

岩手県安家石灰岩地域の水文地質 —岩泉・安家地区—

岸 和男* 石井武政* 永井 茂*

KISHI, Kazuo, ISHII, Takemasa and NAGAI, Shigeru (1981) Hydrology of the Akka Limestone area, Iwate Prefecture—Iwaizumi and Akka district—. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 32 (7), p. 365-395.

Abstract: The Akka Limestone from Triassic to Jurassic time is one of the largest limestone bed in Japan and is distributed in the northern Kitakami massif, northeast Honshu. The rocks of the surrounding mountains are mainly comprised of Cretaceous granodiorite and Permian to Triassic clastic rocks.

The limestone can be traced for a distance of 60 kilometers trending in a NNW direction and attains a maximum width of four kilometers. The limestone area forms karst topography having many dolines and caves, such as the Ryusen-do (more than 1,200 m long), the Akka-do (more than 8,000 m long), and so on. Among these caves, the Ryusen-do has a large amount of water flow, which changed from 0.35 m³/sec to 4.6 m³/sec depending on precipitation, during our measurement. The annual precipitation over the investigation area is about 1,100 mm.

Ground water condition of the limestone area is in striking contrast to that of the other consolidated sedimentary rocks area. Surface water is almost infiltrating through the limestone zone, therefore the characteristic ground water balance is formed having no connection with topographic watershed lines. The specific discharge of the Honden River which includes the Ryusen-do is more than two times of that of the non-carbonate rocks area. In contrast, the specific discharge of the Egawa River is less than one third. It is estimated that 68 percent of the ground water of the Egawa River side permeates to the Honden River side through the Akka Limestone and finally springs out from the Ryusen-do.

The surface and subsurface water can be classified by its chemical content into a "limestone type", a "non-carbonate type" and an "intermediate type". Each type is apparently different from another according to electric conductivity, pH, Ca²⁺ and HCO₃⁻. The water of investigation field can be easily classified by measuring only conductivity and pH.

要 旨

本報告は岩手県岩泉—安家地区における石灰岩地域の水文地質・地下水収支に関する検討結果の一部である。

1) 石灰岩地帯を流下する河川(沢)の表流水は全量あるいは多量伏没する。合計伏没量は本田川流域が0.14 m³/sec, 江川川流域が0.44 m³/secである。

2) 本田川^{ほんでん}の比流量は基準比流量の203%である。それに対し江川川の比流量は基準比流量の27%にすぎない。本田川の流量に相当する流域面積は60 km²以上であり、それに対し江川川の流量に相当する流域面積は9.5 km²である。

3) 本田川流域と江川川流域の流出率は個々に算出すると160%と27%あるいは91%と17%になりその差がき

わめて大きく異常である。

4) 本田川流域と江川川流域は水文地質的に一つの流域である。この場合の比流量は基準比流量の110%となる。流出率は89%及び51%となる。江川川流域で浸透した地下水はその68%が本田川流域に流出し竜泉洞の湧水となっている。

5) 本地域の湧水及び地表水は、水質的に石灰岩グループ、非石灰岩グループ、及び両者の混合による中間グループに3分される。これらの区分は導電率とpHの測定だけでも可能である。

6) 石灰岩分布流域の水文地質機構は、他の堆積岩類等の流域と異なった特徴を有している。今後石灰岩山地を開発する場合には、開発地点を含めた広範囲にわたる水文地質調査を実施し、既存の湧水等に対する影響を予測することが必要である。

* 環境地質部

1. ま え が き

石灰岩はセメント・鉄鋼・石灰等、各種の原料として全国各地で採掘されている。今後、原料需要の増大に伴い未採掘の石灰岩地帯の開発が進展するものと思われる。石灰岩地域は鐘乳洞・カルスト地形などの自然景観に恵まれているとともに、地下空洞や、裂か中に含まれる豊富な地下水がその地方の水資源として重要な役割をはたしている場合が多い。しかし、石灰岩地域の地下水は、わが国全体から見ればやや地域性の強い存在であり、水文地質及び地下水収支について述べた報告は、日本では比較的少ない。このような状況から筆者等は北部北上山地安家石灰岩地域をモデルとして、その水文地質とくに地下水収支に関する検討を行った。本研究は昭和52年から4年計画で行われ、現在、なお継続中であるが、ここにその一部について報告する。岩泉—安家地区の地下水については岩泉町の受託調査として、昭和49年に岸和男・五十嵐俊雄の調査がある。また岩泉町においては石灰洞洞穴調査・流量測定・降水量観測等が行われている。これらの資料のすべてを本報告書に利用させて頂くことができた。また現地調査に際しては岩泉町役場をはじめとして関係する多くの方々から御協力を得た。ここに、これらの方々に対して厚くお礼申し上げる次第である。

2. 調査の概要

調査には、地域内における水収支を把握することに主眼をおき、流量測定を主とする水文学的方法を採用した。また水理機構の解明の一助として水質分析を行った。

水文学的方法による調査は、主として岸、石井が、地質調査は石井が、さらに水質調査は永井が担当した。

流量測定には、流速計(4型T, F, 電気式, 係数: $V=0.227N+0.004$, V : 流速 m/sec, N : 回転数/sec) が用いられた。水質については、導電率、水温、pH・RpH, Mアルカリ度の現地測定、並びに採取試料の室内分析を行った。

野外調査は、次の日程及び担当によって行われた。

- 昭和52年9月10日-9月19日 岸・石井
- 昭和53年8月6日-8月10日 岸・石井・永井
- 昭和54年8月4日-8月9日 岸・石井

次に測定項目及び延回数次の通りである。

流量測定	29地点	計79回
導電率・水温測定	30地点	計93回
pH・RpH 測定	30地点	計81回

Mアルカリ度	27地点	計65回
水質分析試料採集	14地点	計37試料

地質調査は、これらの調査と平行して実施された。ただし、その取りまとめに当っては、従来の調査研究の結果に大きく依存している。さらに本報告をとりまとめるに当って、上記野外調査によって得られたデータに加えて、次の諸観測によって得られたデータを利用させていただいた。

流量測定結果

- 昭和49年7月 岩泉町受託調査として行った分……
19地点, 計34回
- 昭和49年10月-12月 岩泉町役場が行った分……
8地点, 計202回
- 昭和53年9月- 岩泉町役場が行った分……
2地点, 計84回

竜泉洞洞内水位

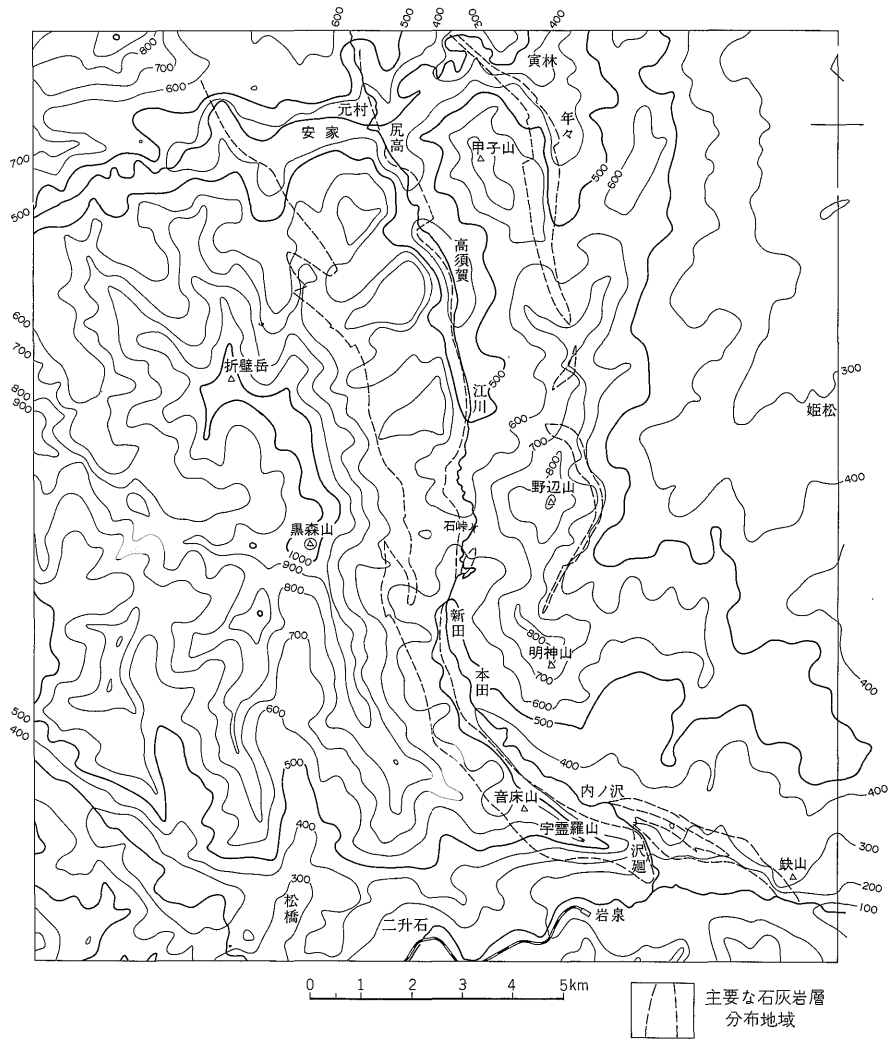
- 昭和52年12月-54年7月 毎日-数日おきの記録
- 昭和54年7月- 連続自記観測記録

3. 地 形

岩泉—安家地域の地形は、地質及び地質構造(後述)に従って大きく3地域に区分される。すなわち石灰岩分布地域、石灰岩を除く中古生界分布地域、及び花崗岩類分布地域である。この地形的特徴は、5万分の1地形図から谷幅500mまでを埋めて作成した接峰面図(第1図)及び同じく5万分の1地形図上に500m×500mの方眼をかけて作成した起伏量図(第2図)から読みとることが出来る。

第1図の中央部を南北に走る凹地帯は、石灰岩分布地域とその東側の非石灰岩地域との境界にほぼ一致し、石峠を境に江川川が北流して安家川に、また本田川が南流して小本川に注いでいる。その他多くの小河川も南北方向の流路をとっている。第1図に示した地域中、最高峰は黒森山で標高1106.9mに達し、北に折壁岳、南東に首床山に続く稜線を派生させている。明神山から野辺山を経て甲子山に至る稜線も、ほぼ南北方向に延びている。

石灰岩分布地域を特徴づけるものはカルスト地形であって、ドリーネ、カレン、石灰洞などが発達している。安家石灰岩分布地域にみられるカルスト地形は、“安家カルスト”と呼ばれ、竜泉洞(総延長1,200m以上)、安家洞(総延長8,000m以上)、氷渡洞(総延長2,700m余り)などの長大な石灰洞、江川川沿いに南北に並ぶドリーネがとくに有名である。この他、東北経済開発センター(1978)によれば、石灰岩分布地域の山頂部及び沢沿いには、多くの石灰洞、ドリーネ、また小規模ながらカレン(石灰岩柱)や大型フォーム(カルスト残丘)が存



