・泥岩を主とする中新統の地層から成る開析された低い丘陵であり、大小の地盛り地形が発達している。大河津以南の越後線の南東側には泥岩を主体とする褶曲構造の発達した地層が分布しており、河川系は従構造的に褶曲軸に平行して構成されている。また長岡、小千谷両市の西方の西山丘陵では河岸段丘が顕著に発達している。

東山丘陵は主として軟質の砂・泥岩から構成された低い丘陵をなしており、開析も進んでいる。加茂市北方と長岡市東方には火成岩が分布し、侵蝕抵抗力が周囲の堆積岩より大きいことから頂上部分の高地を形成しており、第三系は中腹以下に分布している。またこの丘陵の西には礫層が発達しており、特に長岡市東方に著しい。

2-2 柏崎地区

説明の便宜上、南より順次記載することにする。ルートは柏崎東北東の安田附近から2つに分かれており、1方は関ヶ原、脇野、与板町などをへて、越後線にほぼ平行して北北東にのび、島崎をへて新信濃川にいたる。

いずれのルートも第三系または第四系からなる地域で、概して地形的変化の少ないところである。東側のルートにおいて南縁の北条附近には狭小ではあるが沖積層が発達しており、東条よりその東約5Kmの塚山付近までは西山層、灰爪層および魚沼層などの第三紀層からなる小起伏に富んだ山地からなっている。この区間の中央部の帯沼附近には、地盛り地形の小崩壊の地形がみられる。

脇野山附近を北北東に流れる渋海川の東側は魚沼層群からなる、ごく傾斜のゆるい丘陵が来迎寺までつづいている。この丘陵地はその西部は比較的急な傾斜を有するが、東側はゆるく、信濃川による侵蝕、段丘のごとき

観を呈している。来迎寺より洪海川をへだてた親沢から関原にかけては基盤の魚沼層群の上に、高低2段の河岸段丘が発達する。高位段丘は狭小な範囲にしか分布しないが、低位段丘は5~600mの巾をもって発達する。関原以北は魚沼層群、灰爪層、および西山層などからなる山の山麓部となり、その東側は越後平野の西端となっている。日吉より勝野までの約4Kmは現道沿いに巾300~200mの段丘が平野部と約50~30mの高度差をもって発達する。

与板町西側の西山層および灰爪層には地入り地形や崩壊地形の発達が顕著である。

西側ルートでは、南端から越後線の西山附近までは、西側に平野があり、東側は灰爪層からなる山の山麓部が続いている。

西山以北は西山層および魚沼層からなる開析された丘陵が島崎附近まで発達している。これらの丘陵の間には、狭小な沖積層が発達する。現在の越後線はこの沖積層をぬって走っているわけである。島崎南西約4Kmの乙茂附近から沖積層の面は新信濃川附近までつづき信濃平野となる。

西ルートとも地形的には変化のないところであるが、西側ルートは特にその傾向がつよく、開析された切れ切れの丘陵と沖積層とよりなる、ごく特徴のない地形を呈する。

2-3 柏崎-直江津間

本区間のルート附近の地形は、柿崎町附近を境に、東側の第三紀層及び火山岩類より構成される山地と、西側の砂丘地帯で代表される平地とに二分される。

東側の山地は、鶴川の氾濫原沖積地を挟んで、東側は第三紀層堆積岩類より構成され、標高140m前後の丘陵性の山地が発達しており、これらの丘陵を刻んで樹枝状に水系が入り乱れて、全体として老年期の地形を示している。西側山地は、ルートの北に992mの米山が位置し、火山に特徴的な緩い山麓をひいて発達している。このほか第三紀層堆積岩類が黒川に刻まれ、河岸に沖積世段丘を発達させ、山麓部が平地部と接する境界線は非常に屈曲しているのが特徴的である。

柿崎町より南西の平野部は海岸線がおよそ20 Kmに亘って砂浜で、これにそって砂丘が発達している。砂丘の表面はかなり起伏に富んでいる。標高は信越線潟町駅附近が最も高く、約40 mを示し、その幅も潟町駅の附近から上下浜駅の周辺が最大で2.5 Km～3 Kmに及んでいる。

海岸の砂丘と山地との間には、沖積平野が発達している。標高は、およそ5 m～6 mで極めて平坦である。

このうえを流れる川には黒川と保倉川とがあり、黒川は大出口川と吉川を合流して、蛇行しながら柿崎町の南側で日本海にそそいでいる。また保倉川は小さいが、きわめて複雑に蛇行を繰り返しながら西流し、直江津市で高田平原の最大の川である荒川と合流して日本海にそそいでいる。

さらに、砂丘の背後には、長峯池、犀が池、朝日池、その他の湖沼群がならんでいる。これらの湖沼群は、その位置からみて砂丘のせきとめによって生じたもので軟弱地盤の可能性が大きい。

2-4 直江津～泊

本区間の地形を概観すると、一応能生川より東部、それより姫川まで及び姫川より西部と三地区に分けることができよう。

能生川より東部は、新第三紀層の堆積岩類よりなる地域で沖積世～洪積世の平野の発達がすくなく、300～500 mの高度の壮年期の山地よりなっている。河川系は桑取川、名立川、筒石川などが主でいずれも南北に流路をとって北流し、日本海に注いでいる。これらの水系のうち、桑取川、名立川は下流部に数段の段丘を形成しているが、これらの段丘の多くは、川の蛇行による攻撃斜面に相当し、現在盛んに側方侵蝕を受けている。またこの二河川の流域に狭小な現河川氾濫原の平地が分布し、これらの極く限られた狭い平地部に本域の田畑が発達して土地利用の進んでいる地帯をなしている。この区間の最も特徴的なことは、非常に多くの地すべりの存在である。即ちこの区間は、吾が国でも有数の地すべり地域に相当しており至るところに独特な地すべり地形を認めることができる。

能生川より姫川に至る区間は、早川までは、300 m前後の山地が海岸線に迫っており、いちじるしい河川も存在しないが、早川をすぎると、海

岸汀線より1～1.5 Kmまで海岸平地が発達し、更に後背山地も高度を減じ緩い丘陵性を示し、その上表面は概して土地利用も高く、畑地となっている。早川、海川、姫川も下流部は、やや広い氾濫原を形成しており特に姫川は、北陸区全域を通じて最も広い平地を形成している。姫川より西部の地形は、境川までは親不知の名で知られる急崖が海岸に迫って本邦有数の交通の難所としての海岸地形を形成している。海岸汀線は、非常に直線的であり、この海岸線に略々平行に標高300～600mの山地が連なっている。境川より西部は、徐々に海岸平地が拡がり麓部には段丘の発達がある。水系では境川の支流、上路川が大平附近で極端に流路を東西性に変じているのが特徴的であり、その上流部に扇状地を形成している。

2-5 泊-庄川

本区間の地形の特徴は、黒部川、片貝川、早月川、常願寺川、神通川等の多くの河川が、北アルプスの山奥より多量の土砂礫を伴って流れ出て形成した広大な扇状地をもって代表される。富山市の南部は射水丘陵、呉羽丘陵などのゆるやかな丘陵を形成する。

黒部川扇状地は、宇奈月町愛本を扇頂部として拡げた扇状地で、黒部川の現河川はその中央をNW方向に流路をとって流れている。扇状地面は緩いスロープをなしながら日本海へ扇状に拡げている。

片貝川扇状地は、道坂を扇頂部とするもので、黒部川扇状地に比して形成された範囲は狭い。この扇状地の末端部に魚津市の市街が存在する。

早月川扇状地は上大浦附近を扇頂部とするもので、緩く傾斜しながら富山湾に面している。この規模は、片貝川扇状地と大略同じ規模のものである。常願寺川扇状地は最も大きなものであり、大規模な扇状地を形成している。富山市街はその中央に位置している。この扇状地面も緩い傾斜を示して拡がり、扇麓部は沖積層中に埋没している。

これらの扇状地を刻む各小河川は、ちょうどハツ手の葉のような形で、各扇状地の側面に段丘崖を形成している。従って、これらの段丘崖は、扇麓部へ徐々にその比高を減少しており、特徴的な段丘崖を形成している。

これらの扇状地は総べて田畑として、土地利用は高度に進んでいる。

射水丘陵は主に新第三紀層上部の泥岩より構成される偏平な丘陵地である。徐々に南部へ高度を増しているが丘陵内は樹枝状に開析され、沖積層がその谷にそって深くまで入り込んでいる。射水丘陵と呉羽丘陵との間には境ノ新の開析扇状地が広く発達しこの開析扇状地は、富山平野に面する東側では30mの急崖をなしているが北側の射水平野の沖積層に被われている。射水丘陵の西縁および山田川沿いに段丘が発達している。西縁のものは、庄川段丘、和田川段丘として南北にのびて発達している。高度は南方より北方へ漸次減じている。和田川段丘は、庄川段丘の東側に位置している。山田川沿いのものは、境ノ新開析扇状地の南部延長にあたるもので、かつての神通川の氾濫原として形成されたものであろう。

庄川の右岸には大規模な段丘が発達する。

2-6 庄川～金沢

本区間の東半部は、いわゆる礫波平野の南半部に相当し、広い平野が広がっている。西半部は、標高200m前後の丘陵が広がっている。

この礫波平野は、庄川の広大な扇状地の一部であり、南部の青島附近を扇頂としている。

庄川の旧河道が空中写真で2～3判読されるが、全体に起伏の少ない広漠たる平野であり、現在は、殆んど水田として土地利用がなされている。

西半部の丘陵は、新第三系上部の堆積岩類及び第四系の堆積岩類によって構成され、非常に緩やかな老年期の地形をなして、非常に開析が進んでいることを物語っている。また、この丘陵を刻む水系は、礫波平野に向けて放射状に発達している。

この丘陵は、調査地内では淡江川によって南北に区分されており、この淡江川の流域に小さな1～2段の河岸段丘が形成されている。

2-7 金沢～今庄

本区間の地形は、北より加賀平野、橋立丘陵、加越台地、福井平野、及び古生層地帯の今庄附近と、大きく四地形区に別けられる。

加賀平野は、手取川により形成された扇状地で海岸線には、細長く砂丘

が連続して発達している。扇状地面は殆んど傾斜のない平野を形成し、富山平野の扇状地とは、多少地形的には異っている。砂丘は標高10m~20mをなし、小さな起伏を示している。水系は北より犀川、手取川、梯川が平地部を西流している。この平野の北部には河北潟、南部には今江潟、柴山潟、木場潟等の湖が発達している。橋立丘陵は標高60m~80m内外の丘陵よりなり、加越台地と共に美しい丘陵性の地形を呈している。この台地は、基盤岩類が第三紀層によって構成されているので、第三紀層地帯に特徴的な網状の河川、小沢が台地を刻んでいる。この台地の北限には大聖寺川が略々東西に流路をとって西流している。大聖寺川の河口附近より北へ片野附近までは砂丘が分布している。この砂丘は標高40m前後であり、最も高い部分では59mに達している。加越台地の南に広がる福井平野は、西側に変朽安山岩により構成される山地を控え、九頭龍川により形成された扇状地とその氾濫平野である。九頭龍川扇状地は、松岡町附近を扇頂部として拡がっており、この扇状地内に残丘状に変朽安山岩の小さな丘が点在している。福井市の南で南北に流路をとる九頭龍川の支流日野川沿いには変朽安山岩、石英粗面岩等により構成される標高200m前後の丘陵性山地が断続的に発達して福井平野の南部を特徴づけている。武生市の南より今庄までは、石英粗面岩及び古生層よりなる山地が日野川に迫り、平地部は、日野川の氾濫原を含む沖積層平地が南北に狭小に発達するにすぎない。

全区間を通じて、地形は低平な平地部が多く、急峻な山地はルートの中には、殆んど存在せず、従って北陸地方では最も交通文化の発達した地域を占めるのがこの区間である。

2-8 今庄~木之本

本地域の地形を概観すると最も特徴的なことは谷部が非常に直線的なことである。木之本町より栃の木峠を経て板取川の上流部に沿う線と敦賀市の東南方の山麓より木の芽川に沿って木之本峠に延びる線との二つの特徴的なもので、これは、地質構造、特に断層が地形を規制した代表的な例であろう。その他、塩津街道、五位川流路などもあきらかに地質構造に規制

された構造線であることが明らかである。これらの低地に迫って1,000m以下ではあるが山腹斜面の急峻な山地が全域に連なっている。

従って村落は、狭い低地部に僅かに発達するに過ぎず大部分は山林となっており、交通の発達などにも大きな障害となっている。山稜の形態などは、花崗岩よりなるものと古生層よりなるものとは明らかな違いをみせており、古生層堆積岩の地形では、鋭角の比較的鋭い山稜を示し、花崗岩では、やや円味を帯びた山稜を示している。これは地質を構成する岩石が地形と密接な関係にあることを示している良い例であろう。

敦賀平野は、南部を扇状地堆積物で限られ、起伏のすくない平坦な面をなしているが、岡山などの残丘を僅かに残している。海岸は、急崖が海岸に迫って入り江などの変化の多い景勝な地形をなしている。

敦賀南部は主として花崗岩からなる壮年期地形をなし、急峻な山腹を縫って地質構造に適従した河川が流れている。

2-9 琵琶湖東部

調査域は、琵琶湖々北ないし湖北東域に相当し、大部分は広い沖積層平野よりなり、その中に丘陵性山地が散在するにすぎない。北部には、賤ヶ岳(422.5m)を主峰とする山地が琵琶湖と余呉湖を境して琵琶湖の北岸に迫り、急峻な山容を呈している。

木之本より南は山地としては、ルート of 東側に古生層よりなる壮年期の山地がNNW-SSE方向に連らなっており、平地部の中には、勝山、虎姫山(203.4m)等の丘陵性山地が残丘状に残っている。調査地の最南部には鳥羽上地塊(仮称)が250m~300mの標高で丘陵性の地形を示して分布している。これらの残丘状に平地部に残っている山地の麓部は、入り込んだ複雑な形状を示しており、平地部の形成との関連を物語っているのではないと思われる。

平野部は、琵琶湖東岸まで続く起伏のない地形を示し、その中央部を姉川が略々東西に流路をとって西流している。更に高時川がこれに直交するように南流して姉川に合流している。

2-10 琵琶湖西部

湖西のルート一帯の地形は湖岸沿いに沖積層平野及び扇状地性堆積物による緩斜面が湖に向かってゆるく落ち込んでいる以外は古生層堆積岩類及び花崗岩類により構成される山地が、湖岸と略々平行に南北に連なり、その麓部に古琵琶湖層堆積物よりなる丘陵性山地が低平な背面をしながら発達している。最北部には、いわゆる湖北構造帯の代表的な断層線谷がある近江路街道及び大浦より塩津街道に抜ける構造谷が南北に発達して該地域の地形の特徴の一つを示している。

本域を構成する地質は、基盤は古生層の堆積岩類及び花崗岩類よりなり、これらを被覆して古琵琶湖層堆積物（シルト砂、礫、粘土）が部分的に今津町附近及び南船路附近より坂本にかけて分布している。

更に花崗岩類及び古生層堆積岩類の山麓部にはこれらの岩屑等よりなる扇状地性堆積物が発達している。

2-11 石川・福井県境比較線

本地域は、標高80m内外の美しい台地性の丘陵よりなる加越台地と大聖寺川にへだてられて調査域の北縁近くに発達する砂丘より構成されている。この台地の基盤は、大聖寺累層、三谷累層、河南累層等の第三紀層より構成される。これらを被覆して段丘堆積物の塩屋砂層が広く発達し、平坦面を形成しており、その平坦面と塩屋砂層の分布とは略々一致している。又この台地を網状の河川小沢が刻み沖積地を形成している。本地域の東側の地域には、起伏の大きい壮年期的地形を呈する加賀越前山地が広がっている。

加越台地の北限には大聖寺川が略々東西流路をとって西流し、その流域には、比較的広い沖積平地部が発達している。

北端には、標高40m程度の海岸側へ緩く傾斜した砂丘が分布している。
この項は2-7参照

3-1. 新潟-長岡間地質一覧表

地質年代		地質区分	分 布	岩 相	
新 生 代	第 四 紀	沖積世	砂 丘	角田山東北麓から村上市に至る海岸	砂
		沖積世	沖 積 層	本地域中央に広く分布し、平野をなしている	粘土・シルト・砂・礫
		洪積世	矢代田層 (陣ヶ峰層)	加茂市北方、長岡市東方、関原-小千谷	シルト・砂・礫およびこれらの互層
			魚沼層群 (長者ヶ平安山岩)	大河津以南の越後線沿線、見付-新津の山麓、脇野町-小千谷に広く分布。弥彦線矢作駅附近、峰岡村 (角田山頂上)	砂・粘土の互層を主とし、礫、亜炭を挟む。 (複理石安山岩)
	新 生 代	新 新 世	灰 爪 層 (王ヶ峠石英安山岩) (福井凝灰角礫岩) (角田岬安山岩)	加茂-長岡 東方の東山丘陵 与板町以南の西山丘陵 (角田山中腹) (角田山西北麓)	砂岩・シルト岩 (石英安山岩・安山岩) (安山岩質凝灰角礫岩) (安山岩)
			西 山 層	新津-小千谷の東山丘陵 与板町以南の西山丘陵	頁岩・砂質頁岩を主とし、時に凝灰角礫岩、凝灰岩を含む
		中 新 世	椎 谷 層	長岡市東方の東山丘陵頂上部 脇野町西方の西山丘陵頂上部 国上山西南部 (国上山一帯)	砂岩・泥岩互層 凝灰質砂岩 (流紋岩・石英粗面岩)
			寺 泊 層 (間瀬玄武岩)	寺泊町附近、三条市南東方および長岡市南東方の東山丘陵の頂上部 (多宝山-弥彦山一帯) (間瀬町海岸地方)	頁岩、凝灰角礫岩、凝灰岩、砂岩、泥岩互層 (粗粒玄武岩) (玄武岩)
		新 世	樋 曾 層	弥彦山地北~中部	上部 硬質頁岩 下部 凝灰質硬質頁岩
			観 音 寺 層		上部 凝灰岩 上部 硬質頁岩・凝灰岩 下部 硬質頁岩・凝灰岩
			弥 彦 層	弥彦町一帯	緑色凝灰岩

()内は火成岩に関する記載。火成岩は地質区分名でよばれることはないが、べんぎ

産 状 ・ 構 造	備 考
風成の細砂を主とするもので、海岸のものほど新しく、開析されていない	
岩相変化著しい。泥炭の形成もみられる	地下水のくみ上げにより大規模な地盤沈下をおこす
岩相変化著しい。海退期の堆積物で海成、陸成の両者から成る	
岩相変化かなり著しい。炭質物を多く含む。西方では3つの黒層に分けられるが、この区間では必ずしも3分ができるわけではない。	
〔角田山の頂上部分にうすく分布する〕	
下部に基底礫岩が発達する。貝化石を多く含む。 下位の西山層とは部分不整合で接する 〔これらの者は漸移的な性格をもつ。角田輝安山岩はわれ目が多く、部分的には集塊岩〜角礫凝灰岩となっている〕	地入り、崩壊が著しい。
いわゆる灰色頁岩といわれているもので、上から泥岩、灰色頁岩、砂岩、シルト岩互層、砂岩泥岩層、砂岩の5つのメンバーに分けることができる。	
下位の椎谷層とは一般に整合であるが部分的に不整合する。	
上位の西山層、下位の寺泊層にくらべて粗粒の堆積物である。時に礫を含むことがある。 凝灰質砂岩は国上山西南部に分布し、凝灰質泥岩と互層をなすことがある。 〔岩脈状のものと広く分布するものがあり、いずれも粘土化作用をうけて変質し、風化抵抗が弱く、山地の崩壊もみられる。〕	
塊状の黒色頁岩を主とする。時に凝灰岩ないし凝灰角礫岩を挟む。砂岩、泥岩のうすい互層を挟むことがある。 岩相変化は少ない。 〔多宝山〜弥彦山の粗粒玄武岩は岩脈であり分布は狭少である〕 〔間瀬玄武岩は下部は凝灰質である〕	地入りが非常に著しい。
下部にくらべて硬質であり、岩相変化は少ない。わずかに砂質のものもある。	七谷層、津川層に相当するものと考えられるが、これらの地層と分布が隔絶しているため、新潟地方の標準層序との対比については、なお検討の必要がある。
上部よりやや軟質。	
間瀬玄武岩により変質をうけている。銅鉄床の生成もみられ、接触変質部分は堅い。	
粘土化作用により変質し、風化・崩壊が著しい。	

上生成時期の同じ堆積岩の項に含めておく。

3-2. 柏崎地区地質一覧表

地質時代			地質区分	岩相
新 世	第 四 紀	沖積世	沖積層	礫, 砂, シルト, 粘土
		洪積世	段丘砂礫層	砂, 礫(花崗岩類, 安山岩, 古期岩類)など旧河床堆積物
		更新世 鮮新世	魚沼層	岩相変化の激しい礫, 砂およびシルトの互層
	第 三 紀	鮮新世	灰爪層	灰色砂岩およびシルト岩を主とする
		中新世	西山層	泥岩, シルト岩, 礫岩
		中新世	椎谷層	粗粒砂岩と淡黄灰色頁岩との互層

産 状 ・ 構 造	備 考
波海川沿岸，関原北方，柏崎東方，および島崎以北に比較的広く分布する。その他にも丘陵地を開析して諸所に分布する。	
東案ルートにおもに分布する。波海川沿岸の親沢附近，関原北方の日吉から勝野にかけて分布する。	
灰爪層とならんで本調査地域を構成するおもな岩類である。	
東側ルートでは菅沼東方，与板町西方，西ルートでは南端附近，刈羽の田村附近および出雲崎町などに分布する。 東ルートの菅沼附近，与板町西方，および西ルートの南端附近などに，NNEにのびる背斜軸を中心として分布している。	西山層について地氈りの多い地層である。 灰爪層とともに，地氈りや崩壊の多い地層である。
西ルートの南端附近にわずかに分布する。ここではNNEにのびる背斜軸の中央部に分布する。	

3-3. 柏崎～直江津間地質一覧表

地質時代			地質区分	分布	岩相
新 生 代	第 四 紀	沖 積 世	沖 積 層 (a)	全線の沖積平野	砂, 礫, シルト, 粘土 シルト質粘土
			崖 錐 堆 積 物 (T I)	山麓に多く特に黒岩附近	各種風化岩屑, 地送り による崩壊物
		洪 積 世	砂 丘 (S d)	柏崎町より南部海岸沿い	粗粒～中粒砂
			段 丘 堆 積 物 (T r)	黒川流域に特に顕著	礫, 砂, 泥
	新 第 三 紀		魚 沼 層 (u)	区間の東側で明後沢～ 新屋敷に亘って分布	岩相変化が激しい。シ ルト砂, 礫の互層
			椎 谷 層 (S i)	黒川両岸で岩野部落附 近より西部	暗灰色～黒灰色, 泥岩 を主とし稀に砂岩があ る
			寺 泊 層 (T e)	黒岩部落より西方で黒 川の流域沿いで椎谷層 分布地域東部に分布	暗灰色～暗褐色, 泥岩 と凝灰岩よりなる。
			安 山 岩 類 (A n)	ルート沿いに新屋敷部 落より精便峠一円に広 く分布	風化の著しい複輝石 安山岩

産 状 ・ 構 造	備 考
各河川の流域の氾濫原，開析谷の谷底低地及び高田平原を構成している。	
地氈りによるものの外，麓部，斜面等に分布し，未固結である。	未固結である
標高10～20mの丘陵を形成して発達し平行ラミナが発達している下部の潟町砂層（締っている）とサラサラの新期砂丘砂層とに分けられる。	下部の潟町砂層は締っているが，上部の新期砂丘は未固結
良く円磨された礫が密集して発達する。礫層の層厚は2～3m前後である。	未固結である
略々南北走向を示しゆるい向斜構造を示している。風化部では粘土質のシルトとなるが，礫層，砂層，シルトの細互層が著るしい。	
略々南北走向を示し10～30°西に傾斜する単斜構造を示している。風化部では鱗片状に剝離する脆弱な岩相を示す。	
比較的堅い凝灰岩を挾有する泥岩で，黒岩部落附近では地氈りを頻発させている。略々走向N-S傾斜Wの単斜構造を示す。一部安山岩，及び玢岩によって貫かれている。	透水性悪るし
大部分は熔岩流であるが一部貫入岩（脈岩）も発達する。	風化してローム状の岩質を示す

3-4. 直江津～糸魚川間地質一覧表

地質時代			地質区分	分 布	岩 相
新 生 代	第 四 紀	沖 積 世 — 洪 積 世	沖 積 層 (a)	全 線	砂, 礫, シルト, シルト質粘土
			崖 錐 堆 積 物 (T1)	〃	各種風化岩屑, 地すべ りによる崩壊物
			扇 状 地 堆 積 物 (Fa)	山地の谷, 沢の出口に わずかに分布	礫, 泥, 砂
			段 丘 堆 積 物 (Tr)	桑取川, 名立川流域及 び海岸に面して分布	礫, 砂, 泥
	第 三 紀		灰 瓜 層 (Ha)	桑取川をはさむ両山地	砂質シルト岩, 砂岩
			西 山 層 (Ni)	城ヶ峰より東方, 空熊 新田, 花立峠一円, 梶 屋敷附付	砂質シルト岩
			椎 谷 層 (Si)	春日山一円, 能生川右 岸の山地, 能生川より 早川までの山地一帯	砂岩, 礫岩, 砂質シル ト岩, 火山円礫岩
			寺 泊 層 (To)	能生川中流部の左岸山 地及び右岸山麓, 糸魚 川市南部丘陵地帯	黒色泥岩, 砂岩挟有す ることあり
			安 山 岩 類 (An)	江星山一帯, 水崎附近	角閃石安山岩

産 状 ・ 構 造	備 考
各河川の沿岸の氾濫原，開析谷の谷底低地，海岸平野を構成する。	
地盛り多くそれらを構成している。 また，各麓部，斜面等に発達	未固結である
開析谷の出口などに狭小な分布をする。	未固結である
河岸段丘と海岸段丘の二種あり，河岸段丘は層厚数 m である。 海岸段丘は10~20 m の層厚を有す。	未固結である
略々南北走向でゆるい向斜構造をなす。 岩相に余り変化がない。	地すべり多し
城ヶ峰附近 NNE~SSW 西傾斜，空熊新田附近走向 NNW~SSE 東傾斜でゆるい。 向傾構造をなす。岩相変化なし。	地すべり多し
西山層の下位に向斜構造をなしており 地層の上位は火山円礫岩，下位は砂岩礫岩，砂質シルトよりなる。	地すべり比較的少ない
大道寺附近を通る南北性の背斜軸を中心に背斜構造をなす。大部分は泥岩で 岩相変化はすくない。	地すべり最も多し
江星山附近を構成するものは熔岩流， 水崎附近は脈岩。	

3-5. 北陸区糸魚川～泊間地質一覧表

地質時代			地質区分	分布	岩相
新 生 代	第 四 紀	沖 積 世 I 洪 積 世	沖 積 層 (a)	全 線	砂, 礫, シルト, シルト質粘土
			崖 錐 堆 積 物 (T1)	横尾←高島間に特に著 しい, 他全線	各種風化岩層
			扇 状 地 堆 積 物 (Fa)	上路附近に特に顕著	礫, 泥, 砂
			段 丘 堆 積 物 (Tr)	富崎の南部に狭小に分 布	礫, 砂, 粘土
	第 三 紀	城 山 層	石 英 粗 面 岩 類 (Lp)	姫川左岸, 市振南部の 山地烏帽子山一帯	石英の斑晶の大きい石英粗面岩, 姫川附近のもの同様部, ベントナ イト化
			安 山 岩 類 (An)	烏帽子山の西側	複輝石安山岩
			シルト岩層 (Sl)		暗灰色ないし黒灰色で風化して黄 灰色ないし黄褐色を呈す。
			礫 岩 層 (Gg)		安山岩の礫を有しマトリックスは 粗粒砂
			凝灰角礫岩層 (Tb)		堅硬で20cm内外より5~10cmの 礫を有す。凝灰質砂岩の薄層あり
			安 山 岩 類 (Ab)		板状節理が発達し, また自破碎熔 岩の如き部分もある。
			緑色凝灰岩及び その角礫岩層 (Gr)	親不知一帯より境川ま での海岸沿いの山地を なしている。	堅硬な緑色凝灰岩で, 角礫化が著 しい。他に凝灰質砂岩, 凝灰岩等 も僅かに発達。
			花 崗 閃 緑 岩 (Gr)	勝山附近一帯の山地	黒雲母花崗閃緑岩
	中・ 古 生 代		東 馬 層 (Km)	上路川流域	頁岩, 砂岩互層で堅硬である。
			緑 色 岩 類 (Gn) (蛇紋岩を含む) (Sp)	歌川-外波川間, 及び 青海川左岸	輝緑岩, シヤールジュタイン緑色 片岩質砂岩, 礫岩, などよりなり 岩相変化が著しい。
			青 海 石 灰 岩 類 (Lm)	歌川の西部山地を形成 する。	灰白色で石灰岩層を挟む。
			古 生 代 粘 板 岩 層 (Pj)	青海町南部及び石灰岩 の北部一帯	黒灰色で風化してチリチリに崩 壊する。

産 状 ・ 構 造	備 考
河川氾濫原及び開析谷の低地に狭く分布	宮崎附近軟弱地盤あり
普通4 m前後が最大であるが横尾～高島間では10 m以上に達する。	未固結であり、崩れる
西方へゆるい傾斜面をなしている。	大礫がある
層厚2～3 mの薄いものである。	未固結である。粘土が下位に発達している ので路床として不良。
姫川左岸のものは阿蘇部がベツトナイト化している。市振南部のものは貫入、烏帽子山のものは熔岩流であろう。	
NNE～SSWの方向に細長く帯状に分布する。	
走向略々N-S性を示し西傾斜の単斜構造をなす	
層理は不鮮明なことで多く、角礫化著しく、親不知の急崖をなしている。	部分的に碎石されている
青海石灰岩を貫いている。 節理の発達が顕著である。	
略々東西性の走向を有し、北傾斜である。 普通1～10 mの間隔で鮮やかな互層をなす。	
蛇紋岩化作用が不規則におこなわれているので蛇紋岩体とその他の岩石との境界は不鮮明なことが多く、岩相の変化が多いので構造的には不明な点がある。	蛇紋岩は崩壊性著しい。小割れ目が一般に多く崩壊性を示す性状がある。
略々NW～SE方向の走向を有している。 褶曲が著しく複雑な構造をなす。	セメントの原料として盛んに採掘されている
破碎帯が多く発達し、風化帯が比較的厚い。	

3-6. 泊～富山西南部間

地質時代			地質区分	分布	岩相
新 世	第 四 紀	沖 積 世	沖 積 層 (a)	各河川の流域及び沿岸 域一帯	砂, 泥, 礫
			崖 錐 堆 積 物 (T1)	第三紀層分布地域その 他に狭小に分布	砂, 泥, 礫, 岩屑
			第 一 礫 層 (G ₁)	各扇状台地の最下段と して分布	砂, 礫, 一部泥
			第 二 礫 層 (G ₂)	礫層中で最も広く分布 する	〃
			第 三 礫 層 (G ₃)	第二礫層の一段高い面 をなす	〃
			第 四 礫 層 (G ₄)	最も高い面をなす	〃
	第 三 紀		音 川 累 層 (ss)	金山谷附近に一分布 している	泥質細粒砂岩で細礫 岩層を挟む

産 状 ・ 構 造	備 考
	旧河道の発達が認められる
	未固結，不安定である
扇状地堆積物であって，各台地面により四層に分けられる。この際層は未固結ないし半固結の堆積状況を示している。扇麓部は殆んど沖積層に突込んでいる。	地下水の自噴帯がある
大略 $N 45^{\circ} E 10^{\circ} \sim 8^{\circ} N$ の緩傾斜単斜構造を示している	一部小さな地すべりがある

3-7 富山南部地区地質一覧表

地質時代			地 質 区 分		岩	相
新 生 代	第 四 紀	沖 積 世 洪 積 世	沖	積	層	砂, 礫, 粘土
			和田川, 段丘礫層			砂礫層で礫は5~10cmの亜円礫よりなる
			庄川段丘礫層			10~20cmの礫が多い礫層である。
			境ノ新礫層			礫は密集している。
			友坂礫層			砂, 礫よりなる。
			射水累層	砂泥, 互層	中粒~粘粒砂と青灰色泥とよりなり粘土質である。	
				礫層	5~10cmの亜円礫を持ち基質は粘土質	
			呉羽山礫層			5~10cmの円礫~亜円礫よりなる礫層
	新 第 三 紀	鮮 新 世 — 中 新 世	長慶寺砂層			中粒~粗粒砂が主で礫層を挟む
			青井谷泥岩層			凝灰質, 砂質シルトを主とし, 他に砂岩泥岩を持ち, 凝灰岩薄層あり。
			天狗山砂岩層			塊状, 中粒~細粒砂岩で, 上限に礫岩発達
			和田川橋礫岩層			砂層を持つ礫岩層
			平林砂岩層			中粒~粗粒塊状砂岩, 稀に軽石質凝灰岩を挟む。
			三谷泥岩層			粘土質な泥岩, 稀に礫岩を持つ

