

地質調査所報告 第206号
九州におけるダムサイト基盤の
地質学的研究

地質調査所

昭和39年8月

地質調査所報告

所長 齊藤正次

九州におけるダムサイト基盤の地質学的研究

通商産業技官 稲井 信雄

目 次

要 旨	1
I. 緒 言	1
II. 九州における河川流路の地形学的・地質学的解析	2
II. 1 地帯構造と河川の方向性	4
II. 2 主要河川の地質	7
II. 2. 1 耳 川	8
II. 2. 2 球磨川	9
II. 2. 3 筑後川	12
II. 2. 4 五ヶ瀬川	16
II. 2. 5 一ツ瀬川	18
II. 2. 6 大淀川	19
II. 2. 7 川内川	21
II. 2. 8 屋久島	23
II. 2. 9 緑 川	25
II. 2.10 大野川	26
III. ダムサイト基盤の地質	27
III. 1 ダムサイトと段丘堆積物	28
III. 1. 1 一ツ瀬川戸崎地点	28
III. 1. 2 大淀川第一ダム予定地点	29
III. 2 ダムサイトと断層	29
III. 2. 1 川内川新川内川ダム地点	29
III. 2. 2 五ヶ瀬川水系網ノ瀬川ダム地点	32
III. 2. 3 一ツ瀬川大河内ダム地点	33
III. 2. 4 筑後川久世畑ダム	33
III. 3 ダムサイトと地すべり・山崩	35
III. 3. 1 大分県湯山発電所災害隧道の地質	37
III. 4 ダムサイトの風化	39
III. 4. 1 花崗岩類の風化	39
III. 4. 2 その他の風化・侵食	45
III. 4. 3 五ヶ瀬川亀ヶ崎ダムの比較案について	45
III. 5 ダムサイト基盤の岩質	47
IV. 結 論	49
文 献	49
Abstract	
Plates I~VIII	

九州におけるダムサイト基盤の地質学的研究

通商産業技官 稲井 信雄*

要 旨

九州地方における主要河川に建設中および計画中のダムは治水、利水などを兼ねたいわゆる多目的ダムであるが、これらダムサイト地点の地質学的研究の結果、河川の流路はそれぞれの地域における地形・地質とその地質構造によって方向性があり、ダムサイト基盤は基盤岩中の断層、地すべり、風化、岩盤の軟弱、透水性等によって、その良否が決定づけられるものであることが明らかになった。よって九州における包蔵水力の大きい耳川・球磨川・筑後川など 10 大河川をえらび、その流域の地質とダムサイト基盤地質について問題視される点を検討してみた。すなわち剥理性にとむ頁岩・粘板岩、耐久性に乏しい泥熔岩、崩壊性のある火山岩類は段丘堆積、崖錐堆積を作りやすく、断層が堆積岩におよぼす影響は湧水・漏水の導火線となり、地すべり、山崩は水の滑動材となり運動を起す場合が多い。以上のほかに岩石の風化現象に伴ない崩壊性、または九州の特殊地質と考えられている阿蘇泥熔岩、霧島火山を中心として広く分布するシラス等に対するダム地質の岩質、漏水、荷重等について研究を行った。

I. 緒 言

エネルギーとしての水は重要な循環資源であり、その需要は将来ますます増大することが予想される。このような情勢において、この水資源を適格に把握し、合理的に開発利用しなければならないことはいうまでもない。この水資源を涵養して有効に利用するダムは科学技術の進歩と相まって、利水・治水の面から多目的ダムと発展し、ますますその規模は大きくなってきた。それと同時に、その基盤地質に関する研究は活発に、しかも計画的に行なわれ、現在もその努力は続けられている。

幸い水資源開発のために、その基盤資料として、明治 43 年頃から水力調査が始められ、続いて大正・昭和の時代となって産業の急激な発展にともない、ダム建設が活発に行なわれ、調査も第 2 次、第 3 次と河川を総合利用する見地から進められてきた。そして第 4 次包蔵水力調査は通商産業省において昭和 31 年から 4 カ年計画で、全国各河川に対し画一的な調査方法を設けて実施された。そして今回の第 4 次調査から地形学的・地質学的な面からの検討考察が重要な要素にとり入れられた。

本編は筆者が 1953 年以来、上述の計画により、九州地区全域にわたって行なわれたダムサイトの地形学的・地質学的調査部門を担当する機会を得て、野外調査の進展によって得た資料、および地質調査所員の協力を得て収集した資料をもとにして、ダムサイト基盤の地質学的問題点を指摘し、総括的にダムサイト基盤地質のあり方を究明しようとしたものであって、九州地方のダムサイト基盤地質の研究の一助にしたいと考えたものである。

九州における主要河川ダムサイト計画地点の地質調査研究の結果、各河川の流路は、それぞれの地域における地形・地質とその地質構造によって方向性があり、ダムサイト基盤は基盤岩中の断層、地すべり、風化、堆積岩盤の軟弱、および透水性によって、ダムサイト基盤の良否が決定づけられるものであることが明らか

* 大阪駐在員事務所

になった。そこで本編では九州地区 10 大河流域の地質を述べ、これら河川の計画地点または既設地点における問題点を示して、その適否を検討してみた。

謝 辞

本研究をなすにあたって、あらゆる点から懇篤な御教示、有益な御助言、御批判をいただき、本研究の発表の動機を与えられ、かつその内容を検討して下さい九州大学理学部地質学教室富田達教授・松下久道教授・松本達郎教授に謹んで感謝する。

なお、しばしば野外調査をともにし、かつ調査資料を供与された、福岡通商産業局、および福岡における地質調査所の各技官から種々の援助が、この研究にあずかって力があつた。

II. 九州における河川流路の地形学的・地質学的解析

地表に降った雨の一部は蒸発し、一部は地下に滲透して地下水となるが、その大部分は流流水の形で重力によって流動し、地表の傾斜に沿って、重力的な安定基準面を海水面に求めて流下する。このとき地表は流水の作用によって彫刻され、ここに谷が生ずる。谷はこの流水の不断の侵食によって拡大され、その運搬沈

発電水力調査書(第四次)計画地点概要
昭和 35 年 3 月現在
通商産業省公益事業局編

第 1 表 九州管内包蔵水力表

番号	県 名	水 系 名	包蔵水力 (kW)	既 開 発 (kW)	開発率= $\frac{\text{既開発水力}}{\text{包蔵水力}}\%$	未 開 発 (工事中を含む)
1	大 分	駅 館 川	11,300	2,538	22	8,762
2	"	大 分 川	91,450	46,190	50	45,260
3	"	大 野 川	141,264	37,464	26	103,800
4	宮 崎	五ヶ瀬川	279,375	80,875	28	198,500
5	"	耳 川	363,280	212,880	58	150,400
6	"	名 貫 川	11,700	630	5	11,070
7	"	小 丸 川	61,520	61,520	100	—
8	"	一 ツ 瀬 川	263,900	35,500	13	228,400
9	"	大 淀 川	210,670	89,740	42	120,940
10	"	清 武 川	200	200	100	—
11	"	広 渡 川	16,100	280	17	15,820
12	"	福 島 川	8,050	385	4	7,665
13	鹿 児 島	安 楽 川	7,500	—	0	7,500
14	"	菱 田 川	9,570	5,870	61	3,700
15	"	肝 属 川	2,820	2,820	100	—
16	"	雄 川	8,300	8,300	100	—
17	"	本 域 川	9,200	3,000	32	6,200
18	"	天 降 川	64,790	13,015	20	51,775
19	"	綱 掛 川	195	195	100	—
20	"	別 府 川	2,704	104	3	2,600
21	"	思 川	190	109	100	—
22	"	籥 荷 川	500	500	100	—
23	"	甲 突 川	295	295	100	—
24	"	万ノ瀬川	5,302	1,402	26	3,900
25	"	神 之 川	530	530	100	—

積作用によって堆積を行ない、新しい地形を作りだす。流水は下流に至るにしたがって次々と相集り、その流量を増して海に注ぐ。

元来、河川には2つの本質的な要素が含まれる¹²²⁾。その1つは流水の存在であり、他の1つは流水の流下する谷の存在である。さらに前者は水量・流速などに、後者は平面・横断面・縦断面に分析して考察することができる。しかし前者についての研究は、従来から少数の河川を除き、その資料を欠き、総括的に論ずることが困難である。これに対し、後者の谷に関しては、幸いほとんど全国にわたり精密な地形図があり、多くの研究資料が得られる。

九州における水資源が豊富に確保されていることは、全国的にみて、おおむね混潤で多雨であるという地理的環境によるものであることはいままでもないが、これと同時に水資源を涵養する河川流域の地形・地質にも深い関連があると考えられる。よって九州地区の河川流路の地形・地質を

1. 九州の地帯構造¹³¹⁾と河川の方向性
2. 主要河川の地質

に分けて記述すると次のようである。

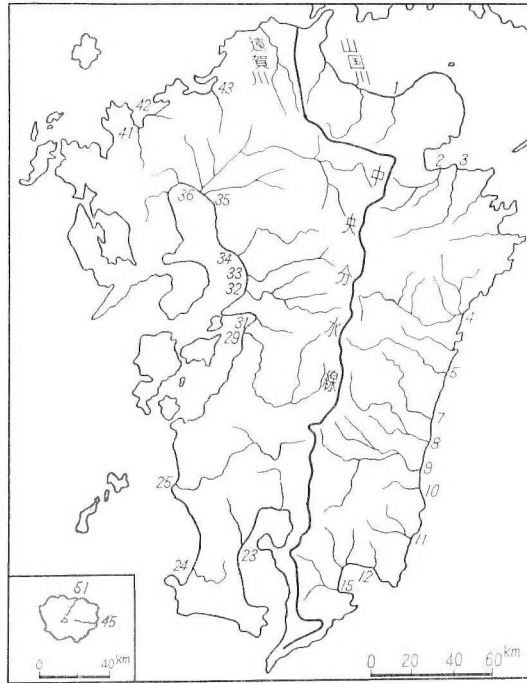
なお、ここで主要河川と呼んだものは、便宜上包蔵水力調査¹³⁴⁾¹³⁵⁾の結果、得た順位によって、その中の10大河川を選んだものである(第1表、第2表)。

第 2 表

番号	県 名	水 系 名	包蔵水力 (kW)	既 開 発 (kW)	開 発 率 = $\frac{\text{既開発水力}}{\text{包蔵水力}} \%$	未 開 発 (工事中を含む)
26	鹿 児 島	川 内 川	205,300	31,100	15	174,200
27	"	米 津 川	6,900	—	0	6,900
28	"	水 俣 川	4,300	—	0	4,300
29	熊 本	球 磨 川	323,120	98,490	30	224,730
30	"	大 宮 地 川	124	124	100	—
31	"	氷 川	6,300	—	0	6,300
32	"	緑 川	155,100	34,080	21	121,020
33	"	白 川	102,800	35,200	34	67,600
34	"	菊 池 川	46,970	9,570	20	37,400
35	福 岡	矢 部 川	19,530	1,830	9	17,700
36	"	筑 後 川	293,276	91,750	31	201,526
37	佐 賀	嘉 瀬 川	46,150	43,050	93	3,100
38	"	塩 田 川	3,800	170	4	3,630
39	長 崎	千 々 石 川	2,812	782	27	2,030
40	"	有 浦 川	60	60	100	—
41	"	松 浦 川	11,630	8,030	69	3,600
42	佐 賀	玉 島 川	10,930	2,030	18	8,900
43	福 岡	那 珂 川	7,100	1,400	18	5,700
44	鹿 児 島	川 脇 川	60	60	100	—
45	"	安 房 川	202,400	1,000	0	201,400
46	"	永 田 川	10,900	—	0	10,900
47	"	鯛 ノ 川	15,200	—	0	15,200
48	"	栗 生 川	18,400	—	0	18,400
49	"	大 川	22,400	—	0	22,400
50	"	一 湊 川	2,300	—	0	2,300
51	"	宮 浦 川	28,200	—	0	28,200

II. 1 地帯構造と河川の方向性¹²²⁾

九州は地帯構造上¹⁰⁾、松山—伊万里線以北と臼杵—八代線以南、およびこれら両構造線に挟まれたいわゆる長崎三角地域の3つに分けられる。これら3地域の地質やその地質構造が互いに相当異なっており、また中央分水線が僅かに東に偏在しながら、ほとんど南北に通っていることも手伝って、ここを流下する河川には、ある方向性があると考えられる(第1図、第2図)。



河川番号は九州管内包蔵水力表(第1, 2表)による。太線は中央分水線
第1図 九州の河川

(1) 松山—伊万里線以北では、南北性の河川が多く見られる。すなわち駅館川・山国川・遠賀川・那珂川・松浦川等はその例である。

(2) 長崎三角地域⁷⁵⁾は、地帯構造上広大な陥没地⁹⁶⁾¹¹⁰⁾¹¹¹⁾とみられ、この陥没地には阿蘇山・久住山・由布岳等多数の火山が噴起し、ここに源を發した河川は扇状に分流し、東に大分川、西に筑後川・菊池川・白川がある。

(3) 地帯構造上のいわゆる中央構造線(median line)を臼杵—八代線に一致するものと仮定し、これを長崎三角地域の南限と仮定すれば、これに雁行または平行する大野川断層・緑川断層に沿って東北流するものに大野川、西南流するものに緑川がある。いずれもその上流地域は阿蘇熔結熔岩類(いわゆる阿蘇熔岩)に覆われているが、中流部においては、中生代、古生代の岩層中を流走し、前者は豊後水道に、後者は有明海南部に注いでいる。

(4) 中央構造線より南では、海拔1,000 m以上の山稜が重疊し、これに河谷が深く刻まれ、まれにみる深山となっている。ことに大分県・宮崎県・熊本県の県境付近は中央分水線をなし、そこには傾山・本谷山・祖母山・国見岳・市房山など1,600~1,700 m級の高嶺が連なっている。これらの山地を南東方向に流れる河川としては、五ヶ瀬川・耳川・一ツ瀬川・大淀川がおもなもので、いずれも北西から南東へ流下し、

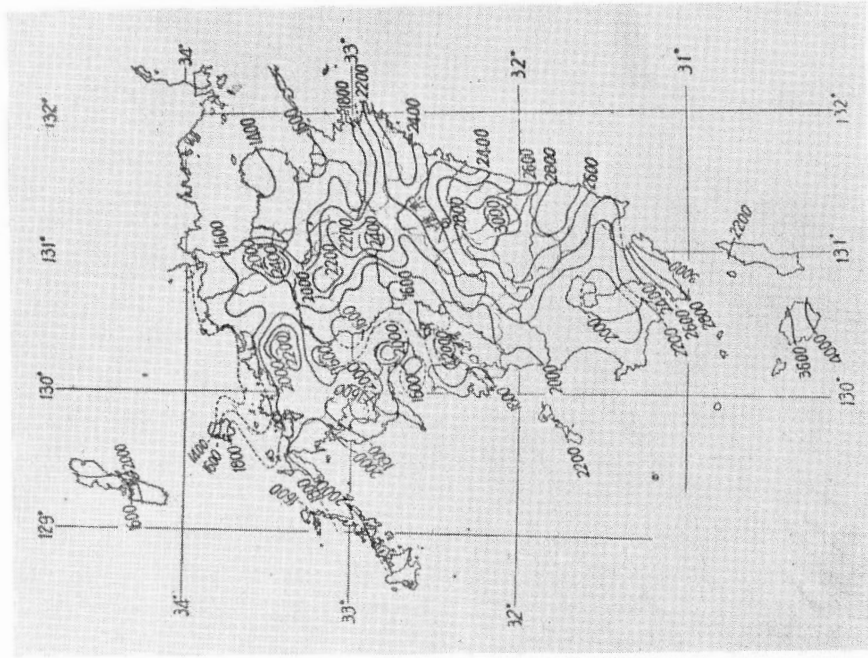


第2図 九州地体構造図

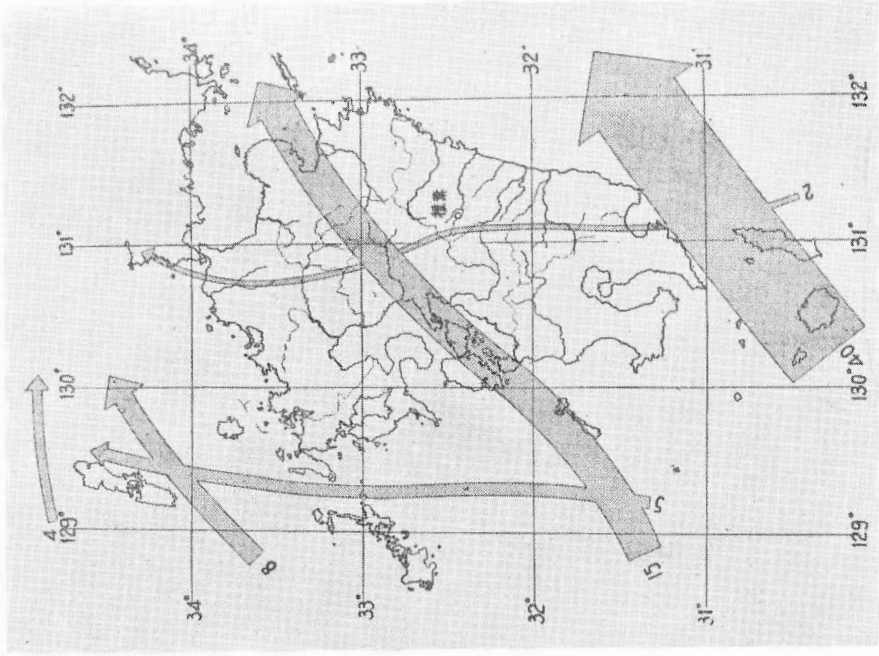
構造方向の大部分は断層や褶曲を暗示し、ある火山の噴出方向でもあり得る。その中で「或る構造方向は或る地方に限りいちじるしく発達する」ことがいわれこの図にも暗示される。たとえば東西性のものは筑後川の周閉およびその東西に、東北性のものはいわゆる球磨紀伊山地帯に発達する。カルデラ型のものは阿蘇および鹿見島のように九州の中帯にみられる。(日本地理大系 9 徳田貞一)

東北東に延びて配列する山稜を横断している。かかる流路をとっているものは、齊藤正次など¹⁰⁰⁾によれば、北西～南東方向の構造線に影響された部分もあるが、全般的には日向山地の傾動性隆起⁹⁰⁾によって支配されたとみるべきであろう。そして分水線および海岸線に直交する従順河 (consequent river) の形を示して、日向灘に注いでいる。

中央分水線を境として上記の河川と全く対称の關係に南西流する河川に球磨川と川内川がある。そして前者は八代湾に、後者は天草灘の南部に注いでいる。球磨川は上流の人吉市付近で、支流川辺川を合して人吉



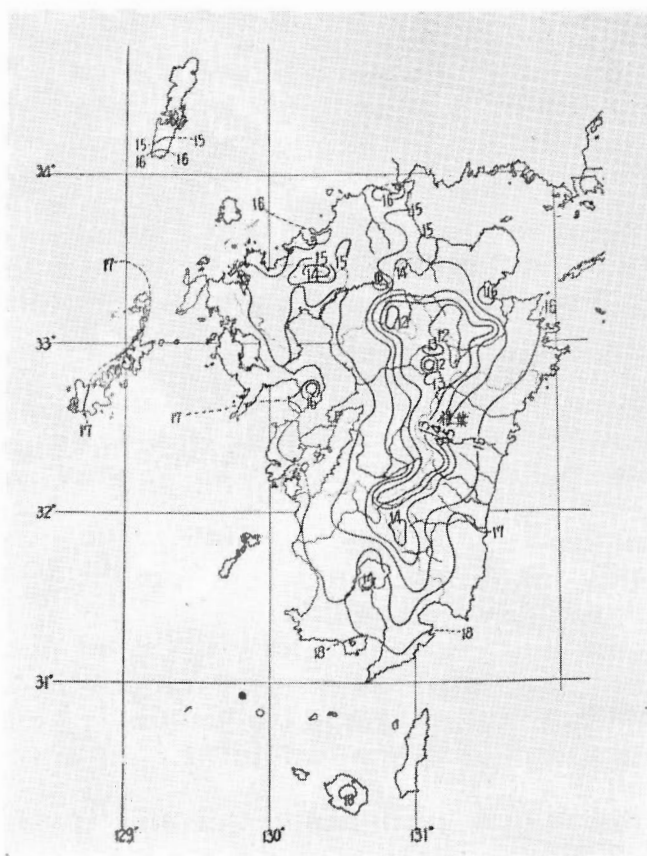
(単位 mm, 昭和元年より 20 年まで平均)
 九州電力 K.K. 土木部編
 アーチダム (上推葉ダム計画と施行)
 第 3 図 九州全年降水風曲線



(回数は昭和元年より 20 年までの累計)
 第 4 図 九州台風通過回数および経路

盆地を作り、急にその角度を変えて大きく、「コ」の字形をなしているのも、あるいは構造線に支配されているものと考えられる。

(5) 屋久島は九州の南端佐多岬の南方 75 km の海上に浮ぶ孤島であり、宮ノ浦嶽 (1,935 m) を頂点とする 1 つの円錐状をなし、海岸気象も加わって雨量多く、安房川・栗生川・宮ノ浦川など宮ノ浦嶽周辺から全く放射状に流路をとっている。



数字は温度 (°C)

(昭和元年より 20 年までの平均)

第 5 図 九州年平均気温に関する等温分布

II. 2 主要河川の地質

(地質図および既設ダム一覧表)

九州管内包蔵水力表より包蔵水力の大きい水系を順位 10 までとりあげると第 3 表のとおりである。

第3表 水系別包蔵水力順位表

昭和34年3月末調

番号	県名	水系名	包蔵水力 (kW)	既開発 (kW)	開発率= 既開発水力 包蔵水力%	未開発 (工事中を含む)
1	宮崎	耳川	363,280	212,880	58.6	150,400
2	熊本	球磨川	323,120	98,490	30.4	224,630
3	福岡	筑後川	293,276	91,750	31.3	201,526
4	宮崎	五ヶ瀬川	279,375	80,875	29.0	198,500
5	〃	一ツ瀬川	263,900	35,500	13.4	228,400
6	〃	大淀川	210,670	89,740	42.6	120,930
7	鹿児島	川内川	205,300	31,100	15.2	174,200
8	〃	安房川	202,400	1,000	0.6	201,400
9	熊本	緑川	155,100	34,080	21.0	121,020
10	大分	大野川	141,264	37,464	26.0	103,800

通産省公益事業局

次にこれら河川の流域地質について記述する。

(なお、河川流域地質図は地質調査所資料、関係各県庁地質図、建設省から出されている地質資料と踏査資料から編纂したもので、発電所地点表、他ダム資料は通産産業省公益事業局から供与を受けたものである。)

II. 2. 1 耳川^{(1) (66) (70) (97) (111) (136) (137)}

耳川(第6図)は宮崎県の中中部(東臼杵郡の中央部)をほぼ東流し日向灘に注ぐ九州における大河川の一つであって、東西約60km、南北約24kmにわたり、流域面積は約900km²に及ぶ。その流域は九州山脈およびその支脈の高峯連山に囲繞され、北部は五ヶ瀬川、西部は緑川および球磨川、南部は小丸川および一ツ瀬川と流している。

河床は侵食されて河畔は懸崖をなし、平地に乏しく、下流で坪谷川を合流すると、漸く山岳性を失い丘陵性となる。降水量は年間約3,000mmに達し、九州における最多雨地帯である。そのために古くから上椎葉・岩屋戸・塚原などの地点がダムサイトとして開発されている。

いま本地域の地質を概観すると、上椎葉貯水池周辺の地質は、主として古生界の二畳、石炭紀の地層と、中生界の四万十層群とからなる。この両者は仏像構造線の延長とみられる構造線によって隔てられている。古生層は、おもに砂岩・粘板岩の互層からなる厚層であって、所々にチャートおよび石灰岩を挟んでいる。石灰岩は前記構造線の北側に東北東から西南西の方向に走り、西行するに従って厚くなり、同時に輝緑凝灰岩も厚くなっている。

前記の構造線よりも南に分布するいわゆる時代未詳中生層の四万十層群は、礫岩・輝緑岩・輝緑凝灰岩等を少しは含むが、ほとんど砂岩・粘板岩ならびにこれらの互層であって、所々に千枚岩化された岩石類を含んでいる。これは古生層に較べて層理が比較的明瞭で、そのためか剝離しやすい性質があり、山崩等の災害は小規模なものではあるがその数は多い。この地層が北東ないし東北東の走向をもつ、岩層配列を現わしている点は古生層と同様である。

耳川は坪谷川を合せて横瀬付近から尾鈴山地を横切る形で東南流しているが、この尾鈴山塊を構成する岩石は石英斑岩から石英粗面岩に至るいくつかの岩相を含み、包有物に富み、浅所で形成された酸性岩体である。

5万分の1富高図幅および同説明書によれば、本岩類は門川町庵川・日向市細島および塩見川を連ねる線に沿って四万十層群および庵川礫岩層と接し、これらを被覆し、あるいは貫入する関係にある。

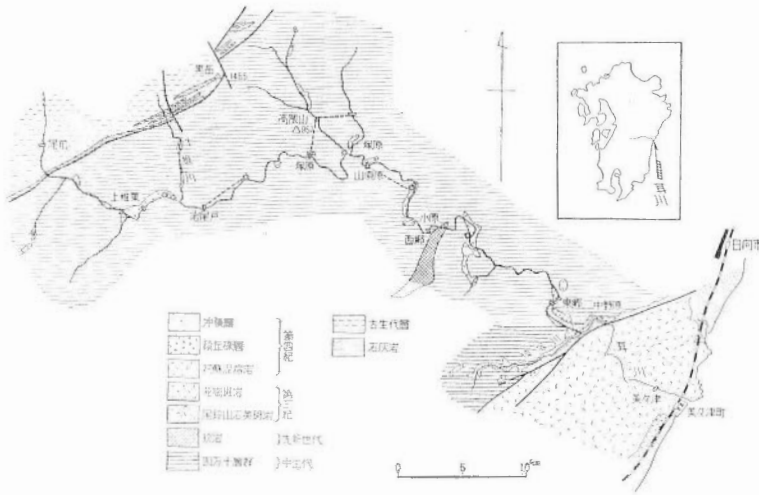
耳川における大規模開発の上椎葉・岩屋戸・塚原ダム等は、いずれもこの中生層中に階段状に設けられて