第1図 接峰面図

在する。

石灰岩地域は頂部には平坦面ないし緩斜面が形成され、多くの場合、谷底とは急崖をもって接している。この様子は第2図の起伏量図からも読みとることができる。また高内沢、安念沢など石灰岩地帯を東西に横切る小沢のいくつかには、谷底に平坦地が分布している。これら小沢の多くは、普通澗谷となっている。石灰岩を除く中生界分布地域は一般に高峻な山地地形を呈している。

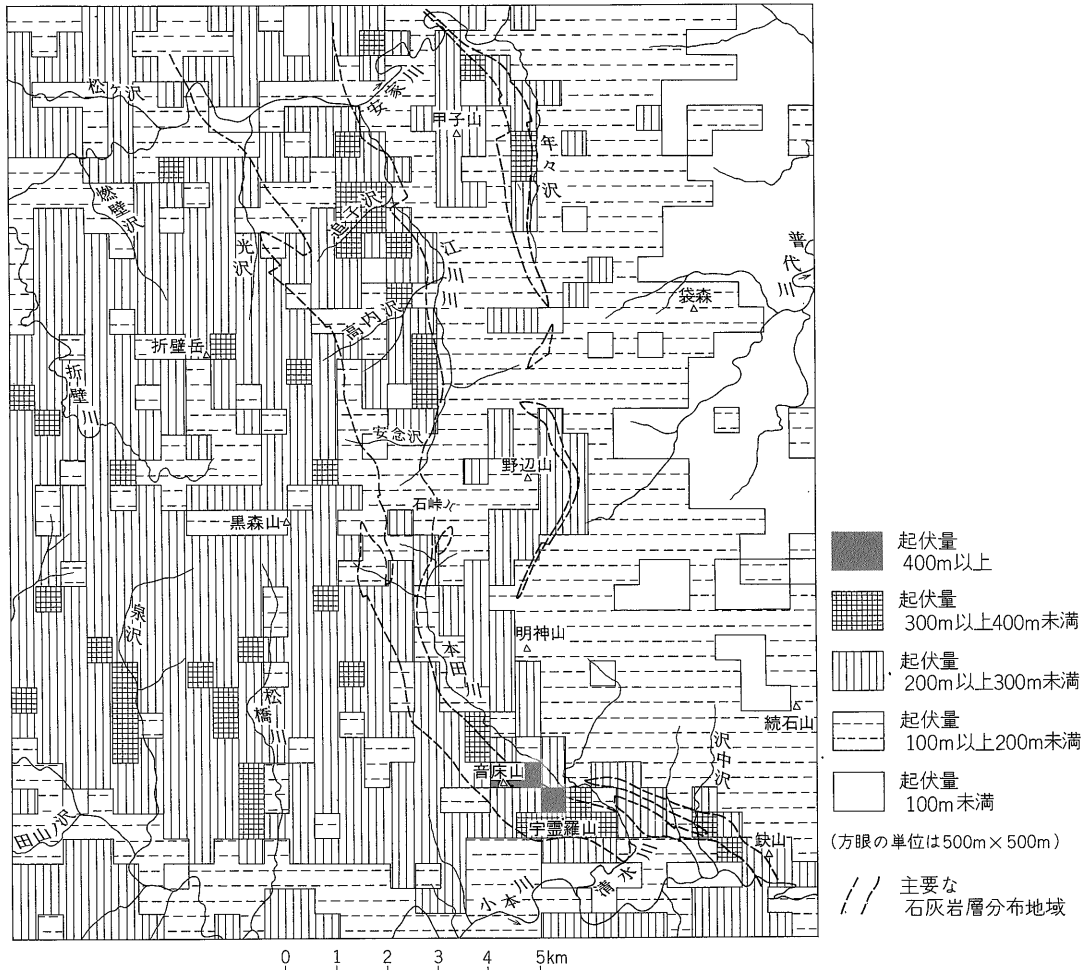
第1図の^{てっ}缺山から明神山、年々を結ぶ線の東方には丘陵性的の花崗岩山地が広がり、北東方向へ徐々に高度を減じている。中生界分布地域に比べて標高は低く、緩斜

面を形成するところが多い。

本地域は全般に山地地形を示すところがほとんどで、規模の大きな平野は発達していない。わずかに小本川及び安家川沿いに小規模な段丘が分布している。このうち岩泉周辺の段丘は、少なくとも3段に分けられる。また江川には幅のせまい谷底平野があり、第1図では高須賀周辺の閉曲線（標高400 m）で表わされる。

4. 安家石灰岩の分布及びその地質学的位置

安家石灰岩は、北部北上山地の葛巻構造線と田老構造線に挟まれた岩泉帯（島津ほか、1970；杉本、1972）にあって、岩手県下閉伊郡岩泉町^{ひじくず}葛付近から同県九戸郡



第2図 起伏量図

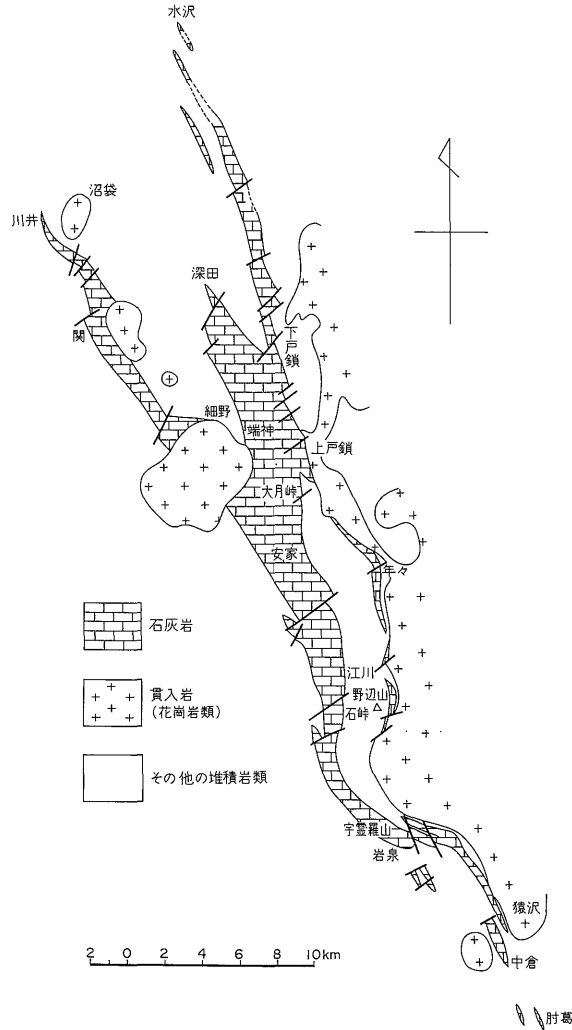
大野村水沢付近にまで分布する。その南北延長は約60 kmに達し、平面図上での幅は、久慈市南部の玉沢から大月峠付近が約4 kmと最も広く、そこより南方へ岩泉町安家付近で約3 km、江川付近で約2 km、宇霊羅山周辺で約1 kmとなっている。

安家石灰岩はその分布の北端部及び南端部では、数列の小規模な岩体に分岐しているが、全体を大まかにみると東列、中列、西列の3列から構成されている(第3図)。各列はいずれも、ほぼNNW-SSEあるいはNW-SE方向に伸びている。主体をなすものは中列で、久慈市深田付近から大月峠を経て安家、岩泉へと連続し、さらに小本川を越えて肘葛付近まで分布している。東列は大野村水沢付近から南方へ伸びて、久慈市下戸鎮付近で一端中列に合体し、再び岩泉町年々さらに野辺山東方に

現われる。西列は九戸郡山形村川井付近を北端として南東方へ伸び、久慈市細野付近で花崗岩類の貫入により、その連続を断たれている。本報告で扱う岩泉-安家間の地域では、中列及び東列が分布している。

岩泉-安家地域の岩層は、石灰岩・チャート・粘板岩・砂岩などの堆積岩類(一部に凝灰岩、溶岩を含む)と、それらを貫く花崗岩類に大別できる(第4図)。

安家石灰岩を含む堆積岩類は、西方へ傾斜する等斜褶曲をくり返すとともに、東方へ押し上げた走向方向の衝上断層及びそれらを横切る横断断層が推定されるなど、極めて複雑な地質構造を呈している(杉本, 1980)。このような複雑さと時代決定に有効な化石が乏しいために、本地域及び周辺の岩泉帯を構成する大部分の地層は、従来漠然と二疊系あるいは時代未詳の古期岩類として扱わ



第3図 安家石灰岩分布略図

(五十嵐ほか, 1965, 1966; 岩手県, 1971, 1972; 杉本, 1974; 島津ほか, 1970から調整)

