

秩父市周辺小河川における比流量および水質と地質(岩種)との関係

岸 和男* 永井 茂* 石井武政* 安原正也*

KISHI, K., NAGAI, S., ISHII, T. and YASUHARA, M. (1989) Specific discharge and water quality of different rock areas in small river basins around Chichibu City, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 40 (12), p. 673-690.

Abstract : Measurements of discharge and water quality were carried out in the southern part of the Chichibu Basin for the purpose to clarify the hydrological conditions of different rock areas. The surveyed area is mainly underlain by the Paleozoic to Mesozoic sedimentary rocks (limestone, chert, sandstone etc.), metamorphic rocks (green schist and black schist) and the Tertiary sedimentary rocks (conglomerate, sandstone, shale etc).

The data obtained are shown in figures and tables, which lead to following conclusions,

- 1) The value of the specific discharge of the limestone area is the highest.
- 2) The chert area has a comparatively high value of the specific discharge next to the limestone area.
- 3) The specific discharge of the Tertiary sedimentary rock area is very low compared with that of other rocks.
- 4) The water in the limestone area is a typical Ca-HCO₃ type and is rich in Ca²⁺ and HCO₃⁻. These two components occupy more than 90% of total dissolved solids.
- 5) The water in both the metamorphic rock and the Paleo-Mesozoic sedimentary rock areas (excluding the limestone area) is also a Ca-HCO₃ type but contains little dissolved components.
- 6) The water in the Tertiary sedimentary rock areas is a Ca-SO₄ type containing much dissolved components possibly due to contamination by human activities.

1. ま え が き

岩盤山地を流れる河川の比流量や水質は、その流域の地質(岩種)や断層・破砕帯・変質帯・風化帯・レック等の存在と深い関係があるとされ、従来から鉱山における坑内湧水の地表での補給域の判定や、地熱発電に利用される深部高温地下水への補給源の推定、トンネル掘進時における地表湧水圏の予想などに利用されている。また全国の河川の湧水比流量の地理的分布やトンネルの恒常湧水量をもとに、岩石・地層の種類と岩盤透水性との関係が、定性的ではあるが求められている。しかし細分した個々の岩種毎に、岩盤としての透水性を定量的に明らかにしたものは少ない。

比流量は、河川の流量を流域面積で除した値であり、降雨状況に強く支配されて常に変動している。そこで、降雨状況が変わらない程度の近い範囲内に水理的性質が

大きく異なる各種の岩石・地層が分布し、しかも一つの流域内にはなるべく数少ない岩種のみが分布しているような小流域が集まっている地域を選べばその小流域における比流量値を相互に比較・検討することによって、地域内に分布する岩種の水理的性質の相異を、かなり正確に求められよう。

筆者らは、非変成中-古生界に属する各種岩石、変成岩類および新第三紀層が、狭い範囲に分布している埼玉県秩父市周辺地域を、上記の条件を満たすような小流域に分割し、3年間にわたって毎年1回ずつ、現地での流量測定と水質分析を行い、岩種別の比流量と水質の検討を行ったので、以下にその結果を報告する。

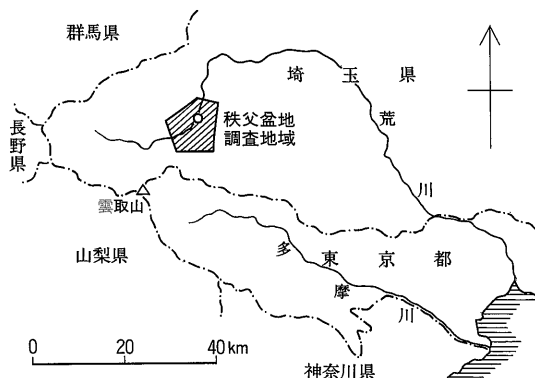
2. 地形・地質の概要

今回調査対象とした地域は、関東地方の西側を占める関東山地のほぼ中央部に位置する秩父盆地東半部で、行政上埼玉県秩父市およびその周辺町村が調査地域に入

* 環境地質部

る。調査地域の中央を荒川が南西から北東方向に貫流している(第1図)。

秩父市周辺の地形・地質は荒川を挟んで大きく異なる(第2図)。荒川の左岸側は現河床面からの比高200m前後の丘陵地で、主として新第三紀層と更新統からなる。



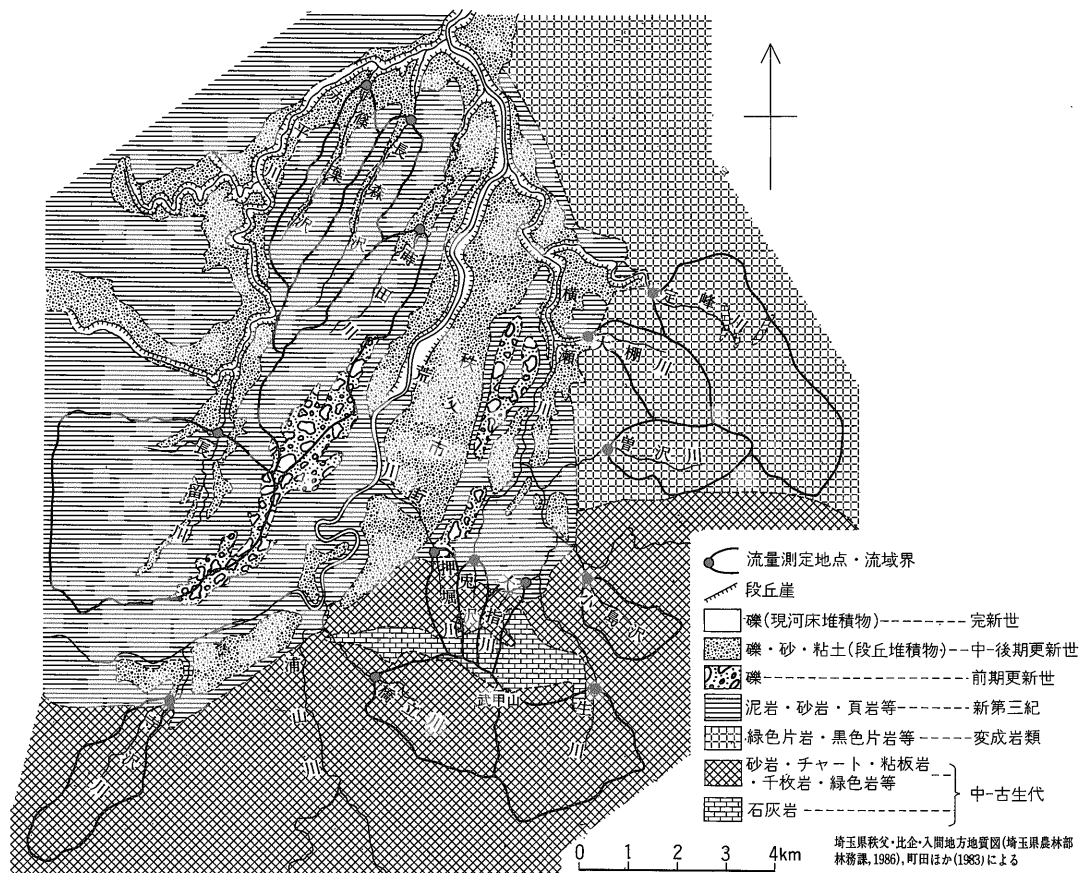
第1図 位置図

更新統のうち古期のものは丘陵地の稜線を占め、新期のものは、段丘堆積物として、数段の河岸段丘を構成している(町田ほか, 1983)。完新統としたものは現河床堆積物で、谷底に細長く分布しているがその発達は悪い。新第三紀層から構成される地域では谷頭部まで民家が点在している。

荒川右岸側のうち、北半部は海拔標高300-700mの山地である。地質の主な部分に変成岩であり、緑色片岩と黒色片岩からなる。一部地区にはこれら結晶片岩に由来する更新世-完新世の碎屑物が分布し、ここに人家が点在して、かつ地すべり地域も多数指定されているが(埼玉県, 1979)、第2図では省略した。

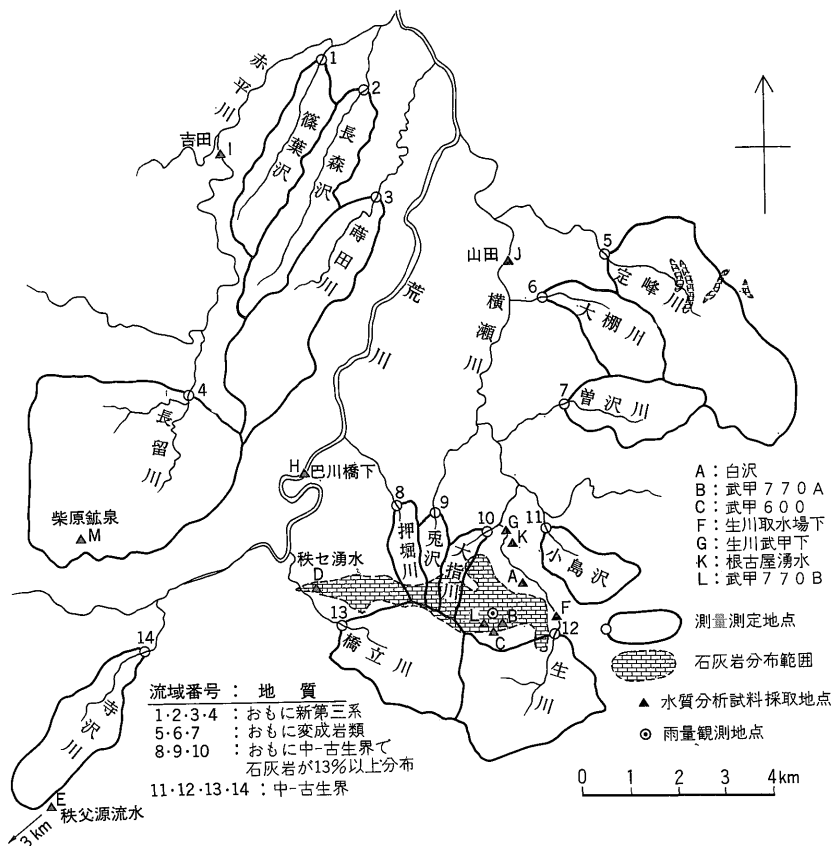
荒川の右岸側南半部は海拔標高300-1300mの山地で、中-古生代の非変成の岩石、すなわち石灰岩・チャート・砂岩・粘板岩・千枚岩・緑色岩等から構成されている。石灰岩のうち、主要なものは、秩父市街の南側に武甲山の山体を構成して、ほぼ東西に細長く分布している。