いるが、なお最上流部の古生層中の尾前、最下流部の尾鈴山地美々津にも新しく電源開発の余地がある。流域の地質図を示せば第6図のとおりである。

第4表 耳川既設発電所地点表

昭和34年2月調

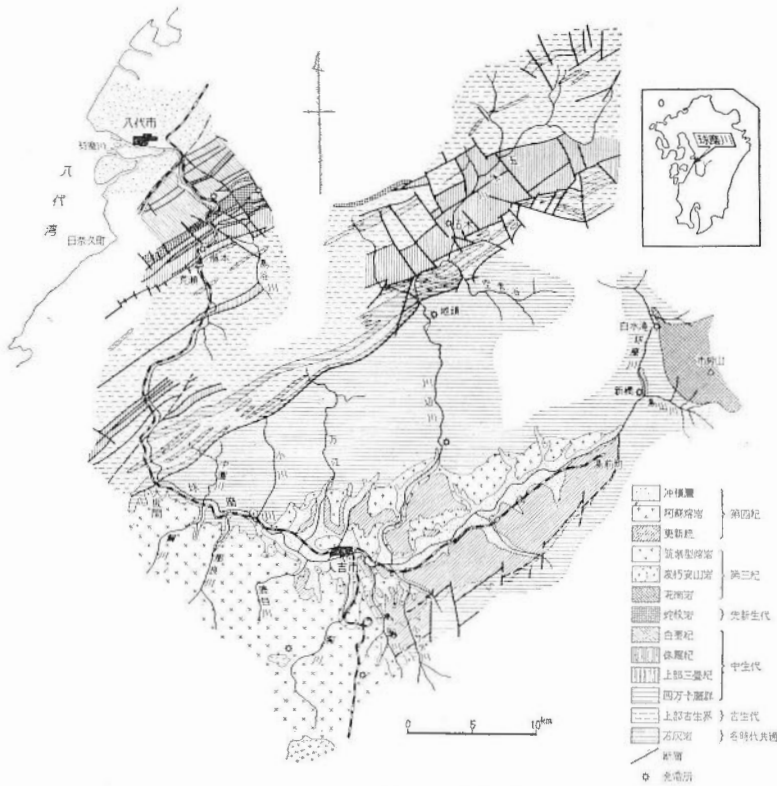
地 点 名	型式	最大使用	有効落差	最大出力	常時出力	電 力 量	発 電 開 始	備 考
		水量 (m ³ /sec)						
上 椎 葉	貯	73.0	144	90,000	16,000	215,221	S 30. 5. 26	九電
間 柏 原	流	0.5	190	182	680	3,000	S 29. 7. 8	椎葉村
岩 屋 戸	貯	38.0	81.2	25,000	12,000	120,457	S 17. 1. 16	九電
七 ツ 山	流	2.24	11.7	200	64	952	S 23. 8. 1	〃
塚 原	貯	73.8	100	60,000	20,000	228,229	S 13. 9. 2	〃
山 須 原	調	38.9	40.5	13,000	7,800	76,988	S 7. 1. 27	〃
西 郷	〃	37.15	27.3	8,000	5,800	52,239	S 4. 12. 14	〃
大 内 原	〃	120.0	16.2	16,000	3,900	215,221	S 31. 6. 16	〃
既 設 地	点計	8 地点		212,880	66,164	912,307		
諸 塚	調場	27.0	226	50,000	2,000	186,200		九電 工事中
(既) 塚 原	貯					23,400		〃 減
岩 屋 戸 増	調	37.0	81.6	25,000	—	39,420		〃 工事中
工事中地点計				75,000	2,000	202,220		
計				287,880	68,164	114,527		



第6図 耳川流域地質図

II. 2. 2 球磨川(79)12)44~47)75)80)82)

球磨川(第7図)は宮崎・熊本県境をなす市房山付近から南西流する本流と、熊本県下における中央構造線以南のほぼ中央部を、南北に著しく曲流して流れ、深いV字形溪谷を作る五木川と、その下流川辺川が人吉盆地付近で合流している。人吉市からさらにゆるやかに西流し、ふたたび古期岩類を横切った形で大き



第7図 球磨川流域地質図

く「コ」の字形をなして西北流し、八代湾に注ぐ流域面積 1,970 km²、主流延長 114 km に及ぶ河川である。

球磨川本流は、全体として著しく曲流する横谷をなし、先行性の穿入蛇行 (incised meandering) を呈するが、詳細にみれば地質分布と断層に支配された短い縦谷と、横谷の組合せからなる。狭い河谷中には特に蛇行の内側、時には外側に阿蘇熔結凝灰岩・軽石質砂層や礫層が所々小規模に段丘状をなして残存している。これは洪積世にはほぼ現在の流路にそって、すでに壮年期的の河谷侵食が進んでいたことを示す。大きな縦谷には、中央構造線に平行、またはこれを切る幾筋かの地質構造線に沿う断層線谷と認められるものもあり、また小縦谷においてもしばしばその谷の出口に断層が認められる。例えば球磨川が、八代平野に開く古麓から左岸沿いに合志野に至る間は、ほとんど全部の縦谷において、その出口に東北東—西南西方向の走向断層が認められ、地層の傾斜も変化している。

球磨川は、日本三急流の一つと呼ばれ河谷は比較的狭く、一般に急流をなしている。河岸河床の洪積層、沖積層は局部的にだけ分布し、ごく薄く、ダム建設による水利開発に適し、すでに荒瀬ダムによる発電はその一例である。

上流の湯前町、支流の五木川・万江川の上流は、壮年期地形で集水面積が小さいが、本流に対してその比高は大きく、400~500 m あるため、一部の谷はすでに発電に利用されており、地質条件も古期岩類が発達しているのでさらに電源開発に利用される余地を残している。

松本・勸米良 (1952) によれば、球磨川は臼杵—八代構造線以南の地質をほとんど横切る形で流れる。支流五木川・川辺川は「時代未詳」といわれる中生層の走向に沿い、または斜めに横切り、ふたたび古生界の地質を横谷の形で開析する本流、いずれも古期岩に沿うものであるから電源開発基盤岩として問題ないが、その構造線に沿うか、あるいは横切る (cross) 大小いくつかの断層が発達しているので、地表でみる地形・

第5表 球磨川既設発電所地点表

昭和34年2月調

地点名	型式	最大使用水量 (m ³ /sec)	有効落差 (m)	最大出力 (kW)	常時出力 (kW)	電力量 (mWh)	発電開始日 年 月 日	備考
五木川	流	11.0	93.0	8,300	1,900	44,836	S15. 10. 21	九電
川辺川第一	〃	16.1	19.6	2,500	850	14,543	S12. 9. 14	〃
〃第二	〃	17.3	58.6	8,200	2,900	58,826	S10. 7. 21	〃
竹の川	〃	13.9	27.9	3,000	500	16,016	S 2. 9. 28	新日本窒素
頭地	〃	19.46	35.0	5,200	900	28,591	S 3. 3.	〃
内谷第一	〃	5.5	361.75	16,500	1,900	45,353	S25. 10. 17	〃
〃第二	〃	5.5	183.4	8,200	900	23,571	S25. 10. 17	〃
洋水	〃	0.33	387.8	880	880	4,245	S10. 6.	十条製紙
一勝地	〃	0.45	25.5	100	100	580	S28. 7. 15	球磨村農協
鮎埴	〃	0.35	149.1	408	250	2,502	M42. 10.	十条製紙
構内第一	〃	1.67	51.5	672	157	1,494	S 8. 12. 23	〃
〃第二	〃	0.28	30.3	67	67	386	S 8. 12. 23	〃
白水滝	調流	0.56	425.7	2,000	700	11,999	T15. 9. 23	九電
田辺	流	4.45	67.5	2,240	820	14,325	S10. 3. 29	〃
新橋	〃	5.58	43.5	1,850	850	12,351	S 2. 11. 10	〃
大野	〃	0.39	43.9	100	82	313	S 8. 10.	〃
大塚	〃	0.67	37.6	180	150	1,161	T 2. 1.	〃
藤本	調	134.0	16.5	18,200	5,400	88,406	S29. 12. 24	熊本県
市房第一	貯	25.0	71.5	15,000	1,500	54,922		〃
瀬戸石	調	134.0	17.1	20,000	6,700	101,380		電源開発
計		18地点		79,197	19,306	369,498		
工事中		2地点		35,000	8,200	155,302		
市房第一	貯	25.0	71.5	15,000	1,500	54,922		熊本県
〃第二	調	14.0	20.2	2,300	450	10,840		〃
合計		20地点		114,197	27,506	524,800		

地質のみでは解決しえないいくつかの条件がある。

また松本達郎・勘米良亀齡の5万分の1日奈久図幅、同説明書によれば、球磨川流域の地質として目立つ特徴は次のようであると述べている。すなわち、臼杵—八代線を境として、それ以北と以南とは分布する地質系統、岩石が対照的に異なる。以北は、緑川の項で述べるように、古期竜峯山塊と宮原花崗閃緑岩およびこれによる変成度の高い片麻岩類で構成されている。以南は幾筋かの平行または準平行的の断層によって境された帯状の構造帯に分かれているのが特徴で、そのおのおのは、おもに古生界・中生界に属する褶曲した地質系統からなる。この特性は外帯一般の特性と同じである。川辺川の中流以下、本流最上流部には中生界、おもに上部ジュラ紀から白垩紀にわたる後期中生界の諸累層があり、古生界とは断層をもって接することが多い。中流大坂間付近を通る構造線以北で、ふたたび古生界・中生界に属する褶曲地帯を横谷の形で北西流して八代海に注ぐ。古生界・中生界ともに地層は強く褶曲し、大小の断層が幾筋も通り、層序の識別をすることは容易でない。

市房山周辺の宮崎県境に存在する花崗岩は外帯に沿う中生界を貫入の形で宮崎県大崩山、鹿耳島県柴尾山の花崗岩と一連のものと考えられている。一般に構成有色鉱物は、普通、角閃石・黒雲母であり周辺の中生層をホルンフェルス化している。人吉盆地には、洪積世・完新世の新しい堆積があるが、阿蘇熔結岩もこのへんまで熔結した跡が見られる。特に川辺川の河岸に沿っては侵食から残された阿蘇熔結岩の残存が認められる。

II. 2. 3 筑後川^{1)~3)19~21)24)27)32)39)48)55)83)85)87)104)117)124)143)}

筑後川は九州中部の山岳地帯に源を発し、西進して有明海に注ぐ日本でも大河川の部に入る。その流域は、熊本・大分・福岡および佐賀の4県にまたがり、流域面積 2,850 km²、主流延長 141 km に及び、数多くの支流を合せている。この河川の流域は、地質構造上、長崎三角地域内にあり、その以南・以北の地域の地質に比較して流域の地質がかなり特殊で変化があり、また著しい相違がある。この流域の地質は福岡県杷木町付近を境として、上流区域と下流区域とに大きく分けることができる。

下流地域の地質は主として福岡県側に分布する古生代の変成岩類と、佐賀県側に主として分布する中生代の花崗岩類等の比較的古い地質時代に属する地層と、その縁辺の丘陵を構成する洪積世砂礫層、筑後平野を構成するもっとも新しい時代の沖積層とに分けることができる。これに対して、上流区域は南に阿蘇・久住の両火山群をひかえ、北から東にかけ由布・鶴見の火山群があり、種々の火山岩類が分布し、複雑な地質構成である。すなわち、この地域においては、新第三紀以来種々の熔岩・火山砕屑岩等の火山岩類が幾多の火山活動で繰り返され、そのうえ第四紀の阿蘇山の火山活動によって広範な地域が阿蘇熔岩で覆われている。また以上の火山活動休止期を通じて、局地的に火山礫・火山砂・火山灰等からなる堆積層や、珪藻土を含む地層の堆積が行なわれている。

水系流域の地質は、九州地方建設局の資料によれば第6表に示すように、古い時代のものから新しい火山活動期のものまで広範囲に分布している。その主要なものを説明すれば次のとおりである。

古生代変成岩類 この岩類は7万5千分の1豆田図幅の範囲内に入り、同説明書によれば、筑後平野によって南北に2分せられ、域内最古の変成岩類で、石英絹雲母片岩・緑泥絹雲母片岩・緑簾緑泥片岩ならびに雲母片岩の累層からなり石英片岩・石炭片岩ならびに石灰岩を挟む。左岸は浮羽郡・三井郡、右岸は朝倉郡に分布している。

第6表 筑後川各地質系統の面積と流域面積の占める率

地質系統	面積 (km ²)	比率 (%)
沖積層	760.9	26.6
崖錐および扇状地堆積物	77.4	2.7
洪積段丘 砂礫層	65.8	2.3
阿蘇 熔岩	317.4	11.1
洪積世 安山岩Ⅲ	19.0	0.7
〃 Ⅱノ2	70.2	2.5
〃 Ⅱノ1	143.0	5.0
〃 Ⅰノ2	114.7	4.0
〃 Ⅰノ1	448.1	15.6
新第三紀 熔岩類	365.0	12.8
新第三紀層	18.7	0.7
古 〃	0.8	—
閃緑岩類	5.2	0.2
佐賀型花崗岩	46.9	1.6
朝倉型花崗閃緑岩類	60.8	2.1
東松浦型 〃	14.4	0.5
糸島型 〃	136.3	4.8
古生代変成岩類	195.4	6.8
全流域	2,850.0	100.0

九州地方建設局日田出張所資料

花崗閃緑岩類 この岩類は筑後平野の周辺の古生代変成岩類に貫入して分布し、また佐賀市北方、支流城原川上流域、背振山塊に分布している。これらは北九州に広く露われる深成岩類と一連のもので、その地質学的な関係、岩石学的特性（特に花崗岩類については、富田・唐木田によるいわゆるジルコン法）によって分類される。佐賀県図幅説明書¹¹³⁾によれば、唐木田芳文は、古い地質時代に属するものから次のように述べている。

1. 神崎（糸島）花崗閃緑岩
2. 東松浦（深江）花崗岩
3. 相知（朝倉）花崗閃緑岩
4. 三瀬（嘉穂）花崗岩
（広島型花崗岩と呼ばれるものに同定される）
5. 佐賀（早良）花崗岩

（ ）内はいずれも福岡県郡内または町村に標式的に露出する。

これらはpegmatite脈・aplite脈を伴っており、これらと関係深いと思われる石英斑岩および花崗斑岩もある。

神崎（糸島）花崗閃緑岩は、朝倉郡杷木町付近、佐賀県三養基郡・神崎郡一帯にかなり広く分布する。岩質は比較的粗粒で、肉眼にて角閃石・黒雲母・長石・石英および多少にかかわらず黄褐色の榍石が認められる。黒灰色ないし灰黒色の花崗閃緑岩ないしトナル岩である。この岩型の特徴の一つとして、黒色で比較的細粒の岩片を包有している。

東松浦（深江）花崗岩は、佐賀県三養基郡に一部分布している中粒灰色岩で、黒雲母・長石・石英が肉眼で識別でき、時には榍石の小晶が認められる。

相知（朝倉）花崗閃緑岩の標式的岩体は、筑紫郡・朝倉郡・三養基郡基山町に露出し、著しく風化が進んでいる。糸島型に較べて角閃石の大きさが大きく量も多い。

三瀬（嘉穂）花崗岩類は広く北九州に分布している。細粒ないし中粒の両雲母花崗岩で榍石が散点している。雲母は定方向に配列し、片状構造を示す。標式的に発達するものは福岡県嘉穂郡内にあり、いわゆる中国底盤の一部で、広島型花崗岩類と呼ばれているものに同定される。

佐賀（早良）花崗岩類は、福岡県早良郡内に標式的に露出するものであるが、城原川上流一帯にも本岩があらわれている。岩型は粗粒含白雲母・黒雲母花崗岩・細～中粒両雲母花崗岩に分けられる。

古第三紀層 この層は朝倉郡東端にごく小範囲に分布し、砂岩および頁岩が主体で、松下久道¹¹⁴⁾によれば筑紫山塊が筑後川に境する直ぐ北方の狭小なる地域に、古第三系からなる炭田があり、これすなわち朝倉炭田であり、該古第三系は片岩類を基盤とし、その上に不整合関係をもって累重しており、かつ安山岩類によって被覆せられている。

新第三紀層 上流地域では、大山川沿いに局部的に数カ所の露出があり、玖珠川流域では野上町付近に分布する。新第三紀熔岩類の下位にある場合が多いが、猪牟田付近のものには、熔岩類より新期のものがある。岩質は珪藻質頁岩・凝灰岩・凝灰質頁岩あるいは火山礫砂層等で、植物化石を普遍的に産し、東西性の断層で切られることが多い。

変朽安山岩類 大分・福岡県境付近にかなり分布し、この地区の火山岩中もっとも古期のものである。両輝石安山岩の熱水作用によって変朽したものであって、しばしば角蝨状構造を示す。本岩または粒状安山岩は、この付近も含め九州全体の鉱床、特に金銀鉱床と密接な関係がある。すなわち矢部・鯛生等の金銀鉱山がある。

筑紫熔岩 これは赤木健¹¹⁵⁾によって命名されたもので、7万5千分の1豆田図幅説明書によれば、同氏はさらに次のように述べている。すなわち、筑紫熔岩は加藤武夫により古期台地熔岩と称せられたもので、結晶片岩・変朽安山岩・凝灰岩および集塊岩類を覆い、耶馬溪熔岩によって被覆されている。本熔岩は広大な熔岩台地を構成するものであるが、削剝作用を受けて深く彫刻され、多くの台地、あるいは地梁に分割されているが、なお、特異の高原性の地形を呈する。九重山群北部の玖珠川上流部一帯、日田郡一帯に広く分布

する本岩は、往々板状節理の著しく発達することがあり、岩質は複輝石安山岩・角閃石複輝石安山岩・橄欖石複輝石安山岩およびそれらの凝灰角礫岩等種々の変化がみられる。筑紫熔岩はそれらを一括した呼称である。なお、筑紫熔岩の下位に凝灰岩・凝灰角礫岩・凝灰集塊岩・集塊熔岩等を含む火山碎屑岩類がある。

万年山熔岩 これは松本唯一^{注1)}によって命名されたもので、万年山付近から西へかけて大山川の上流部にかなり分布を示し、耶馬溪熔岩・阿蘇熔岩より旧期の熔岩で筑紫熔岩を覆っている。岩質は様ではないが白ないし淡灰色の含角閃石黒雲母流紋岩・石英安山岩およびハリ質岩等で縞状の流理構造の著しいのが特徴である。

日向神熔岩 本岩石は筑紫熔岩と岩質を異にする粗鬆なる両輝石角閃安山岩に赤木健²²⁾が「豆田・山鹿図幅」において命名したもので、福岡県矢部川上流日向神峡に代表的露出があるが、筑後川流域内では上流、大山川・玖珠川に少々分布する。

耶馬溪熔岩 これもまた「山鹿図幅」において赤木健²²⁾により命名されたもので、同説明書によれば、日向神町から耶馬溪地方にわたり各支流上流地区の広域に分布する熔岩流で、加藤武夫により新时期地熔岩と称せられたもので、阿蘇熔岩によく似たハリ質複輝石角閃安山岩であるが、阿蘇熔岩よりやや優白質で、角閃石の珪晶が著しく、いくらか堅硬である。しばしば条線状や、扁桃状の黒曜石を含み、また安山岩片その他の異質物を含むことが多い。松本唯一⁸³⁾により「似而非阿蘇熔岩類」中の「耶馬溪熔岩」と命名され、いわゆる「阿蘇熔岩」と区別されたが、その識別は困難である。

山陰型熔岩 九重山群と由布鶴見山群のおもな山々を構成する橄欖石複輝石安山岩・複輝石角閃石安山岩である。本岩はこの山地を分水嶺として、東流する大分川上流地域を構成する熔岩である。

第 7 表 筑後川既設発電所地点表

昭和 35 年 3 月測

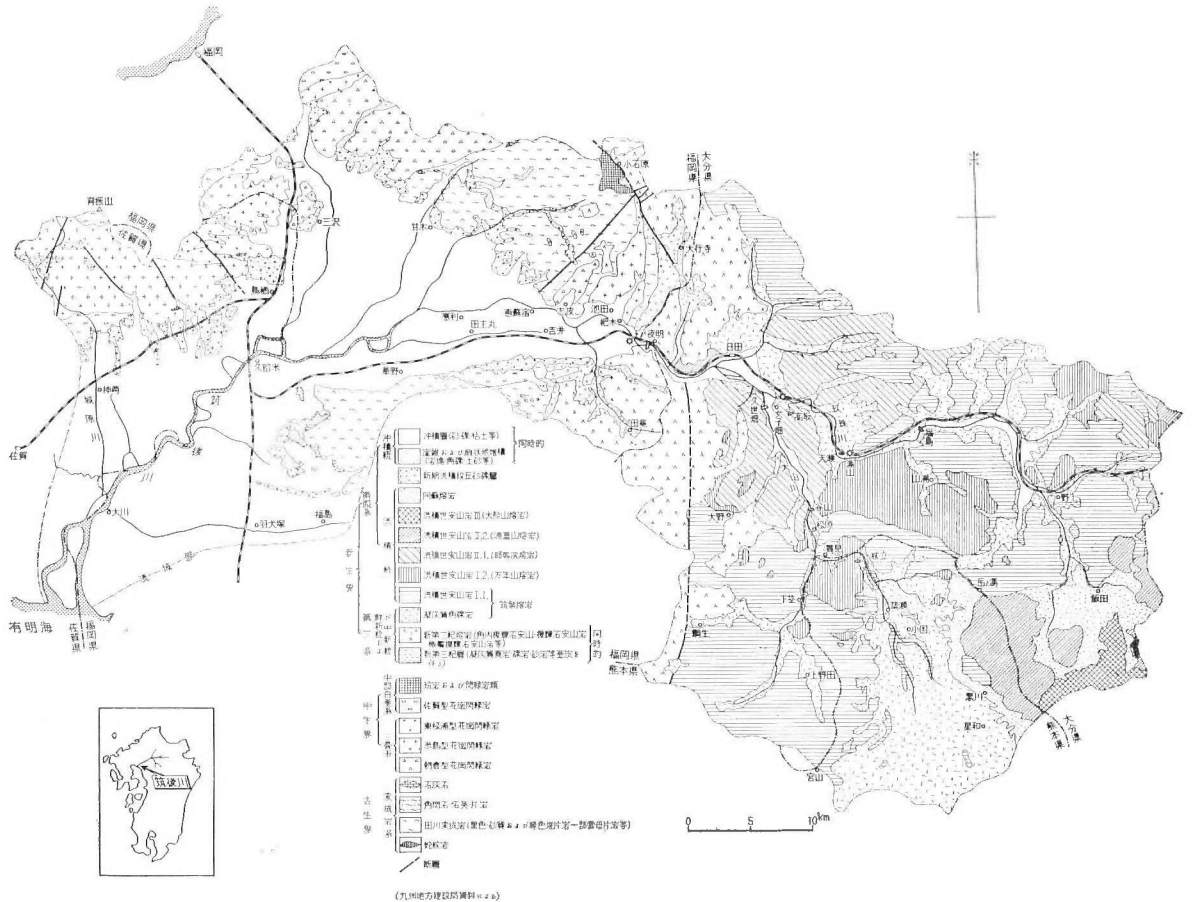
地点名	型式	最大使用水量 (m ³ /sec)	有効落差 (m)	最大出力 (kW)	常時出力 (kW)	電力量 (mWh)	発電開始 年月日	備考
町田第一	調	3.61	57.00	1,574	1,368	12,087	T11. 7.	九電
〃第二	流(R)	3.61	218.20	6,000	5,210	40,243	T11. 7.	〃
野上	〃	4.45	43.03	1,400	900	10,625	T 9. 3.	〃
右田	〃	5.565	34.50	1,450	1,450	11,007	T 9. 5.	〃
湯山	調	12.50	86.96	8,300	4,600	57,373	T10. 2.	〃
女子畑	〃	49.62	71.21	26,750	9,750	144,842	T 2. 12. S29. 9.	〃
三芳	流(R)	47.30	12.20	4,600	1,400	24,947	S12. 5.	〃
小国	流	8.21	93.90	6,000	1,510	44,654	S 2. 3.	〃
杖立	調	11.13	36.363	3,200	960	23,742	S 3. 3.	〃
津江	〃	7.00	46.60	2,600	800	15,127	S26. 7.	〃
里淵	〃	17.25	51.00	7,000	3,275	53,455	S 4. 12.	〃
大山	〃	27.60	27.06	6,100	2,360	35,166	S21. 11.	〃
石井	流	10.00	13.60	1,000	560	6,361	T14. 5.	〃
夜明	調	80.00	17.70	12,000	4,300	67,195	S29. 5.	〃
橋詰	流	0.42	49.60	148	100	762	T10. 3.	〃
栗木野	〃	0.75	12.70	64	40	377	T 8. 8.	〃
小塩	〃	0.84	64.20	378	252	2,519	T 3. 10.	〃
広滝第一	〃	1.80	159.67	2,150	740	14,354	M41. 10.	〃
〃第二	〃	1.948	64.08	1,000	286	6,020	S 6. 11.	〃
松隅	〃	0.278	16.06	36	36	241	T12. 6.	〃
計		20地点		91,750	39,900	571,497		