産 状 。 構 造	備 考
射水丘陵の開析谷や平地をなして狭く分布している。	
庄川段丘の東側に分布しており2〜3段ある。	
沖積面との比高15〜20mであり射水丘陵の西縁に発達。	
射水丘陵と呉羽丘陵の間を埋めて広く発達している。	
呉羽丘陵の南端などに狭く分布する。	
丘陵の台地， 地域に分布する 丘陵の尾根筋に 分布する	青井谷泥岩層を不整合に被覆する。
呉羽山一帯に分布し，礫は一般には密集していない。	
友坂附近に小規模に分布するにすぎない。	
調査域に最も広く分布している。北部ルート案では岩相変化がすくないが南部ルート案では砂岩との互層部や砂岩層などが発達して岩相変化がある。	地すべり地がある。
天狗山附近一帯に分布する。	
斜交層理を示し，レンズ状に砂層を持つ。	盛土用材として採取されている。
層理不鮮明な塊状砂岩で固結度は低い，中に硬質な砂岩層を互層状に挟む。	
調査地の南西縁に分布している。剝離性が一般に強い。東側へ漸次層厚を減じている。	地すべり地がある。

3-8 庄川～金沢間地質一覧表

地質時代			地質区分	分 布	岩 相
新 世 代	第 四 紀	沖 積 世 洪 積 世	沖 積 層 (a)	庄川より西方に広く 分布する	砂, 礫, 泥
			崖 錐 堆 積 物 (Tl)	麓部に狭小に発達	各種岩屑
			段 丘 堆 積 物 (Tr)	洪江川の流域に狭小 に分布する	砂, 礫
			高 位 砂 礫 層 (Hg)	ルートを含む南側丘 陵の背面に発達	砂礫を主とし砂, 粘 土を挟む
	新 第 三 紀		植 生 累 層 (Hu)	高位砂礫層の下部の 洪江川の北部丘陵の 東縁	シルト, 粘土, 礫砂 岩, 稀に亜炭層を挟 む
			氷 見 累 層 (大桑砂岩層) (OSS)	入母付近一带	中粒～粗粒砂岩, 一 部礫層

産 状 ・ 構 造	備 考
殆んど地質図に記載できるようなものはない	
非常に貧弱に発達するに過ぎない。1～2段の段丘がある	
第三紀層を不整合に被覆している。層厚は60m以上ある	礫層の一部は骨材として使用可能
殆んど水平に近い構造を持ち、大部分は高位礫層に被われている	粘土質な部が瓦焼きの原料に使用されている。
略々東西性の走向を有し、北へ10～15°の緩傾斜をする	盛土用材として適す

3-9. 金沢～今庄間

地質時代			地 質 区 分	分 布	岩 相
新 生 代	第 四 紀	沖積世 ～ 洪積世	沖 積 層 (a)	加賀平野，福井平野，その他 全線	砂，礫，シルト，粘土
			崖錐堆積物 (Tl)	全線の麓部	各種の風化岩屑
			砂 丘 (sd)	加賀平野の海岸，橋立丘陵の 南西部	粗粒～中粒砂
			段丘礫層 (Tr)	森本附近及び上平吹附近に狭 小に分布する	砂，礫
	新 第 三 紀	(金沢北東地区)	卯辰山砂岩層 (Us)	森本附近の段丘礫層の東側に 分布	
			砂 岩 層 (Oss)	ルートの南側山稜背部一帯に 分布	粗粒砂岩
			砂岩，凝灰岩，シ ルト岩層 (al)	ルートの北側山稜背部に僅か に分布	砂岩，シルト岩，凝灰岩
			シルト岩，泥灰岩 (Ms)	森本川の流域一帯に分布	シルト岩，泥岩
			塩屋砂層 (第四紀) (Sy)	橋立丘陵及び加越台地の背面 一帯	風化して赤茶色を呈する砂， 一部礫がある。
			橋立累層 (Ha)	主に橋立丘陵一帯	凝灰岩，砂岩，角礫凝灰岩
			大聖寺累層 (Da)	細呂木附近	砂岩，礫岩
			三谷泥岩層 (Mi)	高島部落一帯	泥岩
			河南累層 (Ka)	加越台地の南部一帯	凝灰岩，角礫凝灰岩，凝灰 質砂岩，泥岩
			変朽安山岩 (Pr)	福井平野の東側山地一帯に発 達	風化した変朽安山岩，角礫 質変朽安山岩
	中 生 代		石英粗面岩 (Lp)	鯖江，武生市の東部山地に分 布	
			花 崗 岩 (Gr)	武生市の東側山地に主に分布	
	古 生 代		古 生 層	鯖江附近より南部一帯に分 布	粘板岩，砂岩，チャート等 の互層帯

産 状 ・ 構 造	備 考
加賀平野北部の沖積層は圧密沈下をおこす。各河川の沿岸の氾濫原、扇状地、開析谷の谷底低地を構成する。	
台地、丘陵、山地の麓部に大小の分布をなす。	
標高10m~50m前後で、加賀平野の海岸沿い及び橋立丘陵の南西部に分布する。締りは悪く軟弱である。	
円礫が密集して発達している。いづれも河岸段丘である。	
森本川流域に非常に緩い（殆んど水平）傾斜で発達している。 小さな崩壊、地すべりが随所に見られる。	大桑砂岩層
	高窪泥岩層
橋立累層を被覆する他、加越台地橋立丘陵の背面一帯に分布する。層厚は変化が激しいが概ね40m前後である。	第四紀層であるが下部層との関係からこの欄に記入した。
大略NNE-SSWに走向をとり15°~20°Nの傾斜を示す単斜構造をなす。	
橋立累層の下部に整合に発達している。走向NNE-SSWで15°~20°Nの傾斜を示す。	
NNE-SSWの走向を有しルート附近では小さな向斜構造が認められる。	
局部的には急崖を形成する。風化は比較的弱い。	
風化の著しいもので、崩れ易い。新鮮なものは堅硬であり、骨材として使用可能な程である。	
風化すると崩壊性著しい、石英の大きな斑晶が含まれる。	
風化が進みマサ化著しい。マサは盛土用材として使用に適す。	
小断層、褶曲著るし、全体としては東西性の走向を有している。概して堅硬であるが、節理、割れ目の発達が顕著である。	チャートは、鉄鋼研磨材として採石されている。

3-10 今庄-木之本間地質一覧表

地質時代		地質区分	分布	岩相
新 生 代	沖積世 ・ 洪積世	沖積層 (a)	敦賀平野部及び全線	砂, 泥, 礫
		崖錐堆積物 (T1)	全調査域, 柳ヶ瀬より南部に特に多い	各種風化岩屑
		扇状地堆積物 (Fa)	敦賀湾にのぞむ阿曾五幡附近及び敦賀市南部の山麓部	砂, 礫, 粘土
中 ・ 古 生 代		ひん岩類 (Pr)	主として杉津附近花崗岩中, その他古生層中に分布	堅硬, 灰白色
		杉津花崗岩 (Gr)	杉津, 木之芽峠一円	黒雲母花崗岩
		南部花崗岩 (Gr)	敦賀市南部山地	黒雲母花崗岩
		古生層堆積岩類 (Pl)	調査地の殆んど全域に広く分布する	砂岩, 粘板岩, チャート シヤールシュタイン, 石灰岩及びそれらの互層よりなる

産 状 ・ 構 造	備 考
山腹斜面及びその麓部に発達	
比較的傾斜がきつい	
小岩脈で数m程度のもの多し	
風化著しく表面マサとなっている	
風化著しく表面マサとなっている	
至る所で破碎帯を形成している。大規模な断層が発達しているため剪断帯、擾乱帯、粘土帯などが多く構造は複雑である。シャルジュタインは、柳ヶ瀬断層の東側に多く、粘板岩は殆んど全域に等分に発達している。	

3-11 琵琶湖東部

地質時代		地質区分	分 布	岩 相	産 状 ・ 構 造	備 考
新 生 代	沖積世・洪積世	沖 積 層 (a)	主に木之本より南部で姉川の南まで	砂, 礫, 泥, 粘土	山麓部及び山腹斜面に発達し, 未固結である。	小さな崩壊多し
		崖錐堆積物 (T1)	丘陵の麓部や余呉湖の南部の山麓・鳥羽地塊の南部麓部に特に多し	古生層堆積岩の岩屑		
古 生 代		古生層積錐岩 類	山地部, 丘陵部の総べてである	砂岩, 粘板岩チャート, 輝緑凝灰岩, 石灰岩及びそれらの互層	木之本附近はN50°E-N70°E方向。姉川より南部ではN30°~40°E方向を有する。小断層, 破碎帯, 褶曲等の発達はいちじるしい。チャート, 粘板岩, 砂岩等は姉川より北部では略々等分に分布する。輝緑凝灰岩は姉川より南の丘陵にのみ発達する。石灰岩の分布は狭小である。	

4. 地 質 各 説

4-1. 柏 崎 地 区

4-1-1 新第三紀層堆積岩類

(1) 椎 谷 層

本層は西案ルート南端附近に約750mの巾をもって分布している。本層は略々N30°E方向にのびる背斜構造をなしており、傾斜は45°~50°とやや急傾斜をなしている。構成岩は中粒~粗粒砂岩と黄灰色頁岩とが互層しており、互層の状態は非常に鮮明な層面をなしている。

砂岩は1~1.5mの層厚を有して多少凝灰質である。頁岩は3~4mの層厚をしており、中に10~20cmの砂岩を縞状に挟んでいる。頁岩は風化すると小破片となって崩落することが多く、また背斜軸附近では特に層面と一致する節理面より著るしい崩壊をおこしている。特に頁岩部において崩壊が著るしい。

(2) 西 山 層

本層は椎谷層を整合に被覆して発達するもので、調査域では西案ルートの南端で椎谷層背斜の両翼に略々100m前後の巾で小規模に分布しているほか、東案ルートの菅沼附近および与板附近に分布している。岩質は、淡灰色~黄灰色の砂質シルトないし頁岩よりなる。層理は一般に不明瞭であるが、中粒~細粒砂岩の薄層を挟有することがあり、走向、傾斜を知ることができる。菅沼附近の本層は、湯元~金倉神社を結ぶ略々N30°E方向の背斜軸を持つ背斜構造をなしている。岩質は黄灰色の頁岩と砂岩の互層よりなり、岩層の境界附近および頁岩層より湧水が認められることがある。菅沼西南西500m附近および金倉神社西方500m附近に崩壊の顕著な地形があるほか、金倉神社北方700m附近には大きな地すべり地形が認められる。その他、この附近には小規模な地すべり(30m~80m内外のもの)が数多く認められる。与板町西方に分布するものは、地窓状に上位の灰灰層の中に分布しており、これもN20°~40°Eの走向の軸を持つ背

斜構造を示しているものである。

この地域の本層は、灰色～淡青灰色を呈する泥岩を主とした層理の不鮮明な地層よりなり、まれに砂質の部分を挟在することがある。背斜軸の東側では $N 10^{\circ} E$ の方向に二層の白色凝灰岩層が見られる。与板町西方一帯も非常に多くの地すべりが認められる。全体として本層は泥質の部分が卓越しており、分布地域は地すべりの多発地帯となっている。

(3) 灰 瓜 層

本層は後述する魚沼層とともに、本調査地域を構成する主地層でその分布は非常に広い。これは、この地域の地層が $N 30^{\circ} E$ 方向に伸びる数条の背斜軸を中心に褶曲を繰り返しているためである。東案ルートでは、西山層の湯元～金倉神社を結ぶ背斜軸の両翼および与板町附近、西案ルートでは、南端より北北東にのびる背斜軸の両翼および灰瓜附近から藤巻附近にのびる背斜の中央部などに分布している。

一般に本層を上部、下部に分けた場合、上部は細粒砂とシルトの互層、下部は青灰色～灰色のシルト岩よりなる。東案ルートの旧広田附近においては、灰色シルト岩と細粒～中粒の砂岩との互層よりなり、その走向は $N 40^{\circ} E$ 、傾斜は $55^{\circ} W$ を示し、互層のサイクルは、 $50\text{ cm} \sim 1\text{ m}$ である。与板町の北西方においては $N 12^{\circ} E \sim N 40^{\circ} E$ の走向を示し、その方向の軸で背斜構造をなしている。両翼における傾斜は略々 20° 前後で、岩質は灰色～青灰色のシルト岩よりなる。概してしまっているが、風化すると貝殻状に剝離し、水を含むと軟弱な粘土質となる。調査地域においては、西山層と同じ程度に地すべり地帯が存在する。ただ西山層に比して地すべりの規模は、やや小さいようである。

西案ルートでは出雲崎町船橋附近一帯に分布するものも灰色～青灰色シルト岩と中粒砂岩との互層よりなっている。砂岩は固結程度が悪く、非常に軟質でスコップで掘れる程度である。シルトは比較的しまっており、ハンマーで多少力を入れてはじめて掘れる程度である。風化作用をうけてシルトは粘土状となっている。また水を含んでベト

ベトになり軟弱になる。礼拝附近より南へルート沿いの本層は、砂岩が比較的卓越するシルト岩との互層である。

(4) 魚沼層群

魚沼層群は越後地方一円に広く分布する鮮新世～更新世の浅海性の堆積物で、礫、砂、シルトなどからなり、岩相変化の著しいのが特徴である。

南部の塚野山西方300m附近では、ほぼN-Sの走向を示し20°Wの傾斜を示した中粒～粗粒砂よりなる。これより西方へは、砂とシルトが互層し、中に礫層を挟んでいる。塚山駅より東方では礫層が大部分で、その中にシルトと粗粒砂が含まれる。礫層はコブシ大程度から経15cmのものが多く、粘板岩、砂岩、チャート、片麻岩などよりなる円礫が密集している。基質は粗粒砂よりなり固結度は低い。

東案ルートの来迎寺より脇野附近までは、大部分は礫層よりなり、中にシルト岩を挟む。北方へ漸次礫層は礫径の大きなものを持つようになり脇野西方では、経30cm～35cmの礫も認められる。

西案ルートの別山附近を中心とする地帯の本層は、粗粒砂が主でシルト、礫層を僅かに持つもので、固結度が低く非常に軟質である。両ルートの最北端に分布するものは、露出が少なく詳細は不明であるが、砂岩が主で中にシルトと礫層が含まれるようである。

4-1-2. 第四紀層

(1) 段丘砂礫層

段丘は、東案ルートの来迎寺附近よりルート沿いに脇野附近まで広く発達している。いずれも魚沼層群の礫層を直接に被覆して発達するため魚沼層群の礫層とは区別がつかないような状態である。すなわち構成員は魚沼層群の礫層と殆んど変化がない状態である。

礫層は著しい密集状態を示し礫径は10cm以下が多く、稀に20cm～25cmのものがある。礫質は粘板岩、砂岩、チャート、安山岩、花崗岩などよりなる。マトリックスは赤茶色の粗粒砂で膠結度は低い。本段丘面は東方へ緩く傾斜している。

(2) 沖 積 層

調査域内のみよりみれば、渋海川流域、関原北方、柏崎東方および島崎以北に比較的広く分布している。その他各丘陵地を開削して諸所に狭く分布する。

これらの沖積地についてはボーリング資料その他によらなければ詳細は不明であるが、渋海川流域は現河床氾濫原であり、砂礫層が大部分であろう。その他の3地域については、粘土層が優勢に発達していることを一応想定できる。月崎附近の側溝工事における観察でも、地表下1.0 m以上で青灰色の粘土が発達し、軟弱地盤の存在を裏づけている。

4-2. 柏崎～直江津間

(1) 寺 泊 層 (Te)

本城の第三紀層の最下部を構成する本層は、黒岩部落附近よりルート沿いに米山寺附近まで広く発達している。

本層を構成する岩質は泥岩、凝灰岩、砂岩である。本層の走向傾斜は概ねN15°～20°E, 22°～30°Wで単斜構造を示している。泥岩は中山部落附近に代表的な露出を示しているが、塊状均質で新鮮なものは暗灰色を呈し、風化すると、貝殻状に剝離する脆弱な岩質となる。大部分は新鮮であり、あまり風化はいちじるしくない。

凝灰岩は、米山寺、中山附近に良く発達しているが、層理が鮮明で、岩質は石英粗面岩質な灰色～灰白色の比較的締った産状を呈している。凝灰岩の層厚は約60 mである。

砂岩は黒岩の東側でルートのトンネル予定地附近に分布しているが、岩質は粗粒～中粒砂岩で塊状をなしかなり締っている。

本層は、椎谷層と整合に接するが、黒岩附近では複輝石安山岩によって、直接に被覆及び貫入を受けている。

(2) 椎 谷 層 (Si)

本層は、寺泊層の西部に走向NNE-SSW, 傾斜15°～20°Wの単斜構造をもって発達している。

本層は、寺泊層に比して、層理が不鮮明であり、不規則な割れ目が網状に発達している。岩質は灰色ないし暗褐色のシルト岩が主であるが、中に砂質な部分も僅かに挟まって砂岩とシルト岩の互層の状態を示すこともある。風化すると褐色の鱗片状ないし貝殻状に剝離崩壊する脆弱な岩相を示すのが普通であるが、風化は余り強くなく、おおむね地表部より1~2 m前後である。ただし、割れ目沿いに1~2 cmの風化粘土が詰まっていることが多い。

(3) 魚沼層群 (U)

本層群は区間の東側で明後沢~新屋敷間に亘って分布している。走向はNN E-S S Wで緩い背斜構造を示している。

構成岩は、シルト岩、砂岩、礫岩よりなり、明後沢附近で見られ、10 cm~15 cm程度から50 cm~70 cmの互層状態を示している。

シルトは灰色~黄灰色で軟質の粘土質な性状を示し、ハンマーで容易にくずれる程度の産状を示している。砂岩は膠結度は余り良くなく全体に粗粒で茶褐色を示している。

礫岩は、礫は密集した円礫~亜円礫を示しているが、礫径は小豆大~ウメボシ大程度の小礫が普通である。マトリックスは中粒~粗粒砂よりなっている。

本層発達地域には小さな地蔵り(3.0 m×5 m×1.5 m)が2~3ヶ所認められ、現道も斜面が破壊されている。

(4) 安山岩類 (An)

安山岩類は、区間の東側に広く発達しており、大部分は熔岩流よりなり、黒岩の東方に僅かに岩脈が分布するに過ぎない。この安山岩は、いちじるしい風化作用を受け、野外で観察される大部分は、殆んど赤茶色の火山灰の様な状態を示しているのが普通である。従って堅硬ないわゆる熔岩流と野外で判然とするようなものは、極めて稀である。

野田部落附近のものは、風化帯の厚さは10 m以上に達し、外貌は砂岩の様な感じを持つものであり、5~10 cm内外の板状の節理が発達しているのが認められることもある。特に部落の北方にては、角礫質な部分があり、風化帯中に比較的新鮮な安山岩がブロック状に分布している

のが認められる。

熊谷部落よりルート沿いに南西方向に発達するものも風化は著るしく、角礫化の部分が多く、礫は風化していわゆるクサレ礫の岩相を呈し、節理の痕跡が顕著に認められる。黒岩部落の東方の岩脈は、非常に堅硬緻密な灰色～灰緑色を呈し、50 cm～1 m内外の節理が顕著に発達している。現在土木工事に用骨材として盛んに採石されている。

(5) 段丘堆積物 (Tr)

本区間の段丘は、主に黒川流域に二段の段丘面を形成して発達している。高位の段丘は比高15～20 mを示し、黒川が沖積層平野部に出る附近に狭小に分布しているにすぎない。段丘面はかなり開折を受けており段丘面に特徴的な平坦面は余り残していない。構成物は、普通ウメボシ大程度以下の円礫～亜円礫を持つ砂礫層よりなり、稀に径40 cm前後の大礫が介在していることもある。

マトリックスは粗粒砂よりなり固結度は余り良くなく手で押すとくずれる程度である。中に砂層をレンズ状にはさむこともあり海成段丘であることを明らかに物語っている。

低位の段丘は、下灰庭新田附近を中心として、黒川の沿岸に発達している。(この段丘は歌代によると沖積層段丘であるといわれている)。比高は約7～10 mであり、段丘面は僅かに北側に傾斜しているが、殆んど平坦である。構成物は、段丘面の上表面より1～1.5 mの厚さに径20 cm～2 cm程度の円礫～亜円礫の礫層が発達して、第三紀層を直接に被覆している。この礫層は、西側に漸次層厚を増し、上小野附近では、7 m前後の厚層になっている。

この低位の段丘面は全城田畑として土地利用がなされている。

(6) 砂丘 (Sa)

本区間の海岸線のルート上には、潟町砂層(歌代勤)と呼ばれる砂丘が発達している。この砂丘は潟町～上下浜地域に於て最も幅が広く、標高も大きい。標高は平均10 m程度で、幅は1～1.5 kmである。長峰池東側の露頭では約10 mの砂層が露出している。

歌代の報告によると、基盤は地下2.5 m附近と推定され、従って砂層

の厚さは30～45 mと考えられている。

この砂層は粘土分を多分に含んで、砂層としては固結度が高いのが特徴である。砂層の下部には、ゆるく傾斜した平行なラミナが発達しているが、上部にはこの様なラミナは認められない。砂層上部には厚さ30 cmの褐色粘土質層が、更にその上には20 cmの黒色腐蝕土層がのっている。この潟町砂層を不整合におおひ砂層は、潟町砂層とは対照的にサラサラした砂で粘土分はすくない。歌代はこれを新期砂丘砂層と命名している。現在でも被植されていないところの砂粒は、風によって移動している。内陸側よりは、海岸側に厚く堆積しており、層厚は最大30～40 mである。黒井～小舟津間の砂丘地形は、この新期砂丘砂層によるものである。砂粒は歌代の報告によると $\frac{1}{8}$ ～ $\frac{1}{4}$ mmのものが30%～50%をしめ最も多く、粘土分($\frac{1}{16}$ mm以下)が15%～30%も含まれていて、淘汰が悪いことを物語っている²⁾と述べている。

(7) 崖 錐 (T1)

本区間の崖錐は、黒岩附近に発達する地氈りによるものが最も優勢であり、その他、安山岩類分布の東側山麓部全域に亘って広く発達している。構成物は、地氈りによるものは、基盤の寺泊層、泥岩、砂岩の岩屑及び粘土よりなるが、礫は余り多くない。厚い部分では20 m以上に及ぶ所もあるが、現在は、殆んど水田として土地利用がなされている。安山岩類の麓部のものは、風化した赤茶色の安山岩礫を持つ粘土質の岩屑よりなり、厚さは2～4 m程度が普通であり、特に厚層の部分はない。いずれも未固結であり、地質的には不安定である。

(8) 沖 積 層 (a)

沖積層の主要な分布地域は、砂丘分布の後背地で、高田平原の北部の平野である。

この沖積層平野部は、前面に発達する砂丘の状態、砂丘後背の沼の状況等より推定して、粘土を主とする軟弱地盤の発達が容易に想定される。

これを裏付けるものとして、直江津バイパス調査の為に実施したボーリング資料によると、N値4～7を示す粘土帯が優勢に発達しているのが報告されている。

その他黒川流域、鶴川流域に砂、礫より構成される現河床 氾原が発達している。

4-3. 直江津～糸魚川間

(1) 寺泊層 (T₀)

本城の第三紀層最下部を構成する本層は、能生川流域に最も代表的に分布するほか、糸魚川市の南部で上刈附近に狭小に分布している。

能生川流域のものは、黒色ないし、黒灰色の泥岩が圧倒的に多く、中に塊状の中粒ないし細粒の砂岩が挟在している。

泥岩は、風化すると褐色を帯び、非常に脆くなるが新鮮な部分は比較的締っており、クラック等の発達も少ない。

風化の程度は場所によって多少の違いがあるが、概ね上表部のクラックの多い所では風化が深い。

層理は顕著であり一般走向はN-Sを示すが、西方へ漸次NW-SEへ走向を変じている。傾斜は、大沢附近を軸とする20°～28°の背斜構造を示している。

本層の上部は椎谷層によって整合に被覆されており、その接触状態は能生川の右岸の各所において観察することができる。

また、江星山附近に発達する角閃石安山岩の熔岩流によって一部は直接に被覆されている。

上刈附近のものは、上部を殆んど段丘礫層によって被覆されており、水崎附近などに僅かに露出しているにすぎない。岩質は灰白色ないし暗灰色の泥岩ないしシルト岩である。クラックにそって風化いちじるしく、風化すると粘土質の軟質となる。

本層分布地域は各所に地入りを生じているのが特徴である。特に能生川流域のものは、その規模も大きく、数も非常に多い。

(2) 椎谷層 (S₁)

本地区の本層は、直江津市西南部の春日山上正尊寺附近、能生川右岸一帯、及び能生川左岸の鶴石附近より計画線にそって梶屋敷附近まで広く分布している。その他名立川上流瀬戸附近や調査地域外の筒石川下流

部にも広く分布している。

本層は、分布地域によって岩質、構造等が異なり従ってそれが作り出す地形なども各々独自のものを示している。

春日山～上正善寺附近のものは、灰色ないし暗灰色のシルト岩が主であるが、中に礫岩、砂岩等も含み、全体としてはこれらの互層のような状態を示している。東側の春日山～林泉寺一帯は暗灰色シルト岩と礫岩及び中粒砂岩となり、各岩相の関係はある場合は礫岩をレンズ状に挟み、ある場合には砂岩とシルト岩とが漸移状態にあり、中に炭質物の薄層を挟むことがある。

春日山頂上部附近では、層間褶曲ないし、一部不整合のような特殊な産状を示している。

この外本層の東翼では礫岩層(2～3 m)が発達してその上下盤のシルト、砂岩の互層帯は盛土材として採土されている部分もある。上正善寺附近のものは、層理が非常に鮮明な中粒砂岩とシルト岩ないし砂質シルト岩の互層帯で、互層のサイクルは50 cm内外の縞状である、シルト岩は著るしく乾燥するとヒビ割れのような龜裂ができる。

また、風化作用を受けて、脆弱な崩壊性のいちぢるしい性質を示す。

砂岩は、中粒砂岩であるが軟質であり、稀には、砂質シルト岩に移化する性状を示す。礫岩の礫は径10 cm以下のものが殆んどであり、大豆大の円礫が主で分級度はあまり良くない。

地質構造は、地層の走向は一般にNS性を示し、上正善寺附近を軸とする緩い背斜構造を呈している。

本層は各斜面に於て著るしい地入りが存在しており、大規模なものは内径50.0 m以上にわたって、地入り地形を形成している。その殆んどが、現在何等かの形で活動しているものと思われる。

名立川上流の瀬戸附近のものは、堅硬な極粗粒砂岩と頁岩の互層で中に豆粒程度のチャートを主とし、他に安山岩粘板岩等の円礫を持つ礫岩が、挟在している。走向はNE-SWで78～75°Eの傾斜を示している。

この附近のものは、堅硬なため、地形的に突出した直線上の凸部を形成しているのが空中写真上で明確に追跡することができる。本地域では

現地踏査の際には確認できなかったが、地層傾斜の急変（急傾斜）や火成岩の貫入等よりみて、走向性断層の発達が推定される。石英粗面岩の小岩脈（約10m）がN45E.80SEの椎谷層の走向方向に平行に貫入しているのも認められている。

能生川右岸のものは、寺泊層を整合に被覆し、好露出をみせて発達している。

川詰部落附近では、下位の黒灰色泥岩よりなる寺泊層を直接被覆して、下部より砂岩、礫岩、粗粒砂岩が発達しているのが、観察される。全体としては、構成岩類は粗粒砂岩とシルト岩で非常に鮮やかな縞状の互層状態をなしている。互層のサイクルは概ね50cm~1m内外である。岩質は、砂岩は比較的堅く、シルト岩は褐灰色黄灰色で多少粘土性がある。走向は概ね、N40°~50°Wで20°~25°Eの傾斜を示している。この層理面にそって、節理が発達し、ちょうど板状節理のような観を呈している。本層は上部へ（東部へ）移るに従って砂岩が多くなりさらに砂岩は粗粒になり礫岩へと移化する。

最上部は礫岩であり、これは上部層の西山層の基底礫岩とも考えられるが、一応今回は椎谷層の最上部層としておく。

礫岩は、ウメボシ大程度以下の礫径で粘板岩、チャート、砂岩等の礫よりなりマトリックスは粗粒砂で比較的良く、膠結されている。

本城の椎谷層は、下位の寺泊層、上位の西山層に比して、やや地すべりの発達は少ない。（しかし、小さな地すべりは各所に発達しており、大規模なものが多いという意味である）

能生川左岸の寺山附近より鶴屋敷一帯に発達する本層は、上部が火山円礫岩よりなり、下部は、砂岩、凝灰質砂岩、シルト岩の互層より構成される。新戸附近では（最下部の）暗灰色の泥っぽいシルト岩が主で風化すると断片状になる。

走向は概ねN10~15°Wで傾斜は10°W内外である。この附近では上表部を広く段丘礫層によって被覆されている。

本層は上部へ（西方へ）漸次砂岩が優勢になる。

上部の火山円礫岩の直下部は、層理が明瞭な凝灰質シルト岩で、中に

火山噴出物起源の小角礫をもつ礫層の薄層がある。

火山円礫岩は鬼伏の西方より梶屋敷にかけてシルト岩を被覆して広く発達している。

構成岩類は、最大径 1 m 内外よりコブシ大程度の安山岩角礫及び同円礫が密集している。概ね上部は巨礫を有し、下部へ礫径は減少している傾向がある。部分的には、分級されている所もあるが、大部分は分級度は悪く雑然と不規則に密集している。マトリックスは凝灰質な粗粒砂岩で膠結度は悪く、容易にハンマーでくずせる程度である。中に指交状ないしレンズ状を示しながら凝灰質なシルト岩及び葉理の発達する凝灰質砂岩が層厚 3 ~ 5 m で挟有されている。

火山円礫岩の層厚は下限が場所によって不明確な点があるが、概ね 35 ~ 40 m と推定される。

走向傾斜は $N 5 \sim 10^{\circ} W$, $15^{\circ} \sim 20^{\circ} W$ である。

(3) 西山層 (N1)

本層は主として、椎谷層を整合に被覆し灰瓜層の下位に緩い向斜構造をなして発達している。即ち、西方城ヶ峯附近では $N E - S W$ の走向で W 傾斜、西方の名立川流域及びその西部では、 $N W - S E$ 走向で E 傾斜である。

岩質は岩相変化の殆んどない均質な灰色～黒灰色の砂質シルト岩である。風化すると鱗片状に剝離し、水を含むと、多少粘土質となる。節理系は特に卓越するものはないが、傾向としては層理に直交する非常に細かい (10 cm 内外) 節理が風化部では著しい。また局部的には径 20 cm から 10 cm の比較的堅硬な団塊 (Nodule) が入っていることがある。

この他、梶屋敷附近より西方の丘陵地帯を構成するものは塊状で灰色～黄褐色のシルト岩で稀に 2 ~ 3 cm の砂岩を不規則波状に挟在し、縞状の模様を呈している。この地域では上部を段丘礫層で被覆されており、礫層の透水性との関係から全体に水を常時含んで粘土質となっている。

堆積状況は非常に水平である。

本層の分布地帯は殆んど全域にわたって、おびただしい地すべり地帯を形成し、各所に大規模な地すべりが存在している。

(4) 灰 瓜 層 (Ha)

本層は桑取川流域に主として発達している。

構成岩類は灰色の砂岩、シルト岩を主とし、中に1~2 cm程度の細粒砂岩を縞状に挟有することがある。

一般走向はN10~15° Eで非常に緩い向斜構造をなしている。割れ目の状態は1.0~1.5 mの間隔の層理面にそう節理が顕著に発達し、この層理面に直交する5~10 cmの間隔の割れ目が別に発達して、全体としてモザイク状の割れ目の発達を示している。風化するとこれらの割れ目より岩石は崩壊しやすく、特に層理面よりの削離、崩壊が著しく、細かい岩片として崩壊する性質を示している。

新鮮なもの(例えば川底などに露出するもの)は割れ目もすくなく、全体に塊状で比較的堅硬なよくしまった岩質である。本層は岩相の変化が非常に少なく、全域にわたって均質な岩相を示している。

本層の発達地域にも多くの地すべりが存在している。

(5) 安 山 岩 類 (An)

能生川の左岸の江星山(517.1 m)をはじめ鶉石部落の南方山地を形成して発達している。

岩質は褐色で2~10 cm内外の板状節理の発達がいちじるしい角閃石安山岩で新鮮なものは非常に堅硬で密である。

本岩は多くの場合、急崖を形成している。本岩はその産状よりみてあきらかに熔岩流であり、調査地内のみを観察よりみれば、新第三紀、寺泊層、椎谷層等を不整合に被覆して発達している。

この他に糸魚川市の南部で、国鉄大糸北線が隧道で通過する水崎附近に狭小な分布をしている。

ここでの岩質は多孔質な比較的堅硬な玄武岩質安山岩で、その産状よりみて、これは貫入岩体であろうと推定できる。

(6) 第 四 紀 層

a) 段丘堆積物 (Tr)