れてきたが、安家石灰岩は三疊紀後期-ジュラ紀(?)の堆積物と考えられる。

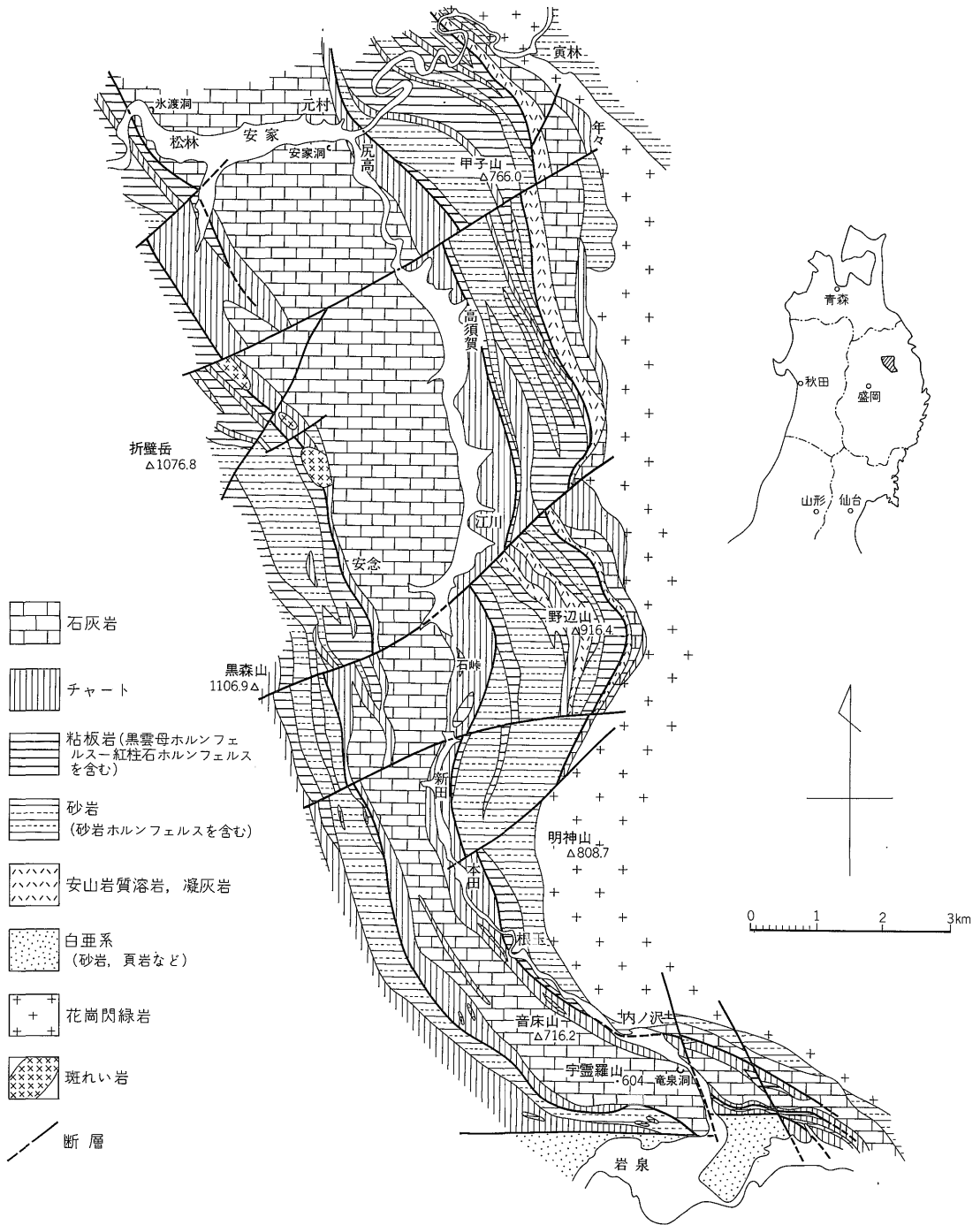
五十嵐ほか(1965, 1966)の石灰石鉱床調査によれば、石峠付近の石灰岩層(中列)は劈開に富む黒色石灰岩からなり、局部的にレンズ状チャートを挟み、さらに南方の宇霊羅山周辺では、灰白色-灰色の粗晶質石灰岩となり縞状を呈している。一方、野辺山東方に分布する東列の石灰岩層は、花崗岩類による熱変成作用を受けて、白色~一部赤桃色の粗晶質石灰岩となっている。石灰岩を除く他の地層は主としてチャート、粘板岩、砂岩などから構成されるが、花崗岩類に近接する部分では、

いずれも再結晶し、ホルンフェルス化している。

5. 水 文

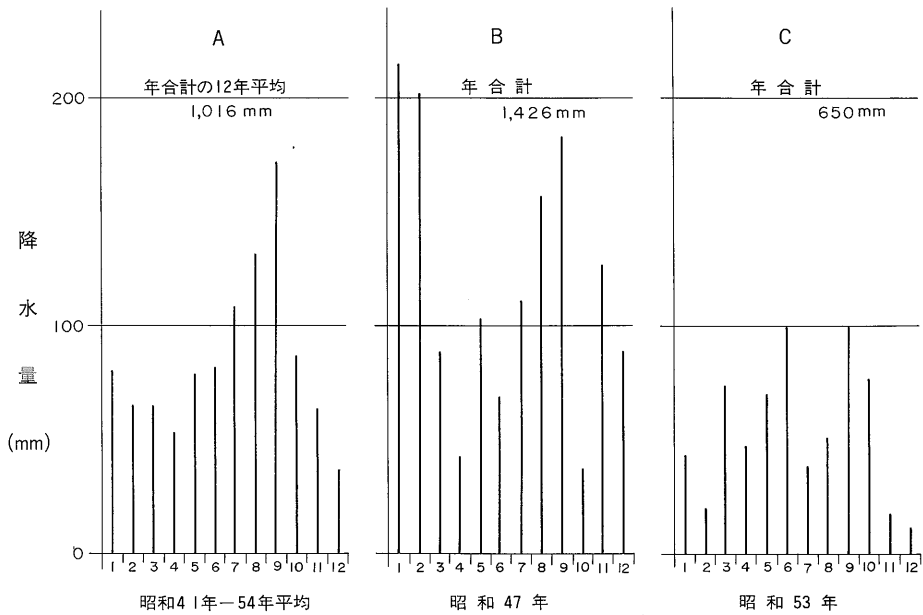
5.1 降 水 量

岩泉町の年平均降水量は約1,100 mmであり冬季に少なく夏季に多い。第5図Aに過去14年間(昭和41年-)の月別平均降水量を示した。平均降水量の最も多いのは9月の約170 mm、次いで8月の約130 mmであり、最も少ないのは12月の約40 mmである。ただし年によってはかなり異なり、第5図Bに示すように1月・2月が約200 mmに達する年(昭和47年)もある。また年合計降水量

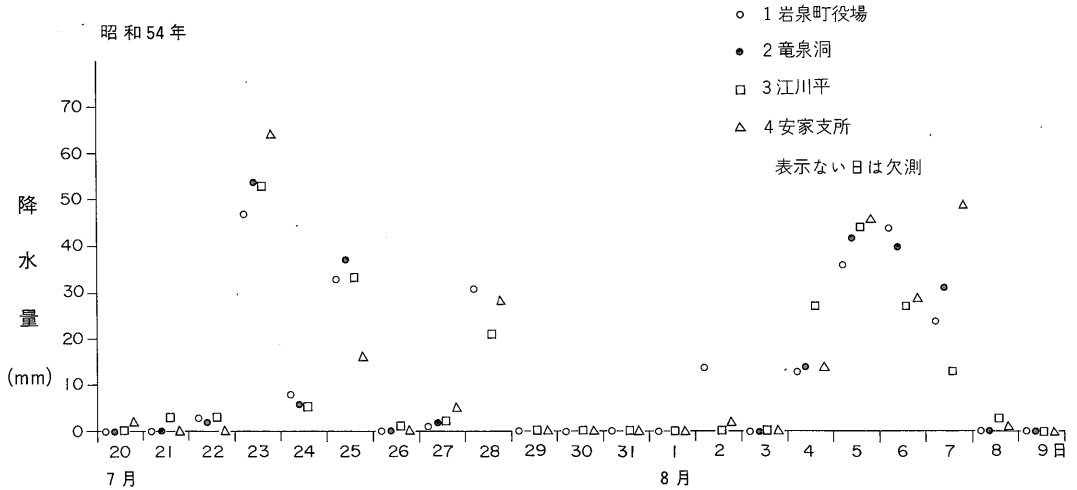


第4図 地質概略図

(五十嵐ほか, 1965, 1966; 杉本, 1974から調整)



第5図 岩泉町の月別降水量



第6図 4観測所の日降水量の比較

も年によって大きく異なり、第5図Cに示すように昭和53年の年降水量は昭和47年の1/2にも達していない。降水量の観測地点は岩泉町内の役場であって、安家石灰岩地帯の南端に位置し全域の正確な降水量を示すものではない。岩泉町においてはこのほか、竜泉洞・江川平・安家支所において降水量を観測している。第1表に観測所別の日降水量が得られた期間を示した。第6図に4観測所における日降水量の比較を示した。日降水量の差は40

第1表 降水量観測所と日降水量が得られた期間

観測地点	期 間
1. 岩泉役場	昭和49年7月-55年 3月
2. 竜泉洞	昭和54年4月-11月
3. 江川平	昭和53年9月-11月, 54年5月-10月
4. 安家支所	昭和53年4月-12月, 54年4月-12月



第7図 岩泉—安家地区調査要図

第2表 岩泉—安家地区の降水量の比較

期間	昭和53年 6月1日 -12月16日	昭和53年 8月29日 -11月8日	昭和54年 5月6日 -22日	昭和54年 6月25日 -7月16日	昭和54年 7月20日 -26日	昭和54年 8月3日 -9日	昭和54年 4月29日 -8月9日	平均値に 対する割 合(%)
観測地点								
1. 岩泉役場	397	200	95	107	91	117	476	94
2. 竜泉洞			103	99	99	127	502	99
3. 江川平所		201	120	107	98	114	520	102
4. 安家支所	441	199	117	106	82	139	535	105
平均	419	200	109	105	93	124	508	

mm (8月7日) に及ぶこともあるが、おおむね10数mm以内である。第2表に短日数降水時の合計降水量と比較的長期間の合計降水量を示した。各観測所の短日数の合計降水量はそのときによって変化があり、特定の観測所のみが常に多い、あるいは少ないという現象は見られない。ただし比較的長期間の合計降水量では、竜泉洞と江川平がほぼ平均値、岩泉町役場が少なく94%、安家支所が多く105%となっている。即ち本地域の降水量は南部が少なく北に向うに従って多くなる様に見受けられるが、比較した回数が少なく断定は出来ない。

4カ所の観測記録のうち岩泉町役場のものが欠測が少なく、かつ長期に亘って得られており、他の3カ所は冬期間は欠測で冬期以外でも短日数の欠測がしばしばある。以上の理由から本報告では、特に断わっていない場合は岩泉町役場の降水量を示し、そこで欠測の場合は他の観測所における観測値の平均値を使用している。

5.2 流量、伏没量の検討

第3表及び第4表に示す4年間の流量測定結果から伏没量の検討を行った。なお流量・比流量・流出高等に関し、本田川沢廻り (IW19) におけるものを単に本田川、江川川の安家川合流点におけるものを単に江川川と省略して以下取扱う。また、流域は地形的流域と水文地質的流域 (地下流域) とがあるが本報告で単に流域という場

合は地形的流域を指す。流量測定は各年とも数日間にわたって同一測点を何回か測定しているが以下に述べる流量、比流量は特に断わらない限り基準日の数値を指す。基準日はなるべく流量の少ない日とし、基準日に測定していない測点については流量補正図 (第8図、第9図)、流量増加率 (第5表) によって推定流量を算出し第6表に示した。

5.2.1 昭和49年の流量測定結果からの検討

昭和49年岩泉町受託調査によって、7月25日から7月28日にかけて19点の流量測定が行われている。7月22日と23日に合計66mmの降水があり流量は減少する傾向であった。第10図に本田川と江川川の河川縦断方向の流量を示した。本田川は西側の石灰岩山地と東側の非石灰岩山地との境界付近を南方に流れており、西側山地に発源する支流、サツクメ沢及び、カヨウオカ沢は、ともに石灰岩地帯を通過する。この両沢の石灰岩地帯より上流 (KD15・16・17) の流量は合計 0.11 m³/sec であり、石灰岩地帯を流下中に合計0.038 m³/sec が伏没する。本田川本流は上流の新田 (IW14A) において0.094m³/sec、中流の天王橋 (IW20) で0.22m³/sec が流れており前記の両沢を加え計算すると、0.054 m³/sec の増加となる。しかしこの区間には東側山地から流入する未測定の小支流が多数あり、その流入量を推定して計算すると、0.08m³/sec

第3表 流量測定結果 その1 (昭和49年)