第3図に流量測定地点と水質分析試料採取地点を、第



第2図 地質概略図

秩父市周辺小河川における比流量および水質と地質（岩種）との関係（岸 ほか）



第3図 流量測定地点と水質分析試料採取地点

第1表 秩父市周辺小河川流域の地形要素

番号	河川名	流域面積 km ²	地形要素	
			起伏量	傾斜区分
1	篠葉沢	3.42	丘陵-②：60，平地：40	III：60，III以下：40
2	長森沢	4.36	丘陵-②：60，平地：40	III：60，III以下：40
3	蒔田川	6.32	丘陵-②：70，平地：30	III：60，III以下：40
4	長留川	14.23	丘陵-①：50，丘陵-②：20，平地：30	III：70，IV：20，II：10
5	定峰川	8.99	山地-中：60，山地-小：40	IV：80，III：20
6	大棚川	2.57	山地-中：20，山地-小：80	IV：50，III：50
7	曾沢川	3.03	山地-中：40，山地-小：60	IV：60，III：40
8	押堀川	1.56	山地-大：20，山地-中：30，山地-小：50	III-IV-II-V-VI
9	兔沢	0.90	山地-大：20，山地-中：30，山地-小：50	IV-III-V-VI-II
10	大指川	0.91	山地-大：40，山地-中：20，山地-小：20	V-IV-III-II-VI
11	小島沢	1.77	山地-大：50，山地-中：50	IV：80，V：20
12	生川	5.52	山地-大：50，山地-中：50	IV：70，V：30
13	橋立川	4.54	山地-大：50，山地-中：50	IV：60，V：40
14	寺沢川	3.57	山地-大：60，山地-中：40	V：50，IV：50

地形要素の欄

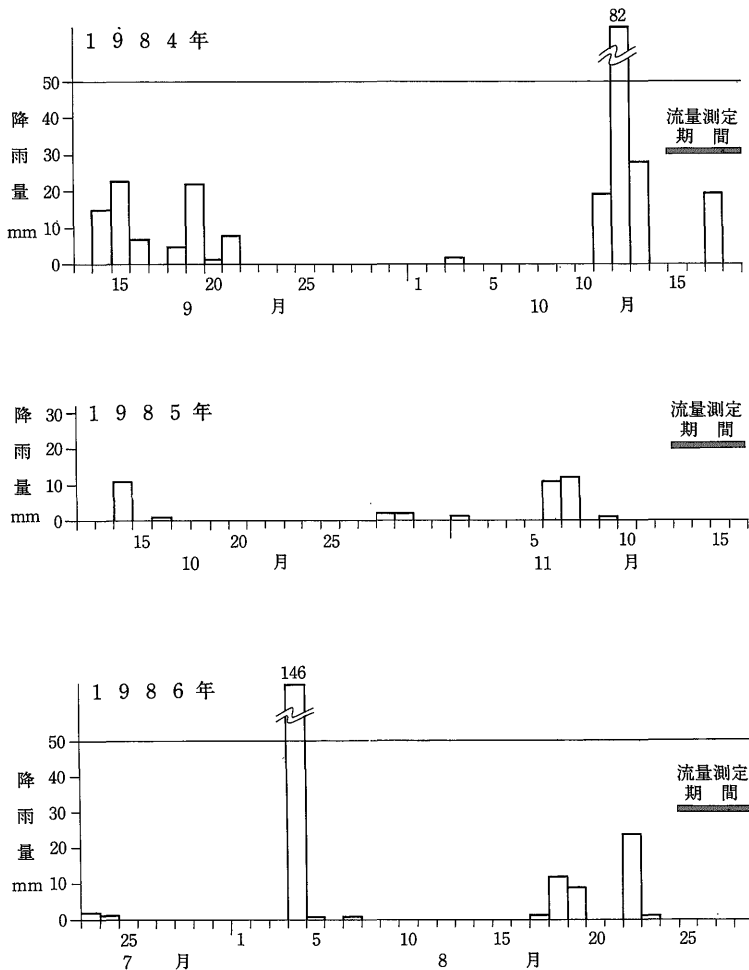
山地：山地起伏量 大：400 m 以上 中：400~200 m 小：200 m 未満

丘陵：丘陵地起伏量 ①：200~100 m ②：100 m 未満

I~IV：傾斜区分 VI：40°以上 V：30~40° IV：20~30°

III：15~20° II：8~15° I：8°未満

数値は各項目が占める面積のおよその割合(%)



第4図 流量測定前約一か月間の降雨量

1表に測定流域の流域面積及び地形要素を示した。

比流量を求めた地域は、新第三紀層地帯では、初年度が篠葉沢・長森沢の2流域、2・3年目はこれに蒔田川・長留川を加えた4流域である。土地分類基本調査成果(経済企画庁総合開発局, 1973)によれば、流域の起伏量はほとんどが100m未満、傾斜区分は20°以下である。変成岩地帯では定峰川・大棚川・曾沢川の3流域で、この起伏量は400m以下、傾斜区分は15-30°である。非変成中-古生界地帯では押堀川・兔沢・大指川・小島沢・生川・橋立川・寺沢川の7流域を対象とし、うち押堀川・兔沢・大指川の3流域は、上流部に武甲山石灰岩が分布しており、橋立川・生川の2流域は、石灰岩分布地の南側に接している。起伏量は200m以上、傾斜区分は20-40°で変成岩地帯よりも若干険しい。

流量測定を行った地点の河床は、河岸段丘が深く下刻

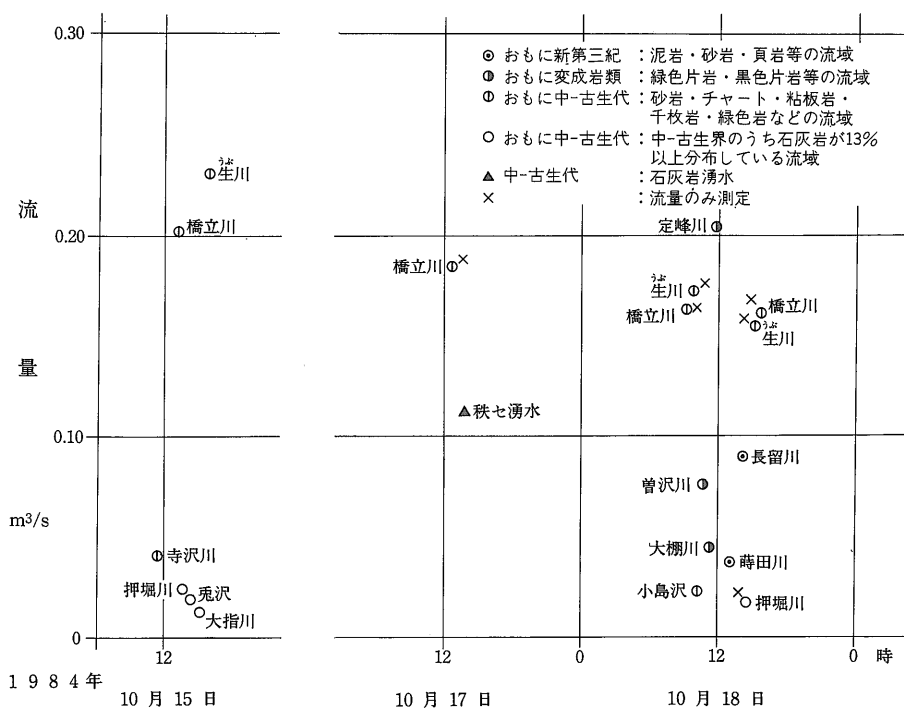
されて、川床には岩盤が露出しているか、あるいは川床礫があっても層厚がごく薄く、測定流域から下流部へ、未固結砂礫層を通しての地下水流出は無視してもよい(第2図)。

3. 降雨量と流量

第4図に流量測定期間と流量測定前一か月間の日降雨量を示した。

ある測定時点での流量は、その前に降った雨量の多寡と降雨終了時から測定時点までの経過時間によって定まり、時々刻々と変化している。雨量が多く経過時間が短いほど流量の変化が大きく、雨量が少なく経過時間が長いほど流量の変化が少ない。そして変化の度合いは各流域によって異なる。したがって比流量を比較するための各流域の流量は、同時測定によって求めるのが最良だが、