注1) 松本唯一: 大阿蘇の研究, 昭和6年

洪積層 主として河成（段丘）堆積層で、礫層・砂層あるいは粘土等からなる。下流地域の筑後平野の砂礫層は、比較的厚層をなすが、上流地域の砂礫層はあまり厚くなく、大山川・玖珠川筋の耶馬溪熔岩の下位、すなわち阿蘇熔岩の下位にかなり広く発達する。礫は上流区域では、主として安山岩の円礫で、よく円磨されている透水層であるからダムにはもちろん存在を許さない。

阿蘇熔岩 松本唯一⁸⁵⁾によって命名された阿蘇外輪山活動の終末期堆積物たる黒色ないし褐色の泥岩流で、きわめて広い範囲に到達している。流域内では、主として上流区域に広範に発達し、日田盆地玖珠川流域・大山川流域の谷沿いに分布し、阿蘇郡小国町付近から南へ阿蘇外輪山にかけて特に広く分布する。阿蘇熔岩は大小種々の岩塊・礫・砂・黒曜石・火山灰等の捕獲物を多量に含み、一般にハリ質（ガラス質）で、結晶度の高いものは少ない。上層は粗鬆軟弱な軽石流に移化していることが多い。粗い柱状節理が発達し、崩壊しやすく垂直崖をつくることが多い。本岩は中部九州内に広く分布する特異な熔岩で、今後各河川の説明に大なり小なり必ず随伴してくる岩石である。

崖錐, その他 下流区域では山地から平野に出る部分に段丘砂礫層とともに、扇状地堆積物があり、厚い砂礫層からなる低い丘陵を形づくる。一方上流区域では山崩れ、土砂等によって局所的な山麓堆積物が崖錐として所々に発達している。この堆積作用は現在も継続中である。



第8図 筑後川流域地質図

II. 2. 4 五ヶ瀬川^(25)36)51)57)72)73)86)89)93)94)106~111)180)140)

五ヶ瀬川本流は、宮崎県北西部阿蘇火山の裾野にその源を發し、県北山地を構成する中・古生代の岩層を横断して南東へ貫流し、また北部山地から南流する横谷性の岩戸川・日影川・綱ノ瀬川等支流を合せて、延岡市付近において日向灘に注ぐ流域面積 1,940 km²、延長約 137 km の河川である。

本・支流ともに一般に V 字形の深谷をつくっており、上・中流の谷筋には阿蘇火山の噴出物が連続分布し谷の底を埋めている。河流はこの噴出物をさらに下刻し、この火山噴出物がやや軟弱であることと、著しい柱状節理が發達していることとが加わって、深さ数 10 m の絶壁を生じ、ある部分では U 字形峡谷底を呈していることが多い。

河川流域の地質の概要を述べれば、上流地域は主として古生代、中・下流地域は中生代に属する四万十層群の岩層がそれぞれ広く分布して、いずれも北東—南西に並走する多くの軸をもって激しく褶曲し、帯状構造をしている。これら古生代または中生代の地層に貫入した花崗岩類・輝緑岩等も上記の方向にほぼ平行して延びている。以上のはかに第三紀および第四紀の岩層が帯状構造とは無関係な構造をもって古期岩層を覆い、または貫いている。第三紀のものとしては、特に酸性貫入岩である花崗斑岩が岩脈状をなし、岩戸川・日影川・綱ノ瀬川等ではほとんど直角に交差している。第四紀のものとしては、段丘堆積層・沖積層のほか、特に顕著なものには阿蘇火山噴出物がある。

以上のうち、古生界は東臼杵郡椎葉村から西臼杵郡にわたって分布し、一部はゴトランド系に、大部分は二疊、石炭系に属する。齊藤正次 (1954)⁷⁹⁾によれば、地層は珪質粘板岩・チャート・石灰岩からなり、石灰岩にはゴトランド系を示す珊瑚の化石^{注2)}を含み、ゴトランド系以外の古生界は、この二疊紀あるいは石炭紀のもので、岩質上地層は北帯・中央帯および南帯の3帯に分けられると述べている。このなかで、中央帯は古生界地域の大半を占めていて、おもに砂岩・粘板岩およびチャートからなり、所々に石灰岩を挟有している。チャートは数 10 m 以下の厚薄の層として多数介在し、地表に突出した顕著な露頭をつくる。南帯すなわち見立鉾山付近の五葉岳から日影町・戸川岳・高千穂町向山・諸塚山にわたる地帯は厚い石灰岩およびチャートによって特徴づけられ、その他砂岩・粘板岩・輝緑岩・輝緑凝灰岩などを含む地層が走っている。この石灰岩からは化石は発見されていない⁸⁰⁾。しかし、支流日影川の水源地は、見立鉾山の南部堂嶽の石灰岩から湧水しているといわれるのに反し、高千穂の戸川における石灰岩には洞穴が多く、透水しているむきもあり、電源開発対象の基盤岩としては問題がある。

古生界地域の南限には、北に傾斜する逆断層があり、これから南方の県中・北部一帯の山岳地帯には中生代と思われる地層が分布する。この地層は四国の四万十川地方に広く分布するものの延長とみなされ、四国における地層名を踏襲して四万十層群とよんでいる。

この四万十層群の域内に五ヶ瀬川・耳川・一ツ瀬川の大部分が横谷の形で東南流し、これらの河川では電源開発が行なわれているので、この山岳地帯の大部分を構成している四万十層群は経済的に意味の深い地層である。この四万十層群はおもに砂岩・粘板岩および頁岩からなる。古生界に較べて岩石の層理がやや明瞭なことが多い。

四万十層群の砂岩は、一般に堅硬緻密であり、これが厚く分布する所では高い山稜が走向に沿って連続する。粘板岩および頁岩は割れ目に富み、比較的軟弱である。

宮崎県の北西縁すなわち五ヶ瀬川の上流地域は阿蘇山の広大な裾野に接する。この地方にある高千穂町・田原村・三ヶ所村・鞍岡村などは火山噴出物が低所を広く覆い、さらにここから五ヶ瀬川に沿って長蛇のごとく延び、遠く 65 km も隔っている延岡付近まで達している。

阿蘇火山噴出物の大部分は泥熔岩あるいは灰石といわれる特殊の噴出物で、泥熔岩の下底には基盤岩との間に河成礫層がしばしば介在しており、また泥熔岩上には厚く火山灰がのり一部では礫層も見られる。

田原村北部、三ヶ所村北部などの直接阿蘇火山に臨む所では、泥熔岩は海拔 1,000 m の高さまで及ん

注2) Favosites, Halysites, Iriplasma.

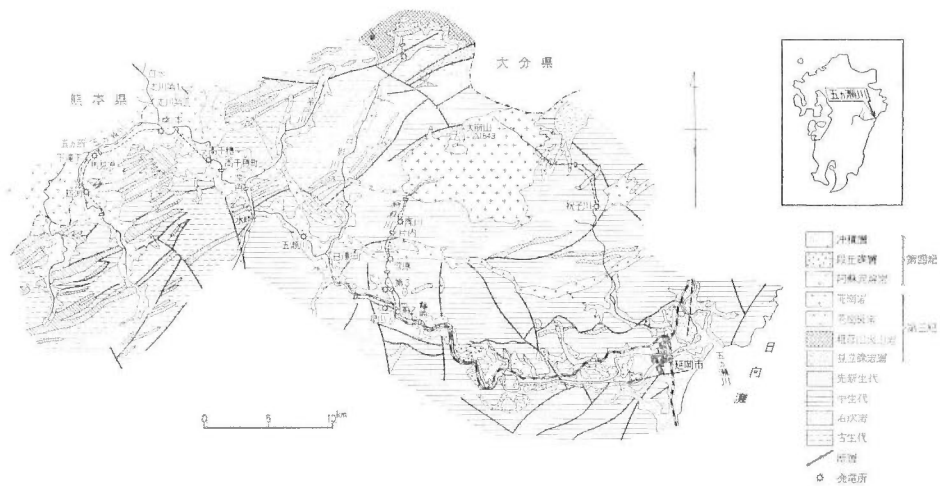
第 8 表 五ヶ瀬川既設発電所地点表

昭和 35 年 3 月調

地点名	型式	最大使用水量 (m ³ /sec)	有効落差 (m)	最大出力 (kW)	常時出力 (kW)	電力量 (mWh)	発電開始 年月日	備考
廻り淵	流	24.5	55.46	1,050	580	6,434	S 7. 12.	九 電
三ヶ所	流	2.92	58.79	1,320	740	7,948	S 7. 12.	//
下滝下	流	0.14	93.40	68	68	581	T10. 12.	//
馬見原	流	4.17	127.7	4,000	1,500	21,988	T15. 2.	旭化成
桑ノ内	調	15.0	51.2	6,400	2,600	38,506	S30. 7.	九 電
白水	流	2.54	74.68	1,500	1,000	9,700	S31. 12.	旭化成
川走川第 1	流	2.37	93.4	1,649	737	13,287	S 2. 1.	//
川走川第 2	流	4.17	93.4	2,908	1,300	19,772	T15. 11.	//
高千穂	流	19.48	83.33	12,800	6,000	83,671	S 4. 3.	九 電
水ヶ崎	流	24.2	79.565	16,000	7,500	108,975	S25. 12.	旭化成
五ヶ瀬川	流	25.0	54.54	10,500	5,110	69,771	T14. 8.	//
星山	調	45.0	29.26	10,900	3,700	59,446	S17. 11.	九 電
新管原	流	5.50	164.15	7,500	600	34,490	S33. 12.	//
第 三	流	1.67	50.6	600	400	2,818	S 5. 3.	三菱金属
第 二	流	1.77	1号機 37.2 2号機 32.5	480	320	2,321	S13. 6.	//
祝子川	流	2.23	183.67	3,200	1,200	17,471	S 4. 12.	九 電
計		16地点		80,875	33,355	149,179		
工事中								
桑原	調	1.50	183.0	2,200	100	10,100		大分県

でいて、その厚さはきわめて大きい。五ヶ瀬川が三ヶ所村と熊本県境を流れている部分では、深さ 100 m 以上の峡谷をつくっているが、その両壁は全く泥熔岩からなり、河底にもその基盤岩はほとんどみられない。五ヶ瀬川中流の日影嶺峯付近では河谷底には基盤岩が露われて泥熔岩は河岸の斜面に分布するが、その厚さはなお数 10 m に達することがある。

日向山地を削る谷は、一般に V 字形の深谷で、水流は絶壁に挟まれた峡谷底に下刻していることが多い。高千穂峡や岩戸峡などはこの地形の代表的なものである。



第 9 図 五ヶ瀬川流域地質図

この泥熔岩は、筑後川で説明したものと同様で、すこぶる不均質の岩質を示す。一般に灰色ないし暗灰色の安山岩質であって緻密質・多孔質・ガラス質などの部分によって変化があり、火山礫・火山砂・火山灰・黒曜石塊・軽石塊などを多量に含んでいる。性質を異にする部分が重なり合い、また混合物が横にならび、特に黒曜石その他のガラス質塊はレンズ状に延びている。したがって岩石は縞状構造を呈することが多い。また縞状構造とはほぼ垂直な大まかな柱状節理がよく発達している。普通の熔岩と較べると軽く軟弱である。

以上のように五ヶ瀬川は各種岩屑・岩石類中を流下し、電源開発対象河川として調査され、その開発率も30%に及んでいる。

五ヶ瀬川流域の地質図を示せば第9図のとおりである。

II. 2. 5 一ツ瀬川⁽⁶⁾⁴⁽⁷⁴⁾⁹⁶⁽¹⁶⁸⁾¹¹⁸⁾

一ツ瀬川は宮崎・熊本両県を画する市房山(1,722 m)、江代山(1,607 m)連峯の東山麓に源を発し、ほぼ南東に向かって流れ、宮崎平野を通り日向灘に注ぐ流域面積約450 km²、主流延長約70 kmの河川で、熊本県球磨川と東西対称の位置にある。この流域地質は主としてN40°~80°Eの方向をもついわゆる「時代未詳中生層」からなっており、同河川はこれらの地層面に対し斜交あるいは平行して流れるため、著しく曲流している。また本水系には大小種々の支流が多く、これらはおおむね南に向かって流れ、本流に合している。河谷の形状は一般に壮年期の地貌を呈する。南北方向の支流では山は迫り、谷は深く、典型的なV字型の溪谷をなすが、本流では河幅広く、流れも緩かで所々に洲を生じ、かなり多量の砂・礫を堆積している。

本水系流域は大部分がいわゆる「時代未詳の中生層」に属し、これは五ヶ瀬川の項で述べたように、宮崎県の大部分および熊本・鹿児島両県にわたり広範囲に分布している地層で、岩質・岩相が単調である。

一般に、ダム予定地一帯を構成する岩石は、主としてこの頁岩・砂岩またはそれらの互層・砂質頁岩・千枚岩質粘板岩(含石墨石英粘板岩)および崖錐堆積層等からなる。走向は一般にN40°~80°Eで、部分的にはN10°E~NSに近い所もある。断層はあまり顕著なものはみられないが、ほとんど走向方向の正断層が多く、これを切る新期の断層もみられる。また低角度の衝上性断層(thrust)もみられる。褶曲は部分的に著しく、両翼は鋭角をなし、時には断層に移化している所がある。単斜褶曲(isoclinal folding)が大部分であるが、向斜・背斜もみられる。また層内褶曲(inter-formational folding)はいたる所でみられるが、この部分は著しく珪化している。次にそれぞれの岩相について記述する。

新鮮な頁岩は黒色を示し、層面に沿って剝離性を増し、茶褐色・破壊しやすい粘土状岩石になる。これは、本岩石の剝離性のため、降水等が剝離面に浸透しやすいためである。岩石の硬さは、変質しないものでは割

第9表 一ツ瀬川既設発電所地点表

昭和35年3月調

地点名	型式	最大使用水量 (m ³ /sec)	有効落差 (m)	最大出力 (kW)	常時出力 (kW)	電力量 (mWh)	発電開始 年月日	備考
楨ノ口	調	11.0	110.0	10,000	1,300	37,165	S 15. 6.	電 電
村所	//	15.0	67.6	8,000	1,300	35,906	S 17. 3.	//
下相見	//	18.0	57.75	8,500	1,600	48,710	S 21. 10.	//
一ツ瀬	//	20.7	55.6	9,000	2,100	47,842	S 2. 7.	旭化成
計	4地点			35,500	6,300	170,623		
工事中								
一ツ瀬	貯	135	156	180,000	19,500	439,200		九 電
(設)下相見	調			-8,500	-1,600	-48,710		//
(発)一ツ瀬	流			-9,000	-2,000	-47,842		旭化成
計				162,500	15,800	342,648		
合計				198,000	22,100	513,271		

合に脆弱であるが変質を受けたものは著しく珪化され硬い岩石になっている。

砂岩は一般に粗粒の岩石で、層状・塊状のものがある。前述の頁岩の間に 1~10 cm の厚さで挟まれているものと、1~5 m の塊状のものがある。前者は頁岩の間にあって地層を強固にしている。後者の砂岩は、ほとんど硬砂岩 (gray wacke) と呼ばれるもので、かなり厚いものがある。大河内ダム地点・松原ダム地点などによく発達している。

頁岩・砂岩の互層は、頁岩・砂岩いずれも 30~50 cm 程度の厚さに交互するもので「時代未詳中生層」中によくみられるものである。

砂質頁岩は灰色ないし黒色を呈し、前述の頁岩に較べ著しく堅硬である。また褶曲作用に対して、柔軟でそのため著しい過褶曲を示すものがみられる。

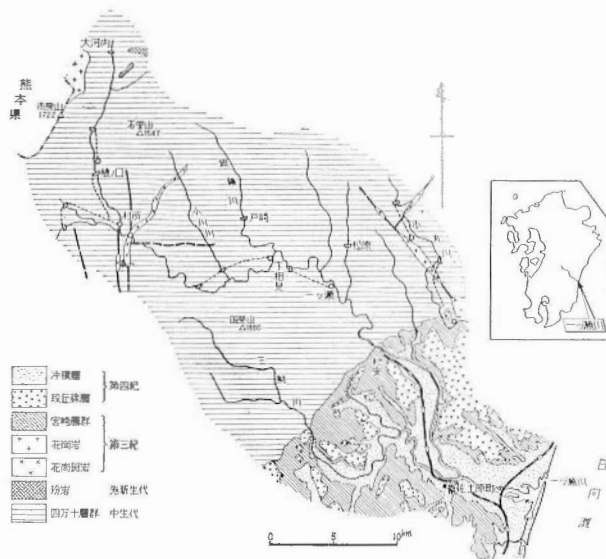
千枚岩質粘板岩 (含石墨石英粘板岩) は最上流部大河内地点付近にみられる。原岩は頁岩とみられるが、千枚岩化された粘板岩になっている。本岩石は、剝理性著しく、そのうえ、本岩石の分布する地域一帯は、地層が著しく攪乱をうけているため、外力に対して脆弱で、崩壊しやすい性質がある。

大河内地点、戸崎地点には河岸段丘がよく発達している。崖錐はいたる所にみられるが、砂岩・頁岩の礫からなっている。

宮崎県図幅によれば、一ツ瀬川本流は杉安付近からいわゆる宮崎層群¹³⁸⁾、または沖積層を南東流し、支流三財川のごときはきわめて屈曲の多い蛇行をえがきながら本流に合して日向灘に注いでいる。

一ツ瀬川は五ヶ瀬川・耳川等と近接しておりながら、開発率が 13.4% 程度で、開発がおこなわれている。これは立地条件にもよるだろうが、崩壊しやすい頁岩や、堆砂などの地質条件にも関係があり、かつ中流以下が起伏の少ない平坦地で占められているからとみられる。

地質図は第 10 図に示す。



第 10 図 一ツ瀬川流域地質図

II. 2. 6 大 淀 川³⁷⁾⁴²⁾⁴³⁾⁵²⁾⁹⁰⁾¹¹²⁾¹¹⁸⁾¹⁴¹⁾¹⁴²⁾

宮崎県南西部の山間盆地群は、第三紀の後半以後に日向山地の南端に生じた陥没地⁹⁰⁾の名残である。陥没地内は、鹿児島県方面からもたらされたシラスおよび泥熔岩によって広く覆われて、段丘状の地形を呈する所が多く、この間には日向山地を構成する中生界の残塊が高地をなして突出している。また陥没地の中心部には、霧島火山が現世にわたって噴出、成長し続けて楕円形の裾野を広げ、したがって山間盆地群は火山を

取り囲んで弧状に配列している。この盆地内をかんがいする諸河川は合流して大淀川となって北流し、次いで日向山地と南那珂山地とを連ねている山間を割って横谷をなして東流し、宮崎平野に流出している。大淀川はまた宮崎平野に入って日向山地を南東流する綾北川、綾南川を合し、水量を増し、宮崎市の南側を東流して日向灘に注いでいる。その流域面積は 2,130 km²、長さ 106 km に及ぶ。

以上のように大淀川本流は霧島連峯の山麓に源を發し、大小種々の支流を集めているが、その支流には東北熊本県境に位する白髪岳および国見岳の山麓に源を發し、小林盆地を南下する浜瀬川、日向山地を南東流する綾北・綾南川があり、これらはいずれも時代未詳中生層に属する砂岩・頁岩・砂質頁岩からなる地層を横谷または縦谷の形で曲流している。これに対し支流境川は南那珂山地青井岳に源を發し、ほぼ北方に流下し、唐崎部落付近で本流に合する。境川流域には數次に及ぶ段丘堆積層がいたる所でみられる。河川はこれらの段丘堆積層の中を開析して流れるため、河川勾配は一般に緩かである。

宮崎県地質図ならびにその説明書⁹⁹によれば、地質は頁岩・砂岩を基盤とし、これを不整合に覆う礫層・泥熔岩および凝灰質火山灰層からなっている。これら頁岩・砂岩はこの付近の基盤で広く南に分布する日南層群に属するものである。

大淀川上・中流から南部鹿兒島県下に広く分布するシラスおよび泥熔岩は、宮崎県北部から熊本・大分に分布する阿蘇火山噴出物と同型の火山物質である。シラスは灰砂ともいわれ火山灰・火山砂・軽石片などからなり、一般に灰白色を呈し、粗鬆・無層理であってあまり凝固していない。

泥熔岩は灰石と呼ばれ、これは阿蘇火山のものほとんど同型である。すなわち暗灰色、固結して柱状節理を示し、軽石片・黒曜石質ガラス・凝灰質物をもった熔岩状の岩石である。

シラスおよび泥熔岩は山間盆地などの低地内に台地、あるいはこれが開析された細かい凹凸に富む不規則な丘阜をなして広く分布する。そしてその厚さは所により種々であるが、普通は 20~30 m である。ところが北西部などでは 50 m 以上のこともある。

シラスはダム地質としては、もっとも悪条件の一つであるため、いかなる場合でもこれを除去しなければ

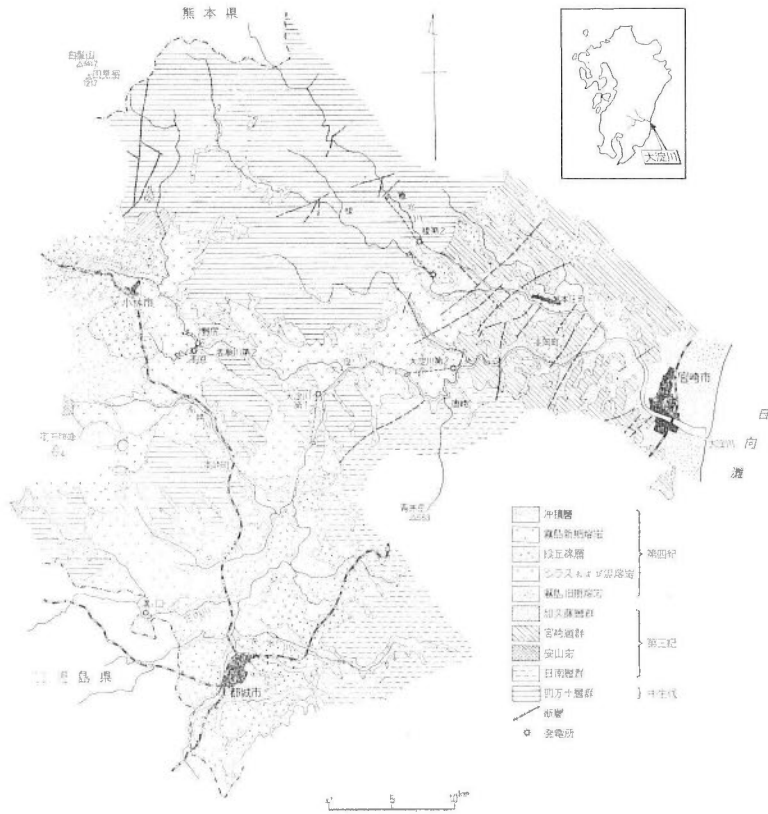
第 10 表 大淀川既設発電所地点表

昭和 35 年 3 月調

地点名	型式	最大使用水量 (m ³ /sec)	有効落差 (m)	最大出力 (kW)	常時出力 (kW)	電力量 (mWh)	発電開始 年月日	備考
大淀川第一	調	44.52	42.42	15,000	7,450	105,198	T15. 1.	九 電
〃 第二	〃	66.78	55.76	30,000	15,750	216,983	S 7. 3.	〃
溝ノ口	流	1.11	27.27	200	80	1,440	M43. 6.	〃
高原	〃	2.64	13.38	240	240	1,615	T 2. 11.	〃
野尻	〃	5.57	22.60	980	420	7,053	S 3. 11.	〃
岩瀬川第二	調	13.91	13.55	1,450	510	9,870	S 2. 4.	〃
南		1.81	34.14	450	0	2,000	T 4. 3.	〃
綾第一	貯	10.0	151.80	13,000	3,400	51,625	S33. 5.	宮崎県
〃 第二	調	26.0	126.30	28,000	5,500	111,472	S33. 9.	〃
胸	流	2.66	24.0	420	290	3,200	S30. 12.	山田町農協
計		10地点		89,740	33,640	510,456		
工事中								
大淀川第一(増)	調	108	40.4	37,000	0	16,800		九 電
〃 第一(減)				-2,000	+950	-60,598		〃
綾第一(増)	貯	14.0	97.6	12,000	2,400	49,598		宮崎県
綾第二(増)					+2,100	+20,700		
計		2地点		47,000	5,450	135,984		
合計		12地点		136,740	39,090	646,440		

ならない。

流域地質図を示せば第 11 図のとおりである。



第 11 図 大湫川流域地質図

II. 2. 7 川内川 (18)26)40)52~54)67)91)112)119)126)

川内川は鹿児島県北部を横断する九州有数の河川で、その上流は一部宮崎県・熊本県にあり、幹川の総延長 138 km, 総流域面積 1,635 km² に及んでいる。

本河川は、その水源を霧島・国見・白髪山等 1,500 m 前後の山岳、すなわち九州の中央山系に発し、大きく蛇行して西流し、中流部鶴田付近では南東より北西に縦断する山脈により、峡谷を形成し、全流路はこの線ではほぼ 2 分されている。流域は河口部から丘陵性山岳と平野・盆地の交錯する所が多く、所々に小盆地を有するいわゆる階段式の地形をなしている。鶴田付近をほぼ南北に縦断する山脈によって、本河川はこの部分で急流部を形成している。これは壮年期地形の侵食谷で、その上流部曾木滝に至ってふたたび平地部に入る。これより伊佐盆地を蛇行する緩勾配の平地河川となっており、最上流部飯野に至って山地河川となっている。

流域の地質は、ほとんど霧島山系の噴出岩または火山砂・火山灰で一般に鹿児島県下特有のシラスと呼ばれる火山噴出物の堆積物で広く覆われている。このシラス層は山岳地帯では深さ 20~30 m に及び河川部では粘土を含み、一部ではローム質の新期火山灰層をあらわしている。