段丘は、その成因よりみて、河岸段丘と海岸段丘の二種類がある。

河岸段丘は、桑取川流域にとくにいちじるしく、ここでは現河床よ

りの比高が20m, 30m, 40m, 50mの4段の段丘と、比高3~5mの沖積面とが識別される。このうち下位の3段には層厚数mの段丘堆積物(砂礫)が存在する。上位の比高50mの面は、海岸段丘の標高の面に連続している。名立川流域の段丘は、解析を受け桑取川ほど明瞭ではないが3~4段存在するようである。最下段(現河床からの比高20m程度)を除いて、現河床からの比高35m以上の段に堆積物が残っていることは少なく、基盤の新第三紀層(シルト岩)の上にチャート、粘板岩、砂岩、安山岩、石英粗面岩等の直径1~5cmの円礫が分散しているだけのことが多い。

海岸段丘は、標高50m~60mのほとんど水平な面と標高60mから150m附近まで続く傾斜5°前後の面とがある。鱒崎附近の標高、70m~100mでは安山岩、粘板岩、チャート、砂岩などの比較的淘汰の進んだ5cm内外の円礫を多く含んでいる。糸魚川市東南方に発達する海岸段丘は標高50m~80mの面をなしている。礫径5cm程度以下の淘汰の進んだ円礫のみよりなる蓮台寺附近の段丘と礫径30cmから5cm程度の円礫と垂円礫が密集している厚田部落附近より東部のものとに分けられる。

これらの段丘堆積物はいづれも膠結度低く、マトリックス(礫間を充めているもの)は粗粒砂が大部分である。

d) 崖錐堆積物(T1)

崖錐堆積物は多くの調査地内の地をりを除けば山地の麓部に概して小規模に附着する程度で、大規模な崖錐堆積物の発達はない。

梶屋敷東北方の浜中部落附近に発達するものが最も大きく、厚さ5~6mで後背山地の火山円礫岩類の崩壊物である。

含まれる礫は最大径30cm内外より人頭大程度のものが多い。

c) 沖積層(a)

沖積層の主要な分布地域は、北より桑取川、名立川、能生川、早川の流域及び姫川下流の糸魚川市一帯である。その他には山地、丘陵の台地を開析する谷底に狭小な分布をする。

これらのものは、いづれも各河川の運搬した河成堆積物よりなる。

僅かに姫川の河口沿岸に浅海性の堆積層が発達しているにすぎない。
桑取川流域、名立川流域は河床は比較的礫が少なく、周辺底地の冲積層は、シルトないし砂で稀に礫を持つような地質構成である。

能生川、早川、海川、姫川の河床は多くの礫を持つ砂礫で、周辺低地は比較的高度に土地利用が進んだ水田、畑地となっている。

姫川下流部のボーリング資料によると地表下2.5 m以上は砂礫層が発達していることが確認されている。姫川は現在でも相当多量の土砂を生産しており、いわゆる荒れ川の様相を呈しており、径20 cm～30 cmの礫が果々としている。このことは、集中豪雨時などに多量の土石流を流出し、災害をひきおこす危険性を持っている。

従って本域に発達する冲積層には軟弱地盤を形成するようものではなく圧密沈下をおこすようなものはない。

4-4. 糸魚川-泊間

4-4-1. 先第三紀層岩類

(1) 古生層粘板岩類(P1)

青海川の両岸に分布している本岩は、黒色～暗灰色で、小さな節理(2～5 cm内外)がやや顕著であり、攪乱、褶曲を著しく受けている。岩質は大部分石灰質な粘板岩で、硬質であるが、風化すると頁岩状のチリチリの細片状になる性質がある。藤田博志によると、本岩は花崗閃緑岩により貫かれていと述べている。(藤田博志、東北大記要No. 4.8) 今回の調査では、本岩がホルンフェルスになっている部分は認められなかった。これは、花崗閃緑岩体その規模が非常に小さいためかも知れない。

本岩中にはチャートの薄層が挟在することを藤田は報告している。

(2) 青海石灰岩類(Lm)

本岩は、青海川左岸より歌川右岸にわたって分布する。

岩質は全域ほとんど灰色ないし灰白色の石灰岩で稀に暗灰色のものも混ざる、ちみつ塊状の堅硬な岩質である。

部分的に石灰礫岩層を含むが、礫、基質ともに石灰岩であり、非石

灰質のものは全く含んでいない。

石灰礫岩層は中央部附近に特に顕著で、層厚は数 m ～10 m でありNW-SE方向に伸長しており、藤田によるとこれは、古生代二疊紀の基底礫岩層であると述べている。この礫岩は、上述の通り礫及び基質共に石灰岩よりなり、他の非石灰質岩石の礫は存在しない。基質は緻密な灰色石灰岩である。礫は角礫状で円形の礫は全くなく、何れも不規則形の角礫である。礫径は1～数 cm 大のものが多く、それ以上の大きさの礫はすくない。礫は暗灰色～黒色を呈しているため、基質の灰色石灰岩とよく対照して、明瞭に認められる。

その他、概ねNW-SE方向に伸長する同種の礫岩層の薄層が数層存在している。本岩類の地質構造は、黒姫～明星衝上断層によって切られており、この黒姫～明星衝上断層線は、藤田によると南に緩傾斜を示し、信越化学親不知鉾山、金華洞入口附近では平均 53° 南傾斜であり、又電気化学工業青海鉾山では、青海川附近で南に平均 30° の傾斜を示すと述べている。今回の調査では断層破碎帯の幅は約10 m 内外であり、藤田はこの圧碎帯の粘土は、シャールシュタイン中に捕獲岩として捕捉され、それがシャールシュタインの流理面に沿ってレンズ状に伸張していると記載している。石灰岩内部の構造は、藤田は、黒姫～明星衝上断層線に沿い南傾斜の背斜軸を有する顛倒背斜の存在することを指適している。また、非常に多くの背斜、向斜構造のあることを述べている。しかし今回の調査では、本石灰岩は無層理で岩質的にも変化がすくなく、従って野外に於ける走向、傾斜の測定はかなり困難であった。また藤田は本岩体内には、多くの小断層が発達していることを述べている。そしてこれらの断層はいづれも衝上性の断層であることを指適している。今回の調査では、断層の性状については確認し得なかったが、一応藤田の記述を否定するような資料は見当らなかった。本岩の中の節理を測定した一例として信越化学親不知鉾山坑内に於ける藤田の資料によると、走向N 20° ～SWでSEに急傾斜している。

鉾山附近の走向はN 85° Wで節理と地層との走向の交角は略々 30°

～40° 両者の傾斜の交角は10°～30° であると云う。

本岩の南西限は、歌川溪谷を構成した断層線によって境されている。

(3) 緑色岩類 (Gn) (Sp)

青海石灰岩を取り囲むような形で青海町の西部や歌川の西部に蛇紋岩、シャルシュタイン、緑色片岩、輝緑岩などの緑色をおびた岩類の発達がある。これらの岩類は、岩相変化が著しく、相互に移行することもあるので、各岩類の正確な境界については不明な点が多いので、一応ここでは一括して緑色岩類として、分布地域毎に説明することにする。

a) 青海川西岸で計画線のトンネル東ポータル附近一帯に発達するものは、主にシャルシュタインよりなり僅かに粘板岩、片状砂岩などが中に挟まれている。このシャルシュタインは蛇紋岩化している。蛇紋岩化の程度は選択的である。概して、花崗閃緑岩に近づくに従って蛇紋岩化は強くなっている傾向がある。一般に走向はN-S性を示し、ほぼ垂直な片理面ないし層理面をもっているようである。

岩質は全体にやや粘土質で新鮮な部分では中硬ないし硬質であるが風化部では脆くかつ軟質となっている。風化の程度は場所によって差異があるが、一般に約4m～5mまでは風化が及んでいる。割れ目は不規則で30～40cm間隔のものが卓越しており、花崗閃緑岩に接する付近で割れ目の発達は特に著しい。本岩体中には、淡紅色の極硬質のチャートが薄層で発達している部分がある。

b) 歌川の左岸で歌部落附近より雨池開拓一帯に分布するものは、(i) 蛇紋岩のみよりなるものと、(ii) 緑色片岩質砂岩、シャルシュタイン、礫岩及び蛇紋岩などよりなるものの二地区に大別される。

i) の蛇紋岩 (Sp) は雨池開拓附近に発達し、岩質は暗緑色を呈する典型的な蛇紋岩で、いわゆる油肌を示している。

裂罅、割れ目系は、特に一定の方向性を示さず、かなり不規則であるが、全体に垂直に近い、節理、割れ目の発達が卓越し、主として50cm～1mの間隔で発達するのが多い。本岩体中には、小断層の発達が多く、全体に擾乱帯を形成している。確認した断層のうち

では雨池開拓への道路のカットに認められる断層巾約4~5 mのも
のが大きいものである。これは、幅2~3 mの粘土を伴っている。
しかしこの断層は規模が変化していくようであり、断層を追跡して
も10 m前後で粘土帯は40 cm内外になっている。他の小断層にお
いても、すべてこのような性状を示すと考えるのは危険であるが、
本岩体内にあっては、断層による破碎帯は膨縮が顕著であるよう
である。本岩分布地帯は、2~4 mの崖錐堆積物が発達しており、崩
壊、地すべりが多いようである。

1)の周縁部は、緑色片岩質砂岩は新鮮な部分では堅硬で石英、方解
石の細脈を網状に含むことがあり、1 m内外の間隔の節理が多く発
達している。風化すると、褐色をおび稀にはチョコレート色を呈す
る。礫岩は一般に雑色ないし暗緑色を呈し、礫は亜円礫で小礫より
大礫まで種々あり、最大なものは人頭大のものまでである。礫質は、
砂岩、粘板岩等で基質は細粒砂岩である。膠結度は比較的良く堅硬
であるが、一般に基質の量が多く、露頭においては、風化して軟い
面をなすのが普通である。

シャルシュタイン、蛇紋岩は、露出がすくないので詳細は不明
であるが、ところどころに断続的に分布している。全体の構造は、
複雑な褶曲をなし、小断層が多く発達しているものと思われるが、
地表踏査のみでは、その詳細は不明である。

以上のほか黒姫~明星衝上断層線に沿って輝緑岩の併入がある。
この輝緑岩は、不規則な形の石灰岩塊を多数捕獲岩として取りこん
でいる。

(4) 来馬層 (Km)

本層は、境川の支流、大平川及び上路川の合流点附近に代表的な露
出をしている。この附近のものは頁岩、砂岩の互層帯で稀に礫岩を挟
在する。互層の状態は、上路橋附近に於ては非常に明瞭な0.5 m~1
m迄の厚さの規則正しい互層をなす。その他の本層の大部分は1 m~
10 mの厚さの互層である。岩質は、砂岩は一般に非常に堅硬で割れ
目の発達のすくない塊状の粗粒砂岩である。ただ稀に急激に細粒に移

化することがある。頁岩は割れ目の発達多く、風化すると、いわゆるチリチリの貝殻状に剝離するような性状を示す。

礫岩は、堅硬な岩質で、礫質は、チャート、粘板岩、砂岩の径4～5 cm以下の比較的小さい礫径のものが多く、良く円磨された円礫である。基質は、堅硬な中粒砂岩で、極く稀に泥質砂岩となることがある。

上路部落の奥（南東方向）に広く発達するものは、大部分硬質粗粒砂岩で頁岩を稀に挟む程度である。風化して表面は、褐色ないし黄褐色を呈するが新鮮なものは、灰色～暗灰色である。露出が非常に悪く、節理割れ目等については詳細は不明である。

互層帯中の走向は、一般に $N40^{\circ} \sim 70^{\circ}E$ で傾斜は $NW40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 内外である。頁岩中に発達する節理は、走向は略々地層走向に一致するが、傾斜は $SE50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 内外で斜交している。

4-4-2. 第三紀層岩類

(1) 緑色凝灰岩及びその角礫岩層 (Gt)

外波川より境川に志る地域一円にいわゆる親不知の海岸の急崖等を形成して緑色凝灰岩、同質角礫岩、凝灰質砂岩、凝灰岩などが分布する。おおむね、東側に下位の地層で塩基性の岩質が分布し、西側に上位の地層で、やや酸性を示す岩質が分布するようである。従って走向は、 $N40^{\circ} \sim 60^{\circ}W$ 、傾斜 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}SW$ が一般的層理であろうと思われる。しかし層理が不鮮明なことが多く走向傾斜を確実に把握することは困難である。構成岩の大部分は緑色凝灰岩質角礫岩で割れ目の発達が著しく、2～5 cm程度の割れ目から30～40 cm程度、更には堅硬新鮮な部分で1～2 mの間隔の割れ目などが顕著である。岩質は、堅硬であるが、角礫化して脆弱な部分が多く、更に多くの断層が発達しているので、破碎帯、擾乱帯などが発達している。断層は走向 $NNW \sim SSW$ から $NE \sim SW$ 系で $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の急傾斜のものと、これに略々直交する走向の $NW \sim SE$ 系のものと二系統のものが多く、断層破碎帯の幅は平均0.5～0.7 mで稀に2 m内外のものがある。

風化すると褐色を呈し、部分的にはチョコレート色を呈して、軟質となる。風化の程度は試錐試料（建設省北陸地建黒部工事事務所、天

嶺隧道附近地質調査)によると、地表下10m~12m内外にまで及んでいるところがあるが、大部分は5m前後である。本岩層中には、泥岩ないし頁岩の薄層が挟有されていることがある。本岩層中に貫入して石英粗面岩及び角閃石安山岩の小岩脈が発達している。本岩層の新鮮堅硬な部分では骨材として採石がおこなわれている。

(2) 坡山層

越中宮崎附近より泊までの調査地の最西端に分布するもので、ほぼNNE~SSWに伸び30°~50°Wの傾斜を示す単斜構造をなしている。

構成岩類は、礫岩、凝灰角礫岩及び安山岩よりなっている。

a) シルト岩 (S1)

笹川隧道附近に代表的な露出を示す外、宮崎の南方などに分布している。新鮮な部分は、暗灰色ないし黒灰色を示し風化すると黄灰色ないし黄褐色を呈する。全体に膠結度は低く、新鮮な部分では、ハンマーの先でキズがつく程度であり、風化の進んだ部分はツルハシおよびスコップで容易に掘れる程度に軟質となっている。また風化部はチリチリの貝殻状に剝離する性状を示していることもある。層理は一般に不明瞭であるが、時には、砂質シルトの細互層(間隔2~2.5cm)のこともあり、そこでは層理を明瞭に読みとることができる。また乾燥した切取法面などでは、玉ねぎ状の龜裂が生じていることがある。

風化部が水を含むと、ドロドロの軟質な粘土質岩となり、膨潤する傾向がある。

b) 礫岩 (OG)

礫岩は、元屋敷附近に分布している。主として、計画線の予定隧道の北部に分布して、計画線上には余り発達していない。新鮮な部分は暗灰色を呈し、風化が進むと、褐色ないし暗褐色を呈する。径1.0cm~2.5cm程度の円礫および径1~3cm程度の円礫~重円礫が存在し、基質は粗粒砂である。礫は主として安山岩からなり、膠結度は高く、かなり堅硬である。風化の進んだ部分は、比較的緩んでおりツルハシで掘削可能な程度である。

層理は不明瞭であり、割れ目もすくなく、全体に塊状緻密で透水性は低い。

c) 凝灰角礫岩 (Tb)

本岩は、城山附近より南保の東部にかけて細長く分布している。主として、輝石安山岩の角礫よりなり、礫間を埋めるものは、安山岩質火山灰の固結したものである。角礫の径は20 cm内外のものが特に顕著に認められ、その他5 cm～10 cm程度のものも多い。

固結の程度は比較的進んでおり、新鮮な部分ではかなり堅硬でハンマーでたたくと火花が出る程である。風化するとツルハンで掘れる程度からスコップで掘れる程度にまで軟質となっている。本岩中には凝灰質砂岩が発達することがある。凝灰質砂岩は、白色ないし黄白色の軽石粒を主とする中粒ないし、粗粒砂であり、凝灰角礫岩との境界部附近では、安山岩角礫(径2～5 cm)を含んでいる。砂岩は全体に風化が著しく、固結の程度も低い。

d) 安山岩及び安山岩質自破砕熔岩 (Ab)

安山岩は、国鉄宮崎隧道附近より、細長くNNE～SSWの方向に笹川附近まで発達しており、凝灰角礫岩中に薄層として分布している。

岩質は、暗灰色を呈し、細粒緻密で非常に堅硬である。一般に板状節理が発達して(間隔2～4 cm)おり、自破砕熔岩(Auto-brecciated lava)のような産状を呈することもある。

この城山層は走向が大略N-S性を示し西側へ傾斜する単斜構造をなしており、節理の主なものは、南北方向及び東西方向で南北方向のものは $N4^{\circ}\sim6^{\circ}E$ で $56^{\circ}\sim80^{\circ}W$ の傾斜、東西方向のものは、走向 $N70^{\circ}W\sim70^{\circ}E$ で傾斜は垂直に近い。一般に節理はすくないが安山岩にあっては、2～4 cmの間隔の板状節理が発達して薄く割れ易い。断層は笹川沿い及び新笹川橋附近にみられ、新笹川橋の北方約3.5 mの地点でみられる断層は走向 $N84^{\circ}E$ で $N75^{\circ}$ の傾斜を示し破砕帯の幅は1～3 mで約5 cmの断層粘土を伴っている。この他、笹川沿いに現河川が断層線谷であろうと地質構造の面より推定

される。

4-4-3 火 成 岩 類

(1) 花崗閃緑岩 (Gr)

本岩は、青海石灰岩の北部に貫入して発達している。第3紀花崗岩である本岩体は内部における岩相変化は殆んどなく、ジュリーレンや捕獲岩片にも乏しい。岩質は、有色鉱物には黒雲母が多く、風化の程度は弱く、堅硬である。

本岩には、節理が10 cm ~ 30 cmの間隔で顕著に発達しており、藤田の調査した資料によると、節理はNWの走向でSWに40° ~ 50°傾斜するものが、卓越しており、これに次いで、走向NEに傾斜するものが多いことを物語っている。今回の調査結果でもN30° ~ 40°WでSW40° ~ 50°の節理が卓越していることが確認できた。

(2) 石英粗面岩類 (Lp)

i) 姫川西岸附近のもの

この附近のものは、堅硬な石英粗面岩とその風化生成物であるベントナイトよりなる。石英粗面岩は灰白色で石英の大きな斑晶を持つ堅硬岩で部分的には多少多孔質な所もある。水平と垂直の二方向の節理が顕著に発達している。ベントナイトはこの石英粗面岩の周縁相として発達している。ベントナイトは、いわゆる粘土の一種であり、新鮮な部分では、灰青色ないし灰白色を呈し、角礫化の構造を残している。全体に塊状緻密であり、割れ目などは殆んど発達していないが、稀に割れ目に沿って、黄褐色の風化部が認められる。表土より深い部分で6 m前後、平均2 ~ 3 mまでは、風化して赤茶色を呈している。このベントナイトは水を含むと著しく膨潤性を示し、いわゆるベトベトの状態になる。

このベントナイトの上表部には普通4 m前後の崖錐ならびに礫層が被覆しており、ベントナイト分布地帯は地山表土ともに圧密沈下の高い、土木建造物には不適な地質である。現在ベントナイトは工業用材として採掘されている。

ii) 市振の南方487 mの山地を構成するもの

この附近のものは、空中写真上で明らかにその分布が確認されるものであり、その分布状態よりみて、貫入岩体であろうと推定される。岩質は、堅硬で灰色～暗灰色を呈している。節理の発達は余りないが、不規則な割れ目が発達しており風化部にあつては褐色を呈して斑晶が多少粘土化している。

Ⅲ) 鳥帽子山附近に発達するもの

この附近のものは、調査地外の笹川上流大鷲谷附近よりNNWの方向に帯状に分布しており、肉眼的には、石英斑岩のような産状を示している。詳細については不明であるが、あるいは中部日本一帯に広大な分布を示す。いわゆる濃飛流紋岩の末端部に相当するものではないかと思われる。

しかし、今回の調査に於ては、一応、石英粗面岩として記載することにする。岩質は、かなり堅硬であり、板状節理が発達することが多く、いわゆる熔岩流の様な産状を示すのが普通であるが、岩相変化が激しく時には、熔結凝灰岩の如き産状を示すことも珍らしくない。

斑晶は大部分石英よりなり、非常に大きな斑晶であるのが特徴的である。

(3) 安山岩 (An)

鳥帽子山を構成する石英粗面岩の西側にNNW～SSWの方向に細長く分布している。岩質は暗灰色を呈し、細粒緻密で城山層中に認められる安山岩と岩質的には余り変化はない。しかし、自破砕熔岩のような部分は見当らず、比較的塊状均質であり、骨材として使用可能な性質を持っている。

(4) 玢岩類 (Pt)

境川の中流、上路橋の南東方200m付近にN60°E方向に石英閃緑玢岩の貫入が認められる。貫入の規模は小さい。岩質は白灰色の堅硬なもので、周囲の来馬層の層理にそのような形で貫入した岩床である。

4-4-4. 第四紀層

(1) 扇状地礫層 (fn)

本地区には、境川の上流の上路部落附近にかなり広い扇状地の発達がある。その他には、余り大きな扇状地は見当たらない。上路附近のものは、傾斜およそ 8° ～ 14° の緩い傾斜面を形成し、現在は殆んど水田として土地利用がなされている。礫は、種々雑多の大きさのものがあつて揃ひであるが大きなものは径 1 m 以上のものがある。扇状地の末端は荒沢部落附近で両側の山地によりせめられ消滅している。

(2) 段丘堆積物 (Tr)

段丘堆積物は、本地区では、越中宮崎の南方に狭小な分布を示す他特に著しいものは認められない。

この附近のものは、砂、礫、粘土よりなる上位とその下位に粘土よりなるものの二層に分けられる。この粘土は未固結で排水性が悪く、吸水すると膨張、軟弱化し易い。計画線はこの段丘面を通過する予定であり、切り取りの際の法面安定及び路床土としての問題が残されている地質である。

(3) 崖錐堆積物 (T1)

崖錐堆積物は、本地区の親不知附近の急峻な地形を形成する附近をはじめ各所の山地の斜面にへばりついて多く発達しているが、特に厚い崖錐の発達はすくなく、せいぜい $3\sim 4\text{ m}$ が最大である。

泊附近のものは、一見段丘のようにみえるが礫は角ばった安山岩質のものが多く、局部的には 10 m 内外の厚い堆積を示している所もあると思われる。これは未固結堆積物であり地質的には不安定である。現在水田、畑地として土地利用がなされている。

(4) 沖積層 (a)

沖積層の主要な分布地域は、姫川下流地域と越中宮崎の低地帯で他に境川の下流に僅かに認められるにすぎない。姫川下流域については、既に記載済みである。

越中宮崎附近は、国鉄北陸本線沿いに湿地帯が発達しており、筆者等の調査中に観察された側溝等では、 1 m までは黒色のシルトと腐植物の混ったもので非常に軟弱な地質である。既調査報告(富山県城山隧道第2次地質調査報告、1963)によると、地表より $6\sim 10\text{ m}$

までの区間はシルト質粘土より構成され、腐植物を含むと云われている。従ってこの附近の沖積層はいわゆる軟弱地盤と云うことができる。

境川の沿岸、下流のものは、砂、礫より構成される現河床氾濫低地である。

4-5. 泊～富山西南部間

(1) 音川累層 (Ss)

本層は角川の流域で、金山谷附近に分布している。走向 $N40^{\circ}\sim45^{\circ}E$ 、傾斜 $8^{\circ}\sim12^{\circ}N$ 内外の非常に緩い単斜構造を示して分布している。構成岩は青灰色で風化して灰色～灰褐色の塊状均質の泥質細粒砂岩となる。稀に径2cm内外の細礫岩を挟有することがある。いづれも比較的良好に締っている。細礫岩のマトリックスは極粗粒砂よりなるが一部分泥質ないし粘土質のこともある。本層の地質時代は新第三紀中新世で多くの化石の産出が報告されている。

(2) 第四礫層 (G_4)

本礫層は呉羽山礫層の相当層であり、第三紀層を不整合に被覆している。礫層面は、開折が著るしく、表面は殆んど平坦面を残していない。第三紀層地帯とは地形の形状は相似しており、他の礫層とは判然と空中写真上で識別することができる。この礫層は湯上部落附近に代表的な露出がある。この附近では、礫径は人頭大程度より以下の円礫が多く密集しており、礫種は花崗岩、安山岩が多く、その他、石英粗面岩、閃緑岩、石英斑岩などである。マトリックスは、粗粒砂よりなり、稀に灰色のシルトがはさみとして入っているのが認められる。

(3) 第三礫層 (G_3)

本礫層は、第四礫層の一段低い面を形成して発達しているものである。分布は非常に広く、布施川より栃津川にかけてルート上に断続的に発達している。礫は風化しているものが多く、第四礫層よりも古い感じをうける。春木附近の露頭では表面は赤茶色の表土が厚く発達して(約3m土)おり、礫も風化して、軽石の風化したような産状を呈している。一般に岩種は、花崗岩、片麻岩、閃緑岩、安山岩などが多く円礫が多い。固結

の程度は中程度に締っており、現状では余り崩れはすくない。ハンマーで多少力を入れてたたくとくずれる程度である。

(4) 第二礫層 (G_2)

本礫層は最も広く分布するものであり、いづれも本礫層面は広大なゆるい斜面を形成して、扇頂部は、沖積層中に突込んでいる場合が多い。しかし礫層の両側はかなり急な段丘崖を形成しているのが特徴的である。礫は大部分人頭大以下であるが、稀には更に大きな礫(径50cm内外)のこともある。礫は新鮮で、密集していることが多く、またすべて良く円磨されている。礫種は、花崗岩、片麻岩、安山岩、片岩等であり、チャート等も稀には認められる。

(5) 第一礫層 (G_1)

本礫層は、最も低い面で、空中写真上では良くこの面が判読できるが、野外では、沖積層低地とは仲々区別が困難である。本礫層は藤井によると、沖積層として記載されている。分布は、各礫層の周縁部にへばりつくように狭小に分布している。礫については、露出が非常にすくないので、詳細は不明であるが、地表部より40~50cm内外で礫層が発達していることが藤井により報告されている。

(6) 崖錐堆積物 ($T1$)

第三紀層分布地域、第四礫層分布地域の谷部に狭く小部分に分布しているにすぎない。いづれも数m単位であり、最大のもので4m程度である。構成物は、風化した赤茶色の土壌が多く、中に風化した礫や、岩屑が含まれている。いづれも未固結であるが、特に著しい粘土化は受けてはいない。

(7) 沖積層 (a)

各河川の氾濫原扇状地として広く発達している。藤井によると、黒部川流域は20~60cmの砂層の下に礫層が発達し、その流域氾濫原の外縁は砂、泥が10~50cmでその下部に礫層の発達知られている。片貝川流域は、砂、泥10~40cmで、その下部に一部20~30cmの砂を賦存させて礫層となる。早月川流域は30~50cmの砂層の下に礫層が発達している。栗山附近より南部常願寺川附近までは20~40cmの

砂，泥の下部に礫層が発達していることが知られている。

常願寺川流域は，10～100 cmの砂の下部に礫層の発達知られている。常願寺川より神通川までの範囲は，空中写真より判読して，砂，泥の厚さは1 m前後でその下部に礫層が発達しているものと推定出来る。

4-6. 富山西南部地区

4-6-1 第三紀層堆積岩類

(1) 三谷泥岩層

本層は調査地の南西部に分布している。坂本^(※)によると城山泥岩層，三谷泥岩層とに分層しているが，岩質的には差異がないので一括して三谷泥岩層として記載する。岩質は粘土質でちみつな泥岩であり，風化部では1 cm程度の厚さで板状に剝理しやすい特色をもっている。新鮮な部分では灰色を呈するが，風化すると淡黄褐色を示す。剝理は普通層理面より平行に発達している。本泥岩層は東側へ漸次層厚を減ずるが，それと同時にややシルト質となり剝理性は弱まり塊状に変化する。また本岩層の下部には礫岩層が挟有されている。坂本^(※)他によると，礫岩の礫は黒色チャートの1～2 cm大の円礫ないし亜円礫を主とし，これに花崗岩や石英の細礫も混じる。礫は下部では密集層をつくり，その基質はいく分粘土まじりの粗粒～細粒砂である。またこの礫岩は泥岩中に1～2 mの厚さの夾みとして入っていると記載している。筆者等の観察では0.5 cm大の円礫が密集しているのが三谷部落附近で観察された。その他，別所学校附近で石灰質で硬質な団塊が諸所に含まれている。本層の中に塩谷砂岩層と云われる軟弱な灰褐色塊状砂岩層が小部分に発達している。本層分布地区の三谷附近に小規模な地すべりが認められる。

(註) ※坂本亨，野沢保：5万分ノ1地質図幅説明書「八尾」1960

(2) 平林砂岩層

本層は南案ルートの外輪野附近より東部に分布する。走向はN20°～25°Eで20°E内外の傾斜を示している。外輪野附近の下部層は細粒ないし中粒硬質砂岩で層理は不鮮明で塊状の産状を呈している。山

田川の右岸では、中粒～粗粒の砂岩で全体的には膠結度は悪く、中に硬質の中粒砂岩層を2 m内外の層厚で互層状に挟んでいる。更に東側へ(上位へ)漸次軟質になり浮石質凝灰岩層を挟むようになる。坂本らによると本層は和田川橋礫岩層、天狗山砂岩層、青井谷泥岩層の各層と同時異相の関係にあると述べている。

(3) 和田川橋礫岩層

本礫岩層は調査地の南西方で、和田川橋附近で代表的な発達がある。坂本によると本礫岩層の層厚は和田川橋附近で5.5 mに達し、東方へ漸次薄くなり(天狗山南麓で約1.5 m, その東方で5～1.0 m)尖滅すると記載している。

このように中に砂層を持つ砂礫層で斜交層理を示したり、レンズ状に砂層を持ったりしている。礫は主にチャート、安山岩等のコブシ大以下で大部分は1～2 cm程度以下が多い。マトリックスは暗灰色粗粒砂で固結度は低くスコップで掘りおこせる程度である。本礫岩層は、現在盛土材として採掘されている。

(4) 天狗山砂岩層

本砂岩層は南案ルートの市谷附近より天狗山附近にかけて発達している。本砂岩層は暗褐色～褐色を呈し、塊状で中粒～細粒砂岩よりなる。本砂岩層中には、レンズ状に礫岩層を挟んでいる。坂本他によると本層の上限には安山岩質の礫岩が、かなり連続的に発達している。この礫岩は安山岩の5～10 cm大の礫を主材とし、チャートの細礫をわずかに混じえ、礫は塊状に密集して配列に方向性を示さない。また本層にはしばしば軽石質凝灰岩層や1 cm大以下の軽石片が散在し、浮石質砂岩を挟む、と述べている。本砂岩層はかなり深くまで(約4 m～5 m)風化しており、風化部ではハンマーで掘りおとし得る程度に柔らかくなっている。また山腹斜面では、くずれやすく、ところによっては雨溝ができていたりする。

(5) 青井谷泥岩層

本泥岩層は、本城に広く分布している。本泥岩層の主体をなすものは、青灰色ないし灰色を呈する砂質シルト岩、ないし粘土質シルト岩

である。しかしルート上では必ずしも上記岩質ばかりではない。これを北案ルートと南案ルートに別けて記載することにする。

1) 北案ルート

勅使ヶ池附近では赤い縞目のある砂質シルト岩で、下部は粘土質シルト岩となり軟質でハンマーで容易に掘りおこせる程度である。殆んど水平な層理を示している。平野附近では層理が比較的良く発達した多少凝灰質な砂質シルトで、掘りおこせる程度の硬さであり、上部を広く砂礫層が被っている。

青井谷より鳥越を経て射水丘陵の西縁に続く一帯は、白灰色で多少粘土化した凝灰質な砂質シルトであり、部分的にベントナイト質なベトベトの性状を示すところがある。(青井谷の北西方の道路カット部等) 走向傾斜は全体としては水平であり僅かに北に傾斜しているようである。概ね岩相変化がない均質な性状である。

2) 南案ルート附近

南案ルートの青井谷泥岩層は、砂岩層が北案ルートの本層より比較的多く発達してちょうど砂岩、泥岩層の互層帯のような産状を示している。吉谷附近では白灰色の凝灰岩ないし凝灰質なシルトが20~30cmのサイクルで縞目に発達する層理の鮮明な砂岩で、絹雲母が層面に発達し、それが粘土化ないしベントナイト化している。それより嘉礼谷附近までは粗粒~中粒砂岩、浮石を含む凝灰岩、礫岩層(細礫)などが粘土質シルト岩と互層に分布している。嘉礼谷附近では塊状砂質シルト中に約20cm巾の極硬質な砂岩が互層状に発達して、この砂岩中に珪化木などの化石が含まれている。礫岩はウメボシ大程度以下の円礫が多く礫種は安山岩、粘板岩、チャート、砂岩などである。砂岩は粗粒砂岩ないし中粒砂岩で風化するといわゆる砂のような産状になり、ハンマーで容易にくずせる程度である。この附近では走向傾斜はN20°W35°Nである。一般的には傾斜は水平に近いと思われる。