秩父市周辺小河川における比流量および水質と地質（岩種）との関係（岸 ほか）



第5図 流量測定結果と水質分析試料採取日時（1984年）

第2表 秩父市周辺小河川の流量測定結果

番号	河川名・地点名	流域面積 km ²	1984年10月15日				1984年10月17日			1984年10月18日		
			測定時 時 分	流 量 m ³ /s	比流量 m ³ /s/km ²	測定時 時 分	流 量 m ³ /s	比流量 m ³ /s/km ²	測定時 時 分	流 量 m ³ /s	比流量 m ³ /s/km ²	
1	篠葉沢	3.42										
2	長森沢	4.36										
3	蒔田川	6.32						12 50	.0391	0.0062		
4	長留川	14.23						14 10	.0909	0.0064		
5	定峰川	8.99						11 40	.2049	0.0228		
6	大槲川	2.57						11 15	.0452	0.0164		
7	曾沢川	3.03						10 50	.0381	0.0126		
8	押堀川	1.56	13 30	.0249	0.0160			14 40	.0181	0.0116		
9	兔沢	0.90	14 20	.0200	0.0222							
10	大指川	0.91	15 10	.0145	0.0159							
11	小島沢	1.77						10 20	.0231	0.0131		
12	生川	5.52	15 45	.2321	0.0420			9 55	.1719	0.0311		
13	橋立川	4.54	13 10	.2020	0.0445	12 25	.1851	0.0408	9 10	.1639	0.0361	
14	寺沢川	3.57	11 25	.0421	0.0118			15 40	.1610	0.0355		
D	秩七湧水	3.10 ^㉔				13.00	.1176	0.0379 ^㉕				
	〃	3.77 ^㉖						0.0312 ^㉗				

第2表 つづき

番号	河川名・地点名	1985年11月13日			1985年11月14日			1985年11月15日			1985年11月16日		
		測定時	流量	比流量	測定時	流量	比流量	測定時	流量	比流量	測定時	流量	比流量
		時分	m ³ /s	m ³ /s/km ²	時分	m ³ /s	m ³ /s/km ²	時分	m ³ /s	m ³ /s/km ²	時分	m ³ /s	m ³ /s/km ²
1	篠葉沢				11 00	.0149	0.0044						
2	長森沢				11 40	.0034	0.0008						
3	蒔田川				10 30	.0226	0.0036						
4	長留川				10 10	.0182	0.0013						
5	定峰川	14 30	.0875	0.0097									
6	大棚川	14 00	.0050	0.0018									
7	曾沢川	13 40	.0108	0.0036									
8	押堀川	10 25	.0031	0.0020									
9	兎沢	10 50	.0052	0.0058									
10	大指川	11 20	.0041	0.0045									
11	小島沢	13 05	.0112	0.0063									
12	生川	11 50	.0621	0.0113				13 00	.0618	0.0112			
13	橋立川	9 20	.0535	0.0118	9 10	.0517	0.0114	9 00	.0515	0.0113	9 30	.0558	0.0123
14	寺沢川	9 55	.0220	0.0062	14 30	.0538	0.0119						
D	生川下流 秩セ湧水							14 00	.0571				
	〃							14 30	.0768	0.0248 ^㉔			
	〃									0.0204 ^㉕			
番号	河川名・地点名	1986年8月25日			1986年8月26日			1986年8月27日			1986年8月28日		
		測定時	流量	比流量	測定時	流量	比流量	測定時	流量	比流量	測定時	流量	比流量
		時分	m ³ /s	m ³ /s/km ²	時分	m ³ /s	m ³ /s/km ²	時分	m ³ /s	m ³ /s/km ²	時分	m ³ /s	m ³ /s/km ²
1	篠葉沢				11 15	.0195	0.0057				10 30	.0084	0.0025
2	長森沢				11 00	.0067	0.0015				10 55	.0029	0.0007
3	蒔田川				12 40	.0244	0.0039				10 15	.0233	0.0037
4	長留川				13 10	.0722	0.0051				10 00	.0501	0.0035
5	定峰川				10 20	.1607	0.0179				13 30	.1276	0.0142
6	大棚川				10 00	.0107	0.0042				13 15	.0072	0.0028
7	曾沢川				9 30	.0267	0.0088				12 55	.0139	0.0046
8	押堀川	11 30	.0097	0.0062				14 05	.0094	0.0060			
9	兎沢	13 10	.0143	0.0159				14 30	.0119	0.0132			
10	大指川	13 30	.0052	0.0057				14 45	.0026	0.0029			
11	小島沢	14 30	.0300	0.0169				15 30	.0243	0.0137			
12	生川	14 00	.2116	0.0383				15 00	.1580	0.0286			
13	橋立川	10 30	.1758	0.0387	9 00	.1510	0.0333	13 20	.1355	0.0298	8 50	.1211	0.0267
14	寺沢川	11 00	.0800	0.0224	14 00	.1446	0.0319				14 30	.1164	0.0256
D	秩セ湧水							13 40	.0502	0.0141			
	〃							11 00	.1128	0.0364 ^㉔			
	〃									0.0299 ^㉕			

㉔ 石灰岩分布面積：押堀川、兎沢、大指川の流域分(0.67 km²)を除く。

㉕ 石灰岩分布面積：上記3流域分を含む。

㉔ 湧水量/㉔の石灰岩分布面積：(比湧水量)

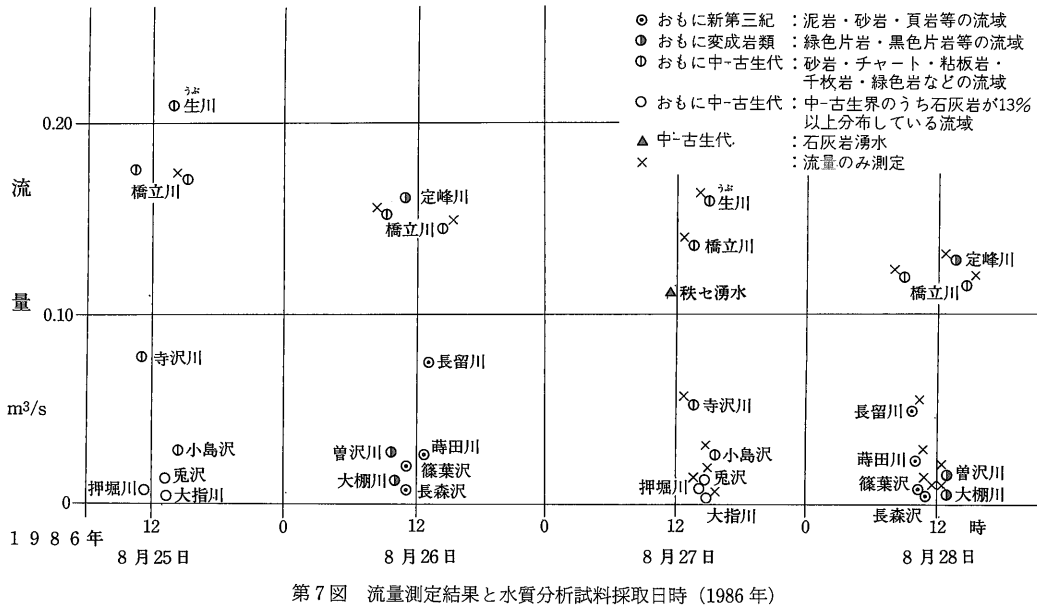
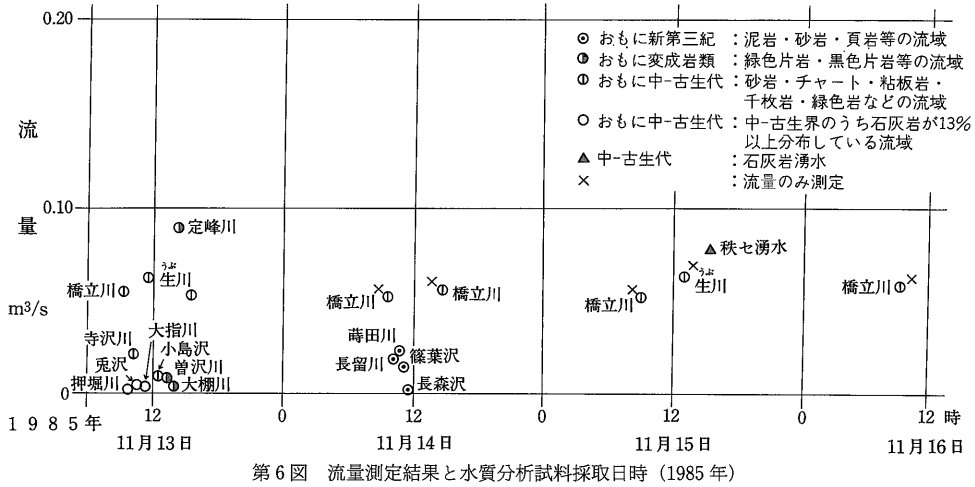
㉕ 湧水量/㉕の石灰岩分布面積：(比湧水量)

実務としては作業上困難である。そこで本研究の場合には橋立川の流量は可能な限り調査期間中連日、測定作業の開始時と終了時の2回測定することとし、他の河川の流量測定時間はなるべく橋立川の測定時間に近づけるか、あるいは橋立川の測定時間に挟まれた時間帯に行い、

降雨後の流量変動による測定誤差がなるべく少なくなるように配慮した。

第2表と第5-7図に流量測定結果を示した。1984年10月は流量測定期間の2-4日前に約126 mmの降雨があり(第4図)、測定期間の前半はゆるい減少傾向を示し、