鶴田村付近から曾木滝に至る間の山岳を、横谷の形で流下する部分は、いわゆる時代未詳中生層の砂岩・頁岩が主で、火山灰に一部を覆われながらその基盤をあらわし、最近電源開発の対象地とされている。

流域に分布するおもな地層を時代別に述べれば次のようである。

第 11 表 川内川既設発電所地点表

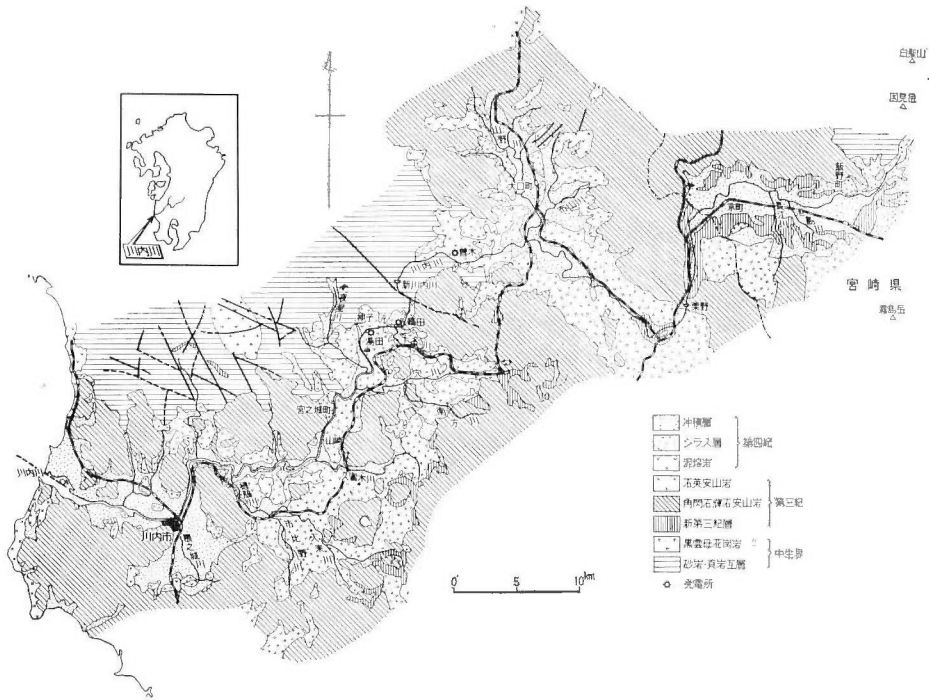
昭和 35 年 3 月調

地 点 名	型式	最大使用	有効落差	最大出力	常時出力	電力量	発電開始 年 月 日	備 考
		水量 (m ³ /sec)	(m)	(kW)	(kW)	(mWh)		
栗 野	流	10.575	19.85	1,600	840	14,917	T 8. 2. 28	新日本窒素
曾 木	//	25.043	33.333	6,700	3,600	53,853	M40. 9. 12	//
川 内 川	//	33.396	61.865	16,700	7,900	120,913	T 6. 10. 25	//
鶴 田	//	36.81	16.15	4,400	2,000	27,476	T13. 11.	九 電
神 子	//	10.3	6.67	500	0	3,141	T 5. 11.	//
湯 田	//	16.7	9.09	1,200	800	9,253	T10. 8.	//
計		6 地点		31,100	15,140	229,553		

時代未詳中生層は、砂岩・頁岩の互層からなり、まれに輝緑凝灰岩を挟有している。この地層のあらわれているのは鶴田村湯田発電所付近から上流曾木滝付近までで、その質硬く、ダム基盤岩として問題ないが、褶曲・断層が多く、最近調査対象となっている新川内川地点が丁度この砂岩・頁岩の互層地点であり、たまたま断層線が川を横切る形で通っている（図版 7）。

変朽安山岩・泥熔岩は、河川に沿って広く分布する。岩質は多種多様で、紫蘇輝石安山岩・角閃石英安山岩等種々あり、肉眼的に灰白色～暗黒色、粗鬆、多孔質、緻密熔岩、流理ほとんどなきもの～流理著しいものと広範囲にわたっている。これらは次に述べるシラスとともに始良熔岩類に総括されている（図版 8, 9）。

シラス層は鶴田村から下流一帯の低地にきわめて広く分布しているが、これは軽石を多く含む火山灰・火山砂等の堆積物で、シラス層の上には、さらにローム層がのっているのが普通である。中生層の上にも侵食から残されたシラス層が点々と存在する。このものはあまり厚いものではなく、10～20m 程度のもので、



第 12 図 川内川流域地質図

この場合、中生層との間には普通 20~30 cm 前後の角礫層がある（図版 6）。

堆積火山灰のいわゆるシラスは垂直に切り取ることが容易であるが、水を含むと流泥化して容易に崩壊の原因となる。吸水性はあるが、垂直面の維持は必ずしも不可能ではなく、むしろ勾配をつけた面での崩落はなほだしい。したがって自然の斜面が露出して崩落が開始されると、とどまるところがない。

川内川の大部分はシラスとその他の新しい泥熔岩類に覆われているため従来流込式発電によっていた（第 11 表）。しかし今後は古期岩の露出している鶴田上流部に大規模開発の期待もてる。

流域地質図を示せば第 12 図のとおりである。

II. 2. 8 屋久島¹⁹⁾⁶²⁾

1. 地 形

屋久島は九州の南端、佐多岬の南方 75 km の海上に浮ぶ孤島で、島の大きさは東西 28 km、南北 24 km、面積 488 km² あり、全島急峻な岩山で、島の中央は九州第一の高峯・宮ノ浦嶽（1,935 m）があり、これに接し北に永田岳（1,890 m）、南に黒味嶽（1,836 m）、東に大志嶽（1,589 m）が一群の連峯をなし、本島の奥岳といわれている。

安房川は源を奥岳内部に発し、東流し小杉谷下流にて、前岳背面を流れる荒川を合し、千尋滝を経て渓谷の間を流れ、安房港に入る本島最大の河川である。宮ノ浦川・栗生川・永田川・一湊川など、いずれも奥岳の外部に源を発し、どの河川も沿岸にほとんど平地はなく、1/10~1/20 の急勾配をもって、渓谷の間を奔流して海に入る。

2. 地 質

本島の地質は東北に面する部分に、約 4 km、東より南に面する部分に 1 km 内外のおおむね緩傾斜地帯が中生層の硬砂岩・頁岩で、その他の山地は、ほとんど花崗岩である。

3. 主要河川の概要

a. 安房川

源を宮ノ浦嶽に発し、急峻な勾配で原始林の中を東流し、4 km にして右に黒味嶽よりくる支流、左に大株神社付近よりくる支流を合し小杉谷に至り、さらに東流 4 km、左に愛子川、右に荒川を合し、千尋滝を経て東南流し、約 10 km にして安房港に至って海に入る。荒川合流点の標高 540 m で、これ以下河川勾配 1/15 あり、荒川合流点から上流小杉谷付近までは、河川勾配 1/20 内外、それより上流はさらに著しく急勾配となっている。

b. 宮ノ浦川

島内第 2 位の河川で、源を宮ノ浦嶽および永田岳に発し、北流すること約 4 km の所で、三つの小支流を合し、これより方向を東北に転じて 5 km、右岸よりベヤンクボ川、イデワカシ川の二支流を入れ、沿岸や

第 12 表 屋久島既設発電所地点表

昭和 34 年 2 月調

地点名	型式	最大使用水量 (m ³ /sec)	有効落差 (m)	最大出力 (kW)	常時出力 (kW)	電力量 (mWh)	発電開始 年月日	備 考
千尋滝第一	流	1.85	70	1,000	1,000	8,760	S28. 4. 4	屋久島電気
栗 生	//	0.75	8.5	50	40			
中 間	//	0.15	12	12	12			
上 三 牧	//	0.25	18	30	30			
尾 之 間	//	0.14	19.5	20	20			
原	//	0.25	7.5	12	12			九 電
嶽 野 川	//	0.42	50.3	150	80	530	T15. 7.	
計		7 地点		1,274	1,194			

や開裕となり、宮ノ浦にて太平洋に注いでいる。河川勾配は河口から上流へ 3 km ベヤングボ川合流点に至る間 1/30、これより 6 km の間は 1/20 で、これ以上は次第に急峻となる。

c. 鯛ノ川

本島の東南に位置し、源を黒味嶽と七五嶽との間に発し、東流すること 6 km、深い V 字渓谷をなして流れ、さらに東南流して変生部落の中間で海に入る。河川勾配は平均して 1/8 である。

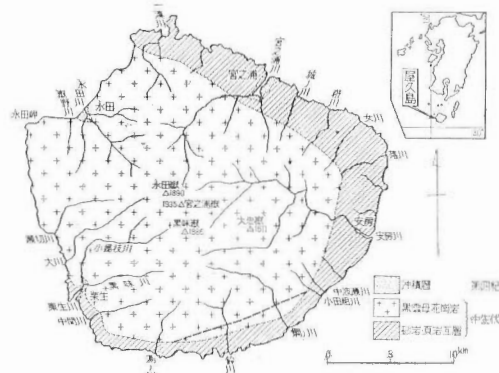
d. 栗生川

本島の西南に位置する栗生川は島内第 3 位の河川である。その源を宮ノ浦嶽および黒味嶽に発し、数多くの支流を合し、この河川もまた河川勾配の強い河川である。

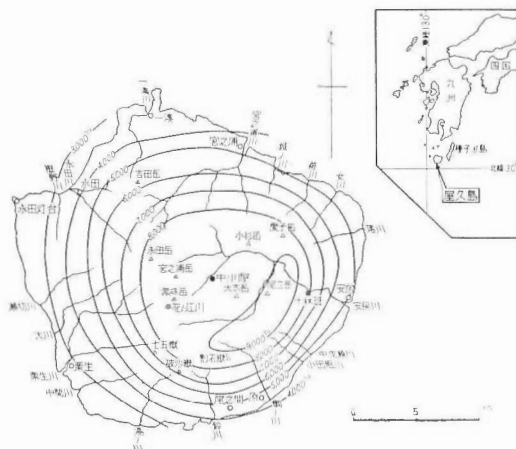
要するに屋久島では、宮ノ浦嶽を中心として数多くの河川が放射状に周辺にむけて発し、急勾配の河流をなして海に注いでいる。

多雨地と、地形が急勾配であるという面から、包蔵水力は高く評価されているが、立地条件から開発率は低い。

本島の地質図は第 13 図で示す。



第 13 図 屋久島地質図



第 14 図 屋久島年雨量分布図

II. 2. 9 緑川 (25)29(77)82(144)147)

緑川はその主流を熊本県上益城郡三方山(1,577 m)に源を発し、大矢川・笹原川を合せ西流し、途中、内大臣川・筒川・その他の支流を合せて平野に入り、甲佐町付近から横谷の形で北進し、さらに阿蘇外輪山の南麓に源を発し、御船層群に沿って西進する御船川その他の支流を合流して、ふたたび平野部を西進し有明海に注いでいる。その流路延長は 71.5 km、河口における流域面積は 1,102 km² に及んでいる。

緑川は白杵―八代構造線の北側に沿うもので、その地質は上流部や河谷周辺の低い丘陵地には洪積層と阿蘇熔岩が分布している。これらに覆われた下位、ならびに山地には古い地質系統である花崗岩類や変成岩類が広域にわたって知られている。すなわち松本達郎・勘米良亀麟(1952)によれば、竜峯山変成岩類²¹⁾と、その北側に平行して貫入した宮原花崗閃緑岩²²⁾、またその北側には肥後片麻岩²³⁾がある。

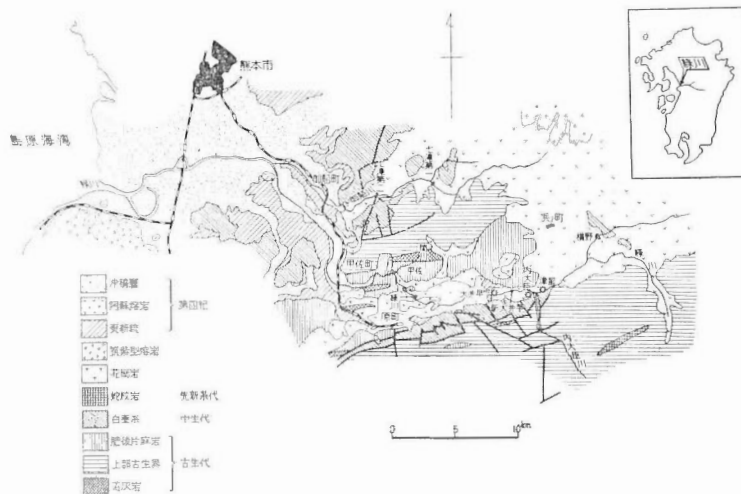
竜峯山層群は八代郡竜峯村から、砥用町、さらにその東方を走る山嶺を占めて露出する変成岩類で、千枚岩・緑色片岩・石灰岩からなる。石灰岩は扇状によく続き、浜町・津留付近に点々とあらわれている。

宮原花崗閃緑岩は、竜峯山変成岩類と断層関係でなく、ほぼ平行の貫入接触であるから、この変成岩類に接触変成作用を与えている。石灰岩は上記花崗岩類の進入の際、熱変質をうけ、ホルンフェルス等の薄い層が介在する。

第 13 表 緑川既設発電所地点表

昭和 35 年 3 月調

地点名	型式	最大使用水量	有効落差		最大出力		電力量	発電開始年月日	備考
		(m ³ /sec)	(m)	(kW)	(kW)	(mWh)			
横野	流	4.30	45.527	1,550	200	6,217	T11. 6.	九電	
津留	ゲート調	8.63	147.58	10,700	4,800	63,024	T 8. 1. 25	//	
大井早	流	10.16	54.85	4,200	2,900	34,365	T11. 6. 7	//	
内大臣	//	3.60	220	5,000	1,600	30,216	T 5. 12. 16	新日本窒素	
緑川	//	11.13	54.964	4,700	4,700	39,560	T 6. 4. 20	//	
甲佐	//	19.30	25.10	3,900	1,800	25,869	S26. 8. 12	九電	
七滝第一	//	1.53	121.2	1,380	680	11,000	S13. 3.	新日本窒素	
〃第二	//	3.47	102.2	2,650	1,600	21,120	S13. 3.	//	
計		8 地点		34,080	18,280	231,371			



第 15 図 緑川流域地質図

津留付近の緑川に沿う大井早河岸や、緑川発電所付近は、本岩の露出があり、ダムサイト基盤として好適な岩石である。

御船層群⁷⁶⁾は御船川中流以下の河岸に沿ってあらわれ、主として砂岩・頁岩・千枚岩類で上部白堊紀の下部に対比される。阿蘇熔岩に厚く覆われている部分が多いので、御船川に沿っては其の発達範囲が明らかでない。

阿蘇熔岩は筑後川の項で述べたように、洪積期後の熔岩流で、低地部や丘陵性山地を埋めて広く分布し、いたる所に柱状節理をあらわし、またこれによる崖錐等が崩壊堆積している。本岩は地質時代の渓谷に厚く堆積熔結したと考えられるもので、その下位に薄い砂礫層を敷くを常とする。元来渓谷の傾斜地で生成されたものであるから、その下限は平坦面をなしているとは限らず、侵食された谷の側面に覆われている時ほど明瞭に、かつての渓谷の傾斜面がみられる(図版 12・13)。津留発電所付近の片麻岩と阿蘇熔岩の接している部分は、この好例である(図版 10・11)。しかし、こうした砂礫風化層はすべり面として行動しやすく、かつ地下湧水もみられるので、この層は浮石同様である。また阿蘇熔岩の厚さは数 10 m から 100 m 前後まで場所によって種々であるが、一般に上流部において厚いのが常である。

流域の地質図は第 15 図に示す。

II. 2. 10 大野川⁷⁴⁾¹⁸⁴⁾¹⁸⁵⁾

大野川はその源を九重連山・阿蘇外輪山および祖母山系を結ぶ一連の山稜に發し、泥熔岩と火山灰互層の台地を洗掘し、幾多の分流した河川を大部分竹田市周辺において合流し、大野川主流となり、東北進して流れ、大分市東部にて豊後水道へ注ぐ河川である。

大野川流域を中心として、かなり広く中生界¹⁸⁴⁾の地層が分布する。「大分県の地質と地下資源」(大分県, 1951)によれば、この一群の地層を大野川層群とよぶ。大野川層群は、西側は断層をもって新第三系大分層群に接し、東半は佐賀関半島結晶片岩類と、これまた断層で接している。南東側は臼杵—三重町を通る地質構造線で画され、南西部は新しい火山噴出物で覆われている。

大野川層群を構成する岩石は、礫砂・砂岩・頁岩であって、これが種々の厚さをもって交互しており、一般に成層が顕著である。「大分県地質図」ならびにその説明書¹⁸⁵⁾によれば、層序的には、概して北西側に古い地層があり、東方に漸次新しい地層が配列する。したがって霊山(596 m)山嶺を構成する著しい礫岩が、大野川層群中の最下部で、山脈北側の中腹で基盤の古生界や蛇紋岩と接し、その間には不整合である。また同説明書に大野川層群の厚さは合計すると非常に厚く、10,000 m にも及び、それを構成する地層中に礫岩や粗粒砂岩が多く、頁岩と交互して幾枚も小周期的に重なっていることは特異な性質であって、学術的に珍しい例であると述べている。

地質構造は概して、北々東—南々西または北東—南西に走り、東南方に急または中庸角度で傾斜し、比較的整然とした向斜状構造を示している。しかし犬飼町周辺の大野川流路に沿って、北々東—南々西に走る一つの攪乱帯があり、種々の方向の断層群が多い。

第 14 表 大野川既設発電所地点表

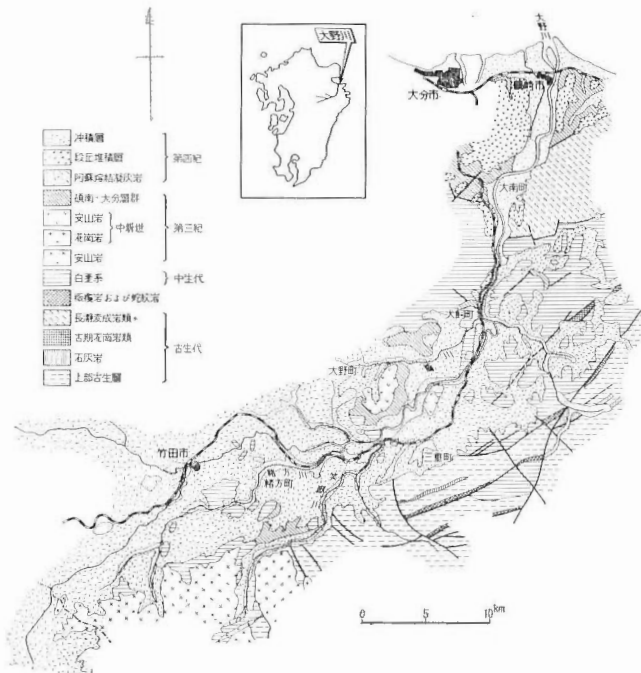
昭和 34 年 2 月調査

地点名	型式	最大使用水量 (m ³ /sec)	有効落差 (m)	最大出力 (kW)	常時出力 (kW)	電力量 (mWh)	発電開始年月日	備考
竹田	調	22.0	3740	7,200	1,700	42,440	S 30. 5.	九 電
軸丸	流	25.0	62.76	12,500	3,600	76,816	T 9. 5.	〃
沈随	〃	25.0	38.79	7,200	3,700	45,683	T 12. 9.	〃
大野川	〃	26.0	47.64	10,100	4,660	75,308	S 27. 1.	大 分 県
第三宮底	〃	0.834	60.30	383	253	2,334	S 4. 3.	九 電
計		5 地点		37,183	13,913	242,581		

新生界は大分県の中部以北に激しい火山活動を伴った新第三紀層が現在の火山の基盤として分布しているが、一般には新しい火山の噴出物と段丘堆積物のため狭小な露頭を示すにすぎない。新第三系鮮新統のものには千歳村付近に分布する田原園層であって、代三五熔岩と考えられる岩石の円礫に富む礫岩にはじまり、青色凝灰質泥岩・代三五熔岩および鎧獄熔岩起源と考えられる礫に富む円礫砂層部青灰凝灰泥岩等よりなり挟在する。なお鮮新統については、首藤次男（1950, 1952）の地史学的研究があり、南野津村に狭小な分布を示す亜炭を含む若い地層も、ほぼ田原園層の延長と予想される。

以上は大野川流域の地質の概要であるが、本河川の大きい特徴が利水状況にあることで、古来この地方に発達した農業用水の井路は、台地耕作を網目のように結び、用水に利用されない河川は皆無である。このため電源開発も種々の制約を受けるということである。

大野川流域の地質図を示せば第 16 図のとおりである。



第 16 図 大野川流域地質図

III. ダムサイト基盤の地質

前章において九州の主要河川の地形・地質・地帯構造による方向性などを述べ、それら各河川の水資源による発電エネルギーを生ずる既設ダム・発電所能力について表記した。このエネルギーを得るためのダム建設は現在における理工学全般にわたる広範な知識を必要とするもので、特に、その地質調査は最初に行なわれるべき重要な基礎資料である。

本章では九州における前記各河川またはそれ以外の河川のダムサイト基盤について、次の各項のような障害になる調査資料をとりあげ、地質学的な考察を試み、本研究の目的であるダムサイト基盤の地質学的問題点について述べたいと思う。

III. 1 ダムサイトと段丘堆積物

ダムは多くの場合、急峻な谷間に建設されるが、事実ダム個所に段丘堆積物たる砂・礫層が相当厚く堆積して、そのためにダム建設に支障を来す場合も少なくない。九州における山間盆地、例えば玖珠（筑後川）、都城（大淀川）盆地は、火山活動のため流水が一時堰止められて生じた火山堰塞湖¹²²⁾の乾涸したといわれるもので、そのため当時の湖成あるいは河成段丘堆積物の遺跡が現河床より上部に残留している所がみられる。また日向山地のように傾動性隆起運動⁹⁹⁾のあった地区においては河流の開析・侵食運動がはなはだしく、ために河川の蛇行個所が多く、五ヶ瀬川・一ツ瀬川など中流地区以上に河岸段丘堆積物を残している。これら湖成および河岸段丘堆積物は大体、砂・礫または火山灰・火山礫の層からできているので透水性が著しく、このものの残留位置如何によってはダムサイトとして著しい制約をうけることになる。

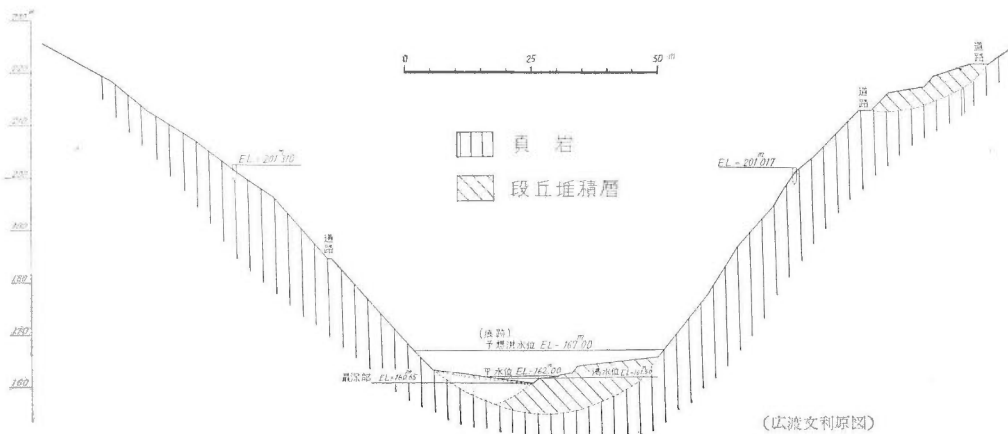
また崖錐堆積物も段丘堆積物と同様障害になる場合が多く、その量の多寡によってダムサイト基盤として不適當である。

これらを例示してみると次のようである。

III. 1. 1 一ツ瀬川戸崎地点¹⁴⁾

一ツ瀬川戸崎地点は、樋口山・石堂山の東斜面山麓に源を發する支流銀鏡川にある（第 10 図に位置を示す）。ダム地点の標高は 200 m で壮年期の溪谷を示し、河川はかなり蛇行している。所々に段丘堆積物が見られ、そのため河谷の形状は非対称溪谷をなしている。本地域を構成する岩石は、頁岩・砂岩、これらの互層・段丘堆積層および崖錐である。砂岩・頁岩の互層は、いずれも 30~50 cm の厚さを有し、これらが交互に繰り返されている。頁岩は剝理性を有するが、砂岩は塊状、時に数 m に及ぶものがある。こうした地質状態は四万十層群の特徴ともいえるべく、ダムサイト基盤としては必ずしも良好といえない。段丘堆積物は、砂礫からなり、崖錐は人頭大の礫を有する。ダム中心の両岸とも頁岩（含砂岩）からなり、右岸の河床付近には段丘堆積物および崖錐がみられる（第 17 図）。この頁岩の特徴は、剝理性が著しく、2~3 cm 程度の板状の岩石となって崩壊する性質がある。

ダム堤高の計画は 40 m であるが、段丘堆積物はダムサイトの基盤地質としては軟弱であり、漏水の危険もあって、堆砂の問題とともに障害となる。



第 17 図 戸崎地点地質断面図

III. 1. 2 大淀川第一ダム予定地点^{注3)}

大淀川は、前章で述べたように霧島連峯の山麓に源を發し、大小種々の支流を都城盆地付近にて集め、本流となって北方に流下している。

大淀川第一ダム予定地点は(第 11 図に位置を示す)、この盆地の北部にあり、付近は標高 200 m 前後の丘陵地帯で一般に平坦である。段丘堆積層が広範囲に分布し、河川はこの中を蛇行して流れている。第一ダム周辺を構成する岩石は泥熔岩および二次性シラス層^{注4)}を主とする。泥熔岩はやや多孔質で、黒曜石・植物等の破砕片を多量に含む。厚さは左岸で 7~10 m、右岸で 10~15 m と推定される。この泥熔岩の下部には、砂礫層・砂利質粘土層および火山礫層等が堆積している。その厚さは 6~20 m 以上と推定される。泥熔岩の上部には成層をした二次性シラス層がみられる。これは凝灰質砂層できわめて脆弱である。