番号	河川名及び測定位置	流域面積 (km ²)	測定月 流量		測定月 流量		測定月 流量		測定月 流量	
			日 時	(m ³ /sec)	日 時	(m ³ /sec)	日 時	(m ³ /sec)	日 時	(m ³ /sec)
IW18B	本田川竜泉洞上流	31.07	7.25, 9-25	0.5071	7.26, 14-40	0.4253	7.27, 15-15	0.3859	7.28, 10-45	0.3998
IW17	内ノ沢	6.64	" 9-50	0.1832		0.15 *	" 9-30	0.1361	" 10-25	0.1362
IW20	本田川天王橋	16.66	" 10-40	0.2183		0.22 *	" 10-00	0.2199		
KD17	カヨウオカ沢上流南	0.42	" 11-00	0.0098		0.005*				
KD16	カヨウオカ沢上流北	0.53	" 11-10	0.0557		0.047*				
IW15	カヨウオカ沢下流	1.49		0.0279		0.021*				
IW14B	サツクメ沢下流	3.36	7.25, 11-40	0.0599	7.26, 9-50	0.0513	7.27, 10-15	0.0459		
KD3	光 沢	7.41	" 13-25	0.1528		0.113*	" 11-10	0.0933		
KD1	燃壁沢	6.09	" 13-50	0.2328		0.22 *	" 11-35	0.2107		
KD7	江川川安家合流点	35.15	" 15-30	0.2681		0.273*	" 14-14	0.2782		
IW19	本田川沢廻り	31.24	" 16-30	1.5514	7.26, 15-00	1.5052	" 15-35	1.5076	7.28, 10-00	1.4708
KD15	サツクメ沢上流	0.995			" 9-35	0.0580				
IW14A	本田川新田	4.25			" 10-10	0.0942				
IW12A	江川川江川	9.69			" 10-35	0.1517				
IW12B	江川川江川	7.50			" 10-50	0.0481				
KD12	アスカン沢上流	1.23			" 11-30	0.0551				
KD13	高内沢上流	0.57			" 11-55	0.0233				
KD14	安念沢上流	0.62			" 13-45	0.0345				
KD10	松橋川松橋	13.48			" 15-25	0.4006			7.28, 9-30	0.3254

* 推定値
岩泉町受託調査による (昭和49年 岸 和男・五十嵐俊雄)

地質調査所月報(第32巻 第7号)

第4表 岩泉—安家地区流量・導電率等測定結果

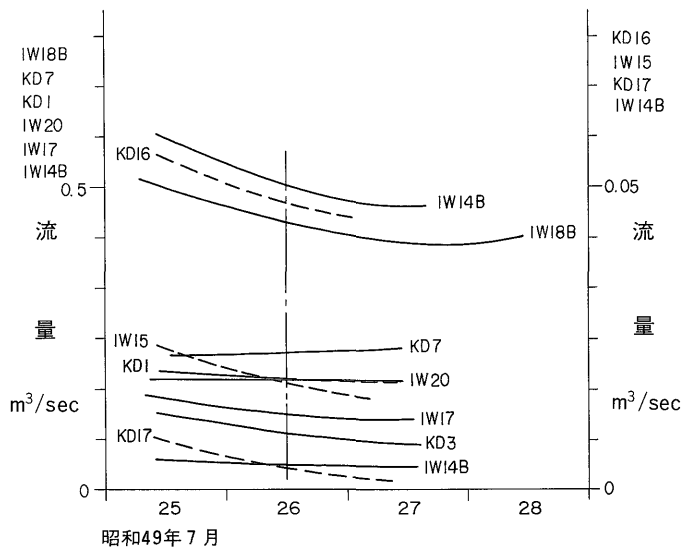
測定番号	河川名及び測定位置	測定年月日時分	流域面積 km ²	流量 m ³ /sec	水温 ℃	導電率 μS/cm	pH	RpH	pH _{4.8} アルカリ度 (ppm)
KD 1	燃壁沢	52. 9. 16. 13:40	6.09	0.203	13.2	40	7.0	7.0	17
1	"	53. 8. 8. 11:00		0.0565	19.6	69	7.1	7.4	25
3	光沢	52. 9. 16. 14:20	7.41	0.1259	13.4	37	7.0	7.0	14
3	"	53. 8. 6. 14:00		0.026	19.9	56	7.2	7.4	20
4	月蔭野山湧水	52. 9. 11. 15:30	—		9.6	138	7.5	7.6	89
6	安家洞下湧水	52. 9. 12. 14:20	1.15	0.2715	10.4	140	7.7	7.7	
6	"	52. 9. 16. 14:45		0.150	11.1	125	7.6	7.7	80
6	"	54. 8. 9. 10:42		1.7498	14.9	160	7.6	7.6	92
7	江川川, 安家川合流点	52. 9. 11. 15:00	35.15	0.36	12.3	100	7.4	7.5	
7	"	52. 9. 12. 11:15		0.391	12.6	103	7.5		
7	"	52. 9. 16. 15:10		0.3619	10.8	114	7.6	7.6	68
7	"	53. 8. 7. 11:30		0.068	12.0	132	7.6	7.8	71
7	"	54. 8. 7. 12:24		0.4670	12.4	100			
8	尻高湧水	52. 9. 10. 15:00	—		10.0	117	7.5	7.5	70
8	"	52. 9. 10. 15:00		0.2094	10.0	114	7.6	7.6	73
8	"	53. 8. 7. 11:50		0.018	9.8	138	7.6	7.8	80
8	"	54. 8. 4		0.1589	9.6				
8	"	54. 8. 5. 10:15			9.7	129	7.6	7.7	70
8	"	54. 8. 7. 11:20		0.1650	10.0	113			
9	江川川, 尻高	52. 9. 10. 15:30	35.05			54	6.8	6.9	
9	"	52. 9. 11. 14:30		0.1292	16.0	55	6.8	6.8	
9	"	52. 9. 12. 10:50		0.0865	16.4	58			
9	"	52. 9. 16. 15:40		0.0223	14.6	75	6.9	6.9	36
9	"	54. 8. 7. 11:16			17.7	70			
IW 4	江川川支流, 高須賀	52. 9. 10. 16:00				45			
4	"	52. 9. 11. 14:10		0.0381	18.5	44	7.0	7.0	
5	江川川, 高須賀	52. 9. 11. 13:50	26.54	0.346	14.7	50	7.0	7.0	
5	"	52. 9. 16. 16:00		0.1698	13.4	50	7.3	7.3	
5	"	54. 8. 7. 11:12		0.4692	17.8	60			
KD11	追子沢下流	54. 8. 6.	4.23	0.0295					
IW21	高内沢下流	54. 8. 6.	6.54	0.0846					
11	オマルベ沢江川	52. 9. 10. 11:05	2.19		14.0	35			
11	"	52. 9. 11. 13:30		0.1991	12.3	76	7.3	7.3	
11	"	52. 9. 14. 9:50		0.1823	10.3	75	7.5	7.5	40
11	"	53. 8. 6. 11:30		0.021	16.0	98	7.4	7.6	40
11	"	54. 8. 7.		0.1517	11.8	71			
11	"	54. 8. 9. 10:42		0.2788	10.8	65	7.4	7.4	38
12B	江川川江川	52. 9. 11. 13:20	7.50	0.1786	13.6	32	6.7		
12B	"	52. 9. 14. 10:10		0.1098	12.0	30	6.9	6.9	10
12B	"	53. 8. 6. 11:20		0.0077					
12B	"	54. 8. 7.		0.7126	14.9	32			
13	安念沢	52. 9. 11. 11:50	2.40	0.1000	13.8	24	6.7	6.7	
13	"	52. 9. 14. 9:30		0.0478	12.1	24	6.9	6.9	9
13	"	54. 8. 7.		0.1517	11.5	24	6.8	6.9	5
1	年々の泉	52. 9. 12. 15:40	—	0.1192+α	10.0	143	7.6	7.7	97

第4表 (つづき)