秩父市周辺小河川における比流量および水質と地質（岩種）との関係（岸 ほか）

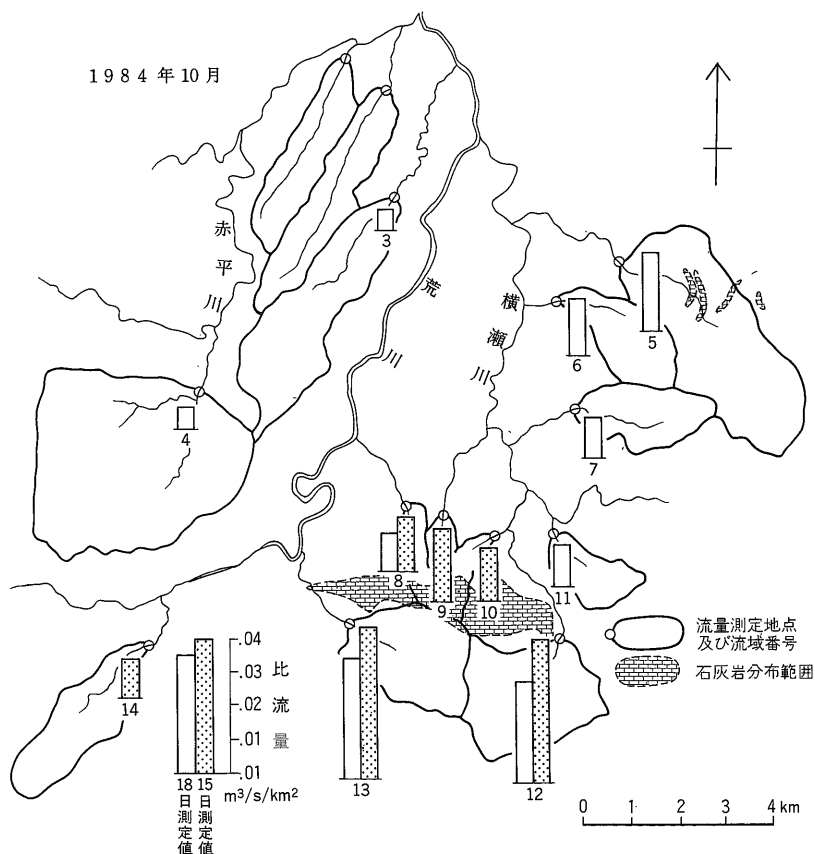


橋立川の流量は15日が0.202 m³/s、17日目までに約0.0169 m³/sの減少を示した。1時間当たりの変化率は0.18%であった。17日に約20 mmの降雨があったが、18日の測定開始から終了までの間の橋立川の流量変化は約0.0029 m³/sである。1時間当たりの変化率は0.27%で前日の降雨の影響はほとんどない。全体として流量は3年のうち最も多かった。1985年11月は測定期間の約1ヶ月前に11 mm、1週間前に計22 mm、この間

1-2 mmの降雨が数回あった。流量は3年の内最も少なく安定した流量を示していたと思われるが、橋立川の1時間当たりの変化率は13日の作業開始時から終了時までの比率が0.92%、14日が0.72%であった。1989年は流量測定期間の約20日前に146 mm、2-8日前にかけて合計46 mmの降雨があった。流量は1984年よりもわずかに少なく減少傾向を示していた。橋立川の毎日の作業開始時から終了時までの減少量は0.0036-0.0064 m³/s、1時間当たりの変化率は0.43-0.85%であった。以上のように橋立川の1時間当たりの変化率は1%以内であり、各河川の流量測定は橋立川測定時の3時間以内に

1) 1時間当たりの変化率

$$= \left[\frac{(\text{その回の流量} - \text{次回の流量})}{\text{その回の流量}} \div (\text{次回の時間} - \text{その回の時間}) \right] \times 100$$



第8図 秩父市周辺小河川の比流量(1984年)

行っているので各河川の流量の減少傾向が同じであるとの条件では測定時間差による誤差はきわめて少ないとみてよい。したがって同時に測定した流域の比流量を相互に比較する場合には測定時間差による流量の補正は行わなくてもよいが、測定日が異なると、求められた比流量値そのままを比較するには誤差を伴う。

4. 比流量

各河川の比流量を第2表と第8-10図に示した。

1984年の比流量は10月15日の橋立川が最大で0.0445(比流量の単位 $m^3/sec/km^2$, 以後省略), 最小は18日蒔田川の0.0062であった(篠葉沢・長森沢は欠測)。1985年は最大が0.0120, 最小が0.0008, 1986年は最大が0.0387, 最小が0.0007であり兩年とも最大は橋立川, 最小は長森沢である。

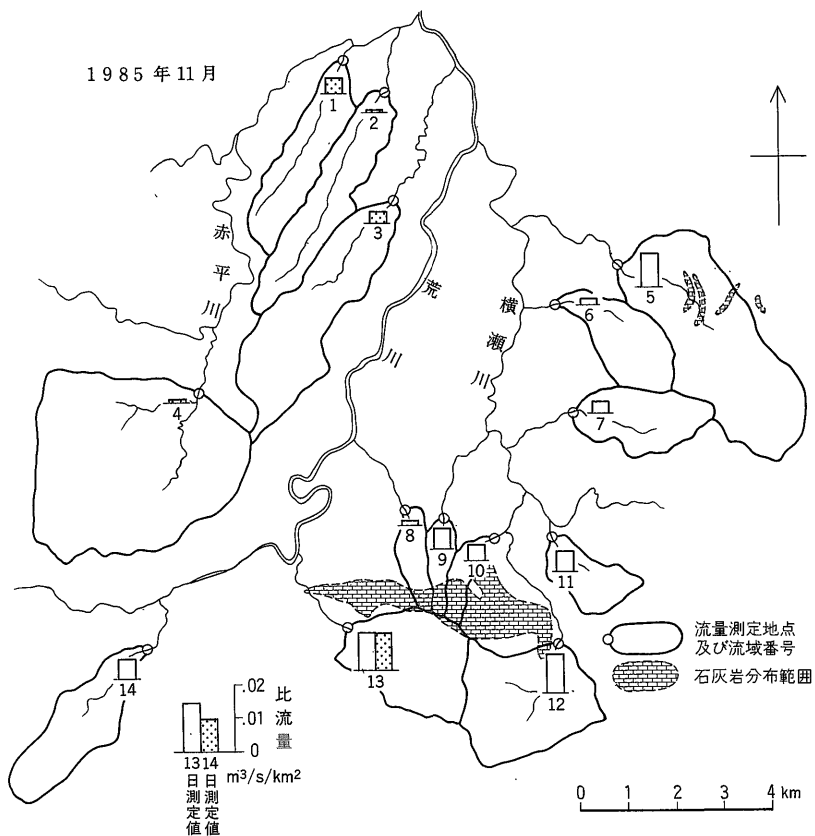
異なった日に測定した流域は比流量を相互に比較するために、連日測定を行った橋立川の流量を規準にとり、例えば10月15日の橋立川の比流量を100%とした場

合、他の流域の比流量が橋立川の比流量の何%に当たるかを計算して、これを比流量比率とし、毎日の比流量比率を算出したのが第3表である。またその3年間間の平均値を第11図に、各流域の地質詳細を第4表に示した。

荒川の西側に分布する篠葉沢・長森沢・蒔田川・長留川の各流域の地質は新第三紀の泥岩・砂岩・頁岩・礫岩および更新世・完新世の礫・砂・粘土からなる。この4流域の橋立川に対する比流量比率は5.6-21.7%を示しきわめて低い。4流域中3流域に新第三紀礫岩が分布するが比流量との相関は認められない。更新世・完新世の礫・砂・粘土の分布の割合は若干比流量との相関が認められ、これらの分布の割合が大きいほど比流量比率が大きくなる。

荒川の東側北部の3流域の地質はおもに変成岩の緑色片岩と黒色片岩である。橋立川に対する比流量の割合は大棚川と曾沢川がそれぞれ21.3%・27.8%と低く、定峰川が64.5%とやや高い値を示す。定峰川の流域には石灰岩が約2%, 更新世の碎屑物が約10%分布している。こ

秩父市周辺小河川における比流量および水質と地質（岩種）との関係（岸 ほか）

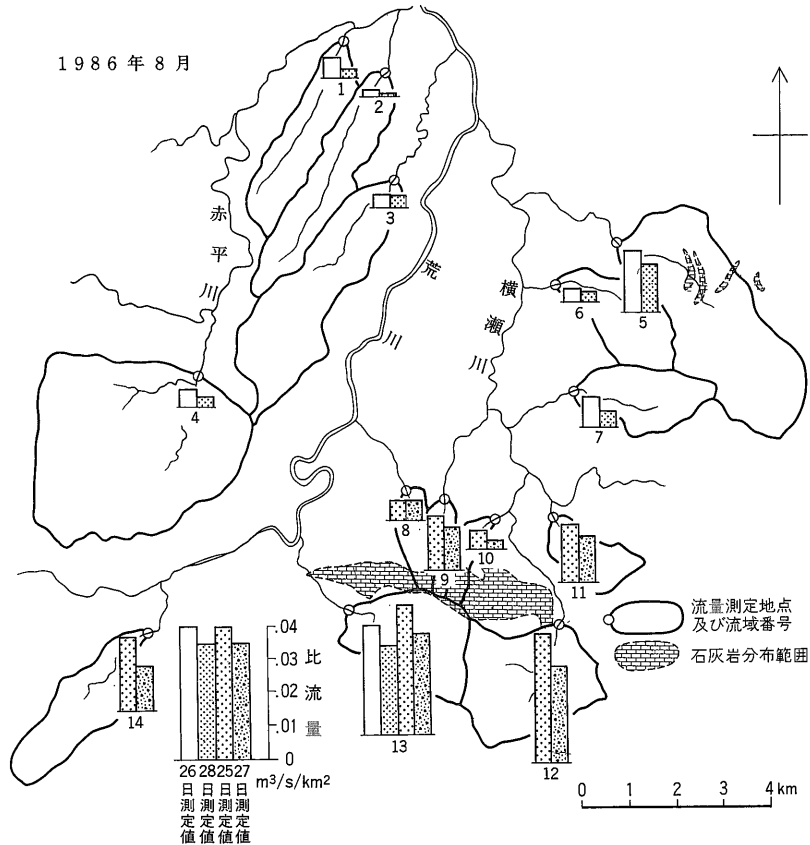


第9図 秩父市周辺小河川の比流量（1985年）

第3表 秩父市周辺小河川の比流量比率

番号	河川名	1984年	1985年	1986年		平均
		10月15日/18日	11月13日/14日	8月25日/26日	8月27日/28日	
1	篠葉沢	%	／38	／17	／10	21.7
2	長森沢		／7	／5	／3	5.6
3	蒔田川	／17	／31	／12	／14	18.5
4	長留川	／18	／11	／17	／13	14.8
5	定峰川	／64	85／	／55	／54	64.5
6	大柵川	／45	16／	／13	／11	21.3
7	曾沢川	／35	31／	／27	／18	27.8
8	押堀川	36／32	17／	16／	20／	24.2
9	兎沢	50／	51／	42／	44／	46.8
10	大指川	36／	39／	15／	10／	25.0
11	小島川	／37	55／	44／	46／	45.5
12	生川	94／87	99／	100／	96／	95.2
13	橋立川	100	100	100	100	100
14	寺沢川	／27	54／	58／	47／	46.5