泥熔岩は、一般に水に対して吸湿性が強いので、ダムサイト基盤としての支持力、長期の耐久性・透水性等について不適当である。

III. 2 ダムサイトと断層

ダムサイト周辺における断層は、ダム地質においても、最も望ましくないものの一つではあるが、実際、地層内には意外に断層が多く、ことに九州における古期岩層中のダムサイト周辺には断層・褶曲による裂かなどを見ないのはまれである。また火山活動が盛んに行なわれた火山地帯においても各所に断層がみられる。

断層には断層粘土か、断層角礫などを伴うのが普通で、そのため断層を境として、基盤が築後不等沈下を起し、堤体に亀裂が入るとか、断層を通じて湧水または漏水の起こることがある。

断層の例示の数はきわめて多いが、ここにその 1、2 の例をあげてみる。

III. 2. 1 川内川新川内川ダム地点²⁰⁾⁹¹⁾

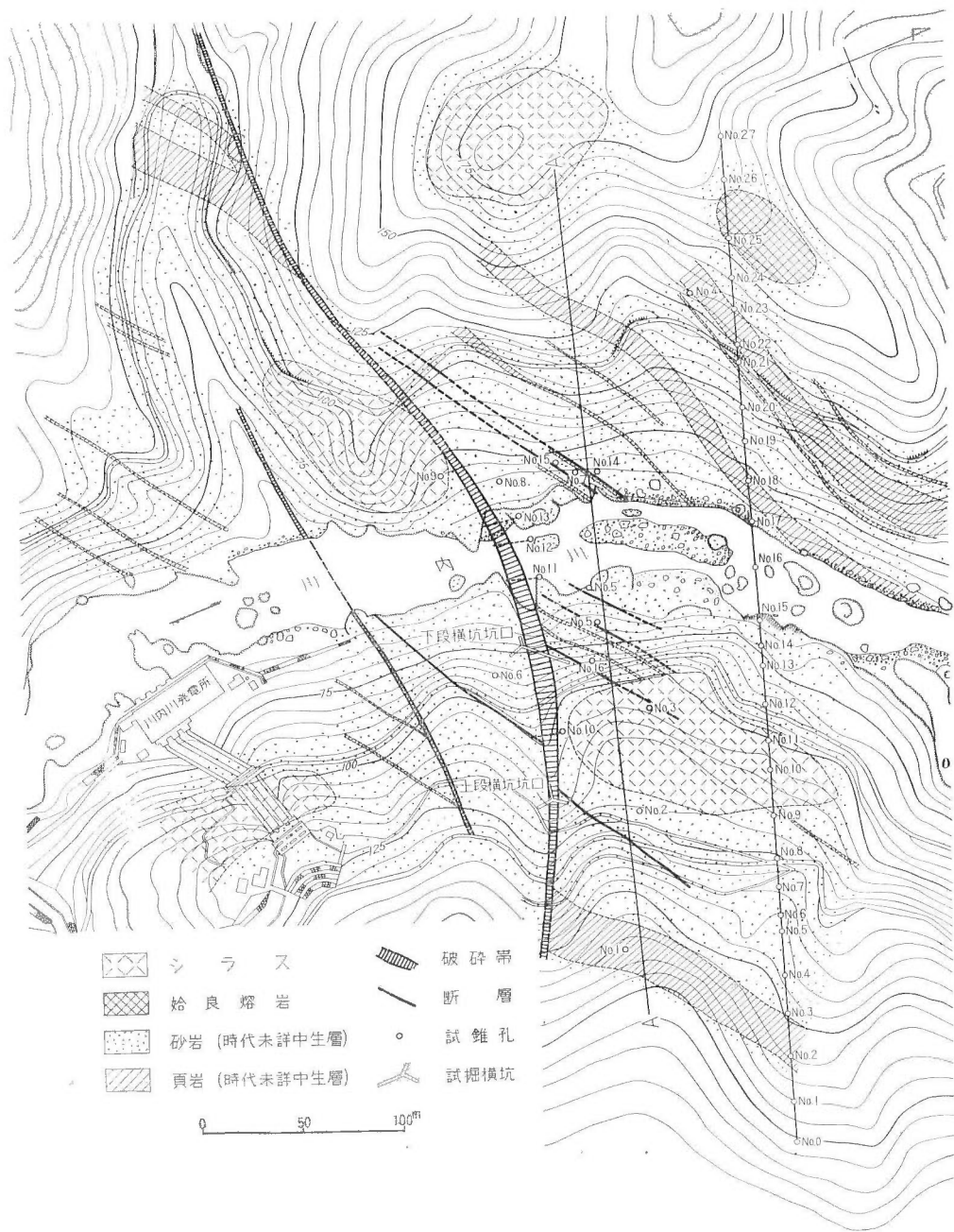
川内川中流に、新川内川ダム計画がある。この付近は、海拔 300 m 前後のやや急峻な地形をなしているため、表土層の厚さは割合薄く、基盤岩である時代末中生層の砂岩・頁岩が露出している所が多く、ところどころ後期の熔岩やシラス層が、この中生層を覆っている。この中生層は一般にきわめて緻密で、堅硬な砂岩が多く、頁岩は分布範囲が割合狭く、風化・褶曲などによる変質が多少みられる。地層の走向は N80°W または N60~70°E で大体北に 50~60° 傾斜している(第 18 図)。

新川内川ダムサイトの最初の案は、現在の川内川発電所直上を通るものであったが、昭和 31 年 11 月、筆者が調査した結果、ここから約 200 m 上流地点に、川を斜走する東西性の顕著な構造断層を認めた。このためこの案は湛水面積内に断層をだき込むことになるので不適当と結論した。しかし河川流量・落差・最大出力等の都合で、この付近に堰堤を設置したいとの考え方から、さらに地質調査を行ない、上流案を決定した。しかし、この断層が堤敷内に入るとともに、その付近に発電所を建設しようとするため、この断層についての調査研究をさらに行なった。その結果は「鹿児島県川内川水系ダム地点の地質」(補遺)(地質調査所月報、Vol. 12, No. 3)に既報のとおりである。すなわち横坑調査の結果、地表調査から考察されていた断層破砕帯の幅は、予想よりも広く、湧水が多く、母岩である砂岩には裂かが多く、裂かを埋めて灰白色粘土がある。試錐調査は、斜孔が 4 本、岩盤調査のための垂直孔が 13 本掘られたが、柱状図(第 21 図)が示すように、地表下の砂岩、あるいは頁岩は、その質は一樣でなく、破砕帯・変質帯と認められる箇所が多かった。このようにして、第 19~20 図のような断面が推定され、地表では判らなかつた小さい断層がいくつかあり、裂かの多い地層であることが判明した。

以上は、断層の性格を検討したことによって、周辺地質の地下における変化を知り、その結果ダムサイトの位置を変更し、その対策を講ずる資料となし得たものである。

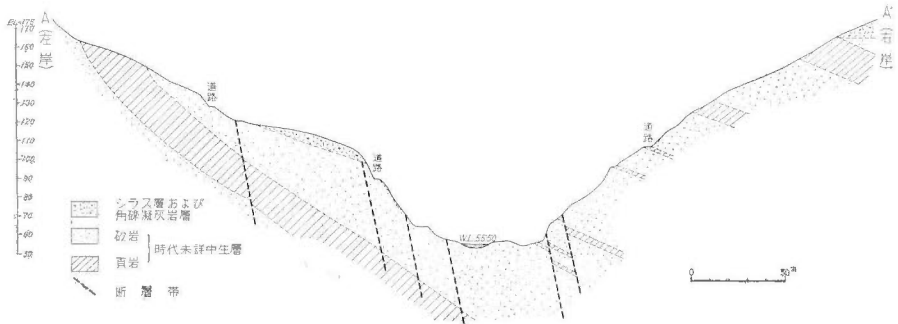
注3) 稲井信雄他 1 名 踏査手記

注4) 二次性シラス層とは既存のシラスが再堆積したもので成層をなすものを一次シラスと区別して用いた。

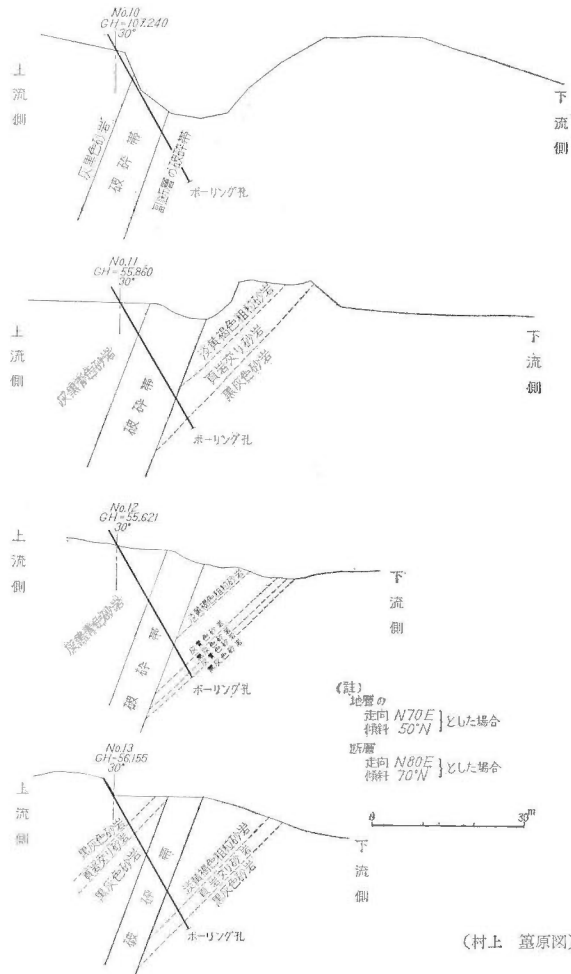


(村上 肇原図)

第 18 図 新川内川ダム予定地付近平面図



第 19 図 新川内川発電所地点地質断面図
(村上 篁原図)



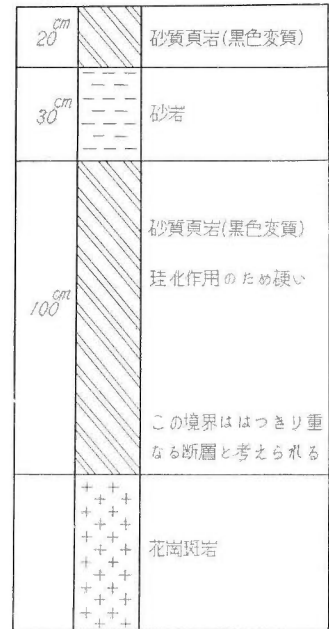
第 20 図 新川内川破砕帯部ボーリング地点地質断面図

ているもので、四万十層群に接する両盤付近は変質作用を受けて硬化している。

ダム計画案のうちA案は、片内発電所取水口下流約 400 m の地点で、地質はおもに中生界の硬砂岩で、わずかばかり頁岩層を挟み、ゆるやかな褶曲を繰り返すもので 12 m 程度のダムサイトとして問題はない（図版 2）。

B案は、片内発電所上流 850 m 付近を東西に伸びている花崗斑岩にダムを構築しようとするものである。しかし次のような地質学的判断からB案は廃案となった。

- a. 兩岸の岩盤もよくあらわれており、地形的にはU字渓谷であるから難点はない。しかし計画している花崗斑岩の突起している岩盤の下流側に大きな洞穴がある。したがって突起している岩盤は薄くなっているのので、これにダムを取付けるのは無理のように考える。
- b. 花崗斑岩は岩脈であり、かつ川の流れに直角の方向に走っているため、横圧力には強い。しかし花崗斑岩の上流・下流側にはかなり顕著な断層がある（第 23 図）。
- c. 花崗斑岩は、これら断層弱所に貫入したと考えられるので、両盤の砂岩・頁岩に変質と擾乱を与えている。
- d. 花崗斑岩の中にできている洞穴は、岩質の硬度の差によって侵食作用でできたものとする（図版 3）。
- e. 以上によって、この断層の多いことと強弱の異なった岩質にダムサイトを設置することは不適当であると判断した。



第 23 図 花崗斑岩上流側断面からの試錐柱状図

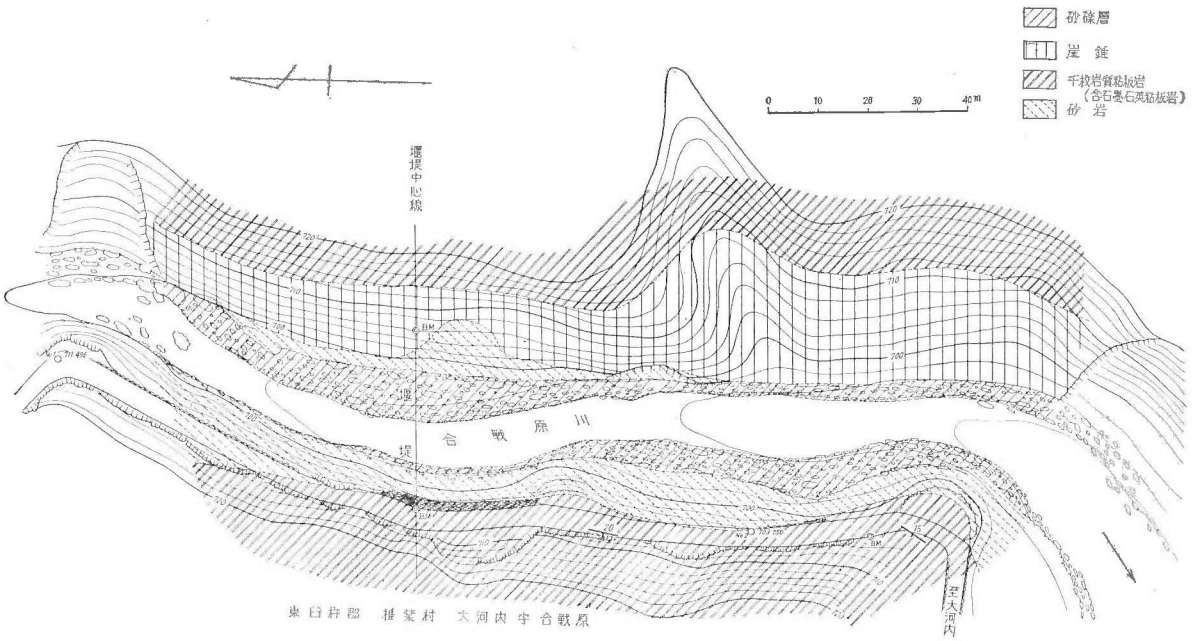
III. 2. 3 一ツ瀬川大河内ダム地点¹⁰⁾

大河内ダム地点は、一ツ瀬川の最上流、市房山と樋口山の両山麓を南下して流れる目良川の支流、合戦原川にあり、付近は標高約 700 m で侵食初期の地形を呈している（第 10 図に位置を示す）。溪谷は充分発達しておらず、大小の礫・砂が堆積している。岩石は砂岩（硬砂岩）、千枚岩質粘板岩（含石墨石英粘板岩）、砂質頁岩および崖錐堆積層などで、地層の走向は $N10^{\circ}\sim 50^{\circ}E$ 、傾斜 $15^{\circ}\sim 35^{\circ}N$ である。断層は $NE60^{\circ}$ 方向のものが多く、低角度の衝上性断層がみられる。第 24～25 図に示すように、左岸は広範囲に崖錐堆積物を覆い、左岸の山腹斜面は地層の傾斜面と一致する関係上、地層面に沿って剝理しやすい。特に風化の進んだ千枚岩質粘板岩は、著しく剝理しやすく、かつ崩壊しやすい。したがって湛水地域では堆砂が問題になる。すなわち千枚岩質粘板岩（含石墨千枚岩質粘板岩）、および頁岩などは、著しく剝理性を有すること、この地点は地質学的に構造線地帯¹⁰⁾に位置し、衝上性断層および正・逆断層などが交差し、そのうえ、地層面と山腹の傾斜が一致していわゆる“流水盤”となっているため、層面に沿って崩壊しやすくなっている。

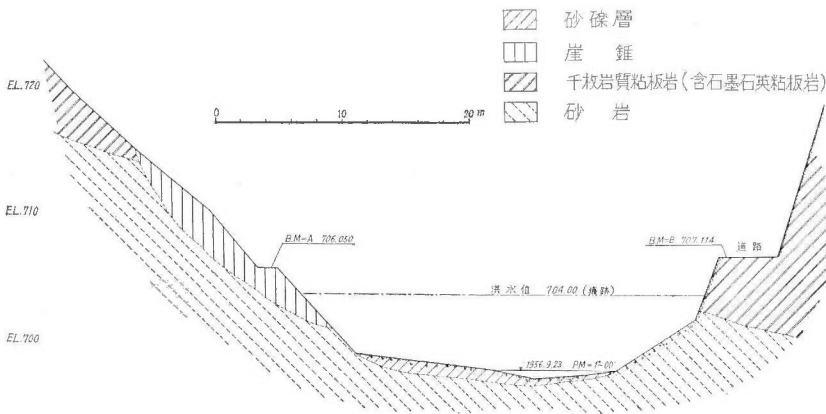
ダム計画は、堤高 15 m であるが、以上のように岩石の剝理性・崩壊性があることは、ダムサイト基盤として充分注意しなければならないのみならず、堆砂が問題になるので、適当なダム計画ではないと結論した。

III. 2. 4 筑後川久世畑ダム⁴⁷⁾¹⁴³⁾

筑後川久世畑ダム予定地点は、大山川最下流の予定地点で、その目的が大山川の洪水を一挙にここで貯留する考えであり、ダムの重要性にかんがみ、数次にわたる地質調査が行なわれている。すなわち 1954 年山口勝の報告があり、それに前後して建設省が試掘または横坑を掘さくし、地質調査所近藤技官も 1957 年、この地区を概査している。いまこれらの調査結果と、筆者の調査に基づいて、久世畑ダムサイトを地質から



第 24 図 大河内地点付近地質図 (広渡文利原図)



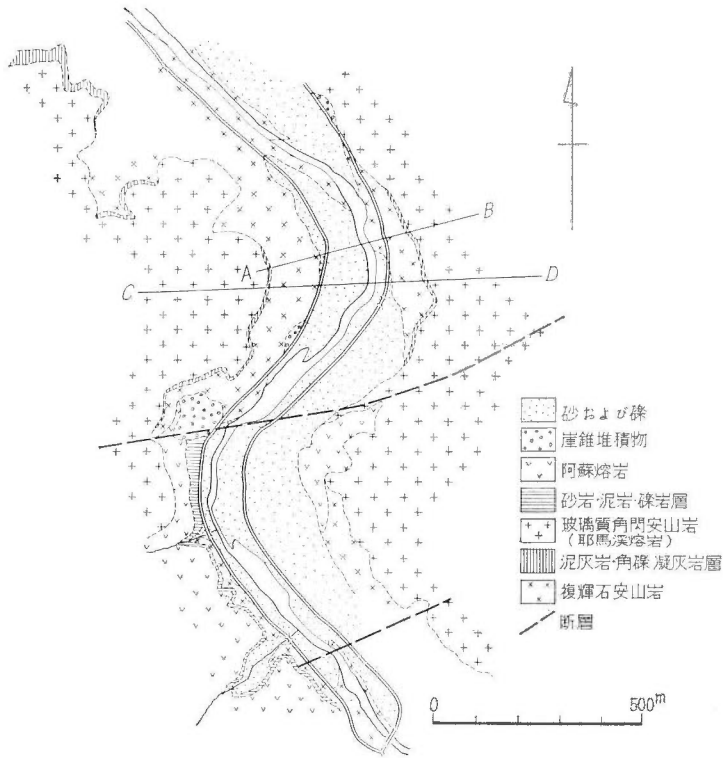
第 25 図 大河内地点地質断面図 (広渡文利原図)

みた問題点について述べてみたい。付近に分布している地質の層序は下記のとおりである。

久世畑ダムサイトは、堅硬緻密な複輝石安山岩が主体であり、特別ひどく擾乱され、破壊された軟弱体もみられない。しかし、この上を被覆する耶馬溪熔岩の下位に、泥灰岩・凝灰岩層があり、それらが、軟弱・透水性に富んでいる。ダムサイト付近では、この岩層が厚さ 2m あまりのみられて問題視された (図版 1)。一般に火成岩地域には、かくの如く異った岩石、または堆積時代にある間隔があったと考えられる異った岩石の間に、砂・礫・粘土等の堆積層があるため、断層・風化帯と同じような考え方で判断して対処しなければならない。また久世畑の地表調査から、東西性方向の断層がしられていて、この断層の存在によって基盤岩中に破屑帯および岩層に多数の亀裂が予想され、さらに詳細な調査が必要である。

第 15 表

新	7		砂および礫(あるいは土壌)	} 沖積層
	6		崖錐堆積物	
	6		阿蘇熔岩	} 茨礫層
	4		砂(岩) 泥(岩)	
	3		那馬溪熔岩(玻璃質閃石安山岩)	} 新第二紀層
	2		凝灰岩凝灰角礫岩層	
旧	1		筑紫熔岩類(復輝石安山岩熔岩および同角礫状熔岩)	

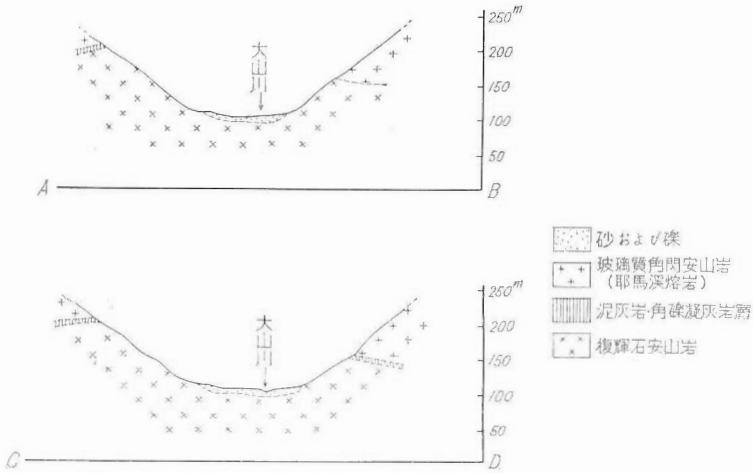


第 26 図 九世加付近地質図

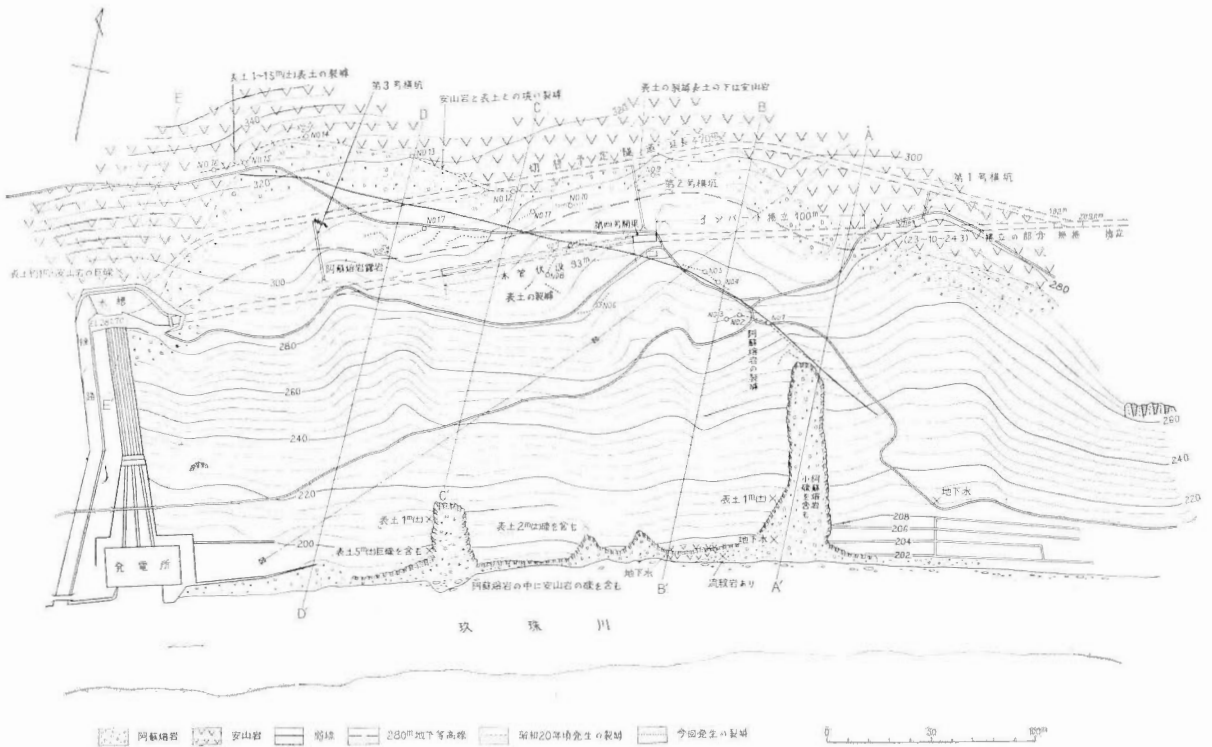
III. 3 ダムサイトと地すべり・山崩

九州における地質学的特色の一つに、地すべり・山崩地域の多いことがあげられる。そしてこれらの現象がダムサイトに近接して起っていることもしばしばある。たとえば数次にわたる火山岩流のため地層面に変質を起しているとき、堆積岩とくに粘板岩や頁岩・凝灰岩が割れ目にとんで崩壊するとき、両者ともに水の力が加わって地すべり・山崩運動を起す場合である。しかし、このような場合は、地質調査によって前もっ