嘉礼谷より坪野附近では茶褐色ないし黄褐色の層理の不鮮明な塊状で中粒ないし粗粒砂岩が青灰色砂質シルト岩と交互に互層状態で

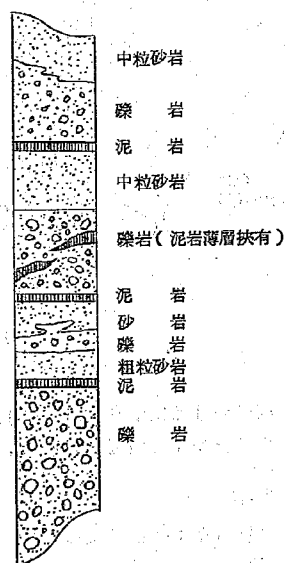
分布している。全体的にみると、砂岩が優勢である。

以上のように同じ青井谷泥岩層でも岩質的には北部と南部ではかなり差異がある。本報告では坂本等の記載、分類に従ってこれらを一括して同一層として取扱うことにした。

(6) 長慶寺砂層

本層は、調査地内では友坂附近に極く小部分に分布しているにすぎない。本層は上部を呉羽山礫層によって不整合に覆われている。本層は褐色～黄褐色の塊状中粒～粗粒砂よりなり固結度は低く、スコップで掘りおこせる程度である。また本層中には礫層を挟んでいる。礫はコブシ大程度以下の円礫で密集しており、未固結である。

和田川橋礫岩層露頭柱状図

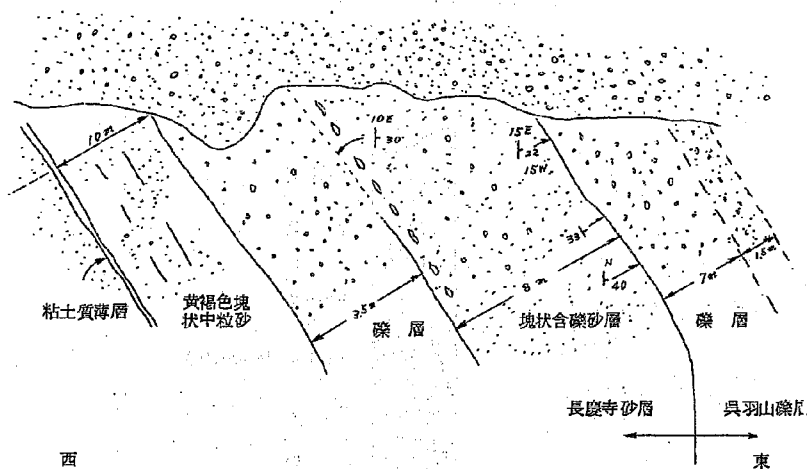


1:100

4-6-2. 第四紀層

(1) 呉羽山礫層

本層は調査地の東端呉羽山一帯に分布するものであり、層厚は調査地内では40～50mある。本層は未固結の礫層で礫は石英斑岩、花崗岩、安山岩、砂岩、チャートなどの円礫ないし亜円礫で、礫径は5～10cm大である。礫は雑然と入っており、部分的には密集しているが、全体的にはあまり密集していない。本層の上部には粗粒砂の挟みが発達している。友坂附近における本層の基底部の状態は下図のようである。



友坂における長慶寺砂層と呉羽山礫層との関係
(5万分の1地質図幅説明書, 富山より引用)

(2) 射水累層

青井谷泥岩層を不整合に被覆して射水丘陵北部に分布するもので、礫層のみよりなる尾根筋に分布するものと、砂泥互層よりなる台地地域とに分けられる。この他、南部の音川村附近の丘陵尾根筋にあたる

ものもこの中に含むことにする。

2-1) 礫 層

礫層は花崗岩、安山岩、流紋岩などの5~10cm大の亜円礫を主材としている。礫は風化していわゆるくされ礫のことが多い。基質も風化がいちじるしく、粘土化して灰白色を呈したり、あるいは赤茶色ないし赤褐色を呈するのが普通である。

2-2) 砂 泥 互 層

砂泥互層は、青井谷の北部の台地地域などに水平に分布する。砂層は中粒~粗粒で灰色ないし灰褐色を呈する。砂層中に稀に細礫の薄層を挟むことがある。泥層は、青灰色ないし黒色を呈し、風化すると白灰色の粘土となる。互層の各単層の厚さは0.5~2m内外である。全体としては泥層がちであり、粘土質の部分が多い。本層は固結度低くスコップで容易に掘りおこせる程度である。

(3) 友 坂 礫 層

本礫層は呉羽丘陵の南部友坂附近や射水丘陵の東端山本新に僅かに分布するものである。岩質は花崗岩、石英斑岩、安山岩、片麻岩、角閃石安山岩等を主材とする径30cm以下の淘汰の悪い円礫からできている。充填物は、粗粒の安山岩起源の砂よりなっている。坂本(1963)によると層厚は約20m前後であると言う。本層は未固結ないし半固結堆積層であり、スコップで掘りおこせる程度である。

(4) 開析扇状地堆積物及び段丘堆積物

4-1) 境ノ新礫層

境ノ新を扇頂として北方へ広がる開析扇状地堆積物で非常に扁平な面をなしている。その末端は標高5~6mのところでは沖積層に被覆される。南への延長は、山田川の河岸段丘へつづき、南東縁は比高25~30mの急崖となっている。岩相はコブシ大程度以下の亜円礫で密集しており、礫質は花崗岩、片麻岩類である。坂本によると、50cm大の安山岩礫もみられると報告している。この扇状地面は良く土地利用が進んでいる。

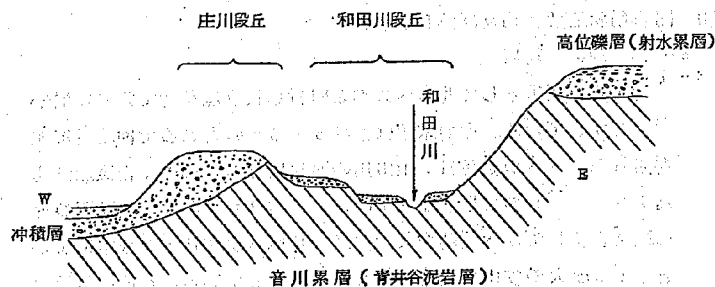
4-2) 庄川段丘礫層

射水丘陵の西縁にそって発達する段丘で、庄川によって形成された段丘である。段丘と沖積面との比高は15m~20mであり、北部へ漸次低くなっている。本礫層の構成部は大体10cm~20cmの礫径の亜円礫が多く、礫は密集部とそれほど密集していない部とが約1mの厚さで互層している。礫質は花崗岩、片麻岩が主で、安山岩礫および凝灰角礫岩の礫が中に入っている。本礫層は未固結であり礫は未風化なので礫を土木用骨材として採取しているところがある。

4-3.) 和田川段丘礫層

庄川段丘の東側に和田川によって形成された段丘で2~3段の段丘が存在する。和田川段丘は一般に庄川段丘に比べて薄く、層厚は2~2.5m内外である。下部に礫層が発達し、上部は砂層である。礫層の礫は、おもに花崗岩、安山岩、流紋岩質凝灰角礫岩などの亜円礫およびチャートの細礫で、主に径は5~10cm程度のものが多い。これらの礫は密集しており、マトリックスは赤褐色の粗粒砂で固結度は低く、礫と基質は容易に遊離する。上部の砂層は中粒ないし細粒の塊状砂で、この砂層、礫層は盛土材として現在採取されている。

坂本は、庄川段丘、和田川段丘および新第三系の関係を下图のよう示している。



丘陵西縁部の段丘模式図(5萬分の1地質図幅説明書,八尾より,引用)

(5) 冲 積 層

冲積層は調査地内には、丘陵の谷底低地や平地を作って狭く分布しているにすぎない。構成物は砂、礫、粘土よりなるが、その詳細はボーリング資料等による以外は不明である。ボーリング資料によると(註)礫層はあまり多くなく粘土、砂が卓越しているようである。

(註) 建設省計画局：富山県射水地区の地盤
富 山 県

4-7 庄川～金沢間

(1) 永見累層(大桑砂岩層)(Os s)

波江川沿いにかなり連続して露出する本層は、大部分粗粒ないし中粒砂岩より構成される。走向N80°W、傾斜12°Nの単斜構造を示す。砂岩は固結度低く、ハンマーでひかくと容易にくずれ落ちる程度に軟い。全体に塊状で風化して黄褐色を呈する。上部に細礫岩、粗粒砂岩等の薄層が挟在し、また凝灰質砂岩等も挟在し、クロスラミナが著るしく発達していることがある。

本層は、後で述べる大桑砂岩層上部に相当し、本区間内では下部の泥質部は存在していない。

(2) 埴生累層(Hu)

永見累層の上部に整合に重って発達する。調査範囲内では波江川の北側の丘陵東翼及び興法寺より松谷内の丘陵部一帯に分布している。基部にはチャート、花崗岩の円礫を持つ礫層が発達し、その礫層の上部に粘土層砂岩層および1cm前後の亜炭層の薄層が発達している。主部は砂質シルト層と青灰色粘土層との互層よりなり、中に礫層を挟在している。

これらの粘土層、砂岩層、シルト層は、風化すると赤茶色を呈し、中に含まれる礫もいわゆるくされ礫となっていることが多い。構造は、殆んど水平層である。本層中の粘土は瓦焼きの原料として使用されている。

(1)、(2)はともに新第三紀層の上位の地層である。

(3) 高位礫層(Hg)

埴生累層の上位に発達している礫層で、僅かにシルト、粘土等が挟有

され、調査域の西半部の南側丘陵一帯に広く分布している。

礫はコブシ大程度以下の円礫よりなり、円磨度は良く進んでいるものが多い。部分的には分級作用を受けていることもある。礫種は、第三系の岩石より由来するものが多く、砂岩、粘板岩等より構成されている。マトリックスは粗粒砂であり、風化して黄灰白色を呈する。本礫層の厚さは井上他によると最大70~80mと報告している。上表面は3°~5°のゆるい傾斜で北へ傾いている。

(4) 段丘堆積物(Tr)

渋江川流域に狭小に分布するもので、段丘崖等も殆んど形成しないゆるい斜面を持つ段丘で比高は最大のもので8~10m前後である。構成物は砂、礫、粘土よりなるが、いずれも薄く堆積しているにすぎない。

(5) 崖錐堆積物(T1)

丘陵の斜面部や麓部に非常に貧弱に発達するが、いずれも1m以下の厚さである。概して高位砂礫層の崩壊物が多い。規模が小さく、地質図上に表現し得る程度のものは発達していない。

(6) 沖積層(a)

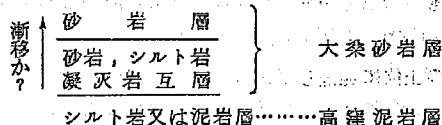
ルートの東半部を占める弱波平野は、庄川の扇状地堆積物が厚く発達している。既存のボーリング資料によると砂、礫、礫まじり粘土などより構成され、その深さは最大100m以上に達していることが知られている。

4-8 金沢南部地区

この地区の地形は、標高100~200mの老年期の山地が続き、それを刻んで樹枝状に小沢が発達している。本域を構成する地質の基盤は第三紀層のみよりなる。

4-8-1 第三紀層堆積岩類

本域の第三紀層は一応下記のように三層に分けることができる。



(1) シルト岩層（高窪泥岩層）

本層は、本域の最下層を構成し、井上他(註)の高窪泥岩層に相当するものである。岩質は青灰色ないし暗青灰色を示す砂質泥岩で、風化すると鱗片状に剝離する。鳥越～高窪附近の本層は風化帯が割れ目にそって15cm内外まで及び灰色の軟質な砂質シルトで多少凝灰質である。10°Nのごく緩い傾斜を示して分布する。中に径30cm内外の団塊が入っている。

清水谷附近より西方の本層は節理が比較的良く発達し、部分的には風化していわゆるチリチリの葉片状に剝離する頁岩のような性状を示している。新鮮な部分では塊状で良くしまっている。粘土質である。各所に地下水が滲出しており、水を含むと著るしく粘土質となっている。本層分布地帯には各所に地すべり性の小崩壊が認められる。

(註) 井上, 他(1964)

(2) 砂岩, シルト岩, 凝灰岩互層

前記シルト岩層を被覆して発達するもので、井上他の大桑砂岩層の下部層に相当するものである。砂岩, シルト岩の互層で中に凝灰岩層を挟んでいるのが普通である。上位へ漸次砂岩が優勢になり、ところによっては上位の砂岩層へ漸移することもある。層理が全体に鮮明であり、互層のサイクルは種々であるが、概ね20～50cm位で最大でも1m内外である。節理は一般にすくないが、層面に直交するような縦の割目が多いことがある。走向はおよそN-S性を示し、傾斜は30°以下で大部分は15°～20°の緩傾斜である。砂岩は中粒～粗粒で脆く、シルト岩は比較的良くしまっている。凝灰岩は白色の粘土質となっていることが多い。

(3) 砂岩層

最上部層をなして広く分布する。新鮮なものは暗青灰色を示して塊状でかたいが、風化すると黄褐色を呈してかなり軟弱となり、スコップで掘りおこし得る程度になる。

人母附近では中粒～粗粒砂岩で層理面より崩れ落ちる性質を示し、層理面にそって褐鉄鉱化作用などが見られる。固結状態は悪い。中に

10cm内外の浮石層を塊状に挟んでいる。走向N20W傾斜30°~24°Eである。

竹又入口附近では粗粒砂岩で固結度が低く小豆大~えんどう豆程度の円礫を持つ礫層の発達がある。全体に塊状で層理が不鮮明であるが稀に1m内外の細粒砂岩ないし砂質シルト層を挟んでおり、それによるとN78°W18°Sの走向傾斜のようである。

本層は固結度が低く各山腹などに崩壊、地すべりをひきおこしている。本砂岩層は井上他の大桑砂岩層の主部に相当するものである。

4-8-2. 第四紀層

(1) 段丘堆積物層

段丘堆積物層は主として人母附近と高坂附近の河川の兩岸に狭小に分布している。比高約10m+で、段丘面は現河川にむかって僅かに傾斜している。構成岩はシルト質粘土、砂などよりなる。僅かにコブシ大程度以下の重円礫が含まれている。

(2) 沖積層

開析谷に小規模に分布しているにすぎず、砂、礫、粘土よりなる。特に軟弱地盤などは発達していない。

4-9. 金沢~今庄間

(1) 古生層 (Pl. alt. ch)

調査地の最南端より鯖波附近まで分布し、木之本~今庄間に発達している古生層の北縁部に相当するものである。

構成岩はチャート、砂岩、粘板岩などよりなる。チャートは白色~灰色、更には暗灰色、暗青色などの様々の色彩を呈する。また、その産状も、塊状、千枚状のものなどがあり、塊状チャートは、概して中心部にあって急峻な岩崖を呈し、千枚状チャートは、周縁部に存在する。粘板岩は、黒色を呈し、砂岩と互層しているのが普通であり、層理は比較的明瞭である。砂岩は淡灰~暗灰色、中粒のものが多く、非常に堅硬塊状であり、節理の発達が比較的著しい。砂岩、粘板岩は一般に珪化されている。地層の走向は略々E-W性を示している。主要断層としては、

連光坊山より上別所を通り、南北に走る顕著な断層崖およびその延長が認められる。

(2) 花崗岩 (Gr)

武生市の東側、村国山及び小野谷附近に小規模に分布している。

全体に風化著るしく、いわゆるマサ(鬼マサ)となっている。風化帯は15~20m以上の厚さである。

本岩は、黒雲母がゴマ塩状に散点する白灰色ないし淡紅色の花崗岩で、径40cm内外の未風化のブロックを不規則に胚胎している。全体にマサ化しているので、割れ目の状態、節理の詳細は、殆んど判らないようになっているが、未風化ブロックのできている状態からみると、30~40cm間隔で60°~70°の傾斜を持つ節理、割れ目系が卓越しているのではないかと推定される。村国山の北部にある八王子山では、この風化マサを現在盛んに採土している。

(3) 石英粗面岩 (Lp)

本岩は福井市の南東、橋立山、鯖江市の東側の丘陵及び日野山等の丘陵、山地等を構成して広く分布している。

新鮮なものは灰色ないし白灰色で堅硬な骨材となるような岩質を示すが、風化するとチョコレート色ないし褐色を帯びた灰色となり、ルーズで表面がザラザラの極粗粒砂岩のような性状を示す。一般に風化が強く、特に風化の著るしい橋立附近では、地表部10m前後まで軟質風化部となっている。節理系は、垂直の割れ目が多く、特に新鮮な向新保附近では50~100cmの節理が顕著に認められる。なお上平吹附近に僅かではあるが本岩がベントナイト化した非常に軟質な部分が認められる。

本岩は露出が非常に悪く局部的な露出より岩質を記載する他に方法がないが、橋立山附近に於ては変朽安山岩との境界は空中写真上で明瞭に読みとることができる。

(4) 変朽安山岩 (Pr)

本岩は福井平野の東側の山地を構成して広範囲に分布している。

全体に風化変質作用が著るしく、一部の新鮮な部を除いては、チョコレート色の粘土質の軟質な岩質を示しているのが普通である。以下これ

をa) 九頭龍川以北, b) 九頭龍川~足羽川間, c) 足羽川以南の三地区に便宜上区分して説明することにする。

a) 九頭龍川以北

内田部落附近より北で竹田川までは、一般に新鮮堅硬で、暗緑色ないし暗灰色を呈している。竹田川附近では特に新鮮な岩質を示す。この附近では、部分的に角礫化作用を受けていることがあるが、骨材としては角礫化した部分を除けば使用に適している。竹田川附近で見られる割れ目の傾向はN20°W70°SW系が卓越している。内田部落附近より南では赤茶色の、著るしい粘土質な風化変朽安山岩である。中に白色の粘土化した斑晶が認められ、僅かに原岩構造が認められる程度に風化が著るしい。

b) 九頭龍川~足羽川間

この区間の変朽安山岩は全域にわたって風化が著るしく、露出するものの総べてはチョコレート色を呈する粘土質な岩質である。この区間の変朽安山岩は、角礫化作用が一般的であり、堅遠附近では、厚さ約10mに亘って風化されて礫もいわゆるくされ礫になっている。風化帯の下部には、淡緑色の比較的堅硬(岩Ⅲ~Ⅳ)で、10cm~50cmの不規則な割れ目の発達が認められる。一部盛土材として採土されているが、水を含むと著るしく軟弱な粘土となり透水性も悪く余り芳しくない。

c) 足羽川以南

b)の範囲に比しては、風化帯の厚さも概して4~7m前後である。全体に角礫質である。野外で観察されるものは、表面はちょうど粗粒の砂岩のような岩相を呈していることが多い。しかし風化している割には堅く、ハンマーでは簡単にくずれない程度である。角礫も、新鮮なものと風化した礫が混在しており、節理も30cm以下の小さなものが多く発達している。落井附近には、非常に新鮮な暗灰色~灰緑色の変朽安山岩が発達している。この新鮮なものは、大きな角閃石の斑晶が良く認められ、30cm~1mの節理が一般的で70°~90°の急傾斜のことが多い。またこの附近の新鮮なものでは流理構造が一部

で認められる。この新鮮な岩石は、骨材として現在採石されている。

(5) 河南累層 (Ka)

本層は、加越台地の南半部に分布するもので、上表面の大部分は塩屋砂層（段丘堆積物）によって被覆されている。

やや層理の発達した主として凝灰質砂岩、石英粗面岩質凝灰岩、凝灰角礫岩、及び緑色凝灰岩等によって構成され、中に泥岩、砂岩等の薄層が挟在している。走向は略 $N 60^{\circ} E$ で傾斜は $40^{\circ} \sim 50^{\circ} N$ の単斜構造を示している。岩相は下部（南側）は、角礫質凝灰岩、凝灰岩よりなり、上部へ漸次砂質部が多くなり、笹岡附近より北部では凝灰質砂岩を主とし、中に凝灰質泥岩等を薄層で挟在するようになる。滝附近より北部では、凝灰質砂岩、泥岩、緑色凝灰岩等の互層よりなり、中に角礫凝灰岩層が挟在している。

岩質は、凝灰岩は褐色粗粒の石英粗面岩質で堅硬であり、岩崖を形成する。

凝灰角礫岩は、塊状で角礫ないし亜角礫として流紋岩；安山岩を多く含み、時には最大 30cm 位の安山岩も見られる。

凝灰質砂岩は、中粒～細粒砂岩で、褐色を呈し、比較的堅硬である。

緑色凝灰岩は、淡緑色を帯びた粗粒凝灰岩で比較的堅硬である。

本累層の上部は、三谷泥岩層により整合に被覆されている。

(6) 三谷泥岩層 (Mi)

本層はルート上では指中より高畠附近にかけて分布する。

走向 $N 60^{\circ} E$ で $20^{\circ} \sim 30^{\circ} N$ の傾斜を持っている。殆んど泥岩のみよりなる塊状の厚い層で新鮮部では灰青色、風化部では淡黄褐色を呈し、その上、貝殻状に剝離し、水を含むと非常に粘土質の軟質な性状に変化する。下部は多少頁岩質となり、かなり硬い。全体としては層相、層厚は一様であるが、高畠附近で僅かに薄い砂岩層を挟み、最上部には礫岩層が発達していることもある。

(7) 大聖寺累層 (Da)

本層は、ルート上では、高畠附近より橋屋附近にかけて分布する。

下部は主に灰白色の細粒凝灰岩および淡緑色～暗茶色の粗粒凝灰岩よ

りなり、いづれも極めて浮石質である。

上部は、凝灰質な中粒～粗粒砂岩よりなり、この砂岩中には、斜交層理がよく発達し、中央部附近に団塊を層状に含む部分がある。最上部層には、チャート、粘板岩等の古期岩類の円礫を持つ礫岩と粗粒砂岩の互層が認められる。走向 $N 50^{\circ} \sim 60^{\circ} E$ 、傾斜 $20^{\circ} \sim 30^{\circ} N$ の単斜構造をなす。

(8) 橋立累層 (Ha)

本層はルート上では、細露木附近より北へ尼御前岬まで広く分布している。

代表的露出は、大聖寺の市街より、片野へ通ずるトンネル及び尼御前岬等で認められる。走向 $N 50^{\circ} E$ 、傾斜 $15^{\circ} \sim 20^{\circ} N$ の単斜構造をなしている。

構成岩は、下部は黒色安山岩質集塊岩、凝灰角礫岩、粗粒凝灰岩からなり、相互に複雑に漸移する。中部は、凝灰質泥岩、砂質泥岩、砂岩などが卓越する。更に上部には浮石質凝灰岩が発達する。風化すると黄茶色又は灰白色を呈する。最上部(尼御前岬附近)は、極めて凝灰質となり、粗大な浮石粒も混る砂質凝灰岩が認められる。一般に締っており、硬く、尼御前岬へ通ずる道路トンネルでは無巻の状態で安定している。本層が露出する尼御前岬および片野などでは、海蝕崖を形成しており、橋立附近の海蝕崖の高さは約 $15 \sim 20 m$ である。上部は広く塩屋砂層(第四紀)によって被覆されている。福井大学、三浦静博士によると、全体として橋立累層の表面は(すなわち段丘堆積物の基底面)かなり平坦化されており、海蝕面と考えられている。

(9) 塩屋砂層 (Sy)

本層は、橋立丘陵、加越台地一帯に広く分布する段丘堆積物層である。これは主に褐黄色の中～粗砂よりなり、基盤(第三紀層)に直接接する附近では(鎌谷附近その他)、礫層が発達している。厚い砂層(加越台地北縁)には、斜交層理が認められる。局部的に、とくに基盤に近いところに泥炭～泥炭質泥の薄層が認められる。礫層は、ウメボシ大程度以下の円礫が多く風化して多少くされ礫となっている。本層の厚さは最大

40 m前後であり、平均すると30 mである。傾斜は殆んどなく、せいぜい5°前後である。現世砂丘と接する附近では、両砂層の境は決めがたい程極似するが、風化部では赤茶色を呈し、また、加越台地北縁部のものは、多少締っており、且つ粗粒であり、現世砂丘とは容易に区別することができる。

(10) シルト岩、泥岩層（高窪泥岩層）(Me)

本層は金沢北東地区（森本～戸保木間）の第三紀層の最下層を構成している。岩質は青灰色ないし暗青灰色を示す砂質泥岩である。一般に良く締っており、新鮮な部分では層理が非常に明瞭である。風化すると鱗片状に剝離するのが普通である。

調査範囲内では風化は弱い、小さな地すべりが本層内では各所に於て認められる。

傾斜は10°N程度の非常に緩い傾斜を示している。

(11) 砂岩、凝灰岩、シルト岩層（大桑砂岩層下部）(a1)

前記シルト岩層を被覆して発達するものである。岩相は、砂岩、シルト岩を主とする互層で中に浮石を持つ凝灰岩層の薄層が挟在している。上部へ漸次砂岩が優勢となり、月浦附近では上位の砂岩層に移化している。層理は全体に鮮明であり、互層のサイクルは1 m以下で、一般には20 cm～50 cm程度である。節理は一般にすくなく塊状である。走向はN10°～20°E、傾斜は10°Nの緩傾斜である。砂岩は中粒ないし粗粒で脆く、シルト岩は比較的締っている。凝灰岩は、浮石の小粒を持つ粗粒な岩質である。

(12) 砂岩層（大桑砂岩層上部）(Oss)

本層は前記砂岩、シルト岩、凝灰岩互層の上部を占めるもので、ルート北側、岩出附近に露出する他、北側山稜部に分布している。新鮮なものは、暗青灰色を示して、塊状でかたいが、風化すると黄褐色を呈して脆弱となる。中粒～細粒砂岩である。

風化の程度は調査区間ではかなり進んでおり、新鮮なものは僅かに認められるにすぎず、大部分は風化してくずれ易い脆弱な状態である。今井によると、本層の上部及び中部に薄いシルト岩ないし泥岩を挟み、且

つ中部に直径1cm以下の礫が散在していることがあると報告しているが、本区間では、これらは認められず、均質な砂岩によって構成されている。本層の走向はN10°~15°E、傾斜は15°~20°Nである。

(13) 卯辰山砂岩層 (Us)

代表的な露出は森本町中学校附近にあり、その分布は吉原附近にかけて狭小である。本層は、今井によると、下部は礫質砂岩、中部は砂岩、シルト岩、泥岩およびそれらの互層よりなる。しかし、本区間はその下部のみの発達にとどまり、中部の互層部は分布していない。砂岩は中粒ないし粗粒で固結度低く、容易にくずれ、スコップで簡単に掘りおこせる程度に軟い産状を呈している。従って砂岩層というよりも、砂層の感じである。走向傾斜は、中学校附近の露出ではN10°E 15°Nである。本砂岩は、土木用盛土材として使用に適するものである。

(14) 段丘礫層 (Tr)

森本川に発達するものは、比高10m~12m程度であり、森本川の流路沿いには段丘面が1~2段認められる。

森本駅の東側に発達するものは、卯辰山砂岩層を不整合に被覆している。いづれも、砂礫より構成されるが、前者は、堆積物の厚さは1m前後である。後者の堆積物の厚さは7~10mに達し、径30cmの大礫から小礫まで雑多の礫を密集して含有している。マトリックスは粗粒砂よりなるが、稀に粘土薄層を挟有することもある。

上平吹附近のものは、日野川の河岸段丘であるが、径30cm~40cmの大礫を多く含み、礫形は亜円礫ないし亜角礫の円磨度の悪いものが多い。マトリックスは粗粒砂である。固結度悪くルーズな堆積状態を示しており、したがって礫は、マトリックス中では不安定な脱落しそうな状態で存在していることが多い。

(15) 砂丘 (Sd)

加賀平野の日本海沿岸には、細長く連続して砂丘が分布している。調査範囲内では、金石より倉部川河口まではやや広く、倉部川より美川町間は、手取川の旧河川の扇状地に相当し、砂丘の発達は貧弱である。

更に美川町より橋立丘陵間は、再び優勢に分布している。また、橋立

丘陵の片野附近より大聖寺川河口附近までにも同様な砂丘の発達がある。

砂丘は一般に海岸の方に向かって緩く傾斜し、内陸側では急傾斜している。砂丘を構成する砂粒は径0.2~0.3mmで内陸側の方がやや粗い傾向にある。調査区間の砂丘は、いわゆる新砂丘に属するものであって、内陸砂丘にある旧砂丘とは、性状を異にするものである。すなわち非常に固結度低く、殆んど締っていないザクザクの砂の状態である。砂丘の厚さは10m~20mが平均である。この砂丘中には他物質は殆んど存在せず、海岸汀線近くに僅かに礫の存在が認められることがある程度である。

⑩ 崖錐堆積物(T1)

崖錐堆積物は、台地、丘陵、山地の麓部に大小の規模のものが発達している。いずれも各種の後背地の岩屑より構成されるが、特に著るしいものは、福井平野南部の菱刈安山岩山地の麓部、及び武生市南東方ルート上の西谷、中平吹附近に発達するものである。

西谷附近では、花崗岩、石英粗面岩の岩屑による崖錐が地形的にも明らかな程に顕著に発達している。

しかし全体としては、本区間は、平地部が多く、従って崖錐が予定路線上に著るしく発達することはすくない。

⑪ 沖積層(a)

本区間の沖積層は大きく分けて、加賀平野、及び福井平野の二つの平野部が最も大きい。

加賀平野については、既試錐資料及び文献等を参照して、その大要が推定できる。

福井平野については、既試錐資料と現地踏査、写真判読より、その性状を把握する以外に方法はない。

a 加賀平野(特にルート上について)

加賀平野とは、一応、北限を河北潟、南限を橋立丘陵までとする。鶴来町を扇頂とする典型的な手取川扇状地がこの平野の中央に広く発達している。この扇状地の北には、標高10m前後の平坦な地形を呈する低湿な金沢平野が広がっている。南には小松平野が今江潟、木場

潟を抱き、閉塞ラグーンの堆積によって生じた低湿な沖積平野として発達している。

金沢平野（調査範囲）は、手取川扇状地と、北部の河北平野との移行部に相当し、さらに岸川および浅野川の沖積物が付加されて、沖積層の地下地質は複雑で泥質物よりなる軟弱地盤も存在する。

北陸本線から金石海岸にかけての平野部では、一般に地表下30～60mまで粘土質層に富む部分があり、それより下位に礫質層が連続して存在する。この礫質層は、地表下60m～80m位まで連続している。上部の泥質層の厚さは北側へ向って厚くなり、河北潟南縁では50mをこえている。従って金沢平野は、一般にいわゆる軟弱地盤といわれるものの発達した沖積層地帯である。手取川扇状地は、ルートはその河口地区に相当しており、新しい沖積礫層が厚く発達していることが知られている。

小松平野は小松市街地附近では地表から深度約100m附近まで、比較的粘土の多い地層が連続し、その間の所々に砂層、砂利層が発達している。粕野は沖積層とみるべきものは30～40mと推定している。

b 福井平野

福井平野は、松岡町を扇頂とする九頭龍川の沖積扇状地と日野川の氾濫原とよりなる。調査範囲内の沖積層は、この成因よりも明らかのように、この扇状地堆積物による福井地域と日野川の氾濫原になる。

武生、鯖江地区とは分れ、沖積層構成物もその性状をそれぞれ異にしている。福井地域のルート線上附近は、粘土混り砂、玉石、砂利等の砂礫が優勢であり、中に粘土層が挟在している。

調査範囲の西側で、福井市街地より西方になると、かなり粘土、シルト等が優勢になっている。武生、鯖江地区は、深度50m前後までは粘土混り砂利、砂質粘土、玉石砂利などの砂礫によって構成されている。

以上の他に、大聖寺川の流域、北潟の南などにやや顕著な沖積層平地が発達している。この両者はともにその分布状態や生成過程を推定

すると、沖積層は全く泥質層からなりいわゆる閉塞された沼沢地が埋積された様相を示している。従ってこの沖積層は、地盤強度の低い軟弱な地質状態である。

4-10 今庄～木之本間（東条ルート）

(1) 古 生 層

本区間は、主として古生層の粘板岩、砂岩、シャールシュタイン、チャート等より構成され、これらの岩類は、断層、褶曲、破碎、擾乱等の構造運動を受けて、非常に複雑な地質構造をなしている。計画線は、特に木之本より北国街道沿いに栃の木峠を経て下板取に抜ける著しい断層線に一致している。この断層は、柳ヶ瀬断層（松下進：日本地方地質誌近畿地方）として知られているものである。断層帯の規模については、多くの副断層や破碎帯が伴をわれていることと、栃の木峠より南部に於ては、侵蝕されて沖積平地を形成していることにより確実にその規模を捕捉することが困難であるが、現在補修工事中の道路の露頭の追跡より推定すれば平均約200mの巾を持っているものと思われる。断層の落差については、明らかでないが高橋他（高橋彦治、白井慶治：北陸トンネルの地質とその工学的解釈）の調査によると、東側より西側へ傾斜するらしいと記載している。また更にこの記載では断層破碎帯中に伴えられる断層粘土の厚さは、総計30～50m程度と推定しており、この破碎帯中の軟弱層（粘土、強破碎層）は破碎帯中を波形をなして傾斜しており、連続性を欠いてアトランダムに入っているものと想定している。筆者等の調査においても強破碎層や粘土は、連続性に乏しく、膨縮が顕著で、破碎帯中に比較的健全な砂岩や粘板岩が不規則に介在しているのを確認した。