橋立川の比流量を100%としたときの各流域の比流量の割合



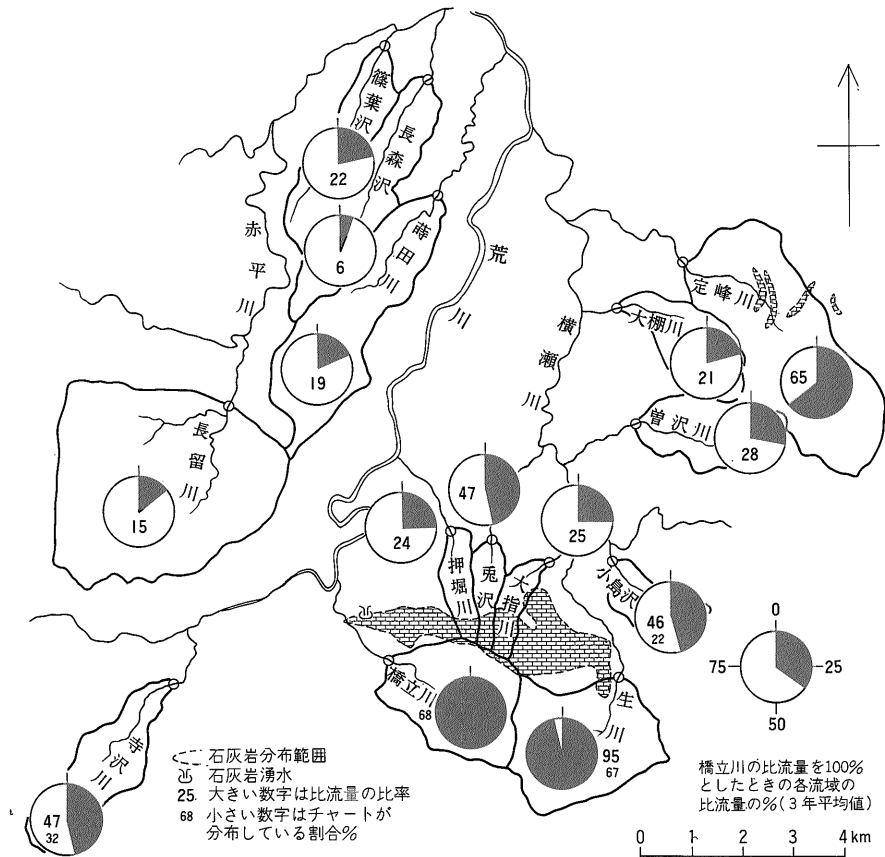
第10図 秩父市周辺小河川の比流量(1986年)

の碎屑物は結晶片岩に由来する崩積物で、しばしば地すべり地帯となっており(埼玉県, 1979), 地下水の湧水量がかなり多いものと思われる。そのため変成岩地域の中で、定峰川流域のみが比流量が大きいものと考えられる。

荒川の東側南部の流域のうち武甲山の北斜面を流れる押堀川・兎沢・大指川の3流域の地質はいずれも最上流部が中-古生代の石灰岩、中流部が砂岩・粘板岩とチャートの互層、最下流部が新第三紀と泥岩・砂岩等である。橋立川に対する比流量比率は押堀川と大指川がそれぞれ24.5%・25.0%と小さく、兎沢が46.8%を示した。この3流域の河川水が、流域に分布するどの岩種からおもに流出しているかは不明であるが、後述するように水質的には石灰岩湧水に近い組成を示す。

武甲山の石灰岩体を包むように流れる生川と橋立川の比流量は、きわめて大きい値を示す。生川の比流量は橋立川とほぼ同じで比流量比率にして95.2%である。地質は中-古生代のチャート・砂岩・粘板岩・石灰岩および緑色岩である。そのうちチャートの分布面積が大きく生川

流域では全体の67%、橋立川流域では全体の68%となっている。石灰岩体の東および南側は緑色岩に接しており、流量測定地点より上流では、河道に石灰岩が露出していない(秩父地区残壁研究会, 1976)のを現地調査で確認しており、石灰岩体に包蔵されている地下水が直接生川および橋立川に漏出していることは考えられない。小島沢と寺沢川の橋立川に対する比流量比率は45.5%と46.5%である。流域の地質は小島沢が、砂岩を主としこれに粘板岩と千枚岩等とを合わせて78%で残り22%がチャートである。寺沢川は粘板岩・千枚岩を主とし砂岩・緑色岩と合わせて68%で残り32%がチャートである。このように小島沢と寺沢川の流域はチャートの分布面積が22%、33%を占めておりそのため両流域の比流量比率が橋立川・生川とは大きく異なるものと考えられる。即ち中-古生代の石灰岩を除く各岩種ではチャートの比流量が高く、砂岩・千枚岩・粘板岩・緑色岩等の岩種の比流量はチャートの比流量よりもかなり低いものと推察される。



第11図 秩父市周辺小河川の比流量比率

武甲山を主峰とする石灰岩体はほぼ東西に長く分布し急峻な北ないし北東斜面を呈している。斜面は南-北方向、あるいは南西-北東方向の押堀川・大指川・白沢などの小さな流域の最上流部になる。これら流域の最上流部に降った雨は地下深部に浸透した後東から西に向かって流れ、石灰岩分布地域の西端近くで湧出している。したがってこの湧水は地下流域からの流出である。地下流域の面積を求めることは困難なので、ここでは地表の全石灰岩分布面積から押堀川・兎沢・大指川流域内の石灰岩分布面積を差し引いたものを地下流域面積としたときの比湧水量=◎(m³/s/km²)、全石灰岩面積を地下流域面積としたときの比湧水量=①(m³/s/km²)とを算出し第12図に示した。流量の最も多い1984年の石灰岩比湧水量は橋立川の比流量よりも少なく橋立川との比率は◎が93%、①が74%である。流量の最も少ない1985年の比湧水量は橋立川の比流量よりもはるかに大きく比率は◎が217%、①が173%である。流量がやや中間の1986年の比湧水量は橋立川の比流量とほぼ同じで比率は◎が

122%、①が97%である。このように石灰岩湧水は流量が少ないとき、即ち平水-低水流量のときに他の岩種にくらべ、きわめて大きい湧水量を示す。なお、第12図の地質は、武甲山南側については坂本ほか(1986)により、武甲山北側及び地質断面図については、秩父地区残壁研究会(1976)にもとづいて簡略化して使用した。

以上の各流域の比流量比率を岩種別に整理し取りまとめたもの、および橋立川の最大比流量時・中間比流量時・最小比流量時における、各岩種別の計算比流量(石灰岩は実測値)を第5表と第13図に示した。また全国43河川平均(豊水流量10m³/sec以下の河川のみ)の比流量の流況(以下、河川比流量と呼ぶ)を第6表と第13図に示した。

中-古生代の石灰岩湧水の比湧水量は、橋立川の最大流量時と中間流量時において0.0299-0.0399m³/s/km²を示し、河川豊水比流量と同程度かそれより若干大きい値である。橋立川の最小流量時における石灰岩の比湧水量は、河川豊水比流量と平水比流量の中間の値を示す。

第4表 秩父市周辺小河川流域の地質状況

番号	河川名	流域面積 km ²	地 質 状 況
1	篠葉沢	3.42	新第三紀：泥岩・砂岩・頁岩・同互層「2.3」(67%)，礫岩「.09」(3%) [2 B]；中～後期更新世・完新世：礫・砂・粘土「1.0」(30%)
2	長森沢	4.36	新第三紀：泥岩・砂岩・頁岩・同互層「3.8」(87%)，礫岩「.03」(1%) [2 B]；中～後期更新世・完新世：礫・砂・粘土「.54」(12%)
3	蒔田川	6.32	新第三紀：泥岩・砂岩・頁岩・同互層「5.2」(82%) [2 B]；中～後期更新世・完新世：礫・砂・粘土「1.1」(18%)
4	長留川	14.23	新第三紀：泥岩・砂岩・頁岩・同互層「9.1」(64%)，礫岩「3.5」(25%) [2 B]；中～後期更新世・完新世：礫・砂・粘土「1.6」(11%)
5	定峰川	8.99	変成岩類：緑色片岩「5.7」(63%)・黒色片岩「2.2」(25%) [3 C]；中～古生代：石灰岩「.20」(2%) [3 C]；完新世：碎屑物「.89」(10%)
6	大柵川	2.57	変成岩類：黒色片岩「1.3」(50%)・緑色片岩「1.2」(48%) [3 C]；中～古生代：チャート「.06」(2%) [3 C]
7	曾沢川	3.03	変成岩類：緑色片岩「3.0」(100%) [3 C]
8	押堀川	1.56	中-古生代：チャート「1.1」(68%)，石灰岩「.20」(13%)，砂岩・粘板岩・千枚岩等「.18」(12%) [3 C]；新第三紀「.12」(7%) [2 B]
9	兎沢	0.90	中-古生代：チャート「.45」(50%)，石灰岩「.21」(23%)，砂岩・粘板岩・千枚岩等「.11」(13%) [3 C]；新第三紀「.13」(14%) [2 B]
10	大指川	0.91	中-古生代：石灰岩「.41」(45%)，チャート「.32」(35%)，砂岩・粘板岩・千枚岩等「.10」(11%) [3 C]；新第三紀「.08」(9%) [2 B]
11	小島沢	1.77	中-古生代：砂岩「1.1」(61%)，チャート「.39」(22%)，粘板岩・千枚岩等「.30」(17%) [3 C]
12	生川	5.52	中-古生代：チャート「3.7」(67%)，砂岩・粘板岩「.21」(4%)，石灰岩「.07」(1%) [3 C]，緑色岩「1.6」(28%) [2 B]
13	橋立川	4.54	中-古生代：チャート「3.1」(69%)，粘板岩・千枚岩「.62」(14%)，石灰岩「.11」(1%) [3 C]，緑色岩「.72」(16%) [2 B]
14	寺沢川	3.57	中-古生代：粘板岩・千枚岩「1.4」(38%)，チャート「1.1」(32%)，砂岩「1.0」(28%) [3 C]，緑色岩「.27」(2%) [2 B]