て知ることができる。またいかに水利条件がよくても、山崩の直下にダムサイトを計画することはないから直接災害を与えることはない。しかしいまままで安定を保っていた山腹がすべりだし、またはかつて滑動作用を起した地形・地質の例はある。



第 27 図 九世畑付近地質断面図



第 28 図 湯山発電所付近地質平面図

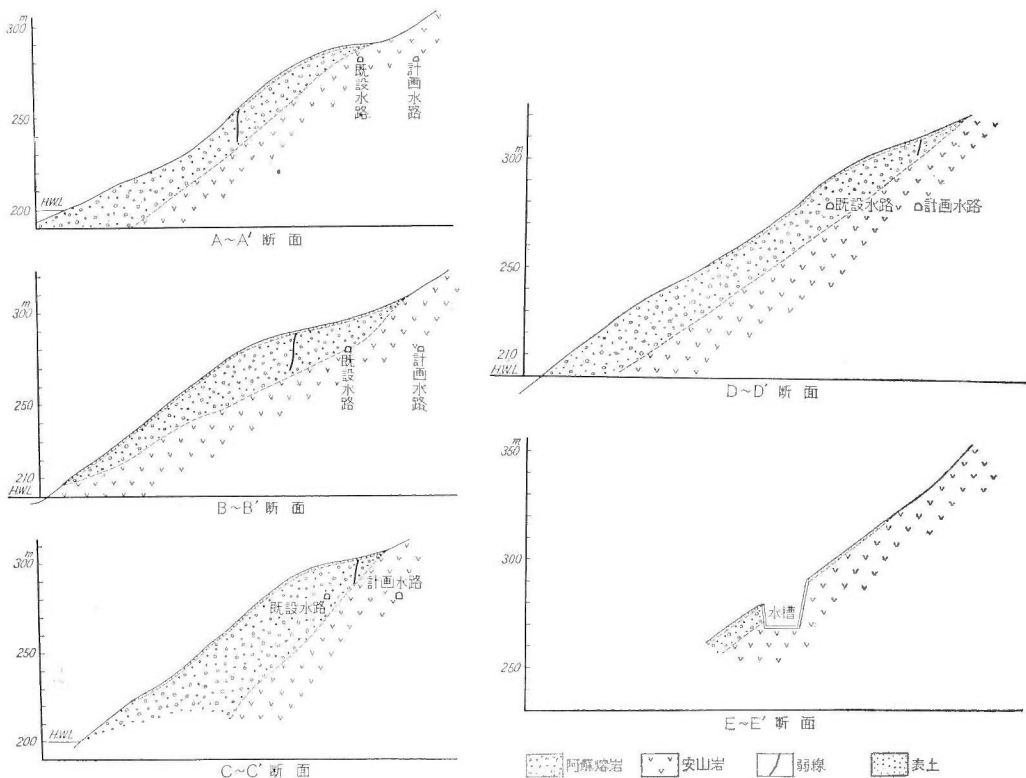
調査の結果、この裂かは阿蘇熔岩中に生じた東西方向の弱線に沿って、一方がズリ落ちんとする力のため生じたもので、この弱線が、第4開渠付近を東西に通過するため、水路の一部を破壊するにいたったものであることが判明した。

発電所的水槽・第5隧道・第4開渠および第4隧道付近の地質は、安山岩または阿蘇熔岩で、後者は前者を覆っている。表土は2~3mで安山岩礫を含んでいる。

裂かは、昭和20年頃隧道左右両側に生じたのであるが、その時は数cmの開きをもった裂かであり、その後この運動は中止していた。しかるに前述の豪雨で、新しい裂かを生じ、かつその開きの大きなものは、30cmにも及び、それが引続きの測定(第16表)によれば、数mmずつ開閉している状態にある。このため第5隧道の上部に大きな裂かを生じ、かつ拱渠の一部に落込みを生じた。第4隧道は、下口から約100mほどを残して、全部安山岩中を開さくしたものであるが(AA'断面)、第4開渠および第5隧道は、阿蘇熔岩中に開さくされたもので(BB'~DD')、第4開渠付近を東西の方向に通る弱線のため、第5隧道上口付近にズリ落の荷重が加わり、この災害を生じた(第29図)。

この東西の弱線に沿って、数多くの裂かを生じたのは、豪雨のため一部の裂かに浸透した雨水が、さらに隧道より漏水した水とともに約80m下部の玖珠川河岸まで浸透流下して、地層の含水膨脹によるズリ落を起したために生じたものである。阿蘇熔岩の部分には、含水による膨脹と、下方を玖珠川の増水のため洗われたので、水の循環が活発になれば、さらに弱線に沿って裂かを生ずる状態にあった。

1. 当分隧道の通水を中止すること。
2. 裂かの運動の測定を引続き続けること。
3. 山腹に水抜き試掘を行なうこと。



第 29 図

4. 切替え隧道は安山岩中に掘さくすること。

以上のことを対策として、地すべりにも似た災害にも対処すべきだと判断した。

水による滑動作用の他の例として耳川上椎葉ダム下流にも「崩の平」¹²³⁾がある。

耳川上椎葉ダムは、四万十層群に属する主として硬砂岩で、基盤として申分ないものであり、日本で最初にアーチダムに成功した高さ 110 m のハイダムである。このダム下流右岸に「崩の平」と称する地すべりがある。この地すべりは、寛永年間に起ったもので、当時は耳川の河流を一時閉塞したといわれている。この山崩の地質的原因については、詳にしないが、粘板岩と砂岩の互層からなる地質が風化作用を受け、粘板岩の部分が風化されて、弛緩したうえに、雨水の浸透によって摩擦係数を減少し、遂に地すべりを起したのではあるまいかと思う。「崩の平」は現在安定状態にあるようで、山崩によって生じた平坦面上に学校や民家が建てられている。

しかし上流にハイダムが構築され、洪水に際し、ダムに溢流してくる水の速度は、非常に大なるもので、山崩堆積物直下の河床および河岸が洗掘される程度も著しく大となる。したがって、せっかく落付いている地すべりの脚部が洗われ、安定を失い、そのうえ山崩堆積物に雨水が飽和してくると、ふたたび地すべり運動を始める憂がある。よってこれに対しては、椎葉ダム建設と同時に、対策として護岸壁を丈夫なものとして災害を防止した。

以上は、湯山発電所災害隧道と、地質は異にしているが、同じようなケースであって、水による滑動作用がダムサイト周辺に起った好例である。

III. 4 ダムサイトの風化

岩石の風化作用⁶⁴⁾は、主として物理的に行なわれる場合と、化学的に行なわれる場合があるが、実際にはほとんど常に相伴って進行する。

岩石は常に物理的および化学的風化作用を受けているので、一般に新鮮な露頭がみられる機会は少なく、その表面には風化産物たる表土および岩屑物で覆われた風化帯が存在している。風化産物である表土および岩屑物は、その場所の関係から、残積土および崩積土とよばれる風化帯を形成する。

岩石の風化現象が、ダムサイト周辺に存在することは、むしろ当然であるが、ダムサイト基盤としては好ましくないものであるから、岩石の種類による調査資料を例示し、その欠点とするところを指摘したい。

III. 4. 1 花崗岩類の風化

花崗岩の新鮮なものは、ダム基盤として岩質は堅硬で、耐圧力に富み、節理も少なく、したがって漏水などの懸念も少なく、推奨される岩石である。

しかし、わが国のような湿潤な気候においては、岩石中の長石・雲母等の風化が促進されるので、河床あるいは河岸に新鮮な岩盤がでていても、兩岸の高所部は風化して、いわゆる「まさ」となっている場合が少なくない。「まさ」は著しく透水性があり、侵食され、また崩壊しやすい。この顕著な例を背振山系に源を発する玉島川・那珂川ダム計画箇所、または既設北山ダム付近にみることができる。

佐賀県玉島川³⁴⁾上流松坂付近に、ダムおよび発電所の計画案があるので、この付近を地質学的見地から調査検討を行なった(第 30 図)。

玉島川は背振山系の西北部に源を発し、北西流して浜崎から玄海灘に注いでいる。

本地域一帯は、海拔 500~600 m の高度を有するが、花崗岩類からなるため、地形は一般に急峻ではない。しかし、侵食による溪谷が発達して、玉島川もこの溪谷の一つである。

花崗岩類は神崎花崗岩類¹³⁾を主とし、その他半花崗岩が部分的にこれを貫いている。谷の丘陵部には、花崗岩の崖錐および段丘堆積層がみられる(図版 15)。

神崎花崗岩は、アルカリ長石・石英・黒雲母・角閃石を主成分とする粗粒の岩石で、ともに数 cm に及ぶ角閃石の大片を含有する。部分的には、黒色鉱物が dark inclusion の形で包有されている。また一般に風化

作用が著しく、かなり深部まで風化されているが、この風化部分は、さながら堆砂のようで、一名「まさ」とよばれている。

神崎花崗岩に貫入の形で、多数の半花崗岩の細脈がみられる。その幅数 $\text{cm} \sim 1\text{m}$ の大小の細脈で、主として長石・石英からなり、その形は不規則である。

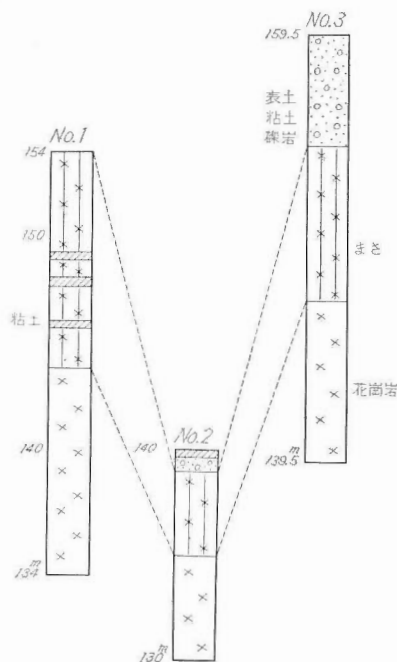
河床付近および低地部には、砂・礫からなる段丘堆積層がみられる。礫は大小種々であるが、主として花崗岩礫で円磨されている。また溪谷には、花崗岩の巨礫を伴う崖錐堆積層がみられる。

計画ダム付近はV字溪谷で、これを構成する基盤の岩石は神崎花崗岩である。この堅硬な基盤岩は、河床にあらわれているが、兩岸の洪水位（標高 278 m）より上部は、表土または風化されたいわゆる「まさ」で覆われている。この花崗岩は一般に風化作用が著しく、脆弱で、あたかも砂層のような感じである。「まさ」と堅硬な花崗岩との境は漸移的であるが、まれに境界付近にあたかも堅硬な花崗岩の巨礫をもったような形をして変わってゆく場合がある。「まさ」を剝脱すれば、基盤は堅硬な花崗岩であるから、ダムサイトには上述の「まさ」の厚さが問題になる。ダム地内露岩でこの厚さを確めることはできないが、道路の切り取り部分ですら 5~6 m の厚さの「まさ」がみられ、場所によっては 10 m 以上もあるのではなからうか（図版 14）。

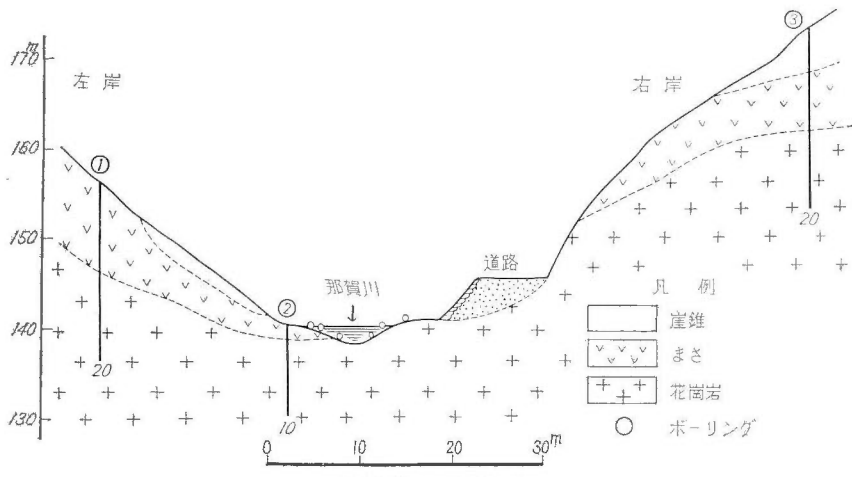
このように河床には新鮮な花崗岩の基盤岩があらわれているが、洪水位以上は「まさ」の部分が厚いので、高いダムサイトとしては適さない（図版 16）。

このような実例は、背振山の東山麓を北に流れ、福岡市中央から博多湾に注ぐ那珂川上流、南畑ダム計画地点においても、現河床には新鮮な花崗岩をみながら、兩岸の高い所には「まさ」が発達していることが、試掘調査で確かめられている（第 31~34 図、地質調査所月報、第 13 巻第 4 号）。

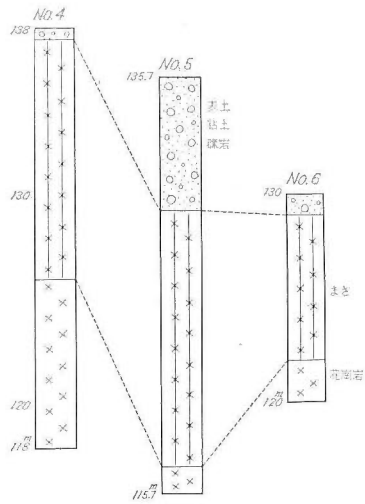
また嘉瀬川北山ダム¹²³⁾（堤高 52.3 m、堤長 174 m）は、花崗岩を基盤としているが、その風化は、はなはだしく厚く作用しており、それに断層もみとめられ、断層近くにはさらに深部まで風化作用が及んでいる。このダムによって貯水された水を小関に導入している小関発電所の圧力隧道もまた「まさ」の部分が厚く、その新鮮な岩盤にまで隧道を下げている例がある（第 35 図）。



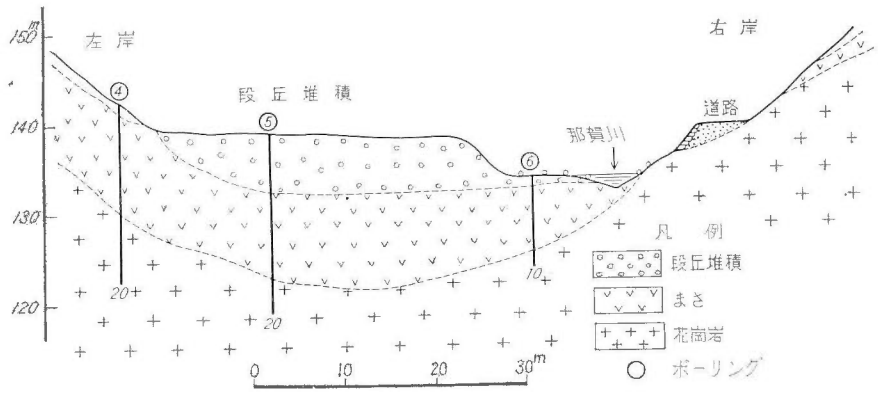
第 31 図 南畑試錐柱状図 上流



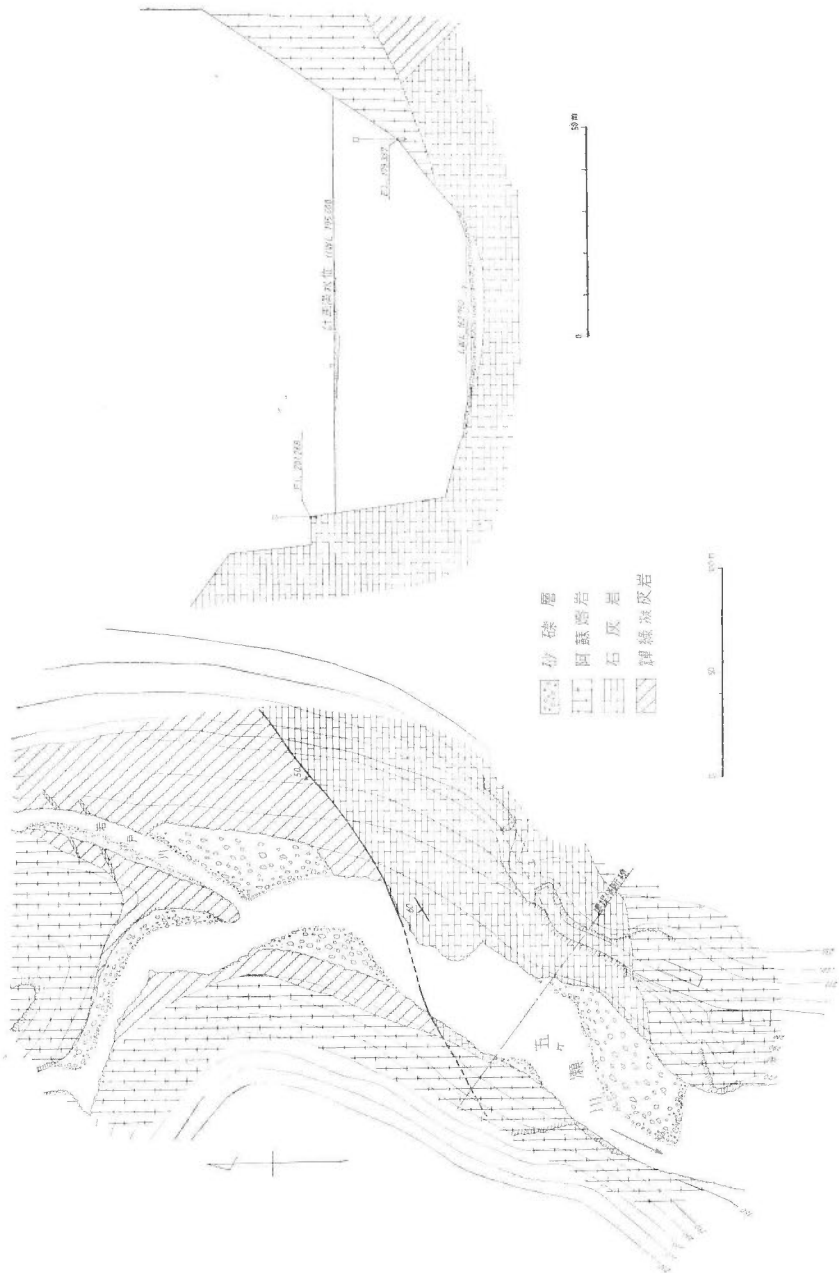
第 32 図 上流断面



第 33 図 南知試錐柱状図 下流



第 34 図 下流断面



第 36 圖 標内地点々々附近地質平面図および断面図

小出博は「応用地質」⁸⁾風化作用の不連続性の項において、「まさ」はかなり深い所にもできるので、この風化作用をかりに深層風化とよぶとすると、これは、はたして地表面で行なわれる風化作用であるか、それとも、もっと深い所に原因のある一種の地質作用によるものであるのか、大切なことであるが、こうした問題は今日まで明らかにされていない。またどんな花崗岩に、そしてどんな部分にこのような深層風化が行なわれやすいかも明らかでない」と述べている。

筆者も、その事実は各花崗岩調査地においてみとめるが、その成因については研究の余地を残しているものと考えている。

このようにして、花崗岩における風化現象は支障が多く、少なくとも北部九州の花崗岩地域には、大きい規模のダムサイト基盤は求めにくいと結論し得る。

III. 4. 2 その他の風化・侵食

その他の風化・侵食現象として、石灰岩の空洞、軟弱岩の風化がある。

五ヶ瀬川深角ダムサイト³⁰⁾ (第 36 図) は、地形利水の面から計画されたダムサイト地点であるが、地質学的に適当でないかと判断し得る。すなわち、計画地点は、宮崎県西臼杵郡高千穂町と、日ノ影町を結ぶ道路に面し、高千穂町から 3 km 下流、岩戸川が合流する地点である。

この付近は海拔 729 m の鞍掛山、808 m の烏帽子山の山麓が迫り、河川はこれらの山稜を開析して流れるため、割合急峻な地形をしている。しかし河床は広く開け、河谷の形状はU字型をしている。

この周辺を構成する岩石は、石灰岩・輝緑凝灰岩を基盤とし、これを覆って阿蘇熔岩および砂礫層が分布している。石灰岩および輝緑凝灰岩類は、古生層に属し、一般走向は N60°E で、傾斜は 60°N である。石灰岩は灰白色で、やや結晶質の部分がみられ、中に輝緑凝灰岩・粘板岩の薄層を挟有している。

本岩はいたる所に、小規模ながら種々の形の鐘乳洞が存在する。輝緑凝灰岩は、剝理性の岩石で、やや珪化している。石灰岩との境界は N60°E, 50°N 方向の小断層によって接している。

左岸側では、石灰岩が広範囲に露出し、右岸では阿蘇熔岩が河岸近くまで覆っているが、この下部には石灰岩が存在するものと思われる。河床の砂礫は、大体 2~3 m の厚さと推定される。

ダムサイト付近に石灰岩が露出し、大小種々の鐘乳洞が存在しているため、ダムサイト基盤としては最も悪い条件であると判断する。

III. 4. 3 五ヶ瀬川亀ヶ崎ダムの比較案について³⁰⁾

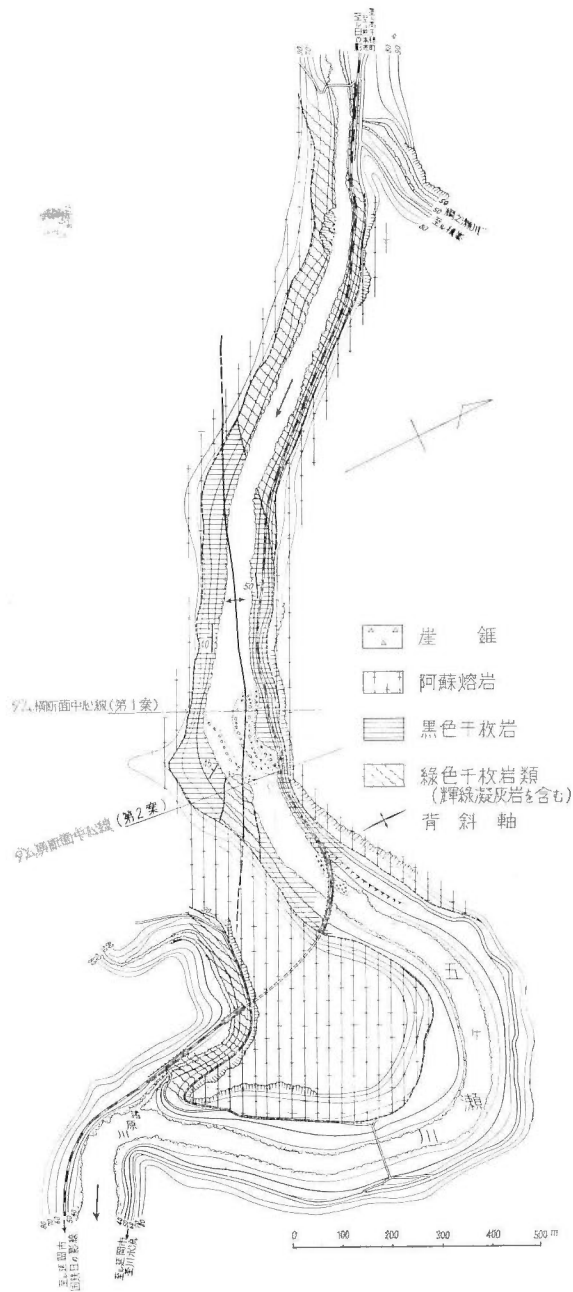
宮崎県東臼杵郡北方林流下地点は、河川流域がひろげ、河幅も広くなり、平坦な地形を呈する。河谷の形状も老年期渓谷をなす。

岩石は緑色千枚岩・輝緑凝灰岩・黒色千枚岩・阿蘇熔岩および少量の崖錐からなる。前三者はいわゆる“時代未詳中生層”に属する地層である。緑色千枚岩類は剝理性を有する岩石で、堅硬な岩石である。輝緑凝灰岩は、緑色・赤紫色の剝理性の岩石で、やや脆弱である。黒色千枚岩は、黒色板状の岩石で、数 cm の厚さに剝理する性質を有する。風化作用に対しては弱く、茶褐色粘土質岩石になり、崩壊しやすい。これら中生層の一般走向は、NW40°SE で、傾斜 40~45°S, あるいは 50°N である。右岸では、南に傾斜し、左岸では北に傾斜している背斜構造をしている。川筋の方向が背斜軸である。

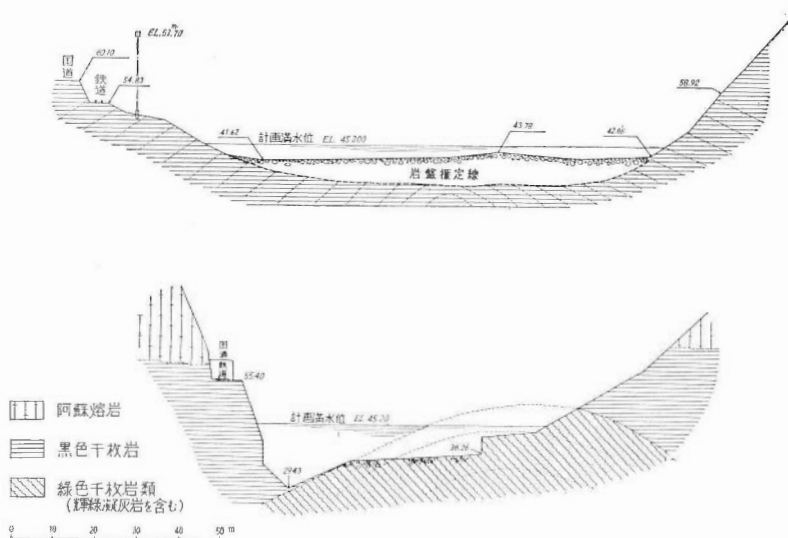
第 37~38 図にダム予定地点の地質図およびダム地点の断面図を示した。

本地点のダムセンターは、第一案と第二案がある。第一案の地点は、兩岸とも黒色千枚岩からなり、地層の走向は、大概、川筋の方向に一致し、左岸・右岸ともに山腹に向って 40~50° 傾斜している。黒色千枚岩は前述のように、剝理性著しく、そのうえ、風化に対して弱い性質を有する。右岸側では、かなり風化して脆弱である。第二案の地点では、緑色千枚岩・黒色千枚岩からなり、ダムセンターの右岸では、堅硬な緑色千枚岩類が露出している。本岩は前述のように、背斜構造の頂部にあたり、左岸側の河床以下に没している。左岸側は黒色千枚岩が露出し、この部分はやや珪化して硬くなっている。両案の適否は、地質学的見地