断層破碎帯中においては岩石は次のような性状を示すのが普通である。粘板岩は石炭質の黒色粘土で、粉末状を呈し、水分を含むと著しく粘着性を示す。栃の木峠の現道路の法面にその著しい露出が認められる。確認したものでは約10mの巾が最大の粘土質軟弱帯を形成している。この他千枚岩状のものになることも珍しくない。チャートはモザイク状

の5cm内外の小さな割れ目が著しく、割れ目の面に0.5cm以下の粘土などを持つことがある。チャートは、その性状よりみて明らかなように、特に軟質になるようなことはなく、ただ小さく割れたり、それが地表部でクリーピングしたりするのが常である。砂岩は、破碎帯中では特に著しい点は認められないが、部分的には角礫化していることもある。

これらの岩石が、破碎帯中にあるのは極めて不規則であるのは至極当然であるが、部分的には互層状態を示しているのが認められることもある。また破碎帯中には、チャートが最も多く、粘板岩が次いで砂岩が最もすくなく、シャルシュタインは断層破碎帯中には、殆んどとり込まれていないのが特徴的である。これらのことよりみてこの断層はただ一度の断層作用によって形成されたものでなく、繰り返しておこなわれた断層活動によって形成されたいわゆる断層群であることは疑いのないことであろうと思われる。またこの断層帯中に玢岩の小岩脈が多く貫入している。

地層は、北部の今庄附近では走向概ねNW~SEからE~W性を示し、65°~80°N傾斜であり、チャート、粘板岩、砂岩とそれらの互層帯より構成されている。鹿森川より南部では前記断層を境にして東と西では、かなり構成岩類にも差異があり、地質構造的にも異っている。

この断層の東側は、粘板岩を主として、それにシャルシュタイン、チャートなどが互層してNNW~SSWの走向を示して発達し、木之本附近に至ってはじめて砂岩が顕著に発達する。これに比し西側では、砂岩、粘板岩、チャートの互層帯と、砂岩帯、粘板岩帯などよりなりチャートは東側よりすくなくシャルシュタインは極くまれである。走向もNNE~SSWを示して東側とは、斜交する方向を示している。

次に各岩質について記載する。

a) 粘板岩 (sl)

粘板岩は、黒色ないし黒灰色で新鮮な部分では、堅硬でありハンマーでは容易にキズがつかない程度であるが風化すると貝殻状ないし葉片状に剝離する性質がある。節理の傾向としては、板状の水平な節理の発達が新鮮な部分では認められるが風化面では、不規則な網状の割れ目が普通

である。一般に風化の程度は、北部の上新道附近では強くて、露頭部ではちょうど第三紀層の頁岩のような産状を示しているが、中河内部落附近では風化は余り強くない。

b) 砂岩 (ss)

砂岩は、褐色ないし黄褐色を示し、大部分は細粒で僅かに中粒なものがあり、粗粒なものは殆んどない。新鮮な部分は非常に堅硬である。風化は一般に弱く、チャートに漸移することがよくある。

c) チャート (ch)

灰色から淡青灰色を呈するが、風化面は褐色を示す。節理の発達が著しく、モザイク状に著しい割れ目が発達している。節理の間隔は必ずしも一定でないが、30cm~40cmのものと3~5cm内外のものとの二系統のものが多い。すなわち、非常に小さい割れ目間隔が、あるいは中程度のものである。本岩は全て堅硬であり、骨材としては、好適な性状を持っている。しかし割れ目などの間隙には方解石、白雲石などの細脈によって結合されていることがある。

これらの細脈物質は、風化され易く、特に化学的風化作用に弱い性状を持っている。これらが、粘土質となったり、その粘土が流出したあとに、表土からのシルトが流入して充填していることなどがある。とくに断層破碎帯中であっては、その傾向が著しく、これが地表部におけるゆるみを促進させて崩壊し易い岩盤となっていることが多い。

d) シャールシュタイン (sch)

暗緑色を呈し、比較的軟い。風化作用をかなり強く受けて風化部では褐色を呈し、多くの岩屑、崖錐堆積物を供給している。本岩の破碎部は、水を含むと比較的粘土質となる性状を有している。

e) ひん岩類 (Pr)

柳ヶ瀬断層帯中に貫入して発達しており、貫入岩体の規模はいづれも10m前後の小さなものであるが、その数はかなり多い。貫入の方向としては、特に規則性はないが観察したものでは、E-W性のものとNNW~SSWのものが卓越しているようである。貫入の多い地帯は、栃の木峠より板取部落附近までで、それより北部及び南部ではあまり

顕著ではない。貫入附近では例外なく周囲の古生層を著しく擾乱させている。岩質は、白色の斑晶を多く持ち貫入岩体の中心部では、比較的堅硬塊状であるが周縁部では、脆く小さな割れ目を多く発達させていることが多い。ひん岩は後火山作用（熱水、熱、その他化学的分解作用）の影響を受けて粘土化し地圧を生じる原因となることが多い。（鉄道技研報告を参照した。）

(2) 第四紀層

a) 崖錐堆積物 (T₂)

崖錐堆積物は、南部の椿坂の東側斜面および柳ヶ瀬部落より南部の東側山麓部にかなり優勢に発達しているほか、全域の各山腹斜面その他に小規模に発達している。椿坂附近のものは、計画線のやや西側斜面にあたり、厚さ7m+で、分級作用を受け、多少水平な層理を示している。礫は径30cm内外のものが最大で、それ以下のものが多く、亜円礫より角礫で、礫質はチャート、粘板岩、砂岩よりなり、チャートおよび砂岩に大礫が多く粘板岩は一般に小礫である。マトリックス（礫間を埋めているもの）は粗粒砂で多少粘土化した部分もある。固結度は低く、ハンマーないしスコップで掘りおこし得る程度である。

柳ヶ瀬部落より南部の崖錐は厚さ7m～13mとその規模に差異があるが平均すると10m前後と推定される。現在畑地として良く土地利用が進んでいるため詳細は不明であるが砂岩、粘板岩の礫が多く、非常に雑然とそれらが混入している。礫径はコブシ大程度が多く、余り大きな礫は認められない。マトリックスは、砂及び粘土で地下水の滲出している部分ではベトベトの軟弱な粘土となっていることがある。

b) 沖積層 (a)

本域の沖積層地帯は、柳ヶ瀬断層が侵蝕された地帯に細長く狭小な発達をするにすぎない。

4-11 上新道～敦賀側（西案ルート）

(1) 古生層

本域の古生層も東案ルートの場合と構成岩類についてはほとんど変化

がないが、本域においては石灰岩の分布が異っている。本域においても地層の擾乱、褶曲等は著しいが、東条ルートのような大構造線は、敦賀平野部の東縁より輕曲を経て木之芽峠に抜けており、調査地内には、著しい発達はない。岩質的には東側と特に違いはないが、杉津附近に発達する花崗岩に接する砂岩はホルンフェルスとなって暗灰色を呈し、極めて堅硬である。ホルンフェルスになっている範囲は南側では約300m~400mであるが北側では余り著しくなく、北側は断層で接し、南側は直接に貫入接触関係であることを物語っている。

岩相の分布では、チャートは主として北陸トンネル敦賀口附近などの南部に多く、砂岩、粘板岩、チャートなどの互層部が全体に広く発達している。シャルシュタインは非常に少なく、あっても大部分は10m以内の小さなものである。石灰岩は、現在、敦賀セメントとして盛んに採掘されている敦賀市街北部のものが主であり、他に僅かに南部の谷部附近に発達している。石灰岩は、白灰色堅硬である。本岩層は粘板岩層と接しており、接触部は殆んど垂直であるが、僅かに南に傾斜しているのではないと思われる。

走向はNNW-SSE系とNE-SW系の二方向である。

(2) 花崗岩類

a) 杉津花崗岩 (Gr)

木の芽道より杉津一帯にかけて、計画線に直交する方向に広く分布している。本岩は露出部は大部分著しい風化作用を受けてマサとなっている。特にいわゆる鬼マサ(粗粒マサ)となっていることが多い。その他砂状マサとなって中に未風化のブロックが不規則に含有していることもある。風化はかなり深部までおよんでいる。

新鮮な部分では、50cm内外の間隔で節理が発達している。岩質的にほとんど均質であり、余り岩相の変化はない。本岩体中に多くのひん岩の小岩脈が貫入しているが地質図に記載する程の大規模なものは少なく、せいぜい数m程度のものである。本岩は既に触れたように北側は断層で古生層の砂岩、粘板岩の互層帯に接し、南側は砂岩に接触貫入の状態で接して、砂岩に対して熱変質を与えている。分布地帯の

水系方位の頻度分布は非常にアトランダムである。これは風化の程度の差によるばかりでなく、本岩体の節理系の不規則性を示唆しているのではないと思われる。

b) 教賀南部花崗岩 (Gr)

教賀市の南東方坂下附近より計画線沿いに広く分布する花崗岩を、杉津花崗岩に対して教賀南部花崗岩と仮称しておく。

これは黒雲母がゴマ塩状に散点する白灰色ないし淡紅色の花崗岩で、一般に風化がいちじるしく大部分の露頭はいわゆるマサとなっている。マサは鬼マサ（粗粒マサ）であり、中には径50cm～30cmの未風化のブロックが散在することがある。マサの厚さは正確には不明であるが新深坂トンネルの資料などより推定しても10m以上にわたるのではないと思われる。

マサは多少粘土化していることが多い。また、マサが水平な層理を示す、漂砂性の二次堆積をしていることがある。

本岩中にはアブライトの細脈の貫入が多く、特にアブライトは粘土化して白色粘土となっている。割れ目の方向は場所により多少異なるが、一般にNE-SW, N-S, NNW-SSEのものが卓越するようである。

これを空中写真上で読みとった水系方位を記入したダイアグラムと、割れ目の方向をシュミット網に入れたものとを比較すると、非常に近似の値が出ていることが判り、花崗岩地域の水系が割れ目の方向と密接な関係にあることが、推定できる。また、花崗岩と古生層との接触部附近を写真判読すると接触部に接近するにつれて接触線に平行及び直角な線状帯が多くなっている事が判る。

(3) 第四紀層

a) 扇状地堆積物 (Fa)

本区間では北より杉津、阿曾、五幡などの部落を構成する緩傾斜面をなして扇状地堆積物が発達している。

杉津の扇状地は花崗岩のマサを多く持つ砂礫で礫は大きな礫(30cm～50cm)は殆んど花崗岩である。

阿曾、五幡の扇状地は、砂礫層よりなっていて、礫も余り大きなも

のは少なく、大部分は20cm以下である。

この他では教賀平野の南縁に広い扇状地面が発達している。この扇状地は、礫、マトリックス共に後背山地の花崗岩で礫は少なく、マサ化した花崗岩の風化物で構成されている。これらの扇状地はいずれも田畑、及びゴルフ場等になっており、良く土地利用がなされている。

b) 崖錐堆積物 (T1)

本域の崖錐堆積物の最も大きなものは、教賀平野の東側の丘陵性山地の西側斜面に発達するものである。

その他、五位川流域などにやや広く分布している。

前者は赤茶色を帯びた風化岩屑でチャート、粘板岩などが多いが、後者は花崗岩の岩塊がマサ中に不規則に散在している。

c) 沖積層 (a)

沖積層の最も広い地域は教賀平野である。調査地内は、既試錐柱状図などより推定すれば砂礫層よりなっている。

4-12. 琵琶湖東部

(1) 古生層

本区間は、第四紀層の平野部以外の山地、丘陵はすべて古生層堆積岩類によって構成されている。

構成岩類は、粘板岩、砂岩、チャート、輝緑凝灰岩、石灰岩等よりなる。ルート沿いに北部より記載すると、余呉湖附近では、略々N50°Eの走向を示し、砂岩、粘板岩、チャート、互層帯、砂岩帯、粘板岩帯等が発達している。この走向方向とは無関係に小さな割れ目の発達や、小破碎帯、褶曲等が繰り返しており、地質構造の詳細については不明な点も多い。

本之本南部の田部附近にはN28°~30°E、80°SEの優勢な断層が発達している。断層破碎帯は1m前後あり、断層粘土を伴っている。この断層の影響を受けて、幅10m+にわたって周囲のチャートはいちじらしい褶曲、擾乱を受けている。

高時川の東側北馬上一帯は砂岩、粘板岩の互層帯よりなり、砂岩が卓

越している。走向は略々N-S, 東へ急傾斜をなしている。礫見によると、北馬上部の南方に厚さ40~50mに達する石灰岩の分布を報告しているが、筆者等の調査では、石灰岩は10m前後のものが多く、地質図にとくに明示する程のものは認められなかった。

勝山の砂岩、粘板岩は北馬上一帯ととくに違いはないが、粘板岩は比較的風化がいちじるしく、貝殻状に剝離する頁岩のような性状を示すこともある。非常に水平的な節理が発達している。虎姫山は中央部を略々南北にチャートが発達し、東西両側に砂岩、粘板岩の互層が認められる。チャートは一般走向であるN-Sとは無関係に小褶曲を繰り返している。

虎姫山の北東の小谷山の西麓は、殆んどチャートよりなっている。走向はN-Eを示している、伊部の小丘陵に於いては、粘板岩、砂岩を挟んでおり、かなり風化して白灰色を呈し脆弱な岩質を示している。

鳥羽上一帯(鳥羽上地塊と仮称する)に発達するものは、輝緑凝灰岩、粘板岩、チャート石灰岩等であり、一般走向は $N40^{\circ}\sim50^{\circ}E$ 、傾斜は $25^{\circ}\sim30^{\circ}N$ を示している。

岩相の分布は北西縁と南東縁は輝緑凝灰岩を主とするものが卓越し、中央部はチャート、粘板岩等が主に分布している。輝緑凝灰岩層は、比較的擾乱、褶曲等の構造運動は受けていないようで、南東部で大きな断層が発達して($N32^{\circ}E40^{\circ}S$)かなり優勢な破碎帯を形成する他は、余りいちじるしい破碎帯、擾乱帯は発達していない。

チャート層は、小褶曲が顕著であり、全体に擾乱帯をなしている。粘板岩層は、風化が比較的顕著であり、断層、破碎帯等の発達には粘板岩層中に特にいちじるしい。

断層系は、前記輝緑凝灰岩中のものの他に略々N-S系の断層が山室より和田部落にかけて二本発達し、その他に鳥羽上地塊を横断するような断層が3-4本推定されている。これらの断層の中N-S系のものは、いづれも優勢であり、擾乱帯を伴い、地形上にも明瞭に断層の存在を示す断層谷を形成している。

次に岩質に就いてそれぞれ大略を説明する。

a) 粘板岩 (S1)

粘板岩は、新鮮な部では、黒灰色ないし暗褐色を呈して堅硬であるが、風化すると褐色を呈し、貝殻状ないし葉片状に剥離する性質を有している。節理の傾向としては、新鮮なものは水平な節理の発達が顕著である。風化すると不規則な網状の割れ目が一般的である。脇山附近のもの、及び余呉湖附近の一部では、頁岩のようなチリチリの状態を示すが、虎姫山附近のチャートに近い粘板岩は非常に珪質でチャート質な粘板岩である。鳥羽上地塊のものでは、風化部が多く、僅かに菅江附近のトンネル附近でのみ新鮮堅硬である。

b) 砂 岩 (Pss)

砂岩は、北部の余呉湖附近のものは暗灰色で非常に堅硬で節理の発達もすくなく塊状であるが、その他の地域のものは、細粒～中粒砂岩で、特に堅硬と言うことはない。風化は一般に弱い。

c) 輝緑凝灰岩 (Sch)

本岩は一般に風化しやすく、露頭では黄褐色ないし赤褐色を呈して軟い岩石となっている。新鮮なものは、暗緑色の塊状を呈する。本岩は破碎擾乱部ではいちじるしく粘土質となる。また時には石墨化作用を受けて黒色の石墨状を呈するのが、山室の東側丘陵部等では認められる。一般に節理系は水平ないし 10° 前後の緩傾斜のことが多い。

d) チャート (Ch)

灰色ないし淡青灰色時にはチョコレート色を呈するのが普通である。岩質は堅硬であるが、節理の発達がいちじるしく、非常に砕け易く脆いのが特徴である。節理の間隔は $5\sim 20\text{cm}$ 程度の板状の節理がほとんどであり、この節理が美しく褶曲模様を示していることが多い。また節理面の間隙を方解石、白雲石などの細脈がうめていることも珍らしくない。これらの細脈物質は、風化され易く、特に地下水や雨水などにより融蝕されて、粘土質物質となり、節理からの崩壊の際の滑剤となることが多い。

e) 石 灰 岩 (Im)

石灰岩は大きな岩体が調査範囲のほとんど外に存在し、調査地内では極く狭小にしか発達していない。岩質は白灰色ないし乳白色を呈し、

堅硬であるが、節理面などには、いわゆる鉄さびと俗称される酸化鉄の鉄染などが認められる。石灰岩の割れ目系は一般に大きく、普通 1 m 以上の間隔のことが多い。

(2) 崖錐堆積物 (T1)

崖錐堆積物の最も大きいものは、和田部落の北方でルートが山室より南下してトンネル予定地にわたって発達している。構成物は輝緑凝灰岩の岩層が主で、他の粘板岩、チャート等も稀に存在する。この附近に多くにいちじるしく崖錐堆積物が発達するのは、地質構造とくに断層発達に直接的に関係あるものと思われる。すなわち崖錐発達区域が断層破砕帯に相当する地域であるものと思われる。

上記地域の他では、余呉湖の南西部で賤ヶ岳の北部山麓等にも比較的崖錐が発達している。

これらの崖錐は、いづれも未固結の不安定な状態であり、且つ粘土質となっているので、地すべり、崩壊などを誘発する直接の因となっている。

(3) 沖積層 (a)

本区域は、広く琵琶湖に続く、沖積層平地が発達している。調査範囲内の沖積層は、姉川、高時川、草野川の現河床氾濫原であり、従って構成されるものは、砂、礫を主とすることは明らかである。しかし、沖積層の深さその他については、詳細な資料が乏しく、不明な点が多い。

4-13. 琵琶湖西部

(1) 古生層 (P1)

主として湖北の海津村附近より北部と、更に南部の大津市附近に分布している。北部のものは、堅硬な暗灰色砂岩と粘板岩の互層よりなるが、砂岩が卓越している。砂岩は風化作用は全体に弱いが節理の発達がいちじるしく不規則な割れ目と相まって脆弱な性質を示している。節理面には粘土等が充填されていることが多い。

粘板岩は風化作用を一般に強く受けており、貝殻状に剝離することが多い。又粘板岩は擾乱作用を強く受けているのが普通である。

南部のものは、砂岩、粘板岩、チャート等の互層帯であり、稀に輝緑凝灰岩が発達することもあり、一般に風化作用は弱く、堅硬である。

(2) 花崗岩類 (Gr)

本ルート上に於ける花崗岩は北部の湖北一帯、中央部の北小松附近一帯及び南部の大津市北部一帯の三区域に発達している。

北部のものは黒雲母の大きな斑晶を持つ白灰色ないし淡紅色の黒雲母花崗岩で露出する大部分は風化して、いわゆるマサ（鬼マサ）となっている。このマサの中に未風化の比較的新鮮なブロックが諸所に存在している。

これらのブロックは、非常に不規則に存在しているが、全体に大きな岩塊のことが多く、径1 m前後の巨礫が発達していることも珍しくない。マサの厚さは正確には不明であるが、風化の状態より推定して10 m以上に及ぶものと判定される。節理の状態は1 m前後のものが多く、NE-SWないしNNW-SSWの走向を有し 60° ~ 70° の急傾斜のものが一般的である。なお、本花崗岩中にはアブライトの細脈の貫入していることが多く、このアブライトは粘土化して白色の粘土となっていることも珍しくない。

中央部のものは、勝野附近より湖岸沿いに略々12 kmにわたって分布している。岩質は白灰色の黒雲母花崗岩であるが、細粒~中粒~粗粒と多くの岩相を呈している。

概して北小松附近より北部は中粒花崗岩であり、それより南部は粗粒である。細粒なものは、局部的に分布するのみである。この何れもいちじるしい風化作用を受けてマサとなっており、南小松附近では、このマサが20 m以上の深部にまで及び、現在、土木工事に盛土用材として採土されている。南小松附近で、最も卓越する節理系は $N60^{\circ}W70^{\circ}N$ であり、節理間隔は1 m前後である。南部のものは、中央部のものと岩質的にも区別がつかず、大部分は粗粒黒雲母花崗岩である。また風化作用もいちじるしく、露出するものの大部分はマサとなっている。

(3) 古琵琶湖層 (Ob)

本層は、北部花崗岩の山地麓部、今津町附近の麓部及び南鈴路附近よ

り坂本附近まで広く分布しているもので、いわゆる古琵琶湖の堆積物である。

本層を構成するものは、砂、シルト、粘土の細互層であり、互層の状態は20~30cm程度を示し、部分的にはラミナが良く発達していることもある。比較的良く締っており、崖を形成しているのが散見される。全体に非常に緩い傾斜を示している。

本層の分布地域は地形的には多くの入り混んだ複雑な開折谷を生じており、地形的に非常に容易にその分布を把握することができる。

この地形的特徴は、構成岩が容易に侵蝕され易い軟質なものよりなっていることの証拠であり、事実比較的締っているが、軟質であり、雨裂等が発達しているのが観察される。

(4) 扇状地堆積物 (Fn)

山地の麓部に広く扇状地堆積物が発達している。とくに中央部花崗岩地域に多く5°~10°の傾斜を示して、琵琶湖へ向って緩いスロープを形成しており、末端は沖積層平地へ突込んでいるのが普通である。

主として、花崗岩のマサよりなり、その他古生層、岩石の礫等を混じえた粘土等をも挟有している。マサと礫とが層状をなしていることもあり、分級作用を受けていることもある。とくに木戸附近より北小松附近における扇状地堆積物は、層面が明らかに認められ、礫も分級作用を受けている。

本堆積物は、未固結であり、崩壊、押し出し等が顕著な状況を示している。

(5) 沖積層 (a)

湖岸沿いに連続して膨縮を示しながら発達している。花崗岩のマサの他、砂、礫、粘土等より構成される。現在のところこの沖積層地帯については、ボーリング資料等も余り無く、詳細については不明な点が多いが、湖岸に山地が比較的接近していることから考察して、特に著しい軟弱地盤等は発達していないものと判断する。

4-14. 石川・福井県境比較線

(1) 石英粗面岩 (Ip)

本岩は畠野々の北方に河南累層中に夾在して発達しているが、直接本計画線とは関係しない。岩質は石英、長石の斑晶の目立つ石英粗面岩および同質凝灰岩よりなる。新鮮なものは灰白色を呈するが、風化部ではチョコレート色～灰褐色をなし、非常にルーズな性状を示す。

(2) 河南累層 (Ka)

本層は牛ノ谷峠附近より南側に広く分布する。上表面の大部分は、塩屋砂層（段丘堆積物）によって被覆されている。主としてやや層理の発達した凝灰質砂岩、緑灰色の粗粒凝灰岩、凝灰角礫岩によって構成される。走向は略々 $N 60^{\circ} \sim 70^{\circ} E$ で傾斜は $40^{\circ} \sim 50^{\circ} N$ の単斜構造を示している。

牛ノ谷附近では、新鮮なものは灰緑色をなすが、一般に風化激しく茶褐色を呈する粗粒凝灰岩および凝灰角礫岩からなる。

笹岡附近より北部では、凝灰質砂岩を主とし、薄凝灰質泥岩等を夾在している。

緑色凝灰岩は、塊状の粗粒凝灰岩で角礫を含むことが多く、一般に比較的堅硬である。

坪江附近では、全く塊状の石英粗面岩質凝灰角礫岩よりなる。本層は、上位の三谷累層とは一部整合、一部断層によって接している。

(3) 三谷累層 (Mi)

本層は国鉄北陸本線にそって広く露出している。ほとんど泥岩のみからなる塊状の厚層で、新鮮部では灰青色、風化部では淡黄褐色を呈する。概して風化が激しく、貝殻状に剝離し、水を含むと粘土質の軟弱な性状を示している。

$N 60^{\circ} E$, $20^{\circ} \sim 30^{\circ} N$ の走向傾斜を持ち、下部は多少頁岩質となり、かなり堅硬な岩質となっている。牛ノ谷附近では上表面を広く塩屋砂層に被覆され、麓部に僅かにその発達を認めることができる。

(4) 大聖寺累層 (Da)

本層は、橋附近より国鉄北陸本線のトンネル附近にかけて分布し、上表面は大部分塩屋砂層に被覆されている。 $N 50^{\circ} \sim 60^{\circ} E$, $20^{\circ} \sim 30^{\circ} N$ の単斜構造をなし、上部は黄灰色ないし、黄褐色の凝灰質粗粒砂岩よりなり、比較的堅硬な岩質をなす。

この砂岩中には、斜交層理がしばしばよく発達している。下部は主として浮石混りの淡緑色～黄緑色の粗粒凝灰岩よりなり、一部玉ねぎ状の風化をした凝灰質泥岩、砂岩を塊状に夾在している。

概して風化が激しく、軟質な岩質を有している。牛ノ谷北西では粗粒凝灰岩は若干砂質～細礫質になっている。

(5) 橋立累層 (Ha)

本層は、調査地域内では大沢附近にだけその発達が認められる。

走向 N50°E, 傾斜 15°~20°N の単斜構造をなしている。主として、下部は角礫凝灰岩、粗粒凝灰岩により構成され、中部は凝灰質砂岩、凝灰質泥岩等が卓越している。上部には浮石質凝灰岩が発達している。概して締っており、堅硬で、現存するトンネルは無巻状態で安定している。

本層も、上表面を塩屋砂層に広く被覆されている。

(6) 塩屋砂層 (Sy)

本層は鎌谷より北の加越台地、橋立丘陵に広く分布する未固結の段丘堆積物層である。主として北部では褐黄色の中～粗砂よりなり、風化部では赤茶色を呈している。また基盤近くでは、局部的に泥炭～泥炭質泥の薄層を夾在している。南部では、灰白色の粘土質泥、礫径ウメボシ大程度以下の円礫よりなる礫層の薄層を夾在している。粘土質泥は雨裂の発達が著しく、水を含んで容易にベトベトになり、極めて軟弱な地質状態となる。とくに北陸本線のトンネル附近では本層が各所に地入りをおこしている。

(7) 段丘礫層 (Tr)

本層は、標の北に比高 10 m 程度の段丘面をなして発達している。砂礫により構成されている。礫は径 1.0 cm 以下の円礫～亜円礫が密集し、固結度低く、層理は殆んどみとめられない。この礫層は一部でくされ礫となり、水を含むと多少粘土質となる性質を有している。

(8) 砂丘 (Sd)

砂丘は北端の上木部落附近に分布する。径 0.2~0.3 mm 程度の砂粒よりなり、固結度は非常に低く、ほとんど締っていないザクザクの状態をなしている。上表面はやや海岸側に緩く傾斜している。内陸側では急傾斜をなし、沖積平地部とは 4.0 m 程度の比高を有している。

(9) 崖錐堆積物 (Td)

丘陵、山地の麓部に小規模に発達しているのが認められる程度で、計画線附近には、特にいちじるしく発達していることはほとんどない。

(10) 沖積層 (a)

大聖寺川流域の平地部に広く発達する他、牛ノ谷、熊坂、鎌谷等に分布するのが認められる。

大聖寺川流域の沖積平地部は、砂丘の後背湿地であり、泥質層からなる軟弱地盤を形成している。牛ノ谷、熊坂附近に分布する沖積地も後背地の地質状況、分布状態よりみて、泥質層、砂層が発達するものと推定される。

5 土地質的考察

5-1 新潟—三条—長岡間

新潟, 新津市, 加茂市, 三条市, 見附市を通り長岡市南方に至る案は地形的にみると信濃川や阿賀野川の沖積平野部(越後平野)に相当する新潟—新津間と越後平野と丘陵地末端部境界附近を通る新津—長岡間とに大別される。

新潟から新津の区間では全区間が信濃川と阿賀野川による沖積平野で軟弱な泥土と砂からなる。この沖積層の厚さは国鉄新潟駅附近で140m、鳥屋野潟附近で120m、信越線龜田駅附近で100mで、これから南下するにつれて徐々に厚さを減じ、新津附近では40m以下になる。

この区間では軟弱地盤の他恒常的な地盤沈下がみられる。地盤沈下の中心は国鉄越後線寺尾駅附近と信濃川、中ノ口川流域の白根市北方でこのルートはあまり沈下の目立たないところを通っているが、信越線新津駅、西方では一部沈下のみられるところがある。

新津から長岡の区間では計画線は新津から三条附近までは信越線に沿いながらその西方を、又三条から長岡附近までは信越線とその東方の丘陵との間を通る。巨視的な地質は两者共殆んど同じで第三紀層の上に沖積層がのっているが、沖積層の厚さや岩質には場所によつて差がある。既存のボーリングによると沖積層の厚さはだいたい20mから60m位で砂質のところが多いが粘土層や礫層を挟んでいる。現在殆んど水田になつており湿地はない。本地区で最も問題になるのは盛土材料であるので東方の丘陵地の地質を説明する。

この丘陵地は沖積面から200m前後の高さをもち第三紀第四紀堆積岩と一部安山岩が発達している。地層の一般走向はNE~NNEで最急傾斜40~50度位でゆつくり褶曲している。断層は小さなものがよくみられるが大きいものはあまりない。第三紀層は灰爪層と魚沼層群に属する固結度の低い細砂岩~シルト岩で、局部的に泥岩や小礫を多く夾むところがある。沖積世以外の第四紀の堆積岩は長岡市東方の丘にやや広く発達する以外は丘陵の先端に点々と散在しているにすぎない。盛土材料として使用出来る様な土砂について考えると、この地域に発達する第三紀の灰爪層も魚沼層群

も細砂は多量に得られるが粗砂やコンクリート用骨材などは少ない様である。現道補修に使われているものは川砂利で、一部の町村道で使っている山砂は細かすぎてすぐ補修する必要が生ずる。コンクリート用骨材としては加茂市護摩堂山南部に発達している安山岩が考えられるが、これは変化に富み玄武岩質になつたり、安山岩質凝灰岩に変わつたりして使用可能で均質な部分はあまり多くならないと思われる。いくらあるかはつきりしたことはわからない。又加茂市羽生田東方の県道沿いにも石英粗面岩の岩体のみられるが、前者と同様凝灰岩のところを夾み大きなブロックではなさそうである。

長岡市東部及び東南部では、計画線は沖積面から丘陵部の先端部に上り台地を切つて谷を埋める事になる。台地は魚沼層群に属する砂・礫層で砂は細粒で軟く、又礫層もあまり固結してない。地形はそれ程急ではないが小さな崩壊を起しているところが多い、谷は台地の解析によつて生じたものであり軟弱地盤の発達は見られないであろう。

新津—長岡地区と同様盛土用材の入手に困難なところである。台地を構成している砂や礫岩も泥質の部分や細砂が多く礫も風化しているのでそのまま全部使うことはできない。コンクリート骨材としては村松東部の安山岩が考えられるが、やはり凝灰岩の部分が多い様である。

5-2 新潟—彌彦—長岡間

新潟市から内野町・巻町・彌彦町・与板町を經由して長岡市西方を通過するコースであり、丘陵・山地の縁辺部にあたっている。

新潟市から松野尾に至る区間は砂丘およびその風化により生成した土壌と、後方湿地（バック・マーシュ）の堆積物（泥炭を含む砂）が厚く分布する。新潟市龜田附近は龜田郷の低湿地にあたり、現在では水田となつてゐるが、特に鳥屋野潟南方では泥炭層の発達は著しく地盤は極めて軟弱且つ悪い。内野附近では砂丘砂およびその風化土壌が表層を形成しているが、砂丘もかなり風化が進み、植生もやや厚くなつてゐる。この砂丘を構成する砂層は坂井輪附近では約60mに達する。沖積層は内野附近では15.0m以上の厚さを有するが、佐潟・上堰潟附近に至つて急速に厚さを減じ、

松野尾の南方に至つて基盤の第三系ないし洪積層が地表にあらわれている。地盤の沈下は寺尾附近で最大であり、昭和34年～37年の3ヶ年の累計沈下量は400mmを超えるところがある。

松野尾から新信濃川間に至る区間では路線は上堰溝南方で40m以下の低い丘陵を横切る。この丘陵は魚沼層群（峰岡層・竹野町層に2分される）から成っており、礫・砂・泥の互層である。