地質状況の欄 [森川(1984)，埼玉県(1976)による]

[] 数値：およその面積 (km²)

() 数値：全体の面積に対する割合 (%)

[] 数値：1 = 岩体のかたさ軟，2 = 岩体のかたさ中，3 = 岩体のかたさ硬

記号：A = 岩体のかたさ軟，B = 岩体のかたさ中，C = 岩体のかたさ硬

第5表 地質(岩種)別の比流量比率と算出比流量

流域の地質	中-古生代 石灰岩	中-古生代 チャート約70% 分布残り砂岩・粘板岩・ 千枚岩・緑色岩等	変成岩 結晶片岩の碎削物の分布率 約10%緑色・ 黒色片岩	中-古生代 粘板岩・砂岩・ 千枚岩等約 70-80%残り チャート	混 合 中-古生代の 各岩種と新第 三紀の各岩種	変成岩 緑色片岩・黒 色片岩	新第三紀 礫岩・砂岩・ 泥岩・頁岩・ 同互層
比流量比率*	74-217%	98%	65%	46%	32%	25%	15%
橋立川最大比流量時 .0445(1984)	.0312-.0399	.0436	.0289	.0205	.0142	.0111	.0067
橋立川中間比流量時 .0298(1986)	.0299-.0364	.0292	.0194	.0137	.0095	.0075	.0045
橋立川最小比流量時 .0113(1985)	.0204-.0248	.0111	.0073	.0052	.0036	.0028	.0017

*：橋立川の比流量を100%とした場合 比流量単位：m³/s/km² ()：流量測定年

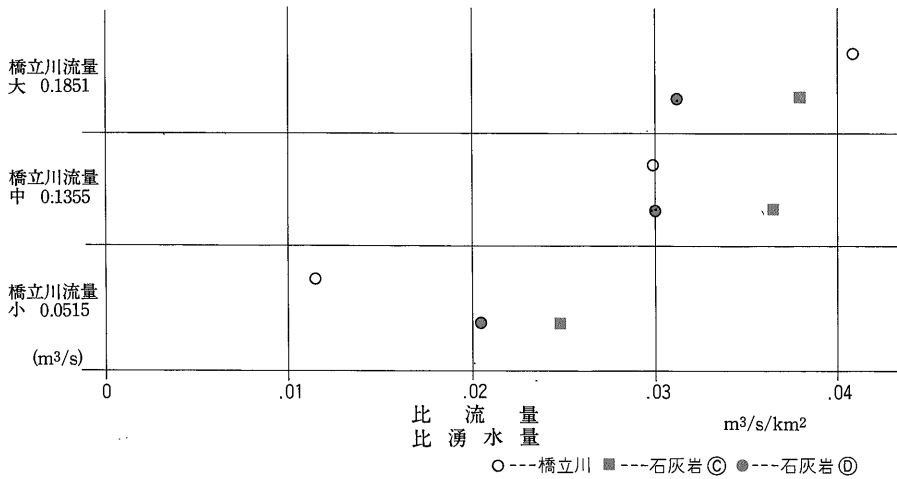
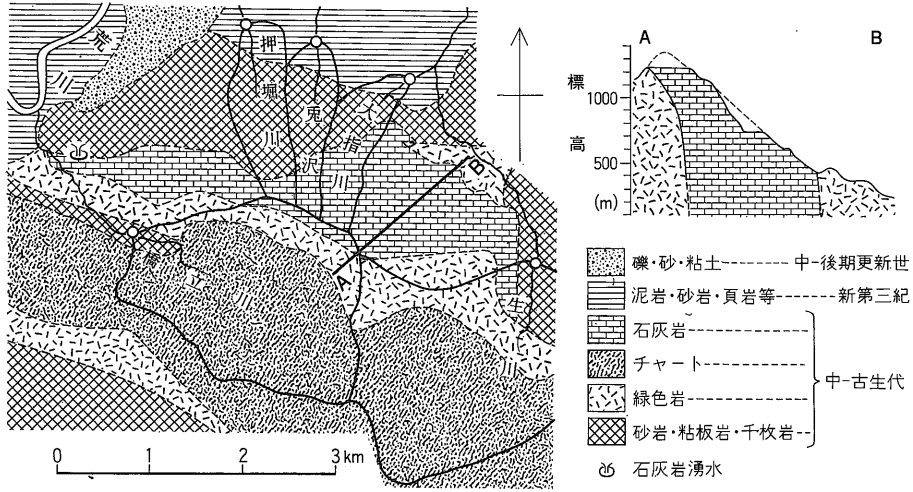
第6表 全国48河川の平均流況

単位：m³/s/km²

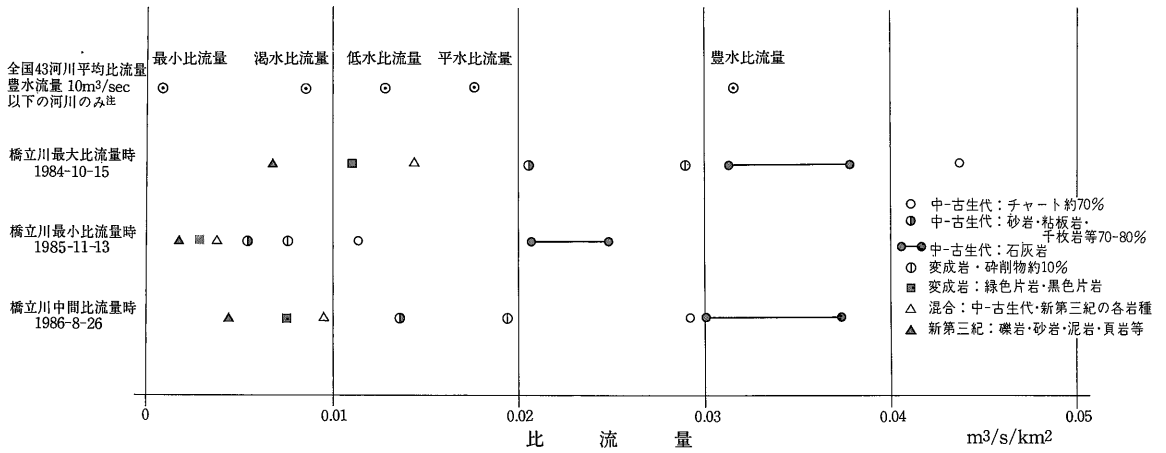
名 称	最大比流量	豊水比流量	平水比流量	低水比流量	渇水比流量	最小比流量
全国43河川平均	4.970	0.0314	0.0175	0.0128	0.0085	0.0005

建設省流量年表のうち豊水量 10 m³/s 以下の河川のみ

秩父市周辺小河川における比流量および水質と地質（岩種）との関係（岸 ほか）



第12図 石灰岩周辺の地質および石灰岩湧水の比湧水量と橋立川の比流量



第13図 秩父市周辺小河川の地質（岩種）別の比流量（計算値）

注：建設省流量年表による

地質調査所月報(第40巻 第12号)