から第二案を好条件と考える。



第 37 図 亀ヶ崎ダム地点地質図および断面図
(4) 亀ヶ崎地点一般平面図



第 38 図 ダム地点断面図第 1 案および第 2 案

III. 5 ダムサイト基盤の岩質

筆者は前項までにおいて九州におけるダムサイト基盤について、その障害となる点を調査資料から、数件をとりあげて説明し、その各々に対し、地質学からみた意見を述べた。ここにふたたびこれら障害になる点をダムサイト基盤の岩質から考察を試みたい。

1. 臼杵—八代線以南、すなわちいわゆる日本外帯に属する地帯には、九州の主要河川が中央分水線からおおよそ東西に分流し、しかも水路経過地の岩層中、五ヶ瀬川・耳川・球磨川のごときは上流部、または上流と下流部で古生層および中生層を横切り、一ツ瀬川・大淀川・川内川等はいわゆる時代未詳中生層の発達する地域を主として通過している。

古生層と中生層とは「仏像構造線」をもって境している。仏像構造線の北西側は、主として硬砂岩・粘板岩・珪岩・石灰岩または輝緑凝灰岩からなる古生層であり、その南東側は、砂岩・頁岩または凝灰岩からなるいわゆる時代未詳中生層、あるいは四国の四万十川地方に広く分布するものの延長とみなされ、四国における地層名を踏襲した四万十層群である。岩層はいずれもほとんど同じような硬砂岩または粘板岩あるいはこれらの互層からなる部分があり、古生層・中生層という年代の新旧による差異・特質はあまり区別する必要のない場合が多い。よって本文では、古い堆積岩類を総括して古期岩とした場合もある。

また岩質として問題となる岩石は石灰岩および頁岩・粘板岩である。石灰岩は弱酸性の水に溶解する傾向があり、かつ、また無数の漏水孔があるから、ダムサイトとして適しないことは五ヶ瀬川の例をとって説明したとおりである。頁岩および粘板岩については、いままで述べてきた古期岩の場合遭遇してきたが、好ましくない箇所が多いといっても過言ではない。すなわち頁岩および粘板岩は飽水すると風化ないし粘土化の進行がきわめて速かであること、亀裂を通じて漏水が多いこと、したがって風化ないし粘土化して後の支持力が相当に弱いということがいえる。また砂岩と粘板岩が互層している場合には地殻運動の力が、より弱い粘板岩の方にしわよせするため、とくに複雑な採めを生じる場合がある。蛇紋岩のごとき塩基性岩も岩質として悪い場合であると考えられるが、九州のダムサイト計画地点では本岩に遭遇しなかった。

従来みられる耳川・一ツ瀬川などのハイダムの基盤の多くが硬砂岩を基盤とすることは、粘板岩または頁岩が好まれなかった原因とも考えられる。また宮崎県下で大雨に際して、山地が崩壊するのは粘板岩などの

部分であることが記録されている。

現在、建設省で調査している川内川・新川内川地点も断層周辺の頁岩地帯をさげ、ダムサイト地点を上流の比較的硬砂岩の多い地点に移したのも岩質の良否をあわせ考えたからである。

耳川における椎葉ダムはわが国最初にほころアーチ式ハイダムであり、堅硬な砂岩のところに構築されているが、その一部に左に傾斜する粘板岩が砂岩層中に介在し、ダムの高さは、その下方までに限定されたのは岩質上の特性を示す好例である。

このように堆積岩地域においては、その地質構造と岩質、特に粘板岩・頁岩に対して研究すべきであると結論する。

尾原信彦は徳島県那賀川水系ダム調査報告(地質調査所月報, 第8巻 第8号)で米国における粘板岩類について、次のような脚注を述べている。“米国における土木地質の分野で, ‘cemented shale’, ‘compaction shale’ とに二大別しており, 前者は珪酸塩が粒子間を充填して団結したもので, 後者は単に強大な圧力によって粒子間隙が微小になった粘土質岩と定義し, 前者は高堰堤の建設も可能であるが, 後者は不適當であると取扱っている。両者の判別には 1/100 N の蓆酸アンモニウム液に浸して, 侵されないか, 侵されるかで判定しているという”。

2. ダムサイト基盤の花崗岩については、主として背振山系を中心として南北に流出する那珂川・玉島川・嘉瀬川等にもみられるもので、その河床あるいは河岸に、新鮮な岩盤がでていても、兩岸の高所、すなわち洪水水面以上は風化して、いわゆる「まさ」となっている場合が例外なく存在している。このため花崗岩地帯であるけれど、この「まさ」の部分がダムサイト基盤として障害の対象になっている。この「まさ」の成因については定説がなく、議論の余地を残しているが、このものの岩盤改善法(cement grouting method)を講ずるか、試錐その他によって、その厚さを知り、これを除去することを考えなければダムサイト基盤の対象になり得ない。

軟弱基盤補強に関する土木技術の進歩は、グラウト(grout)^{注5)}工法等種々の手段が講ぜられつつあるので「まさ」に関する詳細な研究に対しては今後の努力が期待される。

3. 長崎三角地域には中央分水線を境として、東に大野川、西に筑後川が分流し、長崎三角地域の南限に沿って東北に大野川、西南に緑川が分流している。いずれもその上流部、すなわちダムサイト対象地域は新生代火山活動による各種火成岩類で覆われている。

立岩巖・木下亀城¹⁰⁾(大分県地質および地下資源概査報告)は、その文献の中で、この地域の火山活動を時代的にかなり詳しく分けて説明し、最後に総括的にその変遷を述べている。

すなわち、新第三紀前半に始った火山活動は、新第三紀後半に瀬戸内火山帯活動となり、洪積世に入ると火山活動はふたたび大規模なものとなり、洪積世中期にわたって噴出した熔岩類の分布は前記のものより狭く、その中でも比較的早く噴出したと思われる耶馬溪熔岩は、大分県の北部に限られている。その後、火山活動は中心噴火型式となった。すなわち、双子火山から阿蘇火山付近一帯の諸火山はその代表的なものであり、洪積世末期になると、火山活動が線のないし点的に変遷し、噴火地点は両子・鶴見・由布・大船・久住・九重など、活動場所ははなはだ限定されてきた。そして最後に沖積世に入って阿蘇火山中央火口丘の活動となっている。

かくのごとく、火山活動は面積的から地帯的へ、そして次に線のないし点的へと変化したことが知られると述べている。

この火山地質学上のことは、ここでは省略するが、以上のような熾烈な火山活動があったため、その構成岩石はきわめて複雑な形をとり、筑後川の項で述べたように、火山岩系統だけでも数種に及んでおり、それに加えて断層活動も加わって、岩石に複雑な変質を与えているのが、この地域の特徴であり、これらがダム地質として障害となる面を倍加している。

この中でも阿蘇熔岩は筑後川・大分川・大野川・緑川・五ヶ瀬川の上部のみならず、耳川・球磨川の一部

注5) 渡辺 貫・有馬 宏・石川九五(1935): セメント注入, 工業雑誌社

にも広く分布しているため、各河川流路の項で、しばしば説明を試みたように、すこぶる不均質なこと、多孔質・ガラス質など、部分的に変化があり、火山礫・火山砂・火山灰・黒曜石・軽石塊などを含むほか、基盤岩の碎片を混えていること、縞状構造を呈し、この縞状構造とほぼ垂直な大まかな柱状節理が発達していることなどを述べてきた。

阿蘇熔岩がかくのごとき岩質をもち、かつ長崎三角地域を中心として広く分布していることは、九州の特殊地質ともいうべく、主要河川のダムサイト基盤にも大なり小なり関係があるため、調査対象として重要な岩石であるが、漏水・脆弱という点で、障害となる岩石の一つであるといえる。

一方、霧島火山を中心として、広く南九州に分布するシラス、および泥熔岩は阿蘇火山噴出物と同型の火山物質である。このシラスおよび泥熔岩は大淀川・川内川の項で説明したように、本岩もダムサイト基盤としては、岩質的に漏水・脆弱という点で障害となることは阿蘇熔岩と同様である。と同時に、南九州の特殊地質ともいうべきである。

IV. 結 論

九州における主要河川のダムサイト基盤地質について、次のように要約される。

1. 剝理性に富む頁岩・粘板岩、耐水性に乏しい砂礫層、崩壊性のある火山岩は河川流域において、段丘堆積・崖錐堆積層をつくりやすく、ダムサイト基盤には不適當である。
2. 断層は断層角礫・断層粘土のような二次物質が伴ない、これが漏水・湧水の導火線となる場合が多いので、断層の規模を確認する必要がある。川内川においては断層確認のための試錐調査の結果、断層に伴なう複雑な地質の変化を明らかにすることができた。
3. 地すべり・山崩運動は異なった岩質の地層面に飽水したり、崩壊しやすい堆積岩に水が加わり、山肌の重力の不均衡を生じて発生する場合が多い。ダムサイト周辺基盤の地質については充分検討する必要がある。
4. 地表における岩石の風化現象は、当然のことであるが、ダムサイトの場合、この部分は透水性があり、侵食され、崩壊しやすく、圧力に耐え難い。花崗岩の「まさ」はこの障害になるものの一つであるが、その成因については、まだ定説がなく、議論の余地を残している。
5. 岩質からみると、頁岩・粘板岩は飽水すると風化ないし粘土化の進行が早くなり、亀裂を生じ、漏水が進行し、支持力が弱くなる。石灰岩は弱酸性の水に溶解する傾向があり、無数の漏水孔を生ずるからダムサイト基盤には適當でない。火山岩については、数次にわたる熾烈な火山活動のため異なった熔岩の間に軟弱・透水性に富んだ砂礫層・泥灰岩・角礫凝灰岩層のようなダムサイト基盤として負荷にたえ難い地層が存在する。

阿蘇火山を中心として広く中部九州に分布する阿蘇熔岩、霧島火山を中心として広く南九州に分布するシラスおよび泥熔岩は、九州地方の特殊地質ともいうべきもので、ともにその質脆く、漏水・負荷にたえ難く、ダムサイト基盤となり得ない。

以上、筆者は九州地方における主要河川流域の地質について述べ、各河川における計画または既設のダムサイトの基盤地質を検討した結果、地質学的に問題視される岩石の剝理・崩壊・透水・風化現象・地層の褶曲・断層等について、例示し、不適當の点を指摘した。かくのごとく、ダムサイト基盤に関する地層の堆積状況・地質構造・岩石の性質等を調査研究することによって、水資源を函養するダムサイトの基礎岩盤について、その適否を推定することができると結論づけるものである。

文 献

- 1) 赤木 健：7万5千分の1地質図幅，豆田ならびに同説明書，地質調査所，1933
- 2) 赤木 健：7万5千分の1地質図幅，山鹿ならびに同説明書，地質調査所，1933
- 3) 赤木 健：7万5千分の1地質図幅，小城ならびに同説明書，地質調査所，1935

- 4) 青山信雄：構造地質学 I, 天松堂出版部, 1948
- 5) Cyrie S. Foxi: *Engineering Geology*, p. 229~232, 1935
- 6) 江原真伍：中央線の構造数種 (演旨), 地質学雑誌, Vol. 44, No. 525, p. 599~600, 1937
- 7) 藤井浩二：八代中生層の水成岩石学的研究 (1) (演旨), 地質学雑誌, Vol. 59, No. 694, p. 324~325, 1953
- 8) 福岡県：福岡県地質図, 1953
- 9) 福岡通産局：球磨川水系 (934), 発電水力調査報告, 1958
- 10) 福岡通産局鉱山部：九州の金属鉱業, 九州地方鉱山会, 1959
- 11) 福岡通産局：耳川水系 (908), 発電水力調査報告, 1959
- 12) 福岡通産局：球磨川水系 (934), 発電水力調査報告別冊, 1959
- 13) 福岡通産局公益事業部：屋久島・安房川水系 (956)・鯛ノ川水系 (957)・栗生川水系 (958)・永田川水系 (961)・一湊川水系 (962)・宮ノ浦川水系 (963), 発電水力調査報告, 1959
- 14) 福岡通産局：大野川水系 (904), 発電水力調査報告, 1959
- 15) 橋本 勇：熊本県球磨郡北西部地域の時代未詳層群の層序と地質構造, 九大教養部研報, No. 1, p. 31~46, 1955
- 16) 広渡文利：一ツ瀬川水系堰堤地点地質調査報告, 地質調査所月報, Vol. 8, No. 12, p. 721, 1957
- 17) 伊原敬之助：7万5千分の1地質図幅, 伊集院ならびに同説明書, 地質調査所, 1930
- 18) 伊原敬之助：7万5千分の1地質図幅, 鹿児島ならびに同説明書, 地質調査所, 1930
- 19) 堀 米次：筑後川三角州の研究, 地球, Vol. 40, No. 6, p. 437~451, 1931
- 20) 岩崎重三：球磨川, 地学雑誌, Vol. 40, No. 44, p. 352, 1892
- 21) 石井清彦・谷田勝彦・青木謙一郎：耶馬溪 Welded tuff について (予報), 岩石鉱物鉱床学会誌, Vol. 40, No. 4, 1956
- 22) 石井清彦・谷田勝彦・青木謙一郎：7万5千分の1地質図幅, 延岡ならびに同説明書, 地質調査所, 1939
- 23) 稲井信雄：銅山川一三島水道隧道概査報告, 地質調査所月報, Vol. 3, No. 9, p. 456, 1952
- 24) 稲井信雄：大分県湯山発電所災害隧道付近の地質, 地質調査所月報, Vol. 5, No. 4, p. 197, 1954
- 25) 稲井信雄：宮崎県五ヶ瀬川水系網ノ瀬川電源開発堰堤付近地質調査報告, 地質調査所月報, Vol. 8, No. 4, p. 210, 1957
- 26) 稲井信雄：鹿児島県川内川水系堰堤地点地質調査報告, 地質調査所月報, Vol. 8, No. 10, p. 585, 1961
- 27) 稲井信雄外1名：佐賀県筑後川水系城原川堰堤調査報告, 地質調査所月報, Vol. 8, No. 11, p. 659, 1957
- 28) 稲井信雄：熊本県緑川水系堰堤地点地質調査報告, 地質調査所月報, Vol. 8, No. 11, p. 663, 1957
- 29) 稲井信雄：熊本県緑川水系御船川堰堤調査報告, 地質調査所月報, Vol. 9, No. 3, p. 195, 1958
- 30) 稲井信雄外1名：宮崎県五ヶ瀬川水系ダム調査報告, 地質調査所月報, Vol. 9, No. 5, p. 371, 1958
- 31) 稲井信雄：鹿児島県鹿屋銅山概査報告, 地質調査所月報, Vol. 9, No. 11, p. 807, 1958
- 32) 稲井信雄：大分県筑後川水系大山川谷山・杖立川杖立発電所ダム地点地質概査報告, 地質調査所月報, Vol. 10, No. 3, p. 237, 1959
- 33) 稲井信雄：大分県大分川水系ダム地点地質調査報告, 地質調査所月報, Vol. 10, No. 6, p. 517, 1959
- 34) 稲井信雄：佐賀県玉島川水系松坂ダム調査報告, 地質調査所月報, Vol. 10, No. 10, p. 919, 1959
- 35) Inai, Nobuo: *Geology of the Dam Site Areas on the Nakagawa and Midorikawa Rivers*, Bull. Geol. Surv. Japan, Vol. 13, No. 4, p. 291~300, 1962
- 36) 河田学夫：宮崎県高岡町・小林市付近地質調査報告, 宮崎県資料, 1952

- 37) 河合正虎外 2 名：宮崎県綾南川・綾北川ダム地点地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 3, No. 8, p. 377, 1952
- 38) 唐木田芳文：北九州白堊紀の花崗閃緑岩・花崗岩接触部における“ジルコン帯”の存在について，地質学雑誌，Vol. 60, 1954
- 39) 木下亀城・滝本 清：九州帝大農学部附属柏屋演習林附近の地質，九州大農学部演習林報告，No. 9, 1936
- 40) 木下亀城・滝本 清：霧島，地学雑誌，Vol. 44, 1932
- 41) 木野義人：5 万分の 1 地質図幅，都農ならびに同説明書，地質調査所，1956
- 42) 木野義人：5 万分の 1 地質図幅，日向青島ならびに同説明書，地質調査所，1958
- 43) 木野義人：5 万分の 1 地質図幅，飫肥ならびに同説明書，地質調査所，1959
- 44) 勘米良亀齡：球磨川中流流域（神瀬・簸瀬地域）の地質構造—特に Sandwich Structure について（演旨），地質学雑誌，Vol. 53, No. 622~627, p. 82~83, 1948
- 45) 勘米良亀齡・松本達郎：球磨川下流々域の地質学的新観察（演旨），地質学雑誌，Vol. 65, No. 638, p. 157, 1948
- 46) 勘米良亀齡：球磨川中流簸瀬・神瀬地域の地質構造，九大研報，Vol. 2, No. 2, 1950
- 47) 近藤信興外 1 名：球磨川総合開発に基づく新橋・上五木ダム地点地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 5, No. 11, p. 575, 1954
- 48) 近藤信興：九州北部筑後川水系発電用ダム予定地地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 9, No. 11, p. 803, 1958
- 49) 門田重行：堰堤とその地質調査について，地質学雑誌，Vol. 42, No. 500, p. 225, 1935
- 50) 加藤武夫：見立礫岩，地質学雑誌，Vol. 27, No. 327 1926
- 51) 神戸信和：5 万分の 1 地質図幅，鞍岡ならびに同説明書，地質調査所，1957
- 52) 鹿児島県：20 万分の 1 鹿児島県地質図，1953
- 53) 鹿児島県：南九州特定地域調査・シラス台地地表水流出量調査（未刊行），1954
- 54) 鹿児島県：鹿児島県大隅半島北部一帯のボラ層の分布について（未刊行），1957
- 55) 清原清人：熊本県杖立川（筑後川水系）およびその支流北里川ダム予定地点地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 5, No. 4, p. 157, 1954
- 56) 清原清人：熊本県緑川梅ノ木鶴・大矢川貫原・広戸川ダム地点地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 5, No. 11, p. 579, 1954
- 57) 清原清人：宮崎県五ヶ瀬川水系祝子川ダム地点地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 8, No. 4, p. 205, 1957
- 58) 小出 博：信越線熊ノ平駅における災害，前橋営林局，1950
- 59) 小出 博：長野県下の林野災害調査について，長野県林務部治山課，1950
- 60) 小出 博：宮城県下の災害とその対策について—江合川流域—，宮城県，1950
- 61) 小出 博：応用地質—岩石の風化と森林の立地—，古今書院，1952
- 62) 小出 博：日本の地誌，東洋経済新報社，1955
- 63) 小林貞一：日本地方地質誌・総論，朝倉書店，1951
- 64) 小林貞一：地史学（上），朝倉書店，1952
- 65) 小林 泰・望月邦夫：コンクリートダム施行法（最新土木施行法講座・第 8 巻），山海堂，1961
- 66) 九電土木部：アーチダム上稚葉ダム計画と施行，丸善，1957
- 67) 九州地方建設局：川内川治水事業の概要，福岡通産局，1959
- 68) 熊本県：緑川総合開発事業計画書，1960
- 69) 蔵田延男：用水型工業とその立地，昭晃堂，1961

- 70) 松下久道：福岡県三ノ岳付近の地質および鉱床，九鉱誌，Vol. 11, No. 4, 1940
- 71) 松下久道：大分県木浦・宮崎県見立地方の地質，九大理学研報（地質），1941
- 72) 松下久道：見立地方の地質構造（演旨），地質学雑誌，Vol. 48, No. 570, p. 131, 1941
- 73) 松下久道：九州北部における古第三系の層序学的研究，九大理学研報，Vol. 3, No. 1, 1949
- 74) 松本達郎：九州大野川盆地の地史学的研究，地質学雑誌，Vol. 43, No. 513, p. 482~484, 1936
- 75) 松本達郎：中部九州（所謂長崎三角地域）に関連せる2,3の地学的問題，地質学雑誌，Vol. 46, No. 550, p. 366, 1939
- 76) 松本達郎：熊本県御船地方の地質学的研究（特に白堊系を中心として），地質学雑誌，Vol. 46, No. 544, p. 1, 1939
- 77) 松本達郎：西南日本外帯地質構造発達史に関する新知見，地質学雑誌，Vol. 53, No. 622, 1948
- 78) 松本達郎外1名：球磨川下流々域の地質学的新観察，地質学雑誌，Vol. 54, No. 638, 1949
- 79) 松本達郎・勘米良亀齡：Contribution to the Tectonic History in the Outer Zone of Southwestern Japan, 九大理学紀要，地質，Vol. 3, No. 2, 1949
- 80) 松本達郎外2名：外帯の構造発達史についてとくに疑問の点，地質学雑誌，Vol. 56, No. 656, p. 283, 1950
- 81) 松本達郎：北九州・西中国の基盤地質構造概説，九大理学研報，Vol. 3, 1951
- 82) 松本達郎・勘米良亀齡：地質巡検案内書，球磨川下流々域，九大地質学教室，1952
- 83) 松本唯一：似而非阿蘇熔岩類 I・II, 火山，Vol. 1, No. 3~4, 1933
- 84) 松本唯一：阿蘇外輪山の構造（演旨），地質学雑誌，Vol. 44, No. 525, p. 483~486, 1937
- 85) 松本唯一：第28号阿蘇熔岩の種々相，九大研報，Vol. 3, p. 189~191, 1938
- 86) 松本唯一：筑後川水系杖立川杖立ダム予定地点地質調査，九電（未刊），1959
- 87) 松本征夫：九重火山群大船火山区の火山地質（演旨），地質学雑誌，Vol. 59, 1953
- 88) 宮崎県：20万分の1宮崎県地質図，1954
- 89) 宮崎県：宮崎県北西部五ヶ瀬川・耳川上流地方地質図幅10万分の1，昭和29年度総合開発調査，1955
- 90) 宮崎県：宮崎県の地質と地下資源（20万分の1宮崎県図幅ならびに同説明書），1955
- 91) 村上 篁：鹿児島県川内川水系ダム地点の地質（補遺），地質調査所月報，Vol. 12, No. 3, p. 177, 1961
- 92) 西山省三：宮崎県下のいわゆる「シラス」層基盤の地質について（演旨），地質学雑誌，Vol. 58, No. 682, p. 304, 1952
- 93) 納富重雄：五ヶ瀬川の地形，地学雑誌，Vol. 29, 1917
- 94) 野田勢次郎・納富重雄：20万分の1地質図幅，延岡ならびに同説明書，地質調査所，1917
- 95) 野沢 保・木野義人：5万分の1地質図幅，富高ならびに同説明書，地質調査所，1956
- 96) 尾原信彦：和歌山県日高川水系電源ダム予定地点地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 6, No. 2, 1956
- 97) 尾原信彦：徳島県那賀川水系新規ダム計画地点土木地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 8, No. 8, 1957
- 98) 尾原信彦：岡山県高梁川水系成羽川筋ダム地質概要，地質調査所月報，Vol. 9, No. 6, 1958
- 99) 尾原信彦：島根県・広島県江川水系各支流筋電源開発地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 10, No. 9, 1959
- 100) 尾原信彦：仁淀川水系電源開発ダム地点土木地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 10, No. 12, 1959
- 101) 大塚弥之助：西南日本中央構造線と長崎三角地域とに関する2,3の考察，震研報，Vol. 13, No. 1, 1935
- 102) 大町四郎：八代中生層の層序および構造（演旨），地質学雑誌，Vol. 44, No. 531, p. 1221, Vol. 45, No. 535, p. 352~362, 1937