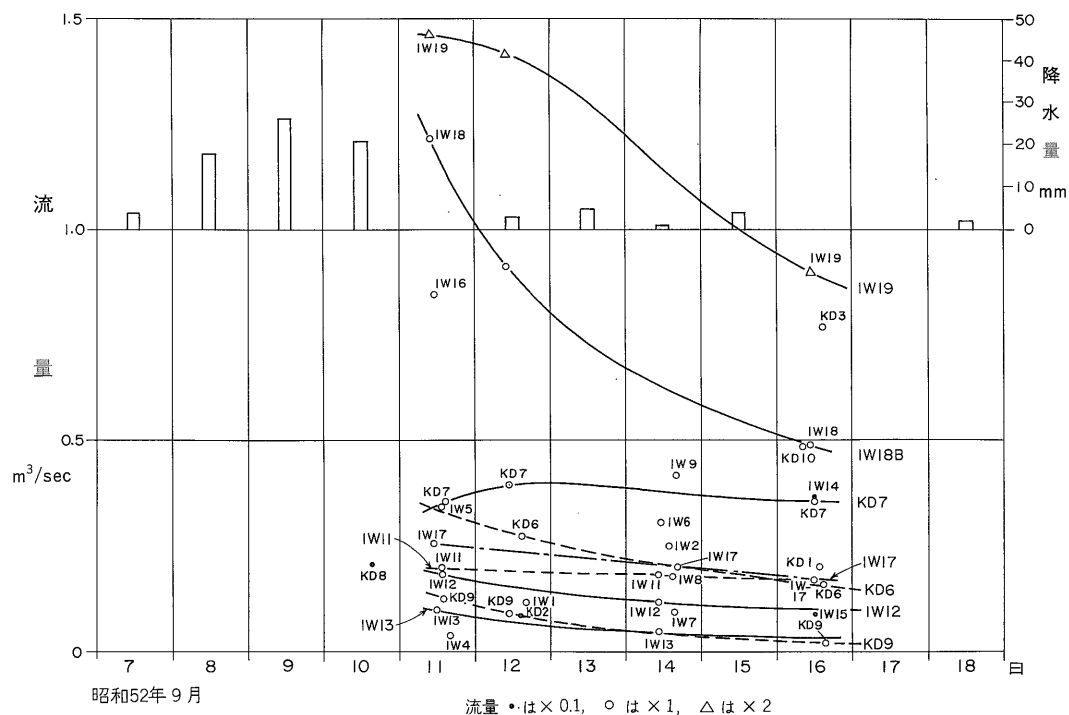
測定番号	河川名及び測定位置	測定年月日時分	流域面積 km ²	流量 m ³ /sec	水温 ℃	導電率 μS/cm	pH	RpH	pH4.8 アルカリ度 (ppm)
I W 1	年々の泉	53. 8. 6. 14:45		0.015	10.2	160	7.5	7.7	89
1	"	54. 8. 4.		0.1622	9.9	153			
1	"	54. 8. 5. 10:45			9.9	160	7.5	7.7	88
2	年々沢下流	52. 9. 14. 13:30	8.56	0.2441	14.5	85	7.4	7.5	42
2	"	53. 8. 6. 15:15		0.059	21.3	104	7.4	7.6	40
3A	年々沢上流	52. 9. 14. 11:40	2.52	0.1016	13.0	70	7.5	7.6	45
3A	"	53. 8. 6. 16:05	2.52	0.031					
3B	年々沢湧水	52. 9. 14. 13:00	—		9.2	127	7.7	7.8	91
3B	"	53. 8. 6. 15:40		0.0094	9.4	126	7.6	7.7	72
3C	年々沢湧水の上流側	52. 9. 14. 13:10	2.52		14.4	43	7.1	7.1	18
3C	"	53. 8. 6. 15:50		0.018	21.2	64	7.2	7.4	21
6	田代東方	52. 9. 14. 10:50	6.59	0.3068	14.4	41	6.9	7.0	15
6	"	53. 8. 7. 13:50		0.0559					
7	姫松東又	52. 9. 14. 14:45	2.35	0.0943	14.5	38	6.8	6.8	15
7	"	53. 8. 7. 14:30		0.0176	17.0	58	6.9	7.2	15
8	姫松西又	52. 9. 14. 15:00	4.56	0.1786	14.7	37	6.9	6.9	11
8	"	53. 8. 7. 14:10		0.0248	19.4	51	7.0	7.2	15
9	細 沢	52. 9. 14. 15:40	6.98	0.4227	14.1	48	7.1	7.2	22
9	"	53. 8. 7. 15:10		0.0596	20.2	64	7.2	7.4	25
I W 14 B	サツツクネ沢下流	52. 9. 16. 12:10	1.36	0.0359	12.8	32	7.0	7.1	14
15	カヨウオカ沢下流	52. 9. 16. 11:50	3.48	0.0069	12.7	43	6.9	7.1	19
				0.0029					
16A	本田湧泉	52. 9. 10. 10:40	—			79	7.0	7.3	
16A	"	52. 9. 11. 10:50			11.0	60	7.0	7.2	37
16B	本田川, 本田	52. 9. 11. 11:10		0.849	14.2	37	7.0	7.0	
17	内の沢	52. 9. 11. 10:30	6.64	0.253	15.8	40	6.9	6.9	
17	"	52. 9. 14. 16:30		0.202	15.0	37	7.0	7.0	15
17	"	52. 9. 16. 11:20		0.175	12.5	32	7.0	7.0	13
17	"	53. 8. 6. 10:20		0.047	17.3	46	7.1	7.3	16
17	"	53. 8. 10. 10:05		0.060					
17	"	54. 8. 4. 15:14		0.1354	16.5	43	7.0	7.1	65
18B	本田川, 竜泉洞上流	52. 9. 11. 9:50	31.07	1.215		50	6.9-7.0		
18B	"	52. 9. 12. 9:50		0.904	15.9	45	7.1		18
18B	"	52. 9. 16. 10:40		0.489	13.2	46	7.1	7.1	20
18B	"	53. 8. 6. 10:00		0.067	21.0	75	7.3	7.5	28
18B	"	53. 8. 8. 9:30		0.160					
18B	"	53. 8. 10. 10:30		0.088					
18B	"	54. 8. 4. 13:50		0.2445	16.6	65	7.2	7.2	22
18A	竜泉洞湧泉	52. 9. 10. 9:40	—		10.2	100	7.6	7.7	66
18A	"	52. 9. 11. 9:40		1.709	10.1	118	7.6	7.7	71
18A	"	52. 9. 12. 9:40		1.934	10.2	116	7.7		70
18A	"	52. 9. 16. 10:30		1.306	10.1	115	7.7	7.8	70
18A	"	53. 8. 6.		0.351	10.0	125	7.6	7.8	68
18A	"	53. 8. 8.		0.445	10.0	125	7.6	7.8	68
18A	"	53. 8. 9.			9.9	137	7.5	7.8	69

第4表 (つづき)

測定番号	河川名及び測定位置	測定年月日時分	流域面積 km ²	流量 m ³ /sec	水温 ℃	導電率 μS/cm	pH	RpH	pH4.8 アルカリ度 (ppm)
18A	竜泉洞湧泉(奥)	53. 8. 9.			9.9	123	7.5	7.7	69
18A	"	54. 8. 4. 14:30		1.2897	10.0	127	7.6	7.5	69
18A	"	54. 8. 5. 9:15			9.9	129	7.6	7.7	67
18A	"	54. 8. 8.			9.8	118	7.6	7.7	68
19	本田川, 沢廻り	52. 9. 11. 9:20	31.24	2.924	12.5	95	7.5	7.5	
19	"	52. 9. 12. 9:00		2.838	12.3	99			
19	"	52. 9. 16. 10:10		1.795	10.9	100	7.7	7.7	59
19	"	53. 8. 6. 9:40		0.418	11.7	121	7.6	7.8	65
19	"	53. 8. 8. 9:00		0.605					
19	"	53. 8. 10. 11:35		0.568					
19	"	54. 8. 4. 11:39		1.5342	11.7	112	7.6	7.6	55
KD10	松橋川, 松橋	52. 9. 16. 9:30	13.48	0.4942	12.0	44	7.0	7.0	20
10	"	53. 8. 10. 9:20		0.085	18.3	78	7.2	7.5	28
10	"	54. 8. 4.		0.3882	16.0	77	7.1	7.1	16
IW22	岩泉町内 向町湧水	54. 8. 6. 11:30	—	—	13.0	280	6.9	7.2	105
23	" 上町湧水	54. 8. 6. 13:05	—	—	12.9	260	6.8	7.1	88
24	" 天馬湧水	54. 8. 6. 13:23	—	—	11.7	157	6.8	7.1	45
25	" 橋場湧水	54. 8. 6. 14:00	—	—	12.5	265	6.2	6.5	22



第8図 河川流量補正図



第9図 流量の日変化と降水量

第5表 昭和53年8月における流量の増加率

番号	河川名または 測定位置	6日		7日		8日		10日	
		流量	推定流量	推定増加率	流量	増加率	流量	増加率	
IW17	内ノ沢	0.047						0.060	1.28
IW18B	本田川竜泉洞上流	0.067	0.135	2.0	0.160	2.3	0.088	1.31	
IW19	本田川沢廻り	0.418	0.550		0.605		0.568		
IW18A	竜泉洞湧水*	0.351	0.415	1.18	0.445	1.27	0.480	1.37	
平均増加率				1.6		1.78		1.32	

* 計算値 IW18A = IW19 - IW18B 単位 m³/sec

の伏没となる。天王橋から竜泉洞上流 (IW 18 B) までの区間では内の沢 (IW 17) が流入し0.055 m³/secの増加となるが上流区間と同様に未測定の小支流の流入量を推定して計算すると0.021 m³/secの伏没となる。竜泉洞上流から沢廻り (IW19) までの区間には竜泉洞湧水 (IW 18 A) が流入し、増加量は 1.08 m³/sec である。伏没量の合計は 0.139 m³/sec で、それに対する竜泉洞湧水量は 1.08 m³/sec ときわめて大きい値を示す。江川川は、本田川流域との分水嶺である石峠に発し、西側の石灰岩山地と東側の非石灰岩山地との境界付近を北方に流れ、安家川に合流する。西側山地に発源する支流は安念沢・

アスカン沢・高内沢及び追子沢で、上流に非石灰岩の流域を持つ。追子沢を除くこれらの沢の上流 (KD 12-14) における流量の合計は0.113 m³/sec で、石灰岩地帯を流下中に全量が伏没する。江川におけるオマルベ沢 (IW 11) と本流 (IW 12B) の合計流量は0.1517 m³/sec で、高須賀 (IW 5) までに徐々に減少し、その下流の石灰岩地帯を流下する間に全量伏没する。江川—高須賀の間では東側山地からの未測定の数多くの小支流が流入し、その流量を推定し加算すると伏没量の合計は 0.3267 m³/sec となる。尻高 (KD 9) と安家川合流点の間には尻高湧水 (KD 8) 及びその他の小湧水が散在し、0.28 m³/sec が

増加する。伏没量の合計は 0.4397 m³/sec となり、それに対し下流での湧水量はその60%にすぎない。

本田川の流域面積は江川川の流域面積より約 4 km² 小さいが流量は江川川のそれの約 5.4 倍となる。竜泉洞湧水量を差し引くと約 1.5 倍となり竜泉洞湧水による寄与がきわめて大きい。

5.2.2 昭和52年9月の流量測定結果からの検討

9月7日から10日までの間に70 mmの降水があり、竜泉洞湧水と尻高湧水を除き流量は減少傾向を示し9月16日を基準日とした。またおもな測定点について第9図から日別流量を推定した(第6表)。前日までの降水の影響によって、安家川合流点を除く全測点で11日が最大流量を示し、とくに通常は湧水しない安家洞下に湧水が出

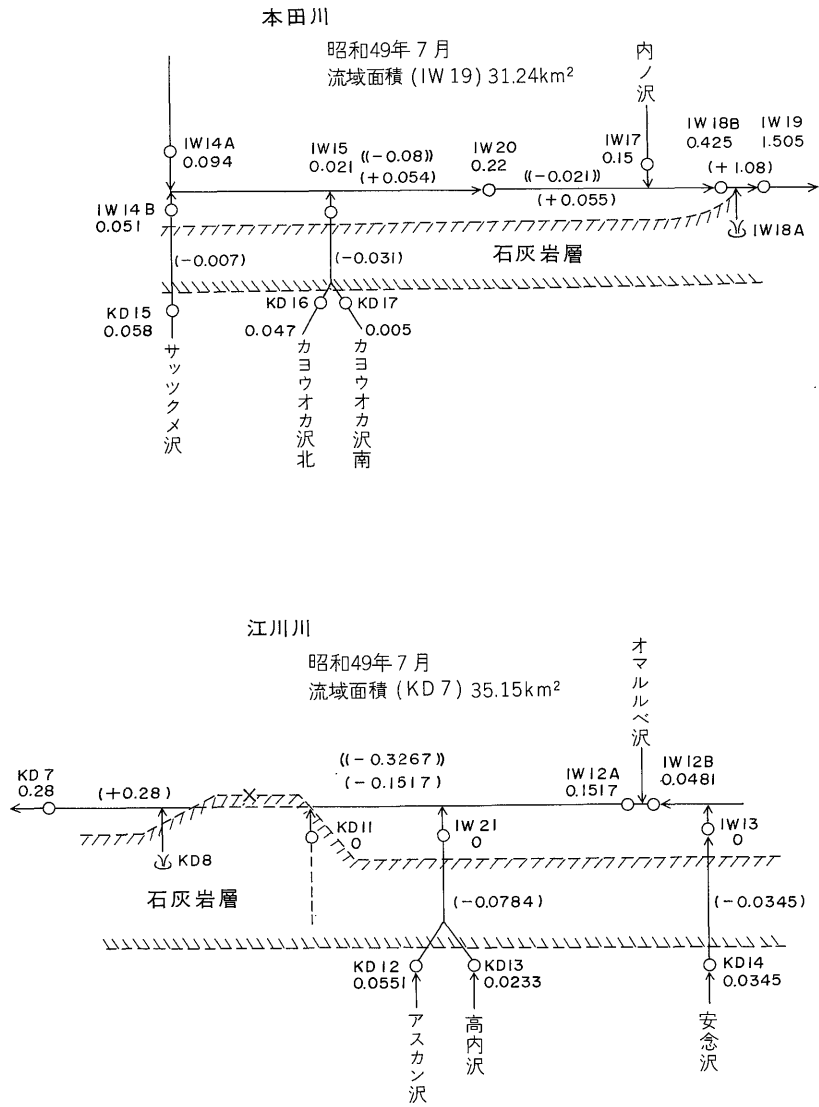
現していた。また49年の測定時に流量0であった安念沢下流(IW 13)には流水がみられた。本田川の流量は江川川の約8倍(11日)と約5倍(16日)を示した。