竹野町から南は水田の中に入るが、この地域では軟弱地盤は形成されてはいないようである。

この区間では盛土工事をする事になると思われるが、原石等の産地の可能性について検討することとする。

西方の所謂、彌彦山地は主として火成岩から成るものであり、北から角田山、多宝山、彌彦山、国上山の4山があり、角田山は石英安山岩、多宝山・彌彦山は凝灰岩ないし頁岩、国上山は流紋岩から成っている。このうち国上山を構成している流紋岩は、全体にわたつて粘土化作用をうけてカオリンを主とする粘土となつており、ところどころに変質してないブロックも存在しているが、いずれも小さいものと考えられるので工事材料としては使用できないものと考えられる。彌彦山～多宝山は凝灰岩ないし凝灰頁岩、硬質頁岩を主体としており、粗粒玄武岩、玄武岩、流紋岩等の貫入もみられ、岩相変化が著しく、また貫入岩体内でも堅硬緻密なものから角礫質のものまであり、工事材料とするに当つては、岩体内部の詳細な分布図を作成する必要がある。

角田山は安山岩～石英安山岩質の岩石が分布するが、工事材料となる可能性のあるものはここに求める事ができる。角田山北部では採石場があるが、このものは上部の安山岩であり、下位にある石英安山岩と漸移しているが、下位のものほど角礫石質となつており、場所によつてはかなり粘土化作用も進んでいるため砕石材としても良好とはいえない。角田岬のものは下部安山岩であるがこれもかなり角礫岩質であり、盛土材となつても砕石としては使えないようである。間瀬には玄武岩が分布しているが、これも下位では角礫凝灰岩質となつているようである。間瀬町北方には採石場がある

この調査を通じて原石産地として考えられるものは本地域だけである。盛土材料としては供給可能のようであるが、骨材としてはあまり利用に都合のよい条件をそなえているとは言い難いようである。

新信濃川から長岡にいたる区間では、新信濃川附近にいたつては椎谷、寺泊層の泥岩は地すべりの原因となっており、この地層の分布箇所では大小の地すべりが発生していることが多い。新信濃川附近に小崩壊地があるが、計線より1 Km 以上西に(すなわち下流)によつたところであり、また新信濃川開鑿にするカッティング面の不安定性による可能性もあるので、このルートへの影響は少ないと考えられる。

与板町附近には北に魚沼層群、南に灰爪層が、背斜をなして分布する。灰爪層は砂及びシルトを主体としており、ところにより細礫を夾むこともある。魚沼層群は砂粘土を主とし、礫層を夾むこともあるが未固結の地層である。与板町北方では礫層がかなり発達している。

大河津駅附近から与板にかけては台地及び山地をカットして通過することになると考えられるが、この台地を構成する上記の物質は、いずれも風化が進んでいるところが多いものと考えられ、カッティングにあつては崩壊に注意を払うことが要求される。また与板一長岡間の平野部の盛土の材料としても、風化部分は使用できないであろう。

以上計画線附近について地質の概略を記したが、盛土及び原石材料の供給地として最も有力なものは彌彦山地(とくに北～中部)であるので同地域についてはより詳細な調査が要求される。

5. 3. 柏崎地区

本地区には東案と西案の2ルートが提示されている。それぞれ北部より順次問題点を述べる。

(1) 東案ルート

大河津付近の魚沼層群は特に問題はない。しかし、西側へ行くほど粘土質岩となり地すべりが数多く発生している。このため、現在の計画線より西側へは動かしてはならない。矢田付近より与板町経由横原付近までは峠の東西に灰爪層、西山層の地すべり地帯が存在する。そして、計

面線が考えられている附近がもつとも多い。この地すべりは、現在活動をおこなっているもの、休止しているものと種々あるが、いずれも道路の計画線としては不適當であり、むしろ計画線を東方の沖積層へ変更してこの地すべり地帯をさけるのが工期、工法とも得策と思われる。模原より南部の魚沼層群及び段丘礫層は余り問題はない。段丘礫層の礫は堅硬で、3~20cmの円礫を主とし、骨材として良好である。来迎寺附近から多量に採取できる。関原附近の沖積層については軟弱地盤の有無を試錐その他で調査する必要がある。

塚野山よりの東西方向のルートでは、魚沼層群中のカットに際し、魚沼層群はやや擾乱を受けているので法面崩壊の危険がある。法面勾配1割以上とすべきである。灰爪層、西山層において地すべり地が多く非常に問題がある。現国道においても、地すべりや法面崩壊が数多く発生している。とくにカットで1割以下のところは崩壊が多い。菅沼附近においてはトンネルポータル附近は地すべりが多く、ポータル設定には精査が必要である。谷をつぶすことになるので、むしろ奥に追いつ込んで長いトンネルとする方がよい。トンネルは西山層の砂質シルトを掘進することになるが、軟質であり、トンネル内における盤圧などが工事の障害となることが多いので支保工にとくに注意が必要である。また湯元温泉附近には鉱泉が自噴していることなどより推定すれば坑内湧水については十分に注意して、排水措置などを講じておく必要がある。西側ポータルにおいても、地すべりが多く、ポータル位置としては不適當である。広田へ出る案も考えられるが、谷巾も狭く、谷底沖積地への斜面の人家をつぶす可能性があるため、さらに検討の必要がある。国鉄線に近づけば近づくほど地すべりは多くなる。

(2) 西案ルート

北端より島崎附近一帯までは、平地部は青灰色粘土層であり、路床盤としては圧密沈下が大きく余り適當ではない。この平地部に対しては試錐探査、土質試験などを実施して、粘土層の性状を詳細に調査する必要がある。

船橋より灰爪附近までの灰爪層は、シルト岩と砂岩の互層よりなり、

砂岩がいく分卓越しているが、この砂岩が脆弱で固結度が低く豪雨時などでは土砂流となつて崩壊、押し出しを生じている。また、シルト層が不透水層となり、シルト層上位より地すべりをおこしている。本層のカットについては、地下水の排出を特に注意する必要がある。

この附近より南部では切り盛りが交互に連続する地域が多いが、灰爪層中のシルトは粘土質で盛土用材としては不適当な場合があるので、予めその性状を各種試験をおこなつて把握しておく必要がある。ここでもできるだけ沖積地を通るようにすれば問題は少ない。灰爪層も路床としては問題は少なく、カットの場合も勾配をゆるくすれば、多少の雨裂、侵蝕はあつても大崩壊のおそれは少ない。

東案、西案を比較した場合、概査の段階では速断はできないが、問題点の多いのは東案が多い。

すなわち、東案では与板附近、更には菅沼のトンネルポータル附近に地すべりが多く、道路計画線としては問題が多い。西案ルートは北部の平地部は粘土層が分布して軟弱地盤がある。

5-4 柏崎～直江津間

(1) 下南条～梶原間

(a) 下南条～南下間には、魚沼層群のシルト岩、砂岩、礫岩等より構成されている。シルト岩が多く、それに夾着されるように砂岩、礫岩が間に入っている。全体に粘土化をしており、岩石硬度は岩-Iに相当し、容易にハンマー、ツルハシで掘りおとし得る程度である。現道の法面勾配は40°前後であるが、部分的に崩壊、地すべりのために法面が破損されている。地すべりの大きさは最大のもので30m×12m×5m位である。従つて本区間では、大部分カットで通過するので、法面勾配は40°以下が適当であろう。また、砂岩、シルト岩の互層帯であるためシルト岩が不透水層となるので、地下水排出のために水抜き処置が必要であり、法面破損を防止する様な施工を予め考慮する必要がある。盛土材としては、礫岩、砂岩は適当であるが、シルトが不適であり、これを選別することは不可能であり、従つて、余りこれ

を使用しない方がよい。使用する場合には、多少砂を混合するような方法をとる必要がある。なおカットについては、互層がいちじるしく、岩質によつて風化侵蝕の差異があるために、法面の不安定になることが予想されるので、あまり大きなカットは避けるべきであり、最大20 m前後とすべきで、それ以上の場合には小段を設けるとかして安定を計るべきである。

(b) 南下～木沢間では、冲積層地帯はとくに問題はない。鷺川の架橋地点は、旧河床の蛇行地に相当しており、蛇行の状態より推定して礫が著るしく発達しているとは考えられずむしろ細砂ないし泥が存在しているものと想定されるので、橋脚基礎については、ボーリング等によつて詳細を把握する必要がある。

山口部落の西側は、旧河床上を通過するが、旧河床跡の状態よりみて、軟弱地盤の発達には認められない。なお一段段丘の端をカットするが、礫層ないし砂（一部粘土）より構成されているので盛土材として使用できる。

杉崎までのトンネル（延長約600 m）については、北側ポータル附近は2～4 mの崖錐が発達しており、この崖錐は、未固結であり、偏圧、崩壊等をひきおこす因となるので、現予定点より更に奥まで追いつ込んで、山腹斜面が急傾斜となる地点まで（約60～70 m）はオープンで進んでから、ポータルを設けるのが良好である。南側ポータルは、北側に比して、崖錐も僅かであり、現在の予定点で余り問題はない。トンネルの掘進は、両ポータルより30～40 m間は岩ⅠないしⅡ程度の風化安山岩で、中に堅硬新鮮な安山岩（岩Ⅳ or Ⅴ）が最大径1 m内外のブロックで存在する。従つて、ブロックの脱落及び盤圧の増大、偏圧などがいちじるしいと思われるので、インバートを設けるなどの処置が必要である。トンネルの内部は、多孔質な安山岩と、緻密な安山岩とが発達し、いずれも岩Ⅱ～Ⅳである。トンネル内に断層、破碎帯などの障害となるようなものは存在しない。主な節理の方向はN50°～60°E 10°～14°Nで5～10 cmの間隔の板状節理の発達が目著である。節理の傾斜が緩いので、掘進過程に於て

天盤が節理面より剝脱して、落盤の頻発が予想されるので、天盤の支保工には注意する必要がある。側圧、偏圧などは、殆んど無いものと思う。

杉崎～木沢間の沖積層の崖錐性扇状地（後背山地よりの供給物）堆積物は、未固結であり、風化した安山岩の岩屑や、礫、粘土などより構成されているため、多少圧密沈下がおこることが予想されるが、とくに問題はないであろう。

(c)木沢～梶梗峠の間は、木沢よりのトンネル（約650m）は、構成岩は複輝石安山岩よりなるので、地表部は赤茶色の風化した粘土質の軟質な岩-Iに相当し、外観では、殆んどシルト質砂というような性質である。従つてポータル附近は、約10m以上にわたつて、軟質であり、土工作業で施工可能である。現在の斜面のカットは勾配70°で安定しており、粘土質であるが、いちじるしいゆるみや、崩壊等は認められない。しかしトンネルの場合には、偏圧の増大、崩壊等が考えられるので施工上問題が残されている。内部は、多孔質の角閃石の斑晶が顕著に認められる安山岩であり、岩Ⅱ～Ⅳである。断層、破碎帯などの発達は工事に影響のあるようなものではない。トンネル通過後、中山峠までは、カットで通過するが、斜面には層厚10m以上に及ぶ粘土質な崖錐が発達しており、水を含むと軟弱のいわゆるべとべとな性状を示す。この崖錐はしたがつて盛土用材としてはとくに不適當である。崖錐のカットの法面は、すくなくとも45°以下にするのが望ましい。中山峠より梶梗峠は大部分バンクで通過し、一部分カットである。カット部は、大部分風化した角礫質安山岩（岩-I）であり、礫は殆んどくされ礫である。これらのカットによる余土は、盛土用材として使用可能と考えるが、多少粘土質であるため、圧密試験を実施して、その土性を調査する必要がある。

一部新鮮な安山岩のブロックが存在することがあるが、とくに上野部落の西方400～450m附近のカット部ではブロックが密集しているのが顕著であり、法面の破損、特にブロックの脱落、崩壊に注意し、法面の保護を行なう措置を講ずる必要がある。既設道路の切取り

面は50°の勾配で安定である。

梶梗峠のトンネルの東側ポータルは、厚さ7~10mの崖錐が発達しており、崖錐は粘土質な安山岩の岩屑よりなるので、ポータルの保全のためインバートの必要が考えられる。出来るだけ崖錐はカットで進んで、崖錐部を突込んで(約10~15m)ポータルを設定するのが望ましい。トンネル内の岩石は新鮮で緻密な安山岩であり(岩Ⅳ~Ⅴ)工事中用骨材として使用に適している。しかし、節理面に方解石細脈の発達があり、この方解石が粘土化して滑剤の役目をする事が多いので、節理発達がいちじるしい部分では、落盤の危険があり、支保工を十分に施す必要がある。トンネル内には、断層、破碎帯等の発達は認められない。

(2) 梶梗峠~直江津間

(a) 梶梗峠~上中山間 梶梗峠トンネルの西側ポータル附近は、比較的堅硬な安山岩であるため余り問題はない。黒岩東方のトンネルは、安山岩であるが、下部に寺泊層の砂岩、泥岩の発達があるので、掘進過程で砂岩が一部分布する可能性がある。安山岩は、角礫化作用がいちじるしく、さらに、黄鉄鉱化作用等の熱変質作用を受けて、マトリックスが粘土質となつてことがある。従つてトンネルの条件としては、必ずしも良好ではない。特に落盤、落石等には充分対処する方法を講じておく必要がある。岩石の硬さは岩Ⅱ~Ⅳと比較的堅硬である。

トンネルの西側ポータルは、地すべり地帯に相当しているので、これを避けるためには、安山岩地点まで位置をあげるのが良いと思われる。トンネル通過後黒岩附近までは山腹斜面はすべていちじるしい地すべり地形を呈している。途中で安山岩の貫入岩体の一部が発達しており、この安山岩は非常に堅硬であり、岩Ⅴに相当し、現在盛んに骨材として採石されている。この地すべりは、現計画線では避けることは殆んど不可能であり、従つて地すべり防止工をとくに充分に実施して工事を施工する以外にはルートの摂扱は出来ないものと思われる。黒岩より中山間は、北斜面カットが大部分であるが、構成岩は一般には岩Ⅰないし土砂に相当し、ブルドーザーで掘りおこせる程度に軟質で

ある。全体に泥岩であるが、中に10～15cm内外の粗粒砂を互層状に夾有するので、法面等における侵蝕風化の程度に差が生ずることがあるので、法面については芝等をもつて保護する必要がある。その他余り問題はない。

(b) 上中山～下小野間は、段丘礫層上を通過するのでほとんど問題はない。

(c) 下小野～直江津間では、砂丘の上を通過する部分は、ほとんど問題はない。砂丘の基盤は直接第三紀層が発達していることも、既に試錐資料により明らかにされていることを考えると、地盤沈下等はおこり得ない地域である。この砂丘の後背湿地は、多くの沼の存在状況よりみても明らかなように、軟弱な粘土層が発達している。既存ボーリング資料よりみると、N値10以下が10m～15mの深度まで発達している。従つてこの軟弱地盤帯に対してはさらに詳細な調査をボーリング、土質試験等を行なう必要がある。

5-5 直江津一泊

(1) 中屋敷一杉野瀬

中屋敷から上正善寺間は、地すべり地域を通過することとなる。この間の地すべりは、いずれも規模が比較的大きなものである。しかし、本区間では他にルートを変更して地すべり地帯をさけることは、不可能である。計画線中でも特に注意を要するのは山稜の西側の地すべりである。これは、稜線より直接にすべっており、この地すべり面の頭を通過することとなる。したがって、現在は一応安定しているようにみえるこれらの地すべりも切取工事などによつては、新期に地すべりが誘発される危険が非常に強い。上正善寺よりの北案と南案(トンネル)との比較線は、北案ルートは、カント部が地すべりの先端にあたり、いずれも現在移動している不安定なものである。一方南案ルートのトンネルは延長2km近くになるので、地すべりが本当に通過できないかと云う検討、左岸が駄目なら右岸はどうかなどの検討を今後やつておく必要がある。トンネルのポータルは、東側は地すべり中に相当するので現位置より更に

西側に突込んで安定帯に移動した方がよい。西側坑口は崖錐、岩屑などの被りも少なく、また、地すべりもないので良好である。トンネルの掘進は、椎谷層の砂岩、頁岩互層で層面が良く発達し、しかも緩傾斜であるので落盤などの場合には層面より大きな磐石として落ちる肌落ちが考えられるので、注意が必要である。また、岩質的には工事施工中に地盤の盤張れや、側圧の増大などがあるので、トンネルの巻厚については十分な注意が必要である。地下水を貯留するような大きな破砕帯や割れ目はない。また極端に透水性の異なる層面境界もないので、大きな出水は考えられないが、浸潤水による岩の軟化は多い。しかし、インバートが必要か否か、あるいはどの箇所に必要と思われるかなどの検討は、この段階の地質調査では精しいことは分らない。

トンネル通過後は、ルートは北側斜面に近づけるのがよい。南側斜面には地すべりが存在するので南側斜面はできるだけさけるべきである。しかし、北側斜面においても余り大きなカットは危険である。

城ヶ峯南部のトンネルでは東側のポータルは崖錐が1～2 mの厚さで被っている程度で問題はない。西側ポータルは西山層と灰爪層の境界に相当しておりこの境界は西山層の層序よりみて断層が想定されるのでもう少し東側に寄せて、完全に西山層に入つた位置に坑口を設定すべきである。西山層のトンネル掘進は、特に問題はないが、岩質が余り堅硬でなく、水を含むとかなり粘土質となるので注意が必要である。

桑取川の低地帯はとくに問題はない。桑取川通過の架橋の基礎地帯は、灰爪層が露出しているので橋梁の基礎地盤としては、とくに問題はない。桑取川より杉野瀬間ではトンネルまでのカット部は両側山腹に地すべりが多く、注意が必要である。トンネルは両ポータルともに地すべりの中にあるので坑口としては不適当である。

地すべりを出来るだけ避けるためには、東側のポータルを現在の予定位置より下方にさげて地すべりのない不動点に持つてゆくのが妥当と思われるが、検討の余地がある。その場合西側ポータルも現位置より下部に当然移動する訳でありトンネル延長は2倍程度に長くなるが地すべりをさける上では有効ではないかと思われる。本区間において盛土材とし

ては、椎谷層の砂岩が比較的良好であり、その他西山層、灰爪層の構成岩も盛土材として必ずしも不適ではない。ただできるだけシルト岩等は避けて、砂岩を使用するのが望ましい。

骨材となるような岩石は本区間では存在しないので、骨材は他に求めなければならないだろう。

(2) 名立川～能生谷（鶏石まで）

(a) 北案ルート

名立川の架橋の基礎は、西山層の砂質シルトが露出しており、多少圧密沈下も考えられるが橋梁基礎地盤としては、とくに問題はない。これより山間ルートになるとトンネルのポータルまでの沢沿いは両側山腹ともに地すべりの連続であり、一つの地すべり地形の中に更に二重・三重に地すべりが発達しており、これらをカットすることは極めて危険である。ただ両側山腹を比較した場合には、南側山腹がいくらか北側斜面よりは地すべりは少ないようである。空態新田へ通ずる計画トンネルでは東側ポータルは地すべりのはずれ附近にあたるので、もう少し山側（西側）へ入り込んで坑口を設定すると不動点で地すべりを避けることが出来る。西側に於ても、もう少し山側（東側）へ寄せると地すべり地帯を避けることが可能である。全体のフォーメーションを上げる検討も必要である。両ポータルともに崖錐、表土の被りは2 m前後で余り厚くない。トンネル掘進は、地層走向に斜交ないし直交し、傾斜も20°～30°であり、地質構造上落盤などをひきおこすことはあまりない。岩質は砂質シルト岩であり、水を含むと粘土質となり、透水性はあまりよくないと思われる。しかし、いちじるしい異常出水などは、地表の水系の状態や断層等の擾乱帯がないことなどからおこらないと思われる。空態新田附近は大部分カットで通過することになるが、全域地すべり地帯であり、空態新田の部落自体が地すべりの中に存在している。カット、バンクの位置を慎重にとるべきである。地すべりの末端を切らず、頭にバンクしない位置にもつてくるべきである。高倉に通ずるトンネルにおいても、両ポータルともに地すべりの中に存在するので、トンネルのポータル位置としては、不適で

ある。従つて十分に地すべり防止工をおこなうことを前程にして工事に着手する必要がある、しかもなお、完成後にも常にこれの発生を予測してその対策を講じなければならないであろう。トンネル掘進のための地質条件は前述のトンネルの場合と同じであり、比較的容易であろう。高倉より下倉までは、両山腹には地すべりが連続して発達している。更にカットの場合、この地域の砂質シルトは風化すると鱗片状に剝離するので法面等は容易に破壊される恐れがある。法面保護のため、植生工をやり、カットの斜面から路肩の排水溝までの間に余裕巾をとることなどの工夫が必要で、場合によつてはコンクリートよう壁も必要となるだろう。下倉トンネルは延長距離は短いが両ポータル附近は地すべり地帯であり、盛土、カットのいずれの場合も非常に危険である。このトンネルの計画線の南側に細長く不動点が存在しているので、多少トンネル延長は長くなるが、地すべりを避ける意味では南側へ移動させた方がよいと思われる。全体としてさらに細部検討の必要がある。

(b) 南案ルート

名立川流路沿いでは右岸は、ほとんど地すべりが続き、いづれも大規模な地すべりが分布している。左岸は右岸に比して多少少ないが、それでも大小の地すべりが連続して分布し、流域一円の山腹、山麓はすべて地すべりと言える。計画線は、左岸の麓部に計画されているが、現計画線では常時地すべりの恐怖にさらされるものと思われる。従つて、この流路沿いでは沖積層の中に計画するのが最も良好であろうと思われる。西蒲生田より東谷内間の花立峠の下を通過するトンネルは東側のポータルは、地すべり地帯を避けて計画されており、ポータルの位置としては附近一帯では最も良好な地点と考えられる。西側のポータルは、地すべりの中に計画されている。

トンネル内の地質は、西山層の砂質シルト岩で掘進条件やその保持では他のトンネルとあまり変りはない。西側ポータルを現在の位置よりさげて下位の椎谷層の砂岩、シルト岩互層の部分で標高200m附近に持つて来ると、比較的良好な地点が見出される。

その場合東側のポータルでもそのレベルまでは下げることが可能であり、両ポータルともに地すべりは避けることができる。ただし、その場合には、トンネル延長は5割内外増大することになる。トンネル通過後は大部分椎谷層の砂岩、シルト岩の互層部をカットで通過することになるがこの附近の椎谷層は地すべりに対しては最も安定しているのでルートとしては良好で、とくに北岸が良好である。しかし、谷巾が狭いのでカットした土砂の捨場などを充分に考慮する必要がある。地質は縞状模様の鮮やかな互層を示し、比較的堅く、風化作用も弱いので崩壊、押し出しなどは余りないものと思われる。ただ層面より岩塊としては脱落することがあるので崩壊、落石には注意が必要である。法面勾配は規模によつて異なるが、1割～1割5分と考える。

能生川流域は、両山腹ともに、やはり地すべりの連続であり、計画線は左岸の麓部で地すべりの足を切るように計画されている。この流域は沖積平地が比較的広いので、むしろ沖積層地帯である平地部にルートを変更して地すべりをさける方が良いのではないかと考える。

平野部は能生川の氾濫原であり、大部分は砂礫より構成されているので軟弱地盤などは存在せず地盤としては良好であろう。

北案と南案を比較してみると、両ルートともにいちじるしい地すべり地帯を通過するわけで、ルートとしては余り良好とはいえないが、他に代るべきルートもこの地域一帯では困難であり、両案を比較した場合には、次の表のようになる。大きな差はでないので今後の精査検討が必要になる。要は、地すべりの対策と名立川の狭い沖積地が使えるか否かで決まる。

南 案	北 案
トンネルについては、ポータル位置の移動により地すべりを避け得る。	トンネルのポータルは、地すべりをさけることは出来ない。
名立川流域を沖積平地部に変更すれば地すべりは比較的排除出来る。	現ルートでは、地すべりを避け得る余地は殆んどない。
構成岩石、崖錐堆積物などの状態は両案ともに変りはない。	

(3) 能生谷(鵜石)～糸魚川

鵜石より鬼伏へのルートには北案と南案の2ルートが計画されている。両ルートともに西側の丘陵に取りつく部位は地すべりもなく、特に問題はない。しかし、丘陵部の西側斜面は、泥質な部分を持つ椎谷層で地すべりが多く存在して、地質条件は不良である。とくに地すべり内をカットすることは位置のとり方によつては非常に危険である。両案を比較した場合は、北案は地すべり内の滑り面に平行してカットすることになるが、南案は地すべり内の滑り面に直交するので、カット部については南案が多少良い。能生谷の地すべりの分布および規模は下流(北側)ほど小さくなるので、できるだけ下流側へ計画線をもつていつた方が地すべり対策からは良好である。この地域の岩質は泥質岩が多く、水を含むとかなり粘土質となるので盛土材として使用するのには不適當である。鬼伏より間脇間のトンネルは東側のポータルは地すべり内であるが規模は小さく、防止工さえすれば余り影響はないであろう。トンネル掘進部の構成岩は主として火山円礫岩である。

これは径1m内外の礫からコブシ程度の礫が密集しているので礫の崩落、落石等が頻発する危険がある、しかし本岩類はこの地域の他の堆積岩類のように盤圧、盤ぶくれなどの障害は少ないと思われる。ただ火山円礫岩中に凝灰質なシルト岩が、厚さ10m内外でレンズ状に入つて来ることがある。火山円礫岩は透水性があり、シルト岩は比較的不透水性なので、それらの岩質の相異から掘進に伴う湧水の危険がある。

この円礫岩の下位に分布するシルト岩は、トンネル水準までは上つていないので、その影響はないであろう。さらに円礫岩の性状より見てトンネル掘進中に小さな空間の存在が予想されるので、排水のための側溝など地下水に対する措置は充分おこなつておく必要がある。

シルト岩のレンズ状のはさみの層準は明確にはとらえられていないので、湧水にたいする調査は今後の問題である。

間脇より梶屋敷までは、小さな地すべり地形が存在する。計画線は、その地すべりの尖端部を通過する。しかし、計画線付近は現在ほとんど安定しているものと推定されるので、カットによる地すべりの再発に注

意すべきである。ここではむしろ過去の地汙りによつて形成された崖錐性堆積物の固結度が悪いので、そのカットで法面崩壊などがおこることが予想される。

早川の橋梁基礎地盤は、砂礫層であり余り問題はない。

さらに糸魚川市の姫川までは海岸低地を通過するが、ボーリング資料によると地表下の浅い所は大部分砂礫層ないし礫層であり、軟弱地盤は存在しないのでとくに問題はない。しかし、実施段階には、さらに若干のボーリングが必要になる。

本区間における骨材としては名取川にかなり多量の砂利が生産されているので充分これを使用することが可能であろう。

(4) 糸魚川～玉ノ木（境川）

本区間はいわゆる親不知の難所を控えた地域であり、道路建設のためには、地形的に非常に困難な地域である。

現在計画線として提示された調査ルートは次の3案である。

1. 海岸線沿いのもの、（A案）

2. 青海町よりトンネルで上路部落へ抜けて上路川北岸沿いのもの（B案）

3. 同上の上路川南岸沿いのもの（C案）

(a) A案ルート

姫川の架橋は基礎地盤が砂礫層で、試験資料によると地表下25m以上は小礫、巨礫より構成されている。従つて基礎としては良好である。これより今村新田附近まではルートの南にベントナイトより構成されている丘陵が存在している。ベントナイトは一般に水を含むと膨潤性に富み、崩壊押し出しなどをひきおこす性質がある。このベントナイトは現在採掘されていて、そのまま商品となるほど純度の高いものであるから、必ず泥水化する。従つてベントナイト地帯は絶対に避けて、北側の国鉄線よりルートを寄せるのが望ましい。ベントナイトを盛土材として使用することはさけるべきである。

青海町からの海岸汀線は、非常に直線的なのが特徴である。従つて日本海の激浪がたえず海岸線を洗つて、いわゆる親不知の難所を形成

した所にあたる。この海岸線は大部分が砂礫の海浜で砂浜は余りない。山側は非常に崩壊の激しい地域であるため、計画線はある程度陸岸よりに距離(20m以上)をとらなければならないであろう。この海岸汀線のルートの問題点は下記の諸条件が考えられる。

- 海浜の巾がせまい。
- 山側の崖からの崩壊がいちじるしい。
- 海底の地質状況および砂礫下の地質状況がわかっていない。(沖の海面上に岩しゅうがみえるが、これが露頭か転石なのか不明である。)
- 海浜の礫の変動状況およびその機構の調査が必要である。(礫が前後上下入れかわつて動いている可能性がある。)
- 崖の傾斜が急で不安定であるから、カットは全くなくするか、できるだけ少くするような路線選定および工法をまず考えるべきである。)
- 季節風および波浪の影響を精しく調査におくべきである。

以上のことから今後更に精度の高い調査をおこなう必要がある。これまでの地表踏査のみでは結論を出すことは現在のところ困難である。この海岸は、海岸案としてもトンネルを考慮しなければならないと思われる。山側は破砕されていて現在でも崩壊が多い上、上位および側面での被りの薄いトンネルになるので、偏圧に対処する工法を考えておかねばならない。

(b) B案ルート

トンネルについては、先づ東側ポータル附近は蛇紋岩化した緑色岩類で風化作用が強く、また全体に粘土質であるため、節理、割れ目などより崩壊しやすい。従つてポータルの安定には充分に注意する必要がある。トンネル掘進過程で問題となることは、非常に多くの断層の存在である。大きなものは、黒姫～明星衝上断層であるが、その他、歌川、外波川の谷を形成した断層などであり、小断層は随所に発達している。これらの断層は主にNW-SE方向とN-S方向にいちじるしいと思われるので、トンネルは断層に直交するか、それに近い方向で交わるので掘進条件としては比較的良好と考えられる。しかし、断層に逢着した場合、異常出水や崩壊、押し出し等は、予期しなければなら

ず、できるだけ底設導坑の先進などによつてこれらを排除するようにしなければならないであろう。歌附近では石灰石採掘地があり、その鉱業権とトンネル掘削との調整が必要である。

東側では緑色岩になるが、この岩体はモメいちじるしく全断面掘削はできない。いずれにしても国鉄北陸本線線増計画のトンネルの資料が有効に利用できる。

構成岩は花崗岩、石灰岩で比較的堅硬である。節理、割れ目及び湧水に注意する必要があるが、普通にやればとくに困難を伴うこともすくなく、余り問題はないであろう。

緑色岩類は、蛇紋岩、砂岩、チャート、礫岩、緑色片岩など岩質的には種々の差異を持つ岩石により構成されている。

これらの岩質の差異に応じて、透水性、崩壊性などに違いがあるのでとくに注意が必要である。一般に蛇紋岩、緑色片岩等の緑色を帯びた部分が最も多く発達し、その緑色を帯びたものが粘土質でやや膨潤性であり、路床、側壁等に於ける盤ぶくれ、偏圧の増大などをきたす原因になると思われる。

以上のようにトンネル掘進の場合、地質の条件は必ずしも良好ではないので、トンネルについてのボーリング、検層・弾性波探査などの各種の探査を今後実施し、精しい踏査も行つて、岩相の分布状態、断層の詳細な性状などを明らかにする必要がある。

西側のポータルは、表土の被りも余り厚くなく、とくに問題はない。上路川流域右岸は片カット、片バンクであり、緑色凝灰岩類は、角礫化がいちじるしく、法面崩壊や斜面崩壊などがおこるので、コンクリートよう壁などで崩壊防止の措置を講ずる必要がある。

来馬層は互層帯であり、粘板岩部が風化してチリチリの貝殻状に剝離して崩れ落ちるし、また、層面より崩落するので、注意が必要である。この地層では地すべりも発生している。

大平附近のトンネルは、互層帯の層面より岩石が脱落して落盤をおこす危険が強いため落盤防止のために注意が必要である。

大平から境川左岸は中生層（来馬層）、第3紀層共破碎いちじるし

く、このカットはかなり問題である。

(c) C案ルート

C案ルートとB案ルートのいちじるしい違いはC案では、トンネル中に蛇紋岩が大規模に分布する点である。蛇紋岩は風化されたり、水を含むといちじるしく粘土質となり、崩壊や押し出し、あるいは盤ぶくれ、偏圧など多くのトンネル掘進の際の障害となるような事態をひきおこす性状を有している。更に蛇紋岩体中では断層の発達も非常に多く、それらの断層が地下水の通路となつていことが多いため、断層処理に工事は難渋することが予想される。中生層と蛇紋岩の一部で山腹に地すべりが発生している。これは断層の影響が大きいものと思われる。断層の影響がトンネルの水準までおりてきているかどうかは今後の問題である。いずれにしろ今後の精査を必要とする。

上路附近の扇状地及びその下流の計画線沿いの上路川左岸は砂礫層でとくに問題はない。

この計画案の最大のポイントはトンネルにあると思われる。そのトンネルについては、C案は、蛇紋岩体が大きく分布しているので、蛇紋岩の分布のすくないB案が優れていると思われる。しかし、蛇紋岩の構造自体も不明な点が多いので、今後検討の余地がある。トンネル通過後の上路川沿いでは、扇状地面上を通過するC案がB案のカットよりは優れていると判断する。従つて線形に無理が生じない限りトンネルはB案による方が良く上路川沿いではC案ルートによるのが最も望ましいと思われる。