第7表 秩父市周辺小河川等における水質分析結果

番号	河川名 地点名	測定 採取年	導電率 μS/cm	水温 °C	pH	RpH	M-アル カリ度 me/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	SiO ₂ mg/l	流量 m ³ /sec
1	篠葉沢	85*	665	9.5	8.6	8.5	2.68	19.6	148	17.4	46.3	6.9	56.6	15.8	7.7	0.0149
		86*	596	27.2	8.9	8.9	2.28	16.9	196	9.1	41.2	7.5	62.6	15.6	10.6	0.0195
2	長森沢	85*	529	9.9	7.6	7.8	2.25	44.1	66.0	6.8	44.3	5.3	37.8	8.9	15.1	0.0034
		86*	448	23.5	7.7	7.9	2.12	36.4	59.0	3.8	33.8	5.0	38.8	8.3	11.6	0.0067
3	蒔田川	84*	426	18.0	8.1	8.2	1.48	19.2	73.6	16.6	21.4	6.7	45.3	6.6	13.8	0.0391
		85*	400	9.0	7.6	7.8	1.71	19.0	64.8	13.0	18.5	4.1	42.0	6.0	9.1	0.0226
		86*	334	26.9	8.1	8.1	1.56	16.9	51.0	9.1	15.3	4.6	37.8	5.3	12.1	0.0244
4	長留川	84*	311	18.5	8.5	8.5	1.35	7.1	50.0	3.4	16.8	2.2	35.4	5.0	14.1	0.0909
		85*	342	6.5	8.3	8.3	1.82	7.7	58.4	3.8	17.3	2.1	38.0	5.2	8.0	0.0182
		86*	274	28.4	8.7	8.7	1.34	8.5	47.4	8.3	14.7	2.7	30.7	4.3	13.4	0.0722
5	定峰川	84*	105	14.3	7.4	7.6	0.63	2.7	7.2	3.2	2.2	0.29	9.9	3.9	14.9	0.2049
		85	106	10.0	7.3	7.5	0.70	2.7	7.1	3.0	4.7	0.3	9.8	4.4	13.9	0.0875
		86*	97	19.5	7.5	7.6	0.65	2.5	7.9	3.2	2.0	0.3	9.6	4.1	12.8	0.1607
6	大棚川	84*	140	14.0	7.4	7.6	0.75	3.5	14.4	4.9	3.0	0.46	14.6	4.4	14.7	0.0452
		85	177	10.5	7.3	7.5	0.92	7.6	19.8	6.2	14.4	1.0	14.3	5.5	13.5	0.0050
		86*	143	19.2	7.4	7.6	0.84	4.0	15.3	5.0	4.5	0.7	13.9	4.9	13.4	0.0107
7	曾沢川	84*	100	13.2	7.4	7.5	0.62	2.6	6.8	3.9	1.8	0.22	7.3	5.1	16.3	0.0381
		85	101	9.4	7.4	7.5	0.60	2.3	7.6	2.2	3.6	0.3	6.9	6.0	15.4	0.0108
		86*	93	18.7	7.4	7.5	0.64	2.2	6.7	2.8	1.8	0.2	6.6	5.5	15.1	0.0267
8	押堀川	84	271	15.9	7.6	7.9	1.90	2.9	16.6	13.2	3.4	0.39	44.7	4.0	10.8	0.0249
		85	266	9.9	7.6	7.8	2.05	2.8	17.5	7.5	8.2	0.5	40.0	4.3	9.4	0.0031
		86	245	21.2	7.8	7.9	1.90	2.4	15.8	8.7	3.2	0.4	39.7	3.8	9.4	0.0097
9	兔沢	84	228	15.0	7.9	7.9	1.46	3.0	18.9	7.7	4.3	0.62	33.2	4.1	12.5	0.0200
		85	209	11.2	8.3	8.2	1.44	3.3	18.9	6.5	11.0	0.6	26.3	4.8	11.2	0.0052
		86	207	25.3	8.4	8.4	1.43	3.1	17.8	7.1	4.4	0.7	29.3	4.1	9.7	0.0143
10	大指川	84	308	14.5	7.9	8.0	2.06	3.2	28.8	10.6	4.3	1.01	49.5	5.6	9.8	0.0145
		85	316	10.2	7.6	7.8	2.15	3.4	38.4	5.3	11.6	1.1	44.0	6.3	9.6	0.0041
		86	321	23.0	7.9	8.0	2.16	3.4	40.5	6.4	5.5	1.3	49.7	6.2	9.8	0.0052
11	小島沢	84*	121	13.1	7.3	7.5	0.49	2.5	15.7	7.6	4.3	0.45	13.5	2.1	14.1	0.0231
		85	130	9.8	7.2	7.4	0.60	2.4	19.1	5.9	9.6	0.5	13.0	2.7	12.4	0.0112
		86	116	18.6	7.3	7.5	0.53	2.5	14.8	7.3	4.1	0.5	12.5	2.3	11.5	0.0300
12	生川	84	93	12.2	7.1	7.4	0.49	2.0	8.2	3.5	2.4	0.46	11.4	1.5	10.4	0.2321
		85	95	8.5	7.2	7.5	0.55	2.0	8.6	3.4	5.4	0.4	11.1	1.8	9.7	0.0621
		86	86	18.0	7.4	7.5	0.49	2.0	7.4	4.2	2.3	0.5	9.6	1.7	9.0	0.2116
13	橋立川	84	108	12.0	7.1	7.4	0.59	1.8	10.2	3.0	2.2	0.45	14.6	1.5	10.0	0.2020
		85	120	8.2	7.3	7.5	0.76	1.5	12.0	2.6	4.8	0.5	11.1	1.9	9.4	0.0545
		86	103	17.6	7.3	7.5	0.63	1.5	9.7	3.7	2.2	0.5	14.2	1.6	8.7	0.1722
14	寺沢川	84	112	13.4	7.1	7.3	0.47	2.1	12.5	7.4	3.8	0.66	13.4	1.5	11.7	0.0421
		85	93	8.5	7.2	7.4	0.48	1.4	12.1	2.6	7.3	0.6	10.0	1.6	10.9	0.0220
		86	87	18.0	7.3	7.4	0.45	1.6	10.3	4.3	3.1	0.6	10.2	1.4	10.2	0.0800
A	白沢	84 [⊕]	283	13.6	8.1	8.1	1.88	3.1	17.2	18.8	2.0	0.46	51.6	2.2	6.0	—
		85	266	10.3	7.8	7.9	1.83	3.3	17.0	16.8	6.2	0.60	40.0	3.1	6.0	—
		86	280	18.8	8.0	8.0	1.92	4.1	18.6	19.3	2.8	0.70	46.1	3.2	5.6	—
B	武甲770 A	84 [⊕]	274	10.2	7.5	7.6	1.66	2.0	6.4	41.4	1.6	0.12	48.3	1.6	6.7	—
		85 [○]	221	11.0	7.6	7.8	1.45	1.7	6.0	27.0	4.2	0.2	37.4	1.5	7.9	—
		86 [⊖]	254	10.1	7.5	7.6	1.58	1.9	7.6	40.4	1.4	0.2	44.7	1.5	4.8	—

秩父市周辺小河川における比流量および水質と地質（岩種）との関係（岸 ほか）

第7表 つづき

番号	河川名 地点名	測定 採取年	導電率 μS/cm	水温 °C	pH	RpH	M-アル カリ度 me/l	Cl mg/l	SO ₄ ⁴⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	SiO ₂ mg/l	流量 m ³ /sec
C	武 甲 600 // //	84⊕	268	11.0	7.5	7.7	1.98	1.9	9.6	19.8	1.0	0.12	52.0	0.8	2.9	—
		85○	270	11.0	7.6	7.8	1.96	1.9	9.6	21.0	2.0	0.1	48.0	0.9	2.6	—
		86⊖	273	11.2	7.6	7.9	2.00	2.1	9.2	26.4	0.8	0.1	51.6	0.8	1.3	—
D	秩セ湧水 // //	84⊕	281	12.3	7.6	7.8	1.80	2.2	10.8	32.5	1.6	0.22	48.3	2.4	5.8	0.1176
		85○	234	12.5	7.4	7.6	1.82	2.2	11.0	10.0	3.8	0.2	37.8	2.3	6.4	0.0768
		86⊖	244	12.5	7.5	7.7	1.94	2.3	10.8	11.8	1.4	0.2	44.2	1.8	4.3	0.1128
E	秩父源流水	84⊕	107	12.6	7.5	7.6	0.70	0.9	8.3	3.4	2.4	0.46	16.0	0.8	10.3	—
F	生川取水場下	85○	108	8.0	7.3	7.5	0.65	1.8	10.6	2.3	5.8	0.5	13.0	1.9	9.5	—
G	生川武甲下	85○	159	8.5	7.6	7.7	1.05	2.7	14.5	2.8	6.7	0.6	22.0	2.4	8.9	—
H	荒川巴川橋上	86⊗	136	24.0	8.9	8.8	0.80	3.1	15.6	3.9	4.9	0.8	17.3	1.8	8.3	—
I	赤平川吉田	86⊗	200	25.4	8.9	8.9	1.25	4.4	22.6	8.6	7.7	1.6	27.0	3.0	8.7	—
J	横瀬川山田	86⊗	177	26.0	8.8	8.7	1.14	4.2	18.7	4.7	6.0	1.2	23.6	3.2	10.3	—
K	根古屋湧水 // //	84⊕	202	14.9	8.5	8.4	1.09	1.6	34.0	0.5	27.0	0.88	14.4	0.9	19.2	—
		85○	205	15.5	7.9	7.9	1.09	1.6	37.6	0	22.3	0.8	14.1	1.2	18.8	—
		86⊖	219	15.1	7.7	7.9	1.10	1.9	43.6	0.8	23.5	0.8	17.3	1.6	16.4	—
L	武甲 770 B //	84○	84	10.5	8.9	8.9	0.70	1.0	2.9	1.0	5.4	0.35	10.5	0.5	24.4	—
		85○	79	11.0	8.8	8.8	0.66	0.9	3.3	0	1.4	0.40	8.3	0.5	23.9	—
M	柴原 鉦 泉 //	84⊕	543	15.5	9.2	—	4.60	17.4	37.8	0.6	133	0.21	4.0	0.03	14.5	—
		85⊕	543	11.0	9.3	9.3	4.20	14.4	36.8	0	123	0.2	1.8	0.03	17.9	—

測定年の欄 西暦下2桁を示す。19**年

84年無印は10月15日 85年無印は11月13日 86年無印は8月25日

84年*印は10月18日 85年*印は11月14日 86年*印は8月26日

84年⊕印は10月17日 85年○印は11月15日 86年⊖印は8月27日

86年⊗印は8月28日

中-古生界地帯のうち、チャートを主とする流域の橋立川最大流量時における比流量は0.0436で、河川豊水比流量の約140%を示し、表面流出終了直後の値と思われる。橋立川中間流量時における比流量は0.0292で、河川豊水比流量にほぼ近い値である。橋立川最小流量時における比流量は0.0111で、河川低水比流量と湧水比流量との中間の値を示す。

その他の各岩種からなる流域の比流量は、比流量比率に応じてチャートを主とする流域より低いそれぞれの値を示す。とくに新第三紀礫岩・砂岩・泥岩・頁岩等の流域の比流量は、橋立川最大流量時においても0.0067に過ぎず、河川湧水比流量よりかなり低い値である。

5. 水 質

河川流域の地質環境と水質の関係、および流量変動の水質に及ぼす影響を調べるため、第3図に示す14地点の表流水と5地点の地下水について1984-1986年の各調査時期、計3回の水質分析を行った。また調査地域周辺の