第11図は測点ごとに11日の流量を100としたときの流量の減少の割合を示したものである。図から減少の割合の異なる2つのグループが識別される。安家洞下湧水(KD 6)、安念沢(IW 13)、江川川尻高(KD 9)、及び内の沢を除く本田川竜泉洞上流(A)が減少の割合が大きい。以上のうち本田川竜泉洞上流を除いて他は通常流量は0であり、いずれも石炭岩分布流域である。これに対してオマルベ沢(IW 11)、内の沢(IW 17)、安念沢を差し引いた江川川江川(B)、本田川沢廻り(IW 19)では減少の割合が小さい。本田川沢廻りを除く3測点は東側山

第6表 実測流量と推定流量

番号	河川名及び測定地点	昭和52年9月						昭和53年8月				昭和54年 8月流量 m ³ /sec*	
		流量 m ³ /sec						流量 m ³ /sec					
		11日	12日	13日	14日	15日	16日	6日	7日	8日	10日		
KD 1	燃壁沢						0.203	(0.032)		0.0565			
3	光沢						0.126	0.026					
6	安家洞下湧水	(0.35)	0.272	(0.24)	(0.21)	(0.18)	0.150	0				1.75 (9)	
7	江川川安家川合流点	0.360	0.391	(0.39)	(0.38)	(0.37)	0.362	(0.043)	0.068			0.467 (7)	
8	尻高湧水	(0.231)	(0.311)	(0.334)	(0.341)	(0.34)	(0.34)	(0.011)	0.018			0.165 (4)	
9	江川川尻高	0.129	0.0805	(0.056)	(0.039)	(0.029)	0.0223	0	0.011				
10	松橋川松橋						0.4942	(0.064)			0.085	0.3882 (4)	
IW 1	年々の泉		0.1192					0.015				0.1622 (4)	
2	年々沢下流				0.2441		(0.195)	0.059					
3	年々沢上流				0.1016		(0.081)	0.031					
4	江川川支流	0.0381											
5	江川川高須賀	0.346					0.1698					0.469 (7)	
6	田代東方				0.3068		(0.245)	(0.035)	0.056				
7	姫松東又				0.0943		(0.075)	(0.011)	0.018				
8	姫松西又				0.1786		(0.143)	(0.016)	0.025				
9	細沢				0.4227		(0.338)	(0.038)	0.060				
11	オマルベ沢	0.1991	(0.193)	(0.187)	0.182	(0.177)	(0.172)	0.021				0.1517 (7)	
12B	江川川江川	0.1786	(0.147)	(0.127)	(0.112)	(0.103)	(0.098)	0.0077				0.7126 (7)	
13	安念沢下流	0.100	(0.078)	(0.062)	0.0478	(0.040)	(0.035)	0				0.1517 (7)	
14B	サツクネ沢下流						0.0359	0					
15	カヨウオカ沢下流						0.0098	0					
16B	本田川本田	0.849											
17	内ノ沢	0.253	(0.236)	(0.219)	0.202	0.188	0.175	0.047			0.060	0.1354 (4)	
18B	本田川竜泉洞上流	1.215	0.904	(0.735)	(0.625)	0.489	0.489	0.067		0.16	0.088	1.719 (9)°	
19	本田川沢廻り	2.924	2.838	(2.60)	(2.30)	(2.0)	1.795	0.418		0.605	0.568	5.623 (9)°	
KD 11	追子沢下流						0	0				0.0295 (6)	
IW 21	高内沢下流						0	0				0.0846 (6)	

()内推定値 * 欄の()内は測定日 °印は岩泉町役場測定



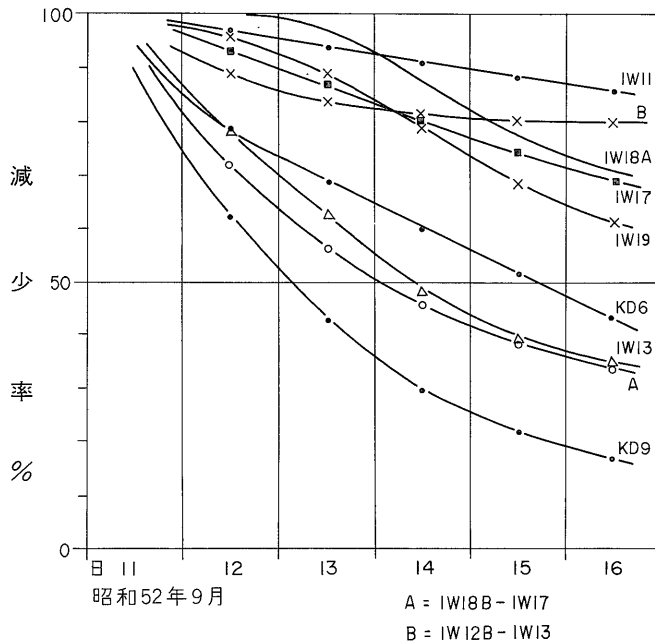
第10図 河川縦断方向の流量の増減

地が流域となっている。

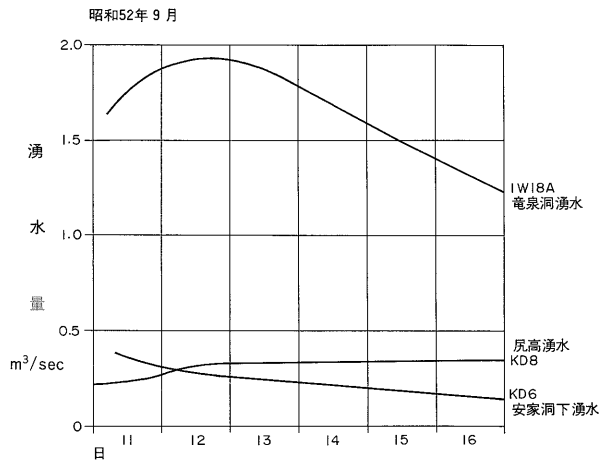
第12図に湧水の日変化を示した。竜泉洞湧水は最大約 1.8 m³/sec を示し、ピーク時は降水後約 2 日である。尻高湧水は最大約 0.34 m³/sec であり、最大時点は降水後約 4 日である。竜泉洞湧水量は最高時に尻高湧水の約 5.3 倍、16 日に約 3.8 倍であり集水面積、貯留能力とも尻高湧水に比べかなり大きいものと考えられる。安家洞下湧水量は 11 日より降水時中の方が多いため予想され、降水後急速に減少している。13 日以降は直線的な減少を示し、降水後 10 数日後には湧水しなくなるものと推

定される。安家洞下湧水は降水からの補給を直接的に受け、集水面積は尻高湧水と同程度と考えられるが、貯留能力は、はるかに小さいものと推定される。

第13図に江川川江川 (IW 12 A) における流量と、それより下流尻高までの間での見かけの伏流量を示した。ただしこの間では未測定の上流側山地からの小支流の流入があり、それを江川の流量に加えていない。したがって実際の伏流量はこの図に見られるよりもかなり大きい。流量は降水後急速に減じているが、16 日以降は上流の減少の急な安念沢からの流量が少なくなり、減少の最も緩



第11図 河川流量の減少率

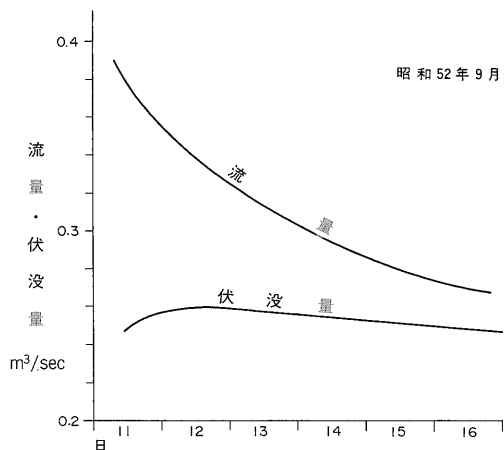


第12図 湧水の日変化

やかなオマルベ沢からの流量が卓越し若干緩やかな減少を示すようになるものと考えられる。伏没量は降水直後よりも2日目の方が多く、その後緩やかに減少し、まもなく全量伏没の状態になるものと推定される。伏没量が降水直後に少なく2日目に多くなるのは、降水中及び降水直後、一時的に地下深部への地下水浸透能力以上の地下水補給が行われ、2日目からは普通の状態に戻ったためと考えられる。

5.2.3 昭和53年8月の流量測定結果からの検討

昭和53年7月28日から8月5日までの間の降水量は岩泉役場で26 mm、安家支所で13 mmである。この降雨の影響は竜泉洞内水位からみてほとんど無視できる。流量測定は8月6日から10日にかけて行われ、この間安家支所で6日に26 mm、9日21 mmの降水が観測された。流量の最小は6日であり、これを基準日とした。本年は流量0の測点が多く7カ所である。最高の流量は本田川の