境川沿いでは、カットを余り大きくすると、崩壊等が頻発することが予想される。一応境川沿いのカットでは法面保護のためコンクリート用壁を施す必要がある。

(5) 境川～城山～高畠

境川より宮崎までは段丘堆積物の上、あるいはその麓部を通過する。段丘堆積物は、下位に粘土層が発達している。

この粘土は未固結で含水比が高く、軟弱化し易いため、切取りに際しての法面安定や路床土としての問題が多い。

排水性がいちじるしく悪いので、降雨後などには、いわゆる噴泥を生じ易い。路床土となる場合には、砂あるいは、切込み砂利などによる置換え、路盤排水を十分にすることがある。従つてこの粘土に対しては土質試験を実施して十分にその性状を解明しておく必要がある。

平地部では、北陸本線沿いに腐植物を含むシルトが6~10mの深部まで発達しているので計画線はこれの一端にかかる。その点では、できるだけ山側へ寄せるようにした方がよい。これは全体に軟弱地盤帯なので支持力、二りに対する安定性及び圧密特性などで今後に残された問題が多い。

従つて、試験探査などによつてこれを確認すると同時に土質試験などを実施してその性状を予め調査しておく必要がある。

城山附近のトンネルは城山層の黒灰色シルト岩、凝灰角礫岩、安山岩及び安山岩質自破碎熔岩などで構成されている。岩質的には、かなり変化があるが略々走向N-S性を示し、トンネル方向とは略々直交する。

凝灰角礫岩や凝灰質砂岩は滞水層を形成して、トンネル掘削に際しては被圧水の異常出水による土砂崩壊や土圧の増大などの障害になるようなことが想定される。従つてこの地質の場合には、水抜きを充分に行うほか、先進ボーリングないしは先進導坑などによつて予め湧水を探索しながら掘進する必要がある。

黒色シルト岩は最も広く分布するが、軟く、吸水すると容易に膨潤する性質の粘性土であり、上表面は風化がいちじるしい。滲透水による崩壊、側壁等の掘進の障害になるような事態が惹きおこる可能性が強いので、地下水排除のための措置を特に充分におこなう必要がある。国道8号線城山トンネルの資料が利用できる。

横尾より高島間は、崖錐堆積物層であり、この堆積物は未固結である。沖積層の面まで若干高低差があるので、かなりの区間がカットにならざるを得ない。切り取りの際、法面安定のためのよう壁等は欠くことが出来ないであろう。

5-6 泊-富山西南部間

- (1) 小川～布施川間では、まず不動堂～下山間は第二礫層地帯をバンクで通過するが、不動堂附近は地下水の自噴帯に相当するので、地下水の処理に注意する必要がある。また、下山附近で、段丘崖を形成しているので、沖積層に出る地点に於ては、段丘崖の崩壊防止の処置を講ずる必要がある。その他では余り問題はない。下山～長屋間は高架及びバンクで通過する。全ルート上表部より20cm～60cm位は砂、泥が発達するが、それより下部は礫層であるため、圧密沈下等はほとんどおこらないと思われる。従つて、地耐力は良好であり問題はない。黒部川の架橋地点も、砂を主とする表土が20～30cmで、その下部は礫層であり問題はない。黒部川の河床礫の礫径は最大70cm内外である。旧河床附近も蛇行の状態よりみて、とくにいちじるしい泥、粘土等の堆積は考えられない。長屋～布施川間は、第二礫層上の通過部は問題がないが、段丘崖の附近に於て崖くずれ等の不安定な状態を示すことが考えられるので、注意を要する。特に前沢南部附近に於ては、沖積層が狭く刻み込んでおり、段丘崖の保持には注意が必要である。またこの附近では、沖積層が段丘を狭く刻んでいるために、礫層の発達が貧弱であることが想定される。前沢附近のボーリング資料によると、地下2.5m附近でN値11等を示し、2.0m附近でN値5～6の低い値を示すシルト層が発達している。従つて、高架建造物の場合には（地形的に高架となる。）特にボーリングを重点的に実施し、且つ、土質試験を実施して、その詳細を把握する必要がある。段丘面と沖積の谷底平野との間の高低差が大きいことと、谷底平野に軟弱地盤が予想されることがこの区間での、大きな問題点である。
- (2) 布施川～常願寺川間では、布施川に於ける国道8号線のボーリング結果よりみれば、地表下6mから13m間に砂質粘土が礫層に夾まれて発達している。この砂質粘土についてはN値その他の詳細が不明であるため、今後の調査が必要である。しかし、その性状よりみて、布施川の架橋地点は橋脚基礎地盤としては必ずしも良好ではない。片貝川地点はほとんど礫層よりなるボーリング資料からみて、片貝川架橋部は非常に基礎地盤は良好である。印田附近では地表下50m以下にシルト層の発

達があるが、それまでは礫層であり問題はない。印田より角川間は、第三礫層、第四礫層の発達する部分を通過する。しかしその間を刻む段丘崖に崖錐が発達しており、この崖錐は不安定な未固結堆積物であるので、谷部の高架については基盤を十分に調査しておく必要がある。また、角川氾濫原に出る段丘崖附近は、1 m 前後の礫層の下部に風化してシルト質なマトリックス中にくされ礫があり、不安定な地質状態を示しているため、カットには充分に注意する必要がある。またこの附近は地形的に見て、一部粘土等の堆積している可能性が強いので（旧河道の蛇行状態よりみて）、ボーリングを実施して、その分布を確認し、地耐力を調べておく必要がある。角川の架橋地点は、地表部 10 ~ 20 cm で、礫層が発達しているので、比較的良好である。

角川～早月川間は、扇状地面上的第二礫層、第四礫層上は特に問題はないが、第四礫層にとりつく附近に於て、多少崖錐の発達がある。段丘崖附近は、角川側は多少段が急であるため、施工に於て崩壊に注意する必要がある。早月川側はこれに比して第一礫層が中間にあるため地形的には比較的良好である。早月川の架橋地点は、早月川のボーリング資料より推定して、殆んど礫層であり、地耐力は良好であり、問題はないであろう。早月川～本江間は、第二礫層、第三礫層の末端を通過するので、第三礫層が多少赤茶色の風化土を持つことがあること位で、とくに問題はない。本江～上市川間は、第二礫層上の通過であるが、礫層であり地盤としては問題はない。上市川側の段丘崖について、多少崩れることがあり注意を要する。上市川～常願寺川間は女川新南部で段丘崖を一部カットするが、この礫層は比較的風化しているので、切り取り面の崩壊に注意する必要がある。本区間についてその他はほとんど問題はない。

(3) 常願寺川～山田川間は、常願寺川、神通川の扇状沖積層が広く発達する地帯であり、大部分は地表下 1 m 内外で、礫層が発達していることが推定されている。従つて、地質的には良好な区間であり、問題はないであろう。しかし局部的には、旧河道の蛇行の状態より推定して、泥の発達している部分もあるものと思われるので、架橋等の構造物地点については、ボーリングにより、その性状を把握する必要がある。

沿～富山西南部の全区間を通じて、特に盛土用材として不適なものはなく、礫層のカット部のものは、殆んど盛土用材として使用することが可能である。また、各河床に発達する礫も、各河川が北アルプスの山奥より急流をもつて運搬したものであり、豊富な骨材を提供している。

5-7 富山南部地区

(1) 北案ルート

境ノ新礫層の上部を通過する部分は地盤も良好であり問題はない。山本新附近より青井谷を経て竹原への間は、青井谷泥岩層をカットないし盛土で通過する。この区間の青井谷泥岩層は岩相変化の少ない砂質泥岩層であり、稀に凝灰質な部分が夾有される。軟質で、土工で十分に作業が可能である。御坊山、島新附近には、この青井谷泥岩層で地すべりを生じている。できるだけ礫層上に計画線がくるような選定をした方がよい。上表部に礫層が分布するのが普通であるが、この礫層もあまり問題はない。しかし泥岩層は水を含むと軟弱になり多少膨張性を示すので盛土材として使用する場合には土質試験を実施して圧密沈下の量、その他その物理性を把握しておく必要がある。法面崩壊等はあまりないが固結度が低いので大きなカットはやはりさけた方がよい。段丘礫層地帯は基盤としては非常に良好であり、ほとんど問題はない。

(2) 南案ルート

段丘礫層（境ノ新礫層の南西部延長）を通過する中深谷附近までは余り問題はない。ただ礫層の末端部にあつては、土木建造物は礫層が未固結の状態であるため、崩壊の危険があるので注意が必要である。中深谷附近より、市谷附近までは、青井谷泥岩層の地帯であるが、北案ルート附近の青井谷泥岩層に比して砂岩層が多く、層理が比較的鮮明であり、この層理面や互層面等より小さな崩れが認められる。

さらにこの泥岩層中に凝灰岩層が発達し、この凝灰岩層は粘土質で、互層面より剝離、崩壊などが頻発することが予想される。嘉礼谷附近で、青井谷泥岩層中に地すべりや、地すべり性崩壊が多い。和田への支谷でも岸決壊が多い。とくに小さなものが青井谷層の砂岩と泥岩の互層帯中

に多く認められるので、砂岩の透水性と泥岩の不透水性などの関係より、本ルート知青井谷層にあつても、地すべり発生の危険性をもっている。青井谷泥岩層のカットの法面維持にはかなりの注意が必要となる。

天狗山砂岩層、三谷泥岩層等の分布する西端の地域は大部分がカットである。構成岩類（砂岩、泥岩）よりみてとくにカットに障害になるようなことはない。三谷泥岩層は塊状であり、新鮮な部分では硬質であるので問題はない。

北案、南案を比較してみた場合、北案は大部分礫層、段丘礫層の上を通過し、青井谷泥岩層中も岩相の変化はすくなく余り問題がないが、南案は青井谷泥岩層の砂岩と泥岩との互層で北案ルートの泥岩層に比して崩壊性が強い。また、地形的にも南案はカットが多く、法面保護や地すべり防止などの対策を北案よりは多く講ずる必要がある。以上のことより北案ルートが地質条件としては良好である。

5-8. 庄川～金沢間

庄川より千羽山までの沖積層地帯はボーリング資料やその他の資料よりみて、砂礫により構成されている。従つて地盤としては問題はないであろう。小矢部川の架橋地点も、基礎は砂礫より構成されているので、橋梁建設の基礎としては良好である。千羽山より末友間は、植生累層の粘土、シルトよりなり、これは水を含むとかなりベトベトの軟弱な土性を示し、圧密による沈下も大きいと思われる。植生累層の粘土等については、更に土質の性状の詳細を調査する必要がある。またこの部のカットによる余土中には盛土材としては不適当な粘土が含有されるので、この処置を予め考慮しておく必要がある。高位礫層の礫は、砂利として利用することが出来るものが多く、とくに戸久部落の南方のものは、良質である。末友より人母間では、カットとバンクの繰り返しであるが、氷見累層（大桑砂岩層）のカットは、砂岩の固結度が低いので、余り大きなカットはさけるべきである。この砂岩は、岩-I程度の軟いものであり、盛土用材としては最も適しているものと思われる。

法面勾配は現道で50°で不安定であり、くずれて法面に崩壊物を多く貯めている。法面崩壊を防ぐため、勾配を緩くするとか芝等を施すとかの必要がある。その他とくに問題になるようなことはない。

5-9 金沢南部地区

入母より柿ヶ原の西側稜線までは、砂岩層は固結度が悪く、カットの法面は容易にくずれ、とくに集中豪雨時などには多量の土砂を流出する危険がある。従つて法面保護のためにコンクリートよう壁などを施す必要がある。稜線より以西では、竹又入口附近までは両山腹に多くの地すべりが存在するので、現在は一応地すべりをさけてはいるが、今後斜面カットなどの工事を実施すると地すべりを誘発することが考えられるので、注意が必要である。

竹又入口より清水谷を経て調査地西縁間のルートでは、小さな崩壊が泥岩層中に顕著に認められる。これらの崩壊は10m～20m内外の規模は小さいが、層面より龜裂が生じてくずれ落ちるような性状であり、斜面安定、法面保護にはとくに注意が必要である。最上部層の砂岩層（むしろ風化すると砂状である）は盛土用材としては適當であるが、下部のシルト岩層は水を含むとかなり粘土質となるため盛土用材としては不適當な場合が多い。断層は、いずれも小規模であり、とくに問題になるようなことはない。ただ断層附近より地下水の湧水が多少認められ、また、断層線は粘土化帯となつている。

以上の点より本区間で最も問題になるのは、地すべり、崩壊であり、とくに地すべりについては細心の注意が必要である。

5-10 金沢～今庄間

- (1) 戸保木～森本間では、堅田までは岩Ⅱ程度の泥岩ないしシルト岩をカットで通過する。本岩は小さな地すべりが非常に多く、現道の法面も各所に於て地すべりによつて破壊されている。地すべりの規模は20m×10m内外を最大として、大部分は数m単位の小さな規模のものである。従つてこの地すべりは防止柵等の設置と、地下水さえ充分にこれを

排除できるように処理するならば、切り取りもとくに大きな障害になるようなことはない。大部分の現道での法面は 65° であるが、地すべりのない地点は 65° で安定である。従つて地すべりの防止工さえ充分に行なえば法面勾配は 60° 前後で良いであらう。

森本川の架橋点は、沖積層が $2\sim 3\text{ m}$ 程度であり、その下に第三紀層が直ぐ存在していることが想定されるので、とくに問題はないと思われるが、河北潟南縁の軟弱地盤帯との関連よりみて、橋脚基礎についてはボーリングにより今後詳細な調査を実施する必要がある。吉原附近に発達する砂岩層は中粒ないし粗粒砂でほとんど締つておらず、スコップで掘りおこせる程度の産状である。この砂岩は、従つて盛土用材としては非常に適しているのではないかと思われる。この部分のカットについては、くずれやすいために法面勾配は 45° 以下にするべきであり、植生工やよう壁を設けて法面の保護に留意すべきである。

(2) 森本～犀川間

本区間は、加賀平野の北部に相当し、北に河北潟を持つ沖積平野部に相当している。地質各論の項で触れてある通りの著しい軟弱地盤が発達し、土木構造物の建設には、多くの障害を持つ地域と推定されている。

既存のボーリング資料と、文献よりみてルート上の地耐力の状況を推定すると、各柱状図に共通して認められる傾向は、柱状資料の最上部に、かなりの厚さの泥質に富む部分があることである。この泥質に富む部分の下に礫質に富む部分がある。この上部泥質の下限は錯雑したものであるが、鉾野はこれに次のような傾向と規則性のあることを述べている。現犀川河床附近では浅く 20 m 以浅であるが、北西にゆくに従つて深くなり、河北潟沿岸地区では 50 m 以深となる。また、このボーリング資料中に於ける泥、砂礫比を算定して泥質比(%)の値によつて地耐力の程度を四階級に別けている。これより推定してみても、河北潟より南にさがる程条件は良好になつていくことが明らかである。N値については、記載は殆んどないが金沢市割出町地内の協同組合間屋センター敷地に於ける結果では泥質層ではN値 $5\sim 15$ 程度(深度 $0\sim 20\text{ m}$)、細礫まじり砂ではN値 50 以上となつている。したがつて概ね泥質層ではN値

は5-15とみることができよう。北鉄金石線近くの二ツ屋町、中央市場建設現場ではクロスパイルの打込みが上から10m位は、1m/1回の割ではいり、18m位までが30cm~10cm/1回で、打止めの0.3m/1回になるのは23m附近である。

金沢バイパス計画のサウンディング調査とベーンテストの結果もやはりこの平野が粘土質物質の多い軟弱地盤からなることを示し、ベーンテストの無回転あるいは50回転等圧線を作つてみると、複雑な分布をしているのがわかる。

本区間は以上のような地質状態であるため、ボーリングをはじめ土質調査をルート沿いに綿密に実施して軟弱地盤に対する充分なる工法を実施する必要がある。

(3) 犀川~深坂間

本区間は、大部分砂丘上の通過である。砂丘は粗粒ないし中粒の砂でしまりは悪く、スコップで掘りおこし得る程度のものである。

砂丘上にある既ボーリング資料によると、深度10~15m前後に一部粘土層、シルト層が発達していることが知られているが、砂層の厚さ、下部に発達する礫の状態等よりみていちじるしい地盤沈下等はおこらないと思われる。但し、波浪の影響により現防波堤も数ヶ所破損されており、砂丘のルーズな構成状況より推定して砂丘は全ルート完全に防波堤を構築する必要がある。

倉部川~美川町間は砂丘の発達が悪いが、この区間は、手取川の旧河口部に相当しておりボーリング資料によつても粘土まじり砂礫により構成されていることがわかる。従つて特に問題はない。犀川、手取川の架橋地点は、砂礫層の分布地点であり、橋脚基礎については比較的良好であり、余り問題はない。梯川の架橋附近は、砂丘の後背地に泥質部の発達が予想されるので、ボーリング調査等は確実に実施して、地耐力の状況を把握しておく必要があろう。

(4) 深坂~鎌谷間

深坂附近の塩屋砂層のカット及び盛土であるが、砂丘の砂よりはやや締つており、中に炭質物を稀に含むことはあるが、盛土用材としては非

常に良好であり、現在も道路工事用盛土材として採土されている。この砂層の下部には第三紀層の橋立累層の砂岩、凝灰岩類が発達しており、(塩屋砂層の薄層部は2 m以内のこともある)基礎地盤としては問題はない。吉野木坂附近では、1.5 mの砂層の下部に比較的崩壊性に富むシルト粘土の発達があり、この部分のカットは法面が破壊し易いので、芝などによる法面保護が必要である。これから先の上木部落附近までは、基盤の橋立累層が上表部まで発達しており、既存トンネル等に於ても無巻の状態で安定であり、問題はない。上木より大聖寺川の平地部に出る部分は、砂丘は非常に締りが不良であり、1割2分～1割5分の自然勾配で不安定な箇所が多い。比高約40 mをカットで通過することは、いちじるしい崩壊を招く恐れがあるので危険である。さらに沖積平地部に出る部分は砂丘の後背湿地としてとくに軟弱地盤の発達がいちじるしいことが推定されるので、高架等の構造物を予定するとすると、不良な地質状態である。従つて砂丘地帯に入る前の第三紀層地帯より平地部に出るのが地質の条件を考慮すれば望ましいと思われる。以後細露木までは角礫化した凝灰岩および凝灰質な中粒砂岩よりなる橋立累層で岩Ⅱ～Ⅲの硬さである。従つて現道の法面勾配は70°で安定しているが、風化した角礫凝灰岩にあつては、法面勾配45°でも多少崩壊物を法尻に貯めている。岩質は、概して風化しやすい性質を有しているので、法面保護のためには、法面勾配45°程度が妥当であろう。

細露木～指中間では、北部に北瀉の分布があり、これより推定して、沖積層地帯に、軟弱地盤の発達が推定されるので、ボーリング等により地盤の調査を実施する必要がある。カット部にあつては、一部礫岩があるが大部分泥岩よりなり、現在に於ても小さな地すべりが多少存在している。カットでいくか、地すべりを避けるために沖積層地帯を盛土で通過するかと云う検討が望ましい。指中よりトンネル予定地附近までは角礫凝灰岩を主とし、凝灰質砂岩、泥岩等よりなり、上表部は塩屋砂層により被覆されている。凝灰岩類は岩Ⅱ～Ⅲの比較的固い岩質であるが、節理の発達が顕著であり、法面崩壊が節理面よりおこるので、カット面にはより壁を施す必要がある。トンネル北ポータルは崖錐の発達もすく

なく、岩Ⅲの凝灰岩ないし角礫凝灰岩よりなり、余り問題はない。南側ポータル附近は層厚約7～10mの崖錐が発達しているため、ポータルの設定には、偏圧、崩壊などに注意する必要がある。内部は凝灰岩であるが、緻密で角礫化もすくないので、トンネル掘進には、比較的良好である。笹岡～鎌谷間は、風化のすすんだ岩Ⅱの角礫凝灰岩凝灰質砂岩をカットで通過する。上部に10～20mの厚さに塩谷砂層及び段丘礫層が発達しており、これらは未固結であり、段丘礫層はくされ礫を持ち、水を含むと多少粘土質となるので盛土用材としては、不良な部分も出て来ることを考慮におく必要がある。

○ (5) 鎌谷～足羽川間

鎌谷～川上間は、凝灰岩(岩Ⅲ～Ⅳ)及びその風化岩(岩Ⅰ～土砂Ⅱ)を一部カット一部バンクで通過する。カット部では、風化部は粘土質であり、切り取り面は不安定になる可能性が強く、法面勾配は4.5°以下が妥当である。計画線より東側の竹田川上流に発達する変朽安山岩は、非常に堅硬緻密であり、骨材として使用するに適している。川上より足羽川間は、風化した変朽安山岩の山麓部のカット、沖積層平地の盛土である。変朽安山岩は赤茶色で外観は火山灰と極似しており、水を含むと非常に粘土質となっており、赤坂、田屋附近では、この粘土化した中に変朽安山岩のくさつた角礫が入っているために、とくに不安定な状態となつている。従つて法面勾配については4.5°前後が妥当であり、且つ部分的にはコンクリートよう壁が必要である。

○ 九頭龍川の扇状地及び氾濫原は、砂礫層地帯であり、地盤は良好である。但し諸所に(丸岡町附近)変朽安山岩の残丘が認められるが、これは風化も著しく、豪雨時などには崩壊、地すべりをひきおこすことがあるので、残丘附近の通過には注意を要する。原目附近のカット部は、変朽安山岩の風化いちじるしく、また一部角礫化しており、不規則な割れ目(10～5.0cm程度)の発達もいちじるしいため、崩壊、地すべりなどのおとり易い地点である。現在この風化土を盛土用材として使用している所もあるが、盛土用材としては、粘土質であり余り好ましくはない。これらの岩石の等級は岩Ⅰないし土砂Ⅱ程度である。足羽川までの沖積

層は扇状地性堆積物であり、砂礫より構成されており問題はない。

(6) 足羽川～今庄間

松成までのルートは東案、西案の二案が考えられている。両案ともに、トンネル部は変朽安山岩である。

東案は、田治島附近のカット部では、節理多く、風化がいちじるしいのでカットの切り取り面については、崩壊防止の措置を講ずる必要がある。トンネル北側ポータル附近は風化いちじるしく且つ角礫化作用が認められるので、ポータルの設定には、崩壊、偏圧等に充分に注意する必要がある。南側ポータルは、風化は余り強くなく新鮮な変朽安山岩が分布している。しかし、崖錐堆積物が1～1.5 mの厚さで発達しているので崖錐は除去する必要がある。

西案は、北側トンネルポータルまでは盛土であり、とくに問題はない。北側ポータルは、赤茶色に風化した角礫質変朽安山岩であり、風化の程度はかなり強く、ツルハンで掘りおこし得る程度になっている。従つて、ポータル設定には、崩壊防止の措置を充分に実施しておく必要がある。南側ポータルは岩Ⅱ程度の変朽安山岩であるが、風化の厚さは2 m程度であり、内部は新鮮な角礫質変朽安山岩である。従つてポータル位置としては良好である。

両トンネルともに角礫質の硬質変朽安山岩で、主節理の方向はN 5 0°～6 0°E、傾斜は6 0°～7 0°Nであり、掘進方向に対しては斜交しており条件は良好である。両案を比較した場合、地質上はとくにいちじるしい差異はないが、トンネル延長距離の短い点よりみれば西案が秀れているものと思われる。

松成より庄田までは、沖積層平地を通過する。この沖積層平地は、試錐資料よりみると、粘土を多少含むが主として砂礫ないし礫よりなつているので、軟弱地盤等は存在せず余り問題はない。盛土用材としては、花崗岩のマサが使用可能であり、八王子山の花崗岩のマサは特に秀れている。

庄田より下平吹間のトンネル(約1 0 0 0 m.)の北側ポータルは厚い崖錐(約層厚1 5 m～2 0 m)が広く発達しており、ポータル位置とし

ては、必ずしも良好ではない。出来るだけ奥まで突込んでポータルを設定する必要があり、崖錐の崩壊、押し出し等を充分に考慮してその防止措置を講ずる必要がある。南側ポータル附近も5~8mの崖錐が発達している。従つてこれを避けるにはポータルが山腹斜面が急になる位置まで山側に寄る必要がある。トンネル内は白灰色の硬質な石英粗面岩であり、岩質的にはトンネル掘進に良好である。但し、トンネル計画線に略略近く地形的には断層の存在が推定されるので、断層の有無については精査を実施する必要がある。

中平吹より上平吹南部のトンネルまでは、石英粗面岩(岩Ⅱ)、段丘堆積物等をカットで通過する。石英粗面岩は、チョコレート色に風化して表面はくずれ易くなっている。また東西性の小さな節理が多く発達しており、従つて、法面崩壊には充分に注意する必要がある、コンクリートよう壁が必要である。段丘堆積物のカットは、未固結であり、礫も径40cm内外の大礫が含まれているので法面の崩壊はとくにいちじるしいと思われるので、コンクリートよう壁等により保護する必要がある。トンネルの北ポータルは4m前後の崖錐が発達し、非常に不安定な崩壊しやすい地質状況である。従つてポータルは崖錐を除去することが望ましい。南側ポータルは非常に堅硬な砂岩、粘板岩の互層帯で(岩Ⅳ~Ⅴ)表土その他未固結堆積物は殆んどなく、従つてポータル位置としては良好である。トンネル内は、30cm~1m前後の節理が発達している極硬質の砂岩、粘板岩であり、節理面より多少落盤があるが特に問題はない。トンネルより今庄までは日野川の冲積氾濫原を通過するが、いちじるしい軟弱地盤等は認められない。ゆのお村附近の東斜面を一部カットするが、このカットは崖錐の発達は大抵なく、古生層砂岩、粘板岩が直接に発達する部分である。古生層は、全体に擾乱作用を受けているので、法面にはコンクリートよう壁が必要である。この附近のチャートは堅硬ではあるが、割れ目が多く全体に脆いので、骨材としては余り芳しくはないので、避けた方がよい。

5-11. 今庄-木之本間(東案)

(1) 湯尾〜上新道

本区間は、その大部分がトンネルによる。北側トンネル(藤倉山第1トンネル)は大部分非常に堅硬なチャートよりなる。チャートは、岩質的には堅硬であるが小さな割れ目の発達が多いので小角片として崩れ落ちる性質がある。南側のトンネルは、藤倉山第2トンネル両側の入口とともに粘板岩である。粘板岩は、硬質であるが、擾乱、破碎作用をいちじるしく受けているので、支保坑は、とくに注意を要する。トンネル内の岩質でチャートは、堅硬であるため、削岩には多少困難を伴なう。またチャートはいちじるしく細かい割れ目が発達し、とくに断層に接近した部分では、破碎を受け、それが水を含むと、極めて軟弱になるので崩壊、湧水などには注意が必要である。チャートは一般に層厚の変化や破碎がいちじるしいので、地表踏査だけからトンネル内部での状況を判断するのはかなり困難である。砂岩は一般に堅硬、塊状である。しかし断層、褶曲などの地質変動を受けているので、割れ目も多く落盤、落石などの頻発することを予期してその防止策を予め講じておく必要がある。本区間における地下水の湧出については詳細な資料がないが、粘板岩との互層する接触部より湧水があるものと考えられる。

本区間は略々地層走向に直交する方向を示しているが、岩石の割れ目の方向も主なものは走向方向である東西性を示すので、トンネルは大小の割れ目に頻繁に出合うものと思われる。従つて崩壊、浮石などには絶えず注意して工事を施工しなければならないであろう。

(2) 上新道〜枌の木峠〜椿坂峠附近まで

板取へのトンネル(今庄トンネル)は、チャート、砂岩粘板岩の互層帯、粘板岩層、シヤールシユタイン層が主構成岩類である。このうち粘板岩は断層運動により破碎、擾乱を強く受けていることが考えられる。とくに地層は傾斜層であるため、粘板岩の層面をすべり面として崩壊しやすくなる。これは粘板岩それ自体がすべりやすいという理由のほかに、地質変動の影響を受けやすいので、他の岩石との境界面は地下水の通路となつて風化または粘土化しやすいためである。従つて、トンネル工事

の際には、崩壊防止の措置や湧水処理のための工法を考慮しておく必要がある。

栃の木峠の西側に計画されているトンネル（栃の木トンネル）は、トンネル建設の地質条件としては、非常に不良である。即ち、この地域に於ける最大の断層である柳ヶ瀬断層にほとんど平行していることである。この断層（国鉄北陸トンネルでの板取断層に相当する）は、断層帯の巾約200m内外と思われる。即ち断層帯は全域一様に破碎されている訳ではないが、概ね200mの巾にわたつていちじらしい破碎を受け、粘土化、角礫化を受けている。幸いにして、計画線である谷の西側は、東側に比して破碎帯は少く、断層活動の影響がすくないことは明らかである。しかし、計画線が殆んど断層線と平行しており、断層の規模や、破碎帯の状態よりみて、トンネルが断層の影響を強く受けることは容易に想像される。しかも断層の傾斜は、東側より西側に傾斜していることが略々明らかであり、トンネル内に於ける影響が極めて大であることを示唆している。また現在旧断層として活動を休止しているものでも、今後活断層として断層活動が発生する可能性が、このような地域ではあり得ることであり、トンネルは活断層発生の懸念を伏在する小断層が多いことが考慮される。峠附近で沖積層を切る断層も見受けられ、これは活断層である危険が大きい。北側ポータル附近には石英斑岩の貫入があり、その附近の破碎状況は一段と激しい。一般にトンネルはできるだけ断層に対してはその巾の狭いところに選定されることが望ましく、終始断層に沿うような予定線は変更せねばならないのが原則である。その意味でもこのトンネルは、今後に残される問題が多い。

このトンネル掘進に伴つて惹起される問題をまとめると主として次のことが考えられる。(1)常時の被圧地下水の湧出 (2)構成岩石の破碎擾乱に伴う崩壊、盤膨れ、偏圧の増加 (3)粘土帯が多いため、それが湧水により流出して地山の凝聚力が失われ、切羽の短時間の自立も保てないような状態が多くおきる。(4)以上の点より支保工には多大の経費を必要とするし、全断面掘削はもちろん不可能であろう。さらに本トンネルは、地形的にみて、片勾配になるのでその点も考慮すると、トンネルの掘進

には非常に困難を伴うであろう。

中河内經由、椿坂トンネルまでは、大部分片カット、片バンクであるが計画線が柳ヶ瀬断層線に沿うため山腹斜面には、崖錐、岩屑の発達が多く更に地山も粘土帯を伴ない破碎された小さな節理、割れ目の発達もいちじるしい。従つて、法面の崩壊防止や斜面安定のための措置はとくに充分に実施しなければならないであろう。

椿坂トンネルの現計画線は、断層帯と一致しており、とくに粘板岩が多いため、橋の木トンネルとほぼ同じ条件で地質の条件は不良である。現計画線が多少断層帯をさけるためには、現位置より150m内外東側に移動させることが望ましい。

(3) 椿坂峠～木之本

この区間は、山麓部のカットが大部分で木之本附近の田上山ではじめてトンネルとなる。椿坂より柳ヶ瀬附近までは、岩屑が斜面にへばりついている。その下位の地山は、粘板岩、チャート、シヤールシュタイン、砂岩などが互層して発達する。粘板岩は、とくに破碎作用を強くうけており、その他、チャート、砂岩、シヤールシュタインも破碎作用いちじるしく、各所に粘土化帯を伴っている。又、節理、割れ目の発達も顕著であり、それらの割れ目から風化されて崩壊しやすいので、落石防止、崩壊防止などのため、法面等はコンクリートよう壁などにより充分に保護しなければならないであろう。

柳ヶ瀬附近より南は、谷の東側山麓部には、厚く崖錐堆積物が分布しており、この崖錐堆積物は未固結であり、カットの場合には、法面崩壊がおこるのであまり大きなカットは避けるべきである。カットの法面の勾配は1割2分～1割5分は必要で、法面維持は相当困難である。

田上山のトンネル(木之本トンネル)はポータル附近では、崖錐堆積物が発達しているので、(とくに琵琶湖側が崖錐が厚い)ポータルの掘進、保持には、多少困難を伴う。地山内では大部分硬質砂岩であり、小断層、破碎帯は顕著であろうが、橋の木、椿坂などのトンネルに比して、盤圧、落盤などはすくないであろう。

5-12 上新道～教賀間

(1) 上新道～教賀

上新道よりトンネルまでは、カットであるが、中に小規模な地すべり性の押し出し地帯があり（ちょうど柳ヶ瀬断層の北部延長線上に相当する）注意を要するが、これはほとんど安定しているものと思われるので、大きなカットでなければ余り問題はないであろう。