- 103) 小貫義男：土木地質，森北出版，1957
- 104) 大分県：20万分の1大分県地質図，1951
- 105) 大分県：大分県の地質と地下資源，大分県々勢振興審議会，1951
- 106) 大分県：10万分の1大分県久住・祖母・傾山地区地質図，1955
- 107) 齊藤正次・清原清人・神戸信和：宮崎県西臼杵郡三ヶ所村地質概報，宮崎県資料（未発表），1952
- 108) 齊藤正次・片田正人：宮崎県尾鈴山付近地質調査報告，宮崎県資料，1953
- 109) 齊藤正次・神戸信和：宮崎県西臼杵郡三ヶ所村・鞍岡村の地質—ゴトランド系・二疊系ならびに白堊系の新しい分布，地質調査所月報，Vol. 5, No. 3, 1954
- 110) 齊藤正次・神戸信和・井上正昭・木野義人：宮崎県北西部五ヶ瀬川・耳川上流地方地質図説明書，宮崎県，1955
- 111) 齊藤正次・神戸信和・片田正人：5万分の1地質図幅，三田井ならびに同説明書，地質調査所，1958
- 112) 沢村孝之助・松井和典：5万分の1地質図幅，霧島山ならびに同説明書，地質調査所，1957
- 113) 佐賀県：佐賀県の地質と地下資源10万分の1，1954
- 114) 杉山隆二：熊本県八代市北東方竜峯山付近の「ミロナイト」様岩石を主題とする研究，東京科博研報，12, 1944
- 115) 首藤次男：大分市周辺の新生界について，地質学雑誌，Vol. 55, No. 648~649, p. 194~195, 1950
- 116) 首藤次男：大分層群の地史学的研究，地質学雑誌，Vol. 58, No. 682, p. 308, 1952
- 117) 首藤次男：豊州累層群の地史学的研究，地質学雑誌，Vol. 59, No. 693, p. 695, 1953
- 118) 首藤次男：宮崎層群の地質学的研究，九大理学研報，地質，Vol. 4, 1952
- 119) 種子田定勝：20万分の1鹿児島県地質図説明書，鹿児島県，1953
- 120) 種子田定勝：シラスの地質学的岩石学的調査（川内川中流地域），鹿児島県，1953
- 121) 種子田定勝・唐木田芳文・山本博達：佐賀県の地質と地下資源第4編，火成岩，佐賀県，1954
- 122) 田山利三郎：河川，日本地理大系総論編，改造社，1931
- 123) 田中治雄：ダムの地質，土木技術シリーズ（1），理工図書，1955
- 124) 地質調査所：50万分の1地質図幅，福岡，1952
- 125) 地質調査所：50万分の1地質図幅，種子島，1953
- 126) 地質調査所：50万分の1地質図幅，鹿児島，1954
- 127) 冨田 達：北九州の変成岩類，深成岩類についての地史学的概察，地質学雑誌，Vol. 56, No. 656, p. 268, 1950
- 128) 冨田 達：別府の地質（地学より見た別府），別府市，1952
- 129) 冨田 達：北九州新白堊紀花崗岩類の進化，ジルコン，岡山大温研報，Vol. 11, 1957
- 130) 鳥山武雄：日向大崩山花崗岩体の導入機構について，地理学，Vol. 6, 1938
- 131) 徳田貞一・石川成章・下間忠夫・川村多実二：九州の自然地理，日本地理大系第9巻，九州編，改造社，1930
- 132) 通産省：発電水力調査書（第4次），1960
- 133) 対馬坤六・小野晃司：20万分の1地質図幅，大分，地質調査所，1958
- 134) 通産省：日本発電用高堰堤要覧，発電水力協会，1954
- 135) 通産省：発電水力調査書（第4次）計画地点概要，1960
- 136) 渡辺和衛：耳川上流地域の荒廃状況と上権葉貯水地の堆砂，地質調査所月報，Vol. 10, No. 12, p. 1093, 1959
- 137) 渡辺 貫：土木地質学，岩波講座，地質古生物・鉱物岩石第17回，1932
- 138) 渡辺 貫・石本己四郎・加藤武夫：中央構造線に関する諸問題，地学雑誌，Vol. 49, No. 575, p. 23~24, 1937

- 139) 矢部長克：第三紀及びその直後における九州地史の概要，日本学術協会報告 1，地理学評論，Vol. 2, 1926
- 140) 山口鎌次：鹿児島湾の周縁地域における灰石類の岩石学的研究，地質学雑誌，Vol. 44, 1938
- 141) 山口鎌次：鹿児島湾周縁地域における軽石類の岩石学的研究，地質学雑誌，Vol. 45, 1938
- 142) 山口鎌次：宮崎県下のシラス層の地質について（演旨），地質学雑誌，Vol. 58, 1952
- 143) 山口 勝：久世畑ダムサイト地質調査報告，九州地建日田出張所（未発表），1955
- 144) 山本博達：熊本県宮ノ原花崗岩類の産状について（演旨），地質学雑誌，Vol. 57, No. 670, p. 312～313, 1951
- 145) 山本博達：熊本県肥後片麻岩地域の変成地質—特に富田氏のジルコン法について，地質，九大理学研報，Vol. 4, No. 2, 1953
- 146) 山本博達：熊本県肥後片麻岩中の優白岩脈に関する 2, 3 の考察，岩石鉱物鉱床学会誌，Vol. 39, No. 6, 1955
- 147) 山本博達：肥後片麻岩地域の超塩基性岩—特に蛇紋岩化作用と混成岩帯について—，福岡学大紀要，Vol. 9, 1959
- 148) 山崎光夫・松下久道他：福岡市の地質並びに地下水，1958
- 149) 吉村豊文・松石秀之・宮久三千年：祖母山と傾山を中心とする地質，九州大学，地質巡検案内書，1952

A Geological Study on the Bed Rock of Dam Sites in Kyushu

by

Nobuo Inai

Abstract

Since 1953, the writer has done geological survey and research on dam sites along many rivers in Kyushu. On the basis of the data obtained through field works, the writer has attempted to summarize the geology of dam site foundations in Kyushu. This paper reports the result of the study which may contribute to clarify the geological conditions of dam site foundations in Kyushu.

The geological survey and research works at dam sites along the major rivers in Kyushu have revealed that the course of the rivers is controlled by topography, geology, and geologic structure of the respective regions, and that the quality of foundation of dam sites depends on faults in bed rocks, landslides, weathering, hardness and permeability of the rocks. Thereupon, the writer selected the ten largest rivers of Kyushu having great water-power resources, namely, Mimi-kawa, Kuma-gawa, Chikugo-gawa, Gokase-gawa, Hitotsuse-gawa, Oyodo-gawa, Sendai-gawa, Ambo-gawa, Midori-gawa and Ono-gawa, and studied the geology of each drainage basin. He further examined problematical points of the foundation geology of existing and projected dam sites along these rivers.

The result can be summarized as follows :

1. Fissile shale and slate, mud-lava having poor durability, and easily breakable volcanic rocks, these are liable to form terrace deposit and talus deposit along rivers, which cause troubles in construction works. Hence, these rocks are unsuitable for dam site foundation.

2. Faults affect sedimentary rocks by producing secondary materials such as fault breccia and fault clay which would cause gush or leakage of water. In the case of volcanic rocks, fault movement is accompanied by irregular fissures and friable rocks. Thus, it is desired to carry out test borings.

3. In many cases landslides are caused by water working as a lubricant.

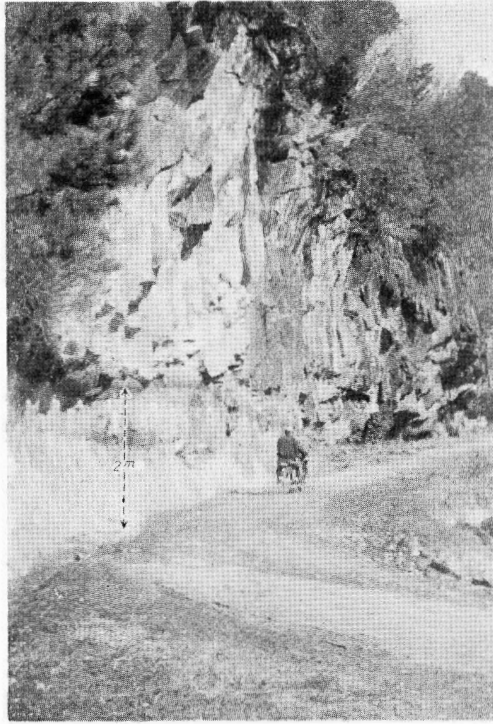
4. Weathering is a natural phenomenon of rocks. Rocks, when weathered, become permeable, and subject to erosion, easy to collapse, thus becoming unable to bear heavy load.

The "masa", weathered granite, is one of such examples causing construction troubles. On the origin of the "masa" no conclusive theory has been established yet, and further genetic discussions are required.

5. When shale and slate are saturated with water, weathering and argillization are quickened and the bearing power is lessened, so that the rocks can hardly bear the water pressure. In limestone, leakage pores are developed as the rock dissolves in weak acidic water. Therefore, limestone is undesirable as a dam site foundation.

In the regions which have been affected by severe volcanism several times, lavas of different ages are intercalated with soft and permeable beds, such as sand-gravel bed, mud-ash bed, and brecciated tuff bed, which are unable to bear load.

The Aso mud-lava, which is widely distributed in central Kyushu with Aso volcano as its center, and the "shirasu" and mud-lava, distributed throughout southern Kyushu centering on Kirishima volcano, represent the characteristic geology of the Kyushu district. As these rocks are friable and cannot bear leakage and load, they cannot serve as dam site foundation.



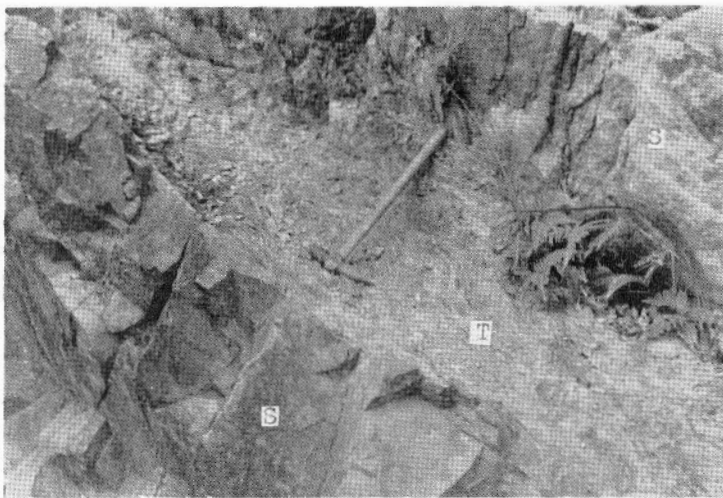
図版 1 筑後川水系 大山川右岸
阿蘇塔岩下の凝灰質の部分 厚さ約 2 m



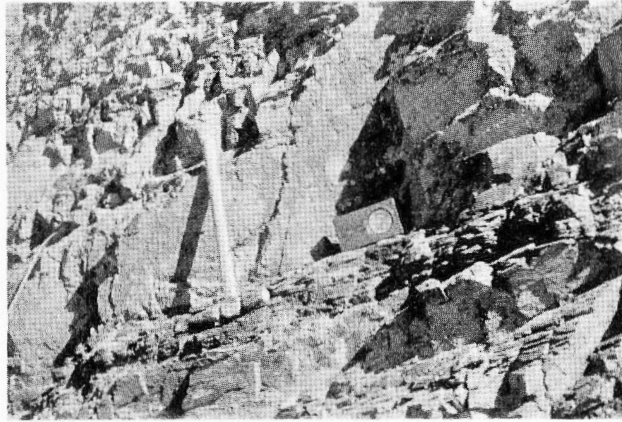
図版 2 五ヶ瀬川水系 瀬ノ瀬川
A 案地点右岸 砂岸の褶曲



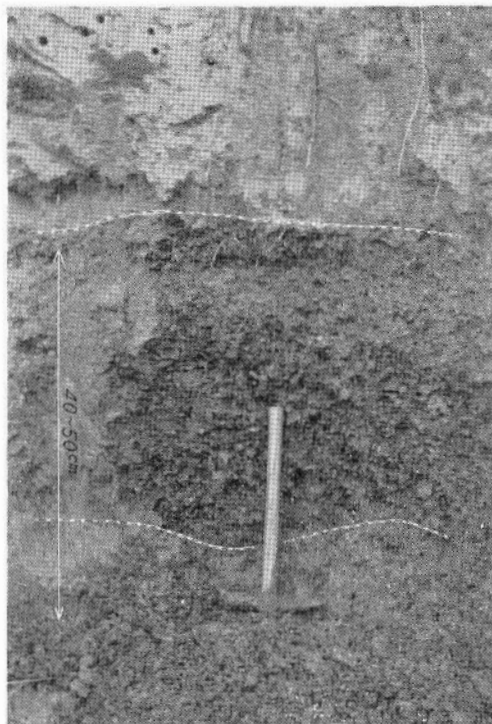
図版 3 網ノ瀬川 B 築地点
下流より上流を望む洞穴



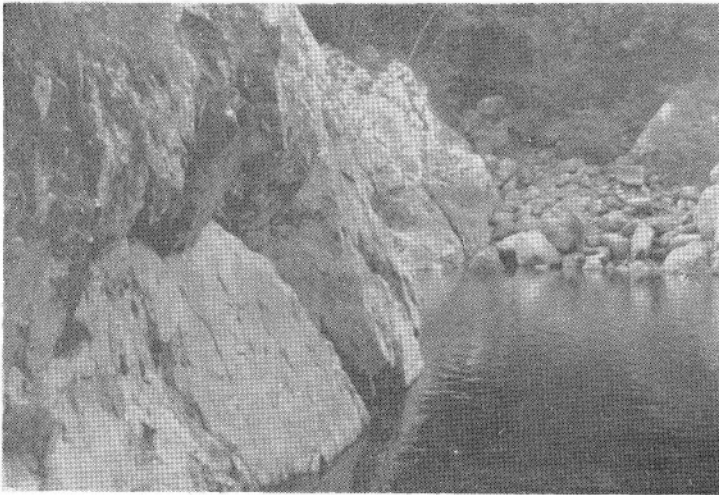
図版 4 網ノ瀬川 B 築花崗斑岩下方における砂岩中の断層角礫帯
S 砂 岩
T 角 礫 帯



図版 5 網ノ瀬川 頁岩
(四万十層群)



図版 6 川内川 新川内川地点下流右岸
古い地層の砂岩とシラス層の間には 40~
50 cm 幅の角礫の凝灰岩層がある。



図版 7 川内川 新川内川堰堤下流の新層に伴なう鏡肌
岩石は砂岩



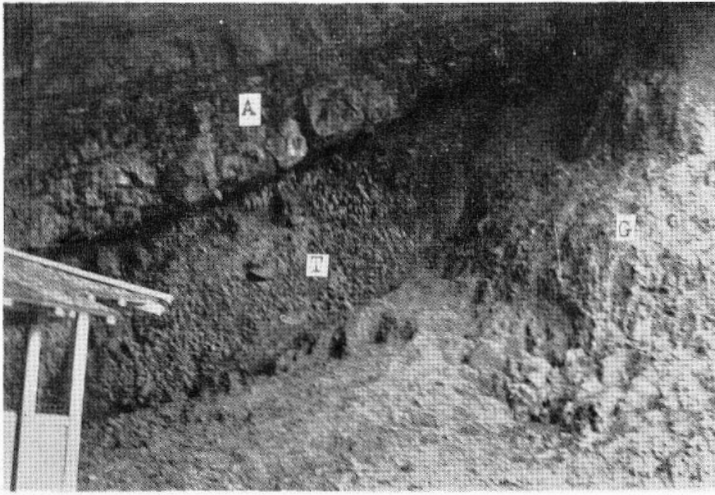
図版 8 川内川 鶴田第二堰堤付近における蛤良泥溶岩台地
柱状節理がよくあらわれている。



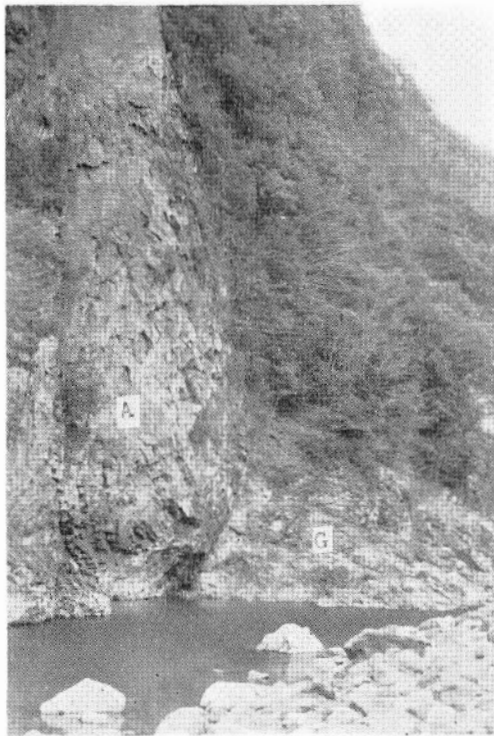
図版 9 川内川 山崎堰堤付近(右岸)の集塊岩
ハンマーの面で上下の集塊岩が捕獲している
礫の大きさが異なる。この面は水が通りやすい。



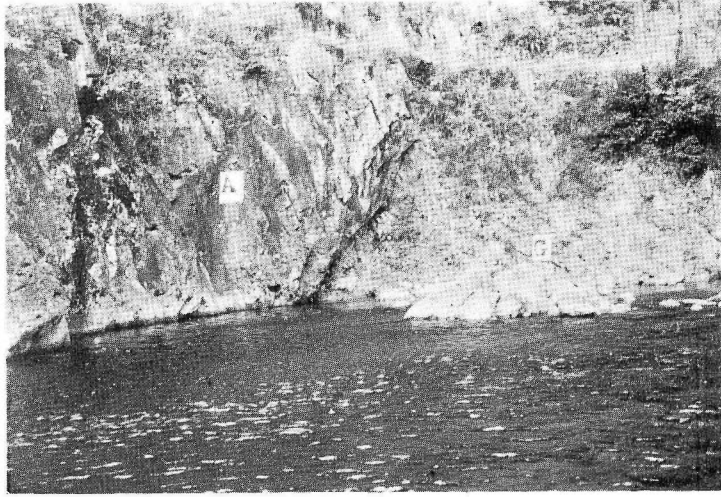
図版 10 緑川 津宿発電所左岸
上流から片麻岩の上に乗っている阿蘇熔岩をみる。
A 阿蘇熔岩 T 凝灰岩 G 片麻岩



図版 II 緑川 津留発電所左岸
片麻岩の上のっている阿蘇熔岩，両者の間に幅 2m に及ぶ礫層をはさむ。
これに地下水が滞水すると滑り面となる。一部湧水がみられる。
A 阿蘇熔岩 T 凝灰岩 G 片麻岩



図版 12 緑川 大井早グム計画地点
宮原花崗岩の上に高い角度で直接阿蘇熔岩が接している。
A 阿蘇熔岩 G 宮原花崗岩



図版 13 緑川 津留発電所右岸
片麻岩の上に直接阿蘇熔岩が接している。
A 阿蘇熔岩 G 片麻岩



図版 14 玉島川ダム計画右岸の道路
この部分だけでも 5 m 位の厚さがある。そして全部「まさ」になっている。



図版 15 玉島川段丘堆積



図版 16 玉島川 洪水位以下は新鮮な花崗岩

地質調査所報告は1報文について報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために、次のようにアルファベットによる略号を付ける。

- A. 地質およびその基礎科学に関するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石・鉱物
 - c. 古生物
 - d. 火山・温泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化学
- B. 応用地質に関するもの
 - a. 鉱床
 - b. 石炭
 - c. 石油・天然ガス
 - d. 地下水
 - e. 農林地質・土地地質
 - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C. その他
- D. 事業報告

As a general rule, each issue of the Report, Geological Survey of Japan will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geological & allied sciences
 - a. Geology
 - b. Petrology and Mineralogy
 - c. Paleontology
 - d. Volcanology and Hot spring
 - e. Geophysics
 - f. Geochemistry
- B. Applied geology
 - a. Ore deposits
 - b. Coal
 - c. Petroleum and Natural gas
 - d. Underground water
 - e. Agricultural geology, Engineering geology
 - f. Physical prospecting, Chemical prospecting & Boring
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

地質調査所報告

第 201 号

Seya, K. : On the new method of analyses in gravity prospecting, 1963

第 202 号

宮本弘道 : 地質調査所化学分析成果表 III (鉱石, 1946~1962), 1963

第 203 号

種村光郎 : 愛知県瀬戸地域の粘土および珪砂鉱床の地質学的鉱物学的研究, 1964

第 204 号

Mizuno, A. : Paleogene and early Neogene molluscan faunae in west Japan, 1964

第 205 号

Ishiwada, Y. : Benthonic foraminifera off the Pacific coast of Japan referred to biostratigraphy of the Kazusa group, 1964

REPORT, GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

No. 201

Seya, K. : On the new method of analysis in gravity prospecting, 1963 (in English)

No. 202

Miyamoto, H. : Table of chemical analyses by Geological Survey of Japan III (Ores, 1946~1962), 1963 (in Japanese)

No. 203

Tanemura, M. : Geological and mineralogical studies of clay and silica sand deposits in Seto district, Aichi prefecture, 1964 (in Japanese with English abstract)

No. 204

Mizuno, A. : Paleogene and early Neogene molluscan faunae in west Japan, 1964 (in English)

No. 205

Ishiwada, Y. : Benthonic foraminifera off the Pacific coast of Japan referred to biostratigraphy of the Kazusa group, 1964 (in English)

九州におけるダムサイト基盤の地質学的研究

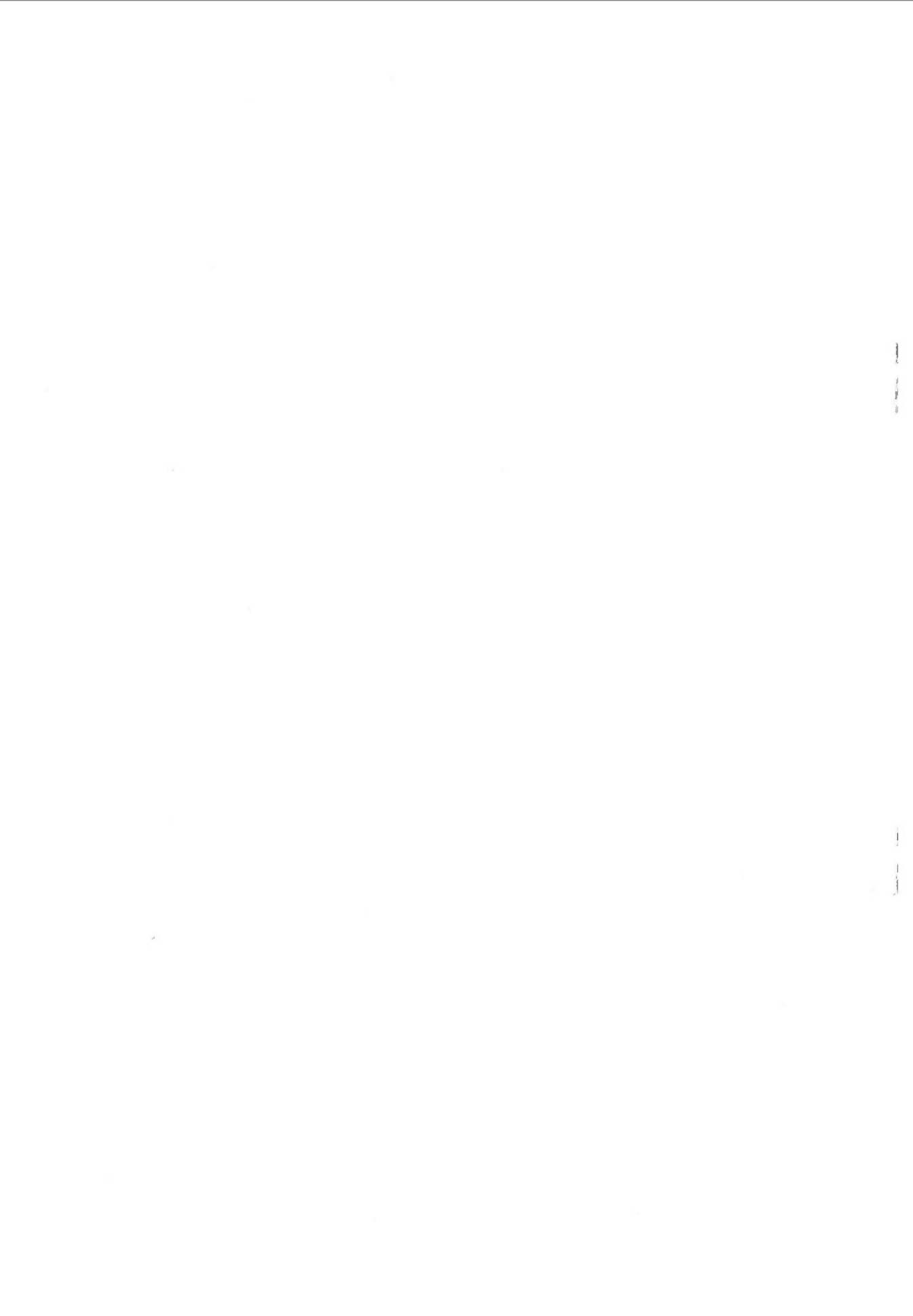
稲井 信雄

地質調査所報告, No. 206, p. 1~56, 1964

38 illus., 16 pl., 16 tab.

河川の流路は地形・地質とその地質構造によって方向性があり、ダムサイト基盤は断層、地すべり、風化、岩盤の軟弱、透水性等によってその良否が決定づけられることが研究によりわかったので耳川・球磨川・筑後川など 10 大河川流域の地質ならびに岩石の剝理性、湧水、漏水、地すべり、風化に伴う崩壊性等を検討した。この結果剝理性にともむ頁岩・粘板岩、耐久性に乏しい泥熔岩、崩壊性のある火山岩類は段丘堆積、崖錐堆積を作りやすく、断層が堆積岩に及ぼす影響は湧水、漏水の導火線となり地すべり、山崩は水の滑動材となり運動を起す場合が多い。以上のほかに岩石の風化現象に伴う崩壊性、または九州の特殊地質と考えられている阿蘇泥熔岩、霧島火山を中心として広く分布するシラス等に対するダム地質の岩質、漏水、荷重等について研究を行なった。

627.8(522):55



昭和 39 年 8 月 20 日印刷

昭和 39 年 8 月 25 日発行

工業技術院地質調査所

印刷者 笠井武千代

印刷所 株式会社笠井出版印刷社

© 1964 Geological Survey of Japan

B. c. III.

REPORT No. 206

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Masatsugu SAITO, Director

**A GEOLOGICAL STUDY ON
THE BED ROCK OF DAM SITES
IN KYUSHU**

By

Nobuo INAI

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-cho, Kawasaki-shi, Japan

1964

地質調報

Rept. Geol. Surv. J.

No. 206, 1964