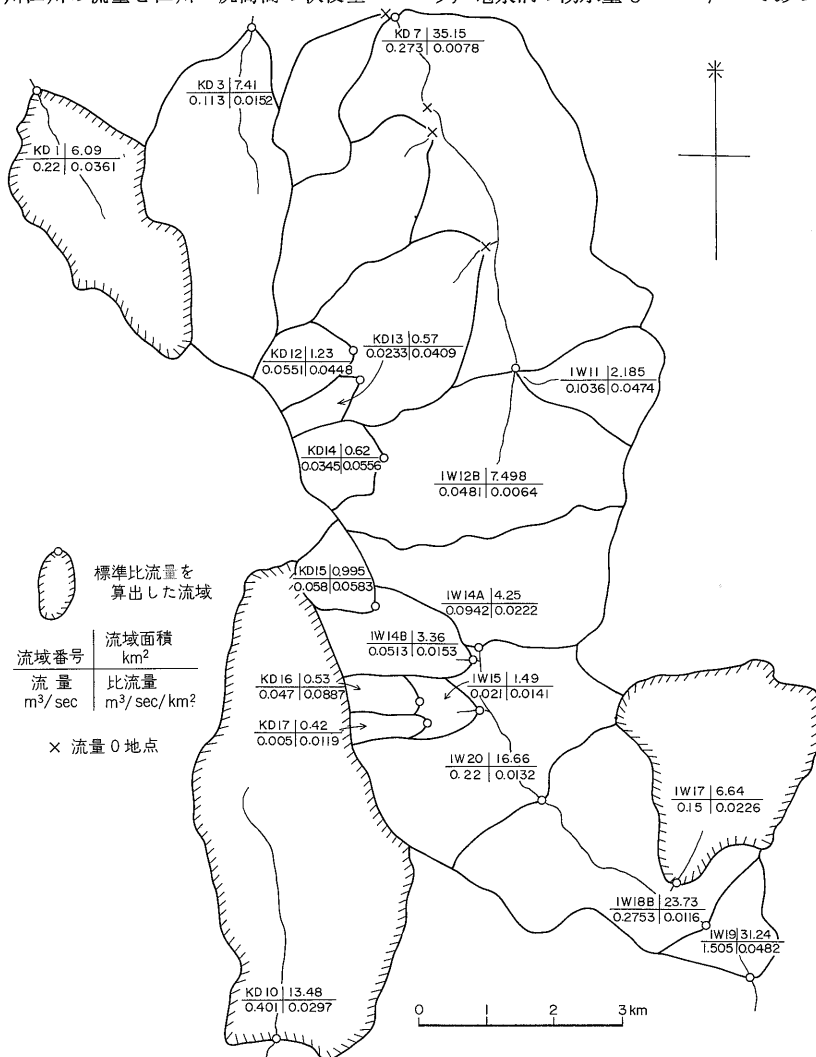


第13図 江川江川の流量と江川一尻間への伏没量

0.605 m³/sec にすぎず、竜泉洞湧水量は6日に0.35 m³/sec と、これまでの最低値となっている。尻高湧水量は0.011 m³/sec と少なく、その周辺の小湧水の合計量の1/3となっている。これは尻高湧水が小湧水よりも高い位置にあり、湧水による石灰岩中の地下水位の低下のため、湧水量が大きく減少することを示している。なお、本田川の流量は、江川川のその約10倍であり、これまでの最高の倍率を示した。

5.2.4 昭和54年8月の流量測定結果からの検討

昭和54年の測定は期間中、8月4日から7日の間に観測点4カ所の平均値で124 mm の降水があった。この結果、多降水時における最大に近い流量を把握できた。実測した最高流量は本田川の5.623 m³/sec (9日)であり、竜泉洞の湧水量も3.9 m³/sec であった。安家洞下湧



第14図 岩泉—安家地区の比流量 その1 (昭和49年7月)

水量は9日に1.75 m³/secであったが、数日後の目測では0.5 m³/sec以下に減少しており、その度合が非常に大きいことが確認できた。オマルベ沢と江川江川の流量は、これまで流域面積の小さいオマルベ沢(江川の約1/3)の方が多かったが、今回はオマルベ沢0.1517m³/sec、江川0.7126 m³/secを示し流域面積に応じた流量を示した。オマルベ沢と江川の合計流量は0.8643 m³/secであり、下流高須賀(IW 5)流量が0.469 m³/secなので差し引き0.4 m³/secの伏没となる。これに東側山地か

らの未測定の入流量を加えると推定約1 m³/secの伏没量となる。追子沢下流(KD 11)と高内沢下流(IW 21)は通常は流量0であるが、6日にそれぞれ0.0296 m³/sec、0.0846 m³/secの流量を示し、今回のような多降水時には降水は全量地下に浸透せず、わずかではあるが地表流出することが明らかとなった。江川川の7日の流量は、0.467 m³/secでありこれまでの最高を示すが、尻高湧水とその付近の小湧水の合計量が約0.35 m³/secと推定されるので、上流からの地表流出量は約0.117 m³/secと

第7表 岩泉—安家地区、各流域の比流量

番号	河川名または測定位置	流域面積 km ²	49年7月		52年9月		53年8月		54年8月		備考
			比流量	比流量	比流量	比流量	比流量	比流量			
			26日	11日	16日	6日					
KD 1	燃壁沢	6.089	0.0361		0.0333	0.00526					
2	光沢	7.410	0.0152		0.01699	0.00351					下流部で石灰岩地帯下流
6	安家洞下湧水	1.145	0	0.3056	0.1310		0.15278 (9)				多量の降雨後のみ湧出、特定の湧出口なし
7	江川川安家川合流点	35.147	0.0078	0.00996	0.01029	0.00122	0.01329 (7)				流量のほとんどは尻高湧泉のもの
9	江川川尻高	35.047	0	0.00371	0.00063		0				多量の降雨後以外は高須賀の流量はここまで全量伏没
10	松橋	13.476	0.0297		0.03667	0.00475	0.0288 (4)				
IW 1	年々の湧泉	0			0.0308	0.00864					IW1+IW2の流量をIW2の面積で除したもの
2	年々沢下流	8.557			0.02279	0.00689					
3	年々沢上流	2.521			0.03213	0.0123					上流に石灰岩湧泉あり
5	江川川高須賀	26.537		0.01304	0.00639		0.0177 (7)				
6	田代東方	6.587			0.03719	0.00531					
7	姫松東又	2.353			0.03119	0.00467					
8	姫松西又	4.561			0.03135	0.00351					
9	細沢	6.984			0.04840	0.00544					最上流にごくわずか石灰岩が分布する
11	オマルベ沢	2.185	0.0474	0.09108	0.07551	0.00961	0.0694 (7)				上流に石灰岩湧泉あり
12B	江川川江川	7.498	0.0064	0.02387	0.01307	0.00078	0.0969 (7)				
13	安念沢	2.396	0	0.04174	0.01461		0.0633 (7)				石灰岩地帯より上流では普通の流量があり石灰岩地帯で伏没する
14	サツクネ沢	1.363	0.0153		0.02634	0					"
15	カヨウオカ沢	3.480	0.0141		0.00282	0					"
17	内ノ沢	6.643	0.0226	0.03808	0.02634	0.00708	0.0204 (4)				
18B	本田川竜泉洞上流	23.733	0.0116	0.0405	0.01323	0.00084	0.0566 (9)				IW18B—IW17の計算値
19	本田川沢廻り	31.236	0.0482	0.09348	0.05731	0.01338	0.1800 (9)				
KD 11	追子沢	4.226	0	0	0	0.00698 (6)					常時水無し
IW 21	高内沢	6.537	0	0	0	0.01294 (6)					石灰岩地帯より上流では普通の流量があり、石灰岩地帯で伏没
	安家洞の沢	2.136	0	0	0	0	0				
	石灰岩が分布していない流域の平均		*0.0295		0.03492	0.00494					細沢含む*光沢除外

単位……m³/sec/km²

(7)……()内数字は測定日

なる。従って高須賀の流量+追子沢流量+高内沢流量+東側山地からの小支流の合計流量約0.5 m³/secのうち、約 0.38 m³/sec が高須賀と尻高の間で伏設していると推定される。このように江川川は今回のような多降水時においても、尻高付近では地表流出量がきわめて少ない。なお竜泉洞湧水量の最大は、竜泉洞内水位から計算すると7日23時頃の4.6 m³/secとなる。またその時点の本田川における流量は約7 m³/secと推定される。

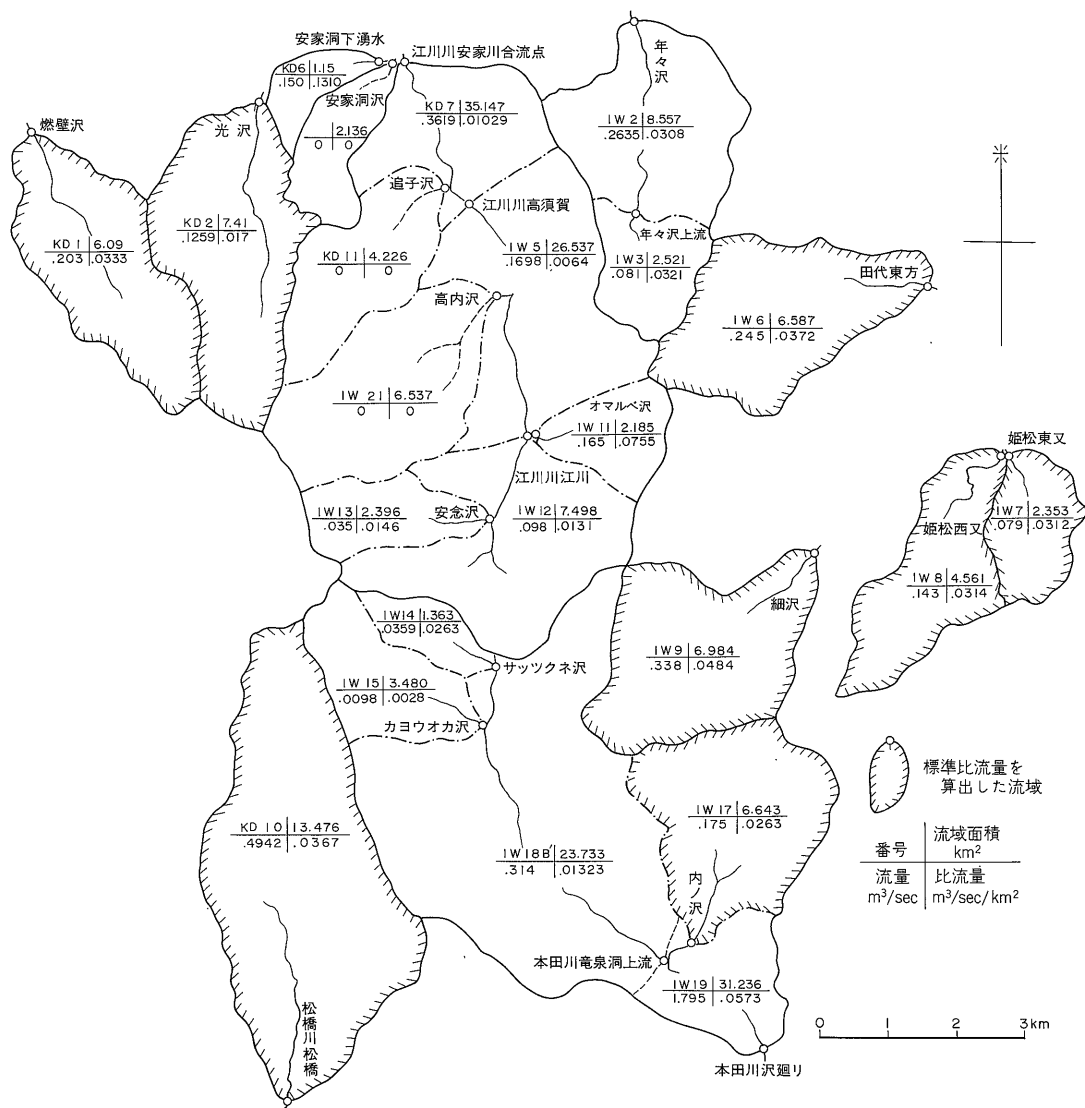
5.3 比流量の検討

第7表と第14図-第16図に各流域の比流量を示した。比流量の比較に当っては、ある基準となる比流量の値を

定め、それとの相対的差を求める。前項で述べたように石灰岩分布流域の河川流量は極めて大きいか小さい値を示し、それから算出する比流量も異常な値を示す。そのため石灰岩分布流域のみの測定結果からでは基準となる比流量の値を求めることは困難である。そこで、周辺の石灰岩が分布していない幾つかの流域について比流量を求め、その平均値を基準比流量とすることにした。なお、比流量の単位 (m³/sec/km²) の記載は以下省略して取扱う。