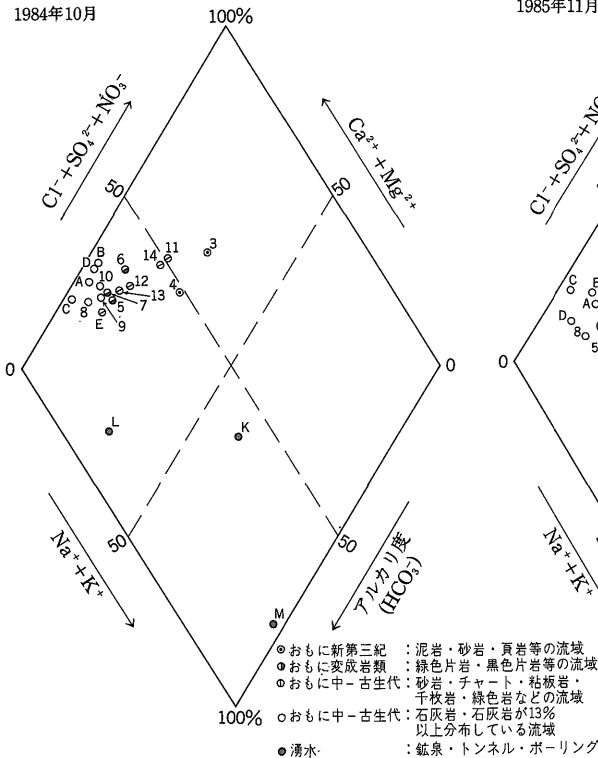
2地点で地下水を2回、6地点では表流水1回の水質分析を行った。水質分析結果を第7表に水質解析のためにキーダイアグラムを第14-16図に、ヘキサダイアグラムを第17図に示した。

本地域の水質はキーダイアグラム、ヘキサダイアグラムからおよそ3つのグループに分けられる。

第1のグループは新第三紀礫岩・砂岩・泥岩等から成る流域（荒川左岸）の表流水（第17図の①）で、水質組成はCa-SO₄型であり溶存成分がきわめて多い。ただし新第三紀層の流域は人家が点在し、低地は畑地が主体であるため地表からの人為的汚染をかなり受けていることが水質面から明らかである。したがってこの水質が本来の新第三紀層地域の水質を示しているとは思われない。

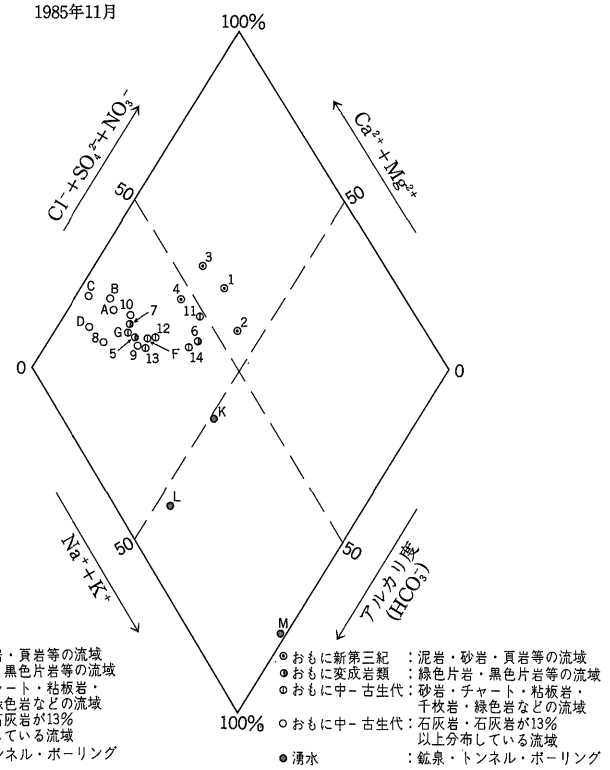
第2のグループは変成岩の流域と中-古生代のうち石灰岩がほとんど分布していない流域の表流水（第17図の②、⑤）で、水質組成はCa-HCO₃型、溶存成分は一番少ない。このグループの中で大淵川のみは流域に人家が点在し、流量も少ないために人為的汚染を若干受け、溶

1984年10月



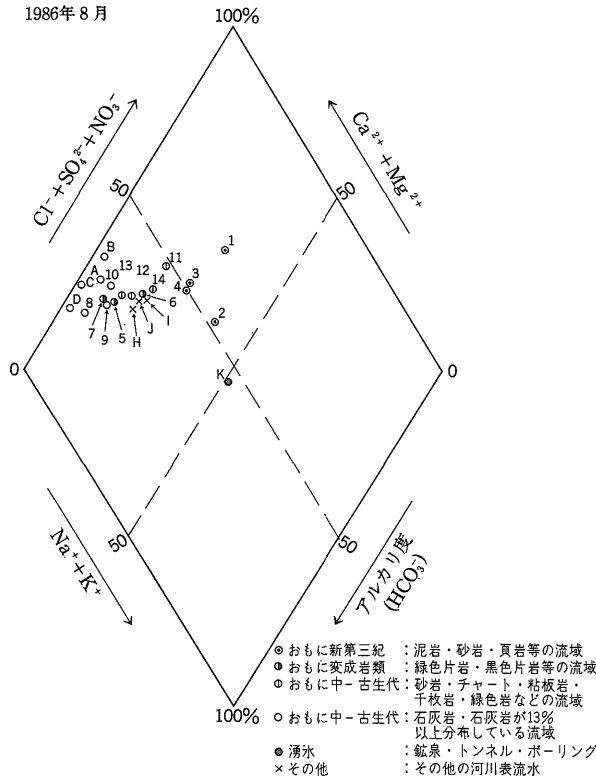
第14図 秩父市周辺小河川等における水質のキーダイヤグラム (1984年)

1985年11月



第15図 秩父市周辺小河川等における水質のキーダイヤグラム (1985年)

1986年8月



第16図 秩父市周辺小河川等における水質のキーダイヤグラム (1986年)

存成分が他に比べ多くなっている。

第3のグループは石灰岩が流域面積の13%以上を占める表流水と石灰岩からの湧水(第17図③, ④)で、水質組成はCa-HCO₃型であるがCaとHCO₃⁻が全溶存成分量の90%以上を占めている。このグループは溶存成分量が比較的多く、またNO₃⁻が多いという特徴がある。なお、NO₃⁻の起源として石灰岩採掘時に使用する発破用火薬(小野, 1983)が考えられる。

上記3グループを除いて水質面で特記すべきは第17図の⑦の3地点である。Kは武甲山から埼玉県日高市にあるセメント工場に鉱石を運搬するためのベルトコンベアートネル(小野, 1983)の一部の湧水であるが、Na-HCO₃型主体の水質組成であり他とは全く異質の水質である。Mは荒川左岸、長留川流域にある柴原鉱泉で新第三紀礫岩層のレッカから自然湧出している。水質はCa, Mgがきわめて少ない典型的なNa-HCO₃型、pHは9を越えており、硫化水素臭を有する。Iは石灰岩に近接した緑色岩中に掘削されたボーリング孔からの湧水であるが、水質は中-古生代流域の第1グループの表流水とほぼ同じであり、石灰岩の影響は全くみられない。

次に流量の変動と水質の関係であるが第1グループ(新第三紀層)では流量の少ない時期に溶存成分が増加する傾向が認められ(第17図①-2・6)、逆に第3グループ(石灰岩系)では流量の少ない時期に溶存成分が減少する傾向が認められ(第17図③-9, ④-A-D)、特にCaについてそれが顕著である。なお第2のグループは流量の多少による水質変化はとくに認められない。

6. む す び

秩父市周辺の地質(岩種)別の比流量は、中-古生代の石灰岩湧水が最も大きく、次いで中-古生代のチャートを中心とする流域が大きい。中-古生代の砂岩・千枚岩・粘板岩・緑色岩等を主とする流域と、変成岩流域のうち結晶片岩に由来する崩積堆積物が約10%分布する流域の比流量は、石灰岩を除く各岩種の平均値に近い値を示す。中-古生代の各岩種と新第三紀の各岩種が混合して分布する流域の比流量は、中-古生代の砂岩・千枚岩・粘板岩・緑色岩等を主とする流域の比流量と新第三紀層の流域の比流量のほぼ平均値を示す。緑色片岩・黒色片岩から

なる変成岩流域と、礫岩・砂岩・泥岩・頁岩等からなる新第三紀層流域の比流量はきわめて小さく、河川濁水比流量以下である。

このように比流量は地質(岩種)によって大きく異なり相対的ではあるが数値として表すことができた。ただし本報告では秩父市周辺の限られた地域と少ない岩種について明らかにしたもので今後もっと広い地域と多数の岩種の値が求められ、さらに比流量と透水係数との関係が数値的にはっきりすれば、岩盤山地の水文地質図の作成が可能となろう。

武甲鉱業株式会社および秩父セメント株式会社から湧水量・降雨量などの資料の提供をうけ、現地調査では多大の協力を得た。ここに厚く感謝の意を表する。

文 献

- 秩父地区残壁研究会(1976) 最終残壁に関する研究。石灰岩, no. 162, p. 70-81.
- 経済企画庁総合開発局(1973) 20万分の1土地分類図。埼玉県。
- 建設省河川局(1985) 流量年表, 第38回。p. 406-431.
- 町田瑞男・磯田亮洋(1983) 関東西縁, 秩父盆地の第四紀地史。埼玉県立自然史博物館研報, no. 1, p. 51-66.
- 森川六郎(1964) 5万分の1表層地質図「寄居」。土地分類基本調査, 国土調査。
- 小野武美(1983) 武甲鉱山の総合開発。石灰岩, no. 204, p. 12-23.
- 埼玉県農林部林務課(1968) 5万分の1埼玉県秩父・入間・比企地方の地質図および同説明書。89p.
- 埼玉県(1976) 5万分の1表層地質図「秩父」。土地分類基本調査, 国土調査。
- (1979) 埼玉県防災・保全等規制現況図。
- 坂本 亨・酒井 彰・秦 光男・宇野沢昭・岡 重文(1989) 20万分の1地質図幅「東京」。地質調査所。

(受付: 1989年6月28日; 受理: 1989年9月14日)