阿曾までのトンネル（南今庄トンネル）は、延長約4,000mに及ぶ長大トンネルであり地質条件は極めて重要な要素となる。

北側約1,000mは、古生層であり、粘板岩、砂岩、チャートの互層帯である。これらはいずれまでもなく長い期間にわたって、地質変動を繰り返して受けているので、随所に断層、破碎帯、擾乱帯が存在するのが普通である。とくに粘板岩は、破碎作用を受けやすく、粘板岩の面をすべり面として崩壊を頻発させる要素を多く包含している。また、それらの破碎帯は地下水の通路となるので、粘土分を流出して崩壊をひきおこすことが考えられる。チャートは割れ目の発達がいちじるしく、しかもそれが大部分破碎されているので落盤、落石などをおこすことが考えられる。北陸トンネル掘進の資料より推定するとこの間にも1m～2m内外のひん岩の貫入が数多く存在するものと思われる。ひん岩は多くは地質的には弱線部に貫入しているので、ひん岩に逐着した場合には、異常湧水、落盤、などに注意しなければならない。古生層と花崗岩との境界は地表踏査では不明である。南側の花崗岩は地表部はいちじるしい風化作用を受けていわゆるマサとなつていますが、トンネル水準までそれがおよんでいるとは考えられない。割れ目は、比較的水平的なもの60°～70°の傾斜のものが多くいわゆる節理で、節理間隔は40cm～50cmである。従つて岩質的にはトンネル掘進にとくに大きな障害となるようなことはない。しかし岩体中にひん岩の小岩脈が発達し、熱水液の影響による化学的風化（主にモンモリロナイト化）が相当進んでいる部分が介在することが予想される。その場合湧水と粘土の流出更に盤膨れ、土圧の増大等が考えられるので試錐探査ないし弾性波探査などによる精査が必要である。風化花崗岩は土工材料としては非常に良好である。

阿曾、五幡の扇状地部は、カットであるがとくに問題はない。赤崎までには三ヶ所のトンネルが計画されている。最北部の阿曾～五幡間のトンネル（阿曾トンネル）は、北半部は古生層の風化がいちじるしく、被りも厚い。南半部は、粘板岩、砂岩、チャートの互層帯であり粘板岩は破碎されていることが多く、落盤、浮き石等に注意が必要である。とくにポータル付近では風化いちじるしく、また斜面を斜に切るので偏圧の問題もある。ポータル付近は精査が必要である。五幡のトンネル（五幡1号トンネル）は、前記トンネル（阿曾トンネル）の南半部と地質構成は変わらず同ような問題があるが、距離は短い。五幡～赤崎間のトンネル（五幡2号トンネル）は、五幡側入口付近で砂岩の風化がいちじるしく断層の存在が推定される。中央部の延長（松崎附近）には岩脈の貫入がみられ、破碎されている。南口では細砂岩の風化が非常にいちじるしい。被りも厚い。現在坑口は断層を避けていると推定されるが断層帯の膨縮の程度の如何によつては、ポータルが断層破碎帯中に位置することも考えられるので、ポータルの安全を確保するための充分なる対策を講ずる必要がある。このトンネルの延長は短いが軟質部が多く、問題がある。

教賀平野までの間は、粘板岩が比較的顕著であり、モメがいちじるしい。安山岩（変質している）の貫入も多いのでこの追跡が必要である。従つてカットの場合の法面保護が必要である。崩壊は小さなくずれ程度が多いと思われる。

田結トンネル附近には石灰岩が現在採掘されており、高品位の石灰石を提供している。現ルートでは、この石灰岩体中を通過する可能性があり、これを避けて東側へ変更する事が線形の点で許容されるならば用地の買収、保障等で問題はすくなくとも思われる。

教賀の平野部は、大部分砂礫層でありとくに問題になるようなことはない。中部落附近および山泉部落附近では若干粘土をはさむ。山麓部に近いところ、扇状地のはずれは他にも粘土層が夾在することが考えられる。花崗岩地域では衣掛山のトンネルでは東案、西案ともにポータル附近のマサ化がいちじるしいので崩壊に注意する必要がある。ここでは国鉄北陸本線上り線がルーズトンネルではいつており、この中をトンネル

でくづつて抜けるのは勾配の関係で難かしいのではないと思われる。むしろ、ループトンネルの東か西へ出なくてはならないのではないかと考えられる。国鉄北陸線沿いでトンネルまでは崖錐、扇状地帯をカット及びバンクで通過するが、崖錐は軟弱であり、風化マサが大部分で中に未風化のブロックが含まれている。これらが法面の崩壊破損の原因となるので、法面の保護には十分に注意する必要がある。

深坂越えの南部のトンネル附近は花崗岩の露頭があるにしても割れ目が多い。国鉄北陸本線新深坂トンネルの資料を参照してみると、粘土帯、断層帯などがかなり顕著に発達していることが推定される。国鉄新深坂トンネルは断層に平行しているので、破碎帯の影響がいちじるしい。この深坂トンネルに略々平行する断層線が推定されるので、予定トンネル内においても、多くの擾乱帯を予測して工事を施工する必要がある。とくに国鉄のトンネル断面より道路トンネル断面が大きいので、その点にも留意する必要がある。

東案ルートと西案ルートの比較

両ルートを地質条件のみより比較してみると、東案ルートはその大部分を柳ヶ瀬断層と云う大構造線に沿っている。

道路の建設、維持等を考える場合断層線などはできるだけこれを避けるのが常識であり、その意味では東案ルートは、余り条件としては適当ではない。これに比し、西案ルートは、トンネル区間が長いことが難点であるが、トンネルは大部分、花崗岩のみよりなり、岩相変化が少ないので掘進は比較的容易である。

又、東案ルートは西案ルートに比して岩相変化がいちじるしく、工事施工に際しては西案よりも障害が多い。

以上の様な点より他の要素を考慮せず地質条件のみより比較すると、西案（敦賀廻り案）の方が秀れているものと思われる。

5-13 琵琶湖東部

(1) 塩津浜～木之本間

余呉湖南西のトンネルの西ポータル附近は、砂岩、粘板岩の互層部で

ある。崖錐は、ポータル予定位置ではすくなく2 m前後であるが、その南側斜面、北側斜面附近では4 m～7 mと崖錐が厚く発達している。これらの崖錐の発達状況よりみて、ポータル設定には、谷部を避けて背陵部の延長である現予定位置が最も妥当である。東口ポータルは粘板岩を主とし、風化(約6 m風化)して岩Ⅱ程度の比較的脆弱な岩質であるから、ポータルの崩壊等を防止するため、風化部の取扱いに注意する必要がある。トンネル内は、硬質(岩Ⅳ)の砂岩、粘板岩で主節理の方向は約N 50°Eと推定される。落盤等が節理面よりおこるがいちじるしい偏圧や出水などはないであろう。余呉湖南東部のトンネルは、西ポータルは、崖錐がやや厚く(約4～5 m)被覆しているので、崖錐の処置に注意する必要がある。東ポータルは、岩Ⅳ～Ⅴの非常に堅硬なチャート質な粘板岩である、40 cm内外の節理がいちじるしく発達しているので、節理面よりの崩壊に注意する必要があるが、ポータルの予定地としては良好である。トンネル内には、小さな断層擾乱帯は発達するものと思われるが、工事にとくにいちじるしい障害となるような断層や破碎擾乱帯などは存在しない。

(2) 木之本～石田間

本区間は、虎姫山、脇山西麓部のカット以外は、全予定線が沖積層平地部をバンクで通過する。

この沖積層地帯は、高時川、姉川の周縁部は河床氾濫原であり、礫層の発達が想定されるが、他の大部分については、砂、礫、泥等が発達しているものである。この区間については多少とんどボーリング等により基礎地盤の性状を把握する必要があるが、特に問題になるようなことはない。

虎姫山西麓のカットは、風化した地表部は岩Ⅱ、新鮮な内部は岩Ⅱ程度の粘板岩を主とし、水平に近いフラットな節理が発達している。全体としてくずれ易く、法面勾配は50°以下が妥当である。別所付近に粗粒砂岩の発達が有り岩Ⅰ～Ⅱ程度の堅さであるが、盛土用材として使用可能である。

(3) 石田～名神高速道路

本区間のルートは北案と南案の二案が現在検討されている。

北案は坂ノ下附近でカットであるが、岩石は粘板岩、砂岩の互層帯で粘板岩は、千枚岩質の部分もあり、破碎作用（破碎帯幅約13m）がいちじるしく、断層も多く、法面の崩壊ははなはだしいものと思われる。現道法面70°で法尻には多くの崩壊物を貯めて不安定である。従つてカットには、とくに注意が必要である。トンネルの西ポータル付近は、岩Ⅱの比較的堅い輝緑凝灰岩であり、良好である。東ポータルは、崖錐が厚く発達しているので、崖錐の崩壊に注意が必要である。基盤は岩Ⅰ-Vの非常に堅い輝緑凝灰岩であり問題はない。トンネル内は輝緑凝灰岩が大部分である。一部角礫化して脆くなっていることがあるが、とくにいちじるしい障害はない。しかし輝緑凝灰岩は、水を含むと粘土質になるので、トンネル内の排水については、予め措置しておく必要がある。トンネル通過後山室までの山麓カットは、チャート部では、チャートが5cm~15cm内外のいちじるしい節理が発達して脆く、砕け易いので、余り大きな切り取りは危険である。とくに節理面に粘土等がはさまれていてそれを滑剤として崩壊、落石等を頻発させるので、注意を要する。チャート部のカットにはコンクリートよう壁が必要である。山室より南へは、ルートは断層破碎帯に沿つて通過している。この破碎帯の状況は、主に黒色粘板岩が千枚岩質な状態になり、岩Ⅱ、Ⅳの堅硬な部分と、粘土質な破碎部とが入り込んでいる。現道法面は55°で不安定な状態を示している。

南案では、菅江間のトンネルで北側のトンネルの北ポータル付近は2~4mの崖錐が発達するので、崖錐部をオープンで突込んでポータルを設定するのが望ましい。南ポータルは輝緑凝灰岩の岩Ⅰ-Ⅳ程度であり、ポータルとしては良好である。南側のトンネルの、北ポータルは岩Ⅳ程度の輝緑凝灰岩であり問題はない。南ポータルも岩Ⅳ~Ⅴの非常に堅硬な粘板岩であり問題はない。両トンネルともに、掘進方向は、地層の方向に（主な節理、割れ目の方向も含めて）直交ないし斜交しており、トンネル掘進の条件としては良好である。トンネル通過後山室まではとくに問題はない。山室より南部のトンネルのポータル付近は風化して粘土

質な粘板岩であり、貝殻状に剝離するような軟い岩質であり、従つて、ポータルの設定には崩壊等を十分に注意する必要がある。南側ポータルは、崖錐の発達があり、崩壊、押し出し等要注意しなければならない。トンネル内掘進に際しては、予定線の西側に沿つて、断層が発達しており、この断層の影響は避けられないものと思われる。従つて、偏圧、とくに側壁、地盤の膨張（盤ぶくれ）等がいちじるしいものと思われるので、支保工を完全に施し、且つ巻厚も7.0cm前後が必要かも知れない。

両案を比較した場合、山室までは、両案ともにいちじるしい違いはないが、北案ではポータルの崖錐の状態が南案に比して不良であり、且つカットが多く、カット部の条件は必ずしも良好ではない。南案はトンネル延長が長い欠点はあるが、トンネルについては良好であり、カット部も少なくないので、南案が地質の条件としては良好である。山室より南については両案ともに断層破碎帯に平行しており、地質状態は不良であるが、南案よりの延長ルートが、断層破碎帯の影響はすくないものと思われる。以上の結果よりみて南案ルートが秀れているものと判断する。

谷部に出てからの山の東麓のカットは、いちじるしい崖錐の厚層部に相当しており、現道の法面も、随所に地すべり、崩壊が認められる。従つて、この東麓のカットは避ける方がよい。むしろ西側の山麓は、崖錐もすくないので、線型が許容されるならば、西側を通過するようにした方がよい。

多和田附近より南は、盛土地域であるが、とくに問題はない。天野川の架橋地点は、この川の蛇行の状態より推定して、泥質物の堆積が想定されるので、基礎地盤の地耐力をボーリング等によつて調査する必要がある。

国道21号線の南のインターチェンジ予定地附近は、西側山麓は風化した岩〜Ⅱ程度の輝緑凝灰岩である。東側山麓は暗灰色で風化して赤茶色を呈するチャートよりなり、1.0m内外の節理がいちじるしく発達している。平地部については、詳しい資料は現在の所集めることが出来なかつたが、砂礫層の発達は余り地形的にみて期待出来ないのではないと思われる。従つて土木構造物の建設には、更にボーリング等による詳

細な地質調査を実施する必要がある。

5-14 琵琶湖西部

塩津街道より黒山間は、古琵琶湖層のカットが大部分であるが、このルートでの古琵琶湖層は、砂層が卓越しており、中に角礫を含有することがあるが、岩Ⅰ～Ⅱ程度であり、法面勾配45～50°で、概ね安定である。しかし、風化作用には弱いので、時間の経過に比例して法面は崩壊性を増すので、法面保護のために植生工等を施す必要がある。黒山～野口間のトンネルは東側ポータルが粘土を多少伴う古琵琶湖層であり、崩れ易いので、ポータルの保持には充分に注意すべきである。西側ポータルは、非常に堅硬な砂岩（岩Ⅳ）であり、節理の発達はいちじるしいが、落盤さえ充分に注意すれば、ポータルの位置としては問題はない。トンネル内は東半部は花崗岩であり、多少マサ化してくずれ易いものと思われるが、ほとんど障害となるようなことはない。西半部は、堅硬な砂岩を主とし、それにチャートが含まれる。非常に堅いので、削岩作業に多少時間がかかる程度で、むしろトンネルの掘進、保持には良好な地質条件と推定される。

野口より知内川までは一部古生層の粘板岩、砂岩等をカットするが、粘板岩は風化して頁岩のような状態を示すこともあり、カットの切り取り面は、不安定な状態を示す。法面勾配は45°前後としてそれよりも急な勾配はさけるべきである。知内川より今津町附近までは、沖積層及び扇状地面上的の通過であり、地盤としてはとくに問題はない。今津町より安曇川間は古琵琶湖層の（岩Ⅰ～Ⅱ）粘土、砂、礫よりなる斜面をカットするが、比較的締っており余り問題はない。しかし古琵琶湖層の粘土については盛土用材として不適当な部分が稀に出るのでこれを無条件で使用することは避けるべきである。

以後勝野までは、沖積層平地であり、安曇川、鴨川の氾濫原である。大規模な軟弱地盤は発達しないものと思うが、一応ボーリング等による調査を2～3本する必要がある。勝野附近のトンネルは、ポータル附近では崖錐の発達がすくなく、直接に花崗岩になるが、花崗岩は10m以上に亘つてマサ化しているので、支保工を充分に行なう必要がある。トンネル内部

では花崗岩は新鮮堅硬になる。

幾川より南船路間は、大部分扇状地堆積物上をカットで通過するが、ほとんどカット面も小さくて済むものと思われるし、扇状地堆積物も大部分花崗岩のマサであり、問題はないものと思われる。北小松附近に残る残丘状の古生層は、千枚状を呈する粘板岩であり、現道法面は 50° で法尻崩壊がいちじるしいので、古生層の残丘部については、法面勾配は 45° 以下とすべきである。

南船出より坂本間は古琵琶湖層をカット及びバンクで通過することになるが、通過する古琵琶湖層は大部分岩Ⅱ～Ⅲの締つたシルトを主とする互層帯であり、比較的崩壊性はすくなく問題はない。但し現ルートを更に山側に寄せると、砂、シルトの互層が相半ばしており、崩壊性がいちじるしくなるのが予想されるので、現ルート予定線附近が最良と考える。この古琵琶湖層堆積物は、盛土用材として使用するには比較的良好である。

坂本附近より大津間は花崗岩山地の麓部のカットであるが、花崗岩は風化してマサとなつているので、余り大きなカットは避けるべきであるが、他には問題となるようなものはない。大津市西方のトンネルは、堅硬な砂岩、粘板岩等よりなり一部輝緑凝灰岩が発達する。トンネルのポータルは北側に多少崖錐が発達しているが、この崖錐がポータル設置の障害とはならない。南側ポータルは堅硬な岩Ⅳの岩石が露出しており、崩壊とか偏圧の増大等はなく比較的良好である。

5-15 石川・福井県境比較線

本調査域に於ける地質工学的問題をまず考察し、次いで従来の計画線（第Ⅰ案と仮称す）と、今回の計画線（第Ⅱ案と仮称す）とを比較検討することにする。

北部の丘陵で計画線の基盤地質は、新第三紀橋立累層の凝灰質岩、凝灰質砂岩等より構成されており、 20° Nの緩傾斜を示している。この橋立累層を被覆して塩屋砂層が発達している。

従つて、この丘陵部の通過は問題がない。丘陵部より沖積低地に出る付近は、比高40m前後あり、急斜面をなしているので、斜面安定に注意す

る必要がある。橋立累層は堅硬な岩石であり、法面保持には余り問題はないが、層理面より地下水の滲出があり、地下水によつて、長時間の間には、法面が破損されることも考慮される。従つて、水抜き孔の設置や法尻側溝の設置等に考慮を払う必要がある。大聖寺川の氾濫冲積低地は、砂丘の後背湿地として軟弱地盤の発達が推定される。従つて、ボーリング等により、軟弱地盤の詳細を把握し、高架等の建造物の施工に対しては充分なる工法を執る必要がある。大聖寺川の架橋地点は、砂泥の発達多く、砂礫は余り堆積していないものと思われるので、橋脚の基礎に対しては、ボーリング、現場試験、室内試験等を実施して、その詳細を把握する必要がある。

○ 橋より奥谷附近までは、丘陵麓部のカットが多いが、カット部は比較的堅硬な大聖寺累層上部の砂岩層より構成されており、比較的良好な地質状態にある。しかし、西側斜面のカットでは、下部層の礫灰質層が、風化に弱く、現露出面でもいちじるしく、風化して軟質となつている。従つて法面の保護のためにはり芝などを施す必要がある。

国鉄北陸本線のトンネル附近は最上表面に発達する塩屋砂層中に地すべりが多く発達しており、注意を要する。本層は未固結堆積物であり、現在安定状態にあるように見える部分でも、これをカット等すると、急激に不安定な状態に移化して、地すべりなどをひきおこすような性状になるものと思われる。

従つて、本域では、地すべり防止工を充分に考慮して計画施工する必要がある。

○ トンネル付近より南部は、権世付近までは、大部分、塩屋砂層のカットと、畝市野々、懸坂の冲積低地のバンクで通過する。

塩屋砂層の下金屋附近においてみられるものは、水を含むと、非常に粘性を帯びた性状を示し、いわゆるベトベトの軟弱な粘土となつている。従つて、地下水の処理、法面の雨裂地すべり等による破損を防止するため、芝ないしは一部モルタル吹きつけ等を実施する必要があるものと思われる。以上のような点より塩屋砂層の一部（特に下金屋附近より南部に発達するもの）については、盛土用材としては、不適当な場合もあるものと思われる。前記冲積低地はその分布状態よりみて、溺れ谷的要素が強く、泥質層、

砂層の発達が想定されるので、かならずしも地盤状態は良くない。これらについては、ボーリング等より地盤の性状を調べ地耐力の調査を実施する必要がある。

権世より坪江間は、大部分バンク区間であり、南縁の福井平野に出る部で一部トンネルとなる。鎌谷附近の段丘堆積物は、中にくされ礫を含み多少粘土性を帯びているので骨材、盛土用材として不適当な部分もある。

後山北西部のカット部は、急斜面であり、大きなカットになる可能性が強く、従つてカット面が不安定になるので、現計画線を多少東に移動させて低地部を通過するようにした方がよい。トンネル部は、岩ⅠⅡ内外の堅い凝灰岩であり、ポータル附近は、崖錐、表土等の未固結物は殆んどないので、ポータルの保持、岩盤の掘削ともにとくに問題はないものと思われる。

両案の比較

第Ⅰ案の場合、既に前でも触れたように、砂丘部より低地へ出る場合、砂丘の膠結度の程度、安定勾配のとり方、砂丘の比高よりみて非常に困難な工事になることが予想される。

第Ⅱ案の場合は、第三紀層の地点であり崩壊等はおこらないので第Ⅱ案が秀れている。

沖積低地については、両案とも特に優劣はない。

次いで坪江附近までの両案については主な点を比較すると下表のとおりとなる。

	第Ⅰ案	第Ⅱ案
トンネルの状態	とくに不良な点はない。ポータル附近崖錐厚し。偏圧、崩壊に注意。	比較的良好である。崖錐等の発達ほとんどなし。
地すべり状態	地すべりは少ない。	地すべり地多し。
構成岩相の状態	両案ともとくにいちじるしい相異は認められない。	

以上のように両案を比較した場合、北部の丘陵部の処理と軟弱地盤の通過の点では第Ⅱ案が第Ⅰ案に比して優れているものと思われる。第Ⅱ案の場合、北陸本線と交叉する附近の地すべり地の処理の問題があり、十分調査すべきである。（除去してしまうのも一案である。）第Ⅱ案の施工の場合、この地すべり地域の処理について不安が残るものと思われる。

地形条件、地質条件、路線長の距離等を総合的に判断する場合、第Ⅱ案が計画案としてどちらかと云えば良好と思われる。

（注） 岩石の硬軟による分類

これは、国鉄の土砂切取分類の一部を引用したものである。

土 砂：Ⅰ………切崩しの作業中、崩壊し易く、一部ショベルだけで取る事ができるもの。

Ⅱ………ツルハシで切崩す事ができ、ある程度まで垂直に取ることができるもの。

Ⅲ………ツルハシだけでは困難で、時には石工、または発破を必要とするもの。

岩 石：Ⅰ………ツルハシで掘り起す事のできる程度のもの。

Ⅱ………一部ツルハシを使用し、一部はダイナマイトを使用するようなもの。

ダイナマイトの使用量 80 gr/m³ 程度。

Ⅲ………全部ダイナマイトが必要なもの、ダイナマイトの使用量 120 gr/m³ 程度。

Ⅳ………ダイナマイトの使用量 160 gr/m³ 程度

Ⅴ………ダイナマイトの使用量 200 gr/m³ 程度

Ⅵ………ダイナマイトの使用量 240 gr/m³ 程度

あ　と　が　き

これまでのべてきた地質的問題の報告はあくまで短期間に行った概査にすぎない。これから精査しなければならない点も多いが、一応、北陸自動車道計画線附近の地質的、土木地質的問題点を指摘したつもりである。

この地質調査は国際航業株式会社が主として行い、土木研究所が監督、補足、まとめを行った。新潟-長岡間については石油資源開発株式会社の資料と教示によるところが多い。このほか、機関としてあるいは個人的に資料の提供や御指導を受けたものが多い。下記に記して感謝する次第である。

新　潟　大　学	西　田　彰　一	教　授
	茅　原　一　也	助教授
	津　田　采　粒	助教授
	島　津　光　夫	助教授
	吉　村　尙　久	講　師
富　山　大　学	白　井　建　裕	講　師
	藤　井　昭　二	助教授
	紺　野　義　夫	教　授
金　沢　大　学	山　田　一　雄	講　師
	藤　　　則　雄	講　師
	塚　野　善　蔵	教　授
福　井　大　学	三　浦　　　静	助教授
	三　浦　　　静	助教授
京　都　大　学	亀　井　節　夫	助教授
	石　田　志　朗	助教授
国　際　キ　リ　ス　ト　教　大　学	杉　山　　　明	学　生

建設省北陸地方建設局企画室

"

"

建設省近畿地方建設局企画室

"

"

富山県商工労働部

福井県

新潟県

高田国道工事事務所

黒部工事事務所

富山工事事務所

福井工事事務所

金沢工事事務所

敦賀国道工事事務所

工 欽 業 課

"

企 業 振 興 課

6. 参 考 文 献

1. 榎 山 次 郎 : 日本地方地質誌「中部地方」……朝倉書店 1962
2. 松 下 進 : 日本地方地質誌「近畿地方」…… ” 1962
3. 地質調査所 : 50万分の1地質図「金沢」…………… 1958
4. 新 潟 県 : 20万分の1新潟県地質図および説明書… 1962
5. 富 山 県 : 20万分の1富山県地質図…………… 1957
6. 石 川 県 : 20万分の1石川県地質図…………… 1951
7. 福 井 県 : 20万分の1福井県東尋坊松島地区地質
調査報告書 1955
8. 滋 賀 県 : 20万分の1滋賀県地質図…………… 1954
9. 野沢保,坂本享 : 5万分の1地質図幅「五百石」および同説明書
……………地質調査所 1960
10. 坂 本 享 : 5万分の1地質図幅「富山」および同説明書
……………地質調査所 1963
11. 坂本享,野沢保 : 5万分の1地質図幅「八尾」および同説明書
……………地質調査所 1960
12. 井上正昭,水野篤行,野沢保 : 5万分の1地質図幅「城端」
および同説明書……………地質調査所1964
13. 今 井 功 : 5万分の1地質図幅「金沢」および同説明書
……………地質調査所 1959
14. 磯 見 博 : 5万分の1地質図幅「近江長浜」および
同説明書……………地質調査所 1956
15. 藤 井 昭 二 : 表層地質図「富山」および同説明書……………
富山県 1962
16. 藤 井 昭 二 : 表層地質図「黒東」および同説明書……………
富山県 1963
17. ” : 表層地質図「魚津」……………富山県 1964
18. 石油資源株式会社 : 新潟,長岡地区地質図(1/5万) 年代不明
19. 北陸農政局 : ” ショトホールログ柱状図 ”
20. 紺 野 義 夫 : 北陸の新第三系……………化石 7 1964

21. 中西信弘；他2名：北陸地方新生代，火山噴出物中の
火砕流堆積物……火山 Vol. 18, № 3 1963
22. 藤田博志：新潟県西頸城郡，古生代青海石灰岩及び
その周辺地域の地質……東北大，地質，古生物研究報告1958
23. 歌代勤他：高田平原の第四紀層について……新潟大学，
高田分校紀要 № 5, 1960
24. 高田平原団体研究グループ：高田平原北部の第4系……
新潟大学，高田分校紀要 № 9, 1964
25. 歌代勤：新潟県刈羽郡，黒姫山の地質（そのⅠ）（そのⅡ）
……新潟大学教育学部紀要 vol. 7, № 1, № 2, 1957
26. Utashiro, T: Geological and Palaeontological Studies
on Japanese "Pecten pecthami" …… Mem of
Takada Branch, Niigata Univ. № 8, 1963
27. 石橋繁二郎：新潟県刈羽郡隔町地域の地質……新大理進論 1961
28. 大西淳：新潟県刈羽郡鵜川村，野田村地域の地質
……新大理進論 1954
29. 中野輝也：八石背斜地域の地質について……新大理進論 1954
30. 佐藤道隆：米山地質……火山 vol. 19 年代不明
31. 大草重康他：新潟県西頸城郡名立町附近の段丘面と
洪積世火山灰（ローム）層……地質雑 vol. 70
№ 828, 1964
32. 姫川団体研究グループ：糸魚川—静岡線北部にそつ地帯の第3紀層
地質雑 vol. 64, № 756, 1958
33. 紺野義夫，他2名：北陸東部の新第三紀地史に関する一試論
……榎山次郎教授記念論文集 1961
34. 池辺展生：富山県西部及石川県東部の第三紀層……地学
vol. 1, № 1, 1949
35. 藤則雄：富山県射水平野における沖積統の花粉学的研究
……地質雑 vol. 71, № 833, 1965
36. 富山県：富山県庁商工労働部鉱工業課資料……年代不明

37. 三 浦 静 : 石川県橋立丘陵の海成洪積層について
福井大学学芸学部紀要Ⅱ Ⅻ7, 1959
38. " : 福井県加越台地の地質(第1報).....
福井大学学芸学部紀要Ⅱ Ⅻ7, 1957
39. 石川県地学教育連絡会: 加賀南部の地質(解説と案内).....
「石と川」普及シリーズ Ⅻ4, 1959
40. 紺 野 義 夫 : 加賀平野のなりたさと構造(平野とその周縁
における第4紀の諸問題)..... 1964
41. 石川地学, 地理学会: 金沢市の地形, 地質..... 1957
42. Y. KASENO : Geology of Southern Noto Peninsula,
Central Japan, with Reference to the
Cenozoic History
Sci. Rep. Kanazawa Univ, vol. 8, Ⅻ2, 1963
43. 市川渡, 紺野義夫, 山崎正男: 福井県東尋坊松島地区地質調査
報告書..... 1961
44. 小林英夫, 他7名: 飛弾変成帯北縁の八尾町南方に分布する
花崗岩類の構造...地質雑, vol. 62 Ⅻ725 1956
45. 川 原 恵 : 比良花崗岩..... 京大卒論 1964
46. 土木学会編 : トンネルと掘削工法 1959
47. 宮崎政三, 高橋彦治: トンネル技術者のための地質学 山海堂
48. 福 井 県 : 福井県水理地質図 1965
49. 農地の地盤沈下: 近畿地建 1965
50. 池 田 和 彦 : 北陸トンネル板取附近総合地質調査報告
.....鉄道技術研究所速報 1958
51. 高橋彦治, 白井慶治: トンネルの地質とその工学的解釈
.....鉄道技術研究報告, Ⅻ74, 1959
52. 高 橋 彦 治 : トンネル湧水に関する応用地質学的考察
.....鉄道技術研究報告, Ⅻ279, 1962
53. 建設省, 高田国道工事事務所: 直江津バイパス土質調査報告書...1963
54. " : 柿崎土質調査報告書 1963

55. 建設省計画局・富山県：富山県射水地区の地盤…………… 1963
56. 建設省・黒部工事事務所：布施川橋地質調査報告…………… 1960
57. " ：前沢橋地質調査報告…………… 1960
58. " ：片貝大橋架設箇所地質調査報告… 年代不明
59. " ：早月大橋架設地点地質調査報告…… "
60. " ：地質調査及び透水調査報告…………… "
61. " ：富山県城山隧道地質調査報告…………… "
62. " ：富山県城山隧道第2次地質調査報告 "
63. " ：新瀉県・親不知地表地質調査報告… "
64. " ：宮崎一月山道路地質調査報告…………… "
65. " ：新瀉県・親不知地区土質調査報告… "
66. " ：天候隧道附近地質調査報告…………… "
67. " ：富山県・泊～宮崎地区地質調査報告 1963
68. 建設省，富山工事事務所：太田橋地質調査報告…………… 年代不明
69. 石 川 県 ： 金沢、小松地区地下水等調査報告書……………1963
70. " ： 金沢港を中心とした地域の地下水および
 地耐力調査書 1964
71. Fuji,N : Palynological Study on the Alluvial Peat
 Deposits from the Hokuriku Region of
 Central Japan (part I) Inst Earth Scie.
 Fdu. Kanazawa Uni ,1964
72. 野 間 泰 二 ： 福井県九頭龍川左岸（福井市）地区浅層地質
 調査報告（主として電気探査による判断）… 年代不明
73. 建設省，福井工事事務所：福井バイパス地質調査報告書…………… 年代不明
74. 福 井 県 ： 福井県庁商工労働部鉱工業課ボーリング資料… "
75. 鈴 鹿 恒 茂 ： 福井県南条郡今庄町，南条村珪石鉾床
 調査報告書（第1集）… 1963
76. " ： 福井県南条郡今庄町，南条村珪石鉾床
 調査報告書（第Ⅱ集）… 1964
77. 建設省，福井工事事務所：下金屋地一地質調査および対策設計報告書 1963

56. 建設省・黒部工事事務所：布施川橋地質調査報告…………… 1960

57. " : 前沢橋地質調査報告..... 1960

58. " :片貝大橋架設簡所地質調查報告… 年代不明

52 // : 早月大橋架設地点地質調查報告…… //

60 // : 地質調査及び透水調査報告…………… //

61. // : 富山県城山隧道地質調査報告…………… //

62. // : 富山県城山隧道第2次地質調査報告 //

63. // : 新潟県，親不知地表地質調査報告… //

64. " : 宮崎一月山道路地質調査報告…………… "

65. // : 新潟県・親不知地区土質調査報告… //

66 // :天陰隧道附近地質調查報告..... //

67 # : 富山県・泊～宮崎地区地質調査報告 1963

68 建設省，富山工事事務所：太田橋地質調查報告……………年代不明

69 石 川 県 : 金沢・小松地区地下水等調査報告書……………1963

70 Ⅱ : 金沢港を中心とした地域の地下水および

地耐力調査書 1964

71. Fuji, N : Palynological Study on the Alluvial Peat

Deposits from the Hokuriku Region of

Central Japan (part I) Inst Earth Scie.

Fdu. Kanazawa Uni, 1964

72. 野間 泰二：福井県九頭龍川左岸（福井市）地区浅層地質

調査報告（主として電気探査による判断）… 年代不明

73. 建設省・福井工事事務所：福井バイパス地質調査報告書……………年代不明

74. 福 井 県 : 福井県庁商工労働部鉦工業課ボーリング資料… //

75. 鈴 鹿 恒 茂 : 福井県南条郡今庄町, 南条村珪石鉱床

調査報告書(第1集)… 1963

76. // : 福井県南条郡今庄町，南条村珪石鉱床

調査報告書(第Ⅱ集)… 1964

77. 建設省・福井工事事務所：下金屋地之地質調査および対策設計報告書 1963

76. 建設省・土木研究所：北陸縦貫高速自動車道路設置計画線
に対する地質および地すべり調査報告書 1963
79. 建設省・土木研究所：国土開発縦貫自動車道，中国および
国土地理院 九州自動車道地質調査報告書……… 1964
80. 日本横断運河地質調査報告 …………… 1964