5.3.1 昭和49年7月の比流量の検討

本地区内非石灰岩流域の流量測定値から求められた比



第15図 岩泉—安家地区の比流量 その2 (昭和52年9月)

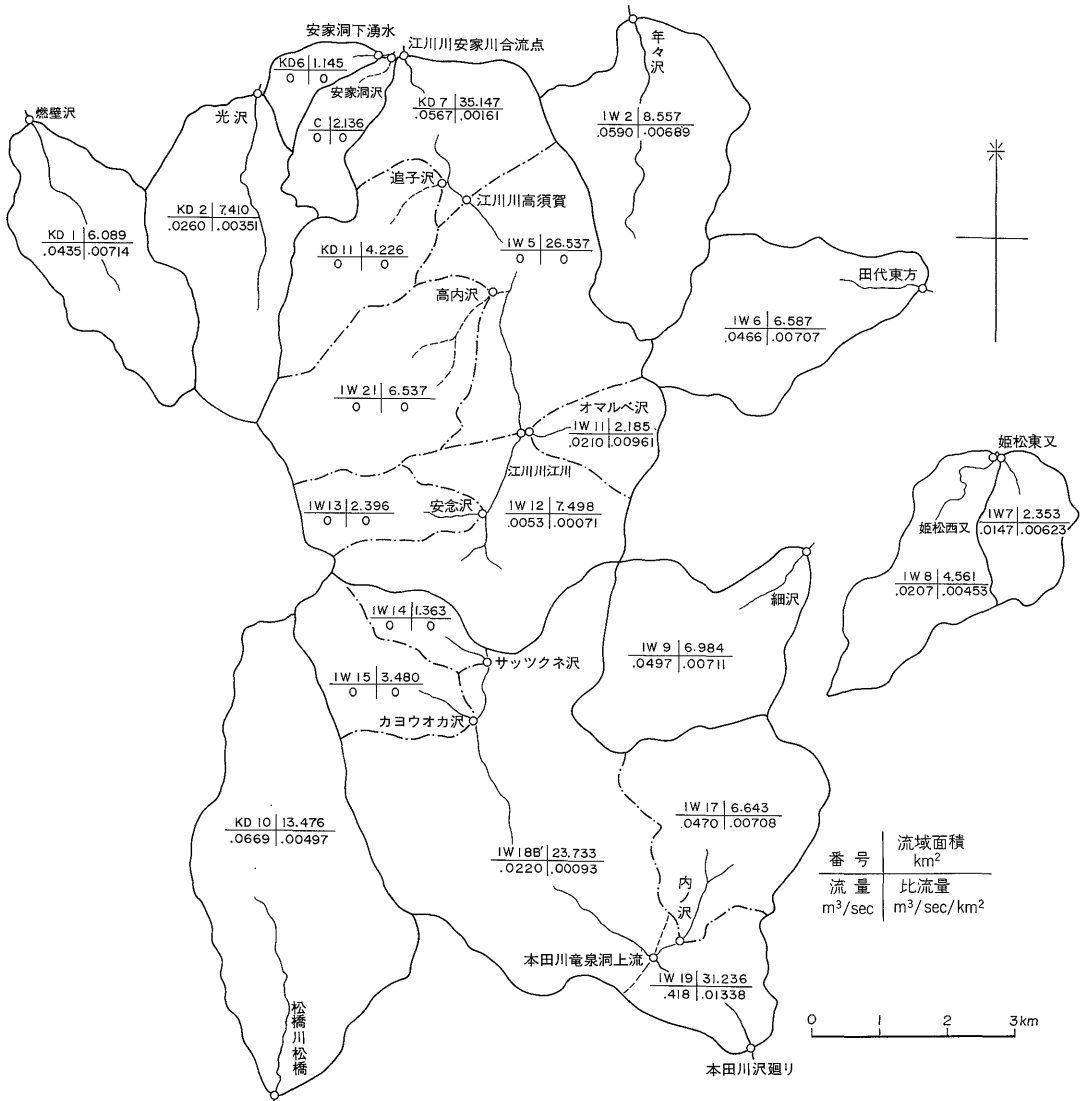
流量値は0.0226-0.0361を示し、その平均値0.0295を基準比流量とする。それに対して石灰岩分布流域の比流量値は0-0.0482であって、基準比流量より大きい値を示す測点は竜泉洞湧水合流後の本田川及び、上流部に石灰岩湧水があるオマルベ沢である。なお本田川及び江川川の支流のうち、西側山地から発源する支流の石灰岩分布地域より上流域の比流量は、カヨウオカ沢南を除き基準比流量より大きい。しかし、これらは流域面積がきわめて小さいため、基準比流量の算出ならびに比流量の比較の対象からも除外した。本田川の比流量値は0.0482で、基準比流量の約163%である。江川川の比流量値は0.0078で基準比流量の26%で、本田川の比流量の約16%にすぎ

ない。

5.3.2 昭和52年9月の比流量の検討

非石灰岩流域の9月16日時点の比流量値は0.026-0.048であり、基準比流量値は0.033となる。

石灰岩分布流域の比流量値は0-0.131で最高は安家洞下湧水、0は追子沢・高内沢及び安家洞の沢である。本田川の比流量値は0.0573で基準比流量の約174%、江川川の比流量値は0.0103で基準比流量の約31%、本田川の約18%である。オマルベ沢は0.0755で本田川より大きな比流量を示し、基準比流量の約229%である。9月11日の比流量値は本田川が0.0935に対し、江川川は0.01で前者の約11%にすぎない。年々の湧水を含む年々沢下流の



第16図 岩泉—安家地区の比流量 その3 (昭和53年8月)

比流量値は $0.0308 + \alpha$ で基準比流量とほぼ同じである。

5.3.3 昭和53年8月の比流量の検討

非石灰岩流域の比流量値は、0.0035-0.0071を示し、基準比流量値は0.0049となる。

石灰岩分布流域の比流量値は0-0.013であって本田川、オマルベ沢、年々沢上・下流を除き基準比流量以下である。本田川の比流量値は0.0134で基準比流量の273%、江川川の比流量値は0.0012で基準比流量の約24%、本田川の約9%である。オマルベ沢の比流量値は0.00961で基準比流量の約196%である。年々の湧水を含む年々沢下流の比流量値は $0.00864 + \alpha$ で、基準比流量の174%以上である。

5.3.4 昭和54年8月の比流量の検討

前述の通り8月4日-7日にかけて合計124mmの降水があり、各測点ともこれまでの最高の流量を示したが、測定日が異なるので厳密な比較は不可能である。9日の本田川の比流量値は0.8であり、それより2日前、流量が9日時点よりも多いものと推定される7日時点の江川川の比流量値は0.0133である。この値は本田川のその約7%を示すにすぎず、多降水時においてさえも江川川の比流量はきわめて小さい。

第8表におもな測点における基準比流量に対する実測

比流量の比率を示した。非石灰岩流域(細沢を含む)の2年間及び3年間の平均比率は84-123%を示し、流域による変化は比較的少ない。それに対し石灰岩分布流域は0-203%を示しその差がきわめて大きい。本田川沢廻り、オマルベ沢、年々沢下流の測点が平均比率130%以上を示し、その他は50%以下である。流量の多少による比率の相異は非石灰岩流域では、内ノ沢を除いてその差が少ない。石灰岩分布流域では本田川沢廻り、年々沢下流、光沢の測点が流量が少ないと比率が高くなり、その他は低くなる。石灰岩分布率30%以上の測点は平均比率が50%以下を示し、石灰岩分布率30%以下の測点は平均比率100%以上と60%以下とに分かれる。

このように石灰岩分布流域はそれぞれの流域が持つ水文地質機構によって特徴ある比流量を示すが、特に流域面積、河川状況、地質、湧水地点等が類似している本田川と江川川の比流量は対照的な値を示している。

5.4 流出高と流出率

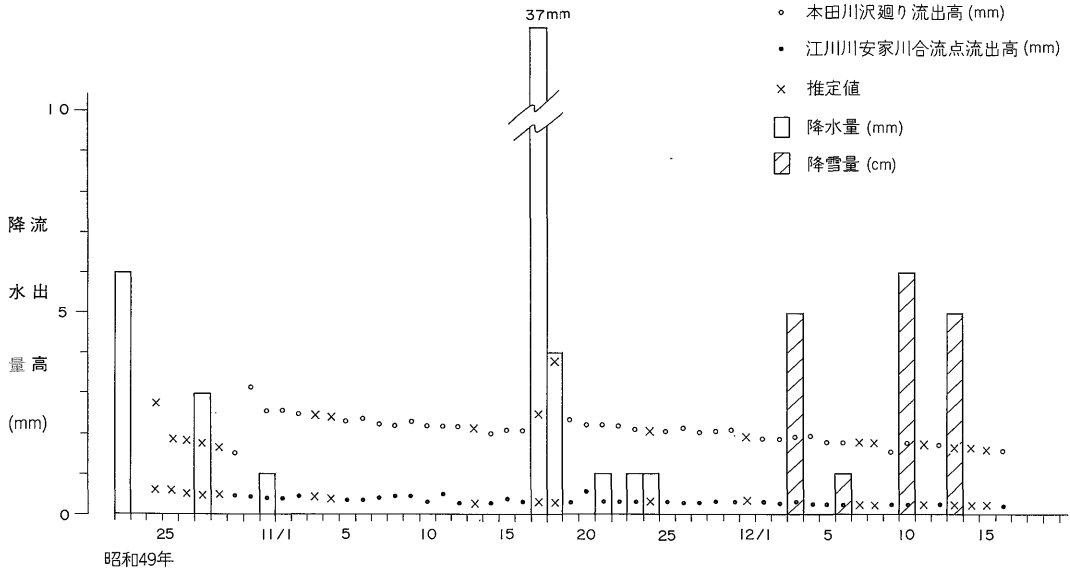
第17図に日降水量と本田川及び、江川川の流出高を示し、第9表に合計降水量と合計流出高を示した。流出高の算出根拠である流量は大部分第10表の実測流量によっているが、欠測日のそれは推定流量によっている。また12月3日以降の降雪は、降雪量1cmを降水量1mmに

第8表 標準比流量に対する各流域比流量の比率

番号	河川名または 測定位置	昭和49年	昭和52年	昭和53年	平均	石灰岩分布	
		7月 %	9月 %	8月 %		面積 km ²	率 %
KD 1	燃壁沢	122	102	106	110	0	0
2	光沢	52	31	71	51	0.299	4
7	江川川	26	31	24	27	13.21	38
10	松橋	101	112	96	103	0	0
IW 1	年々沢下流		$94 + \alpha$	$174 + \alpha$	$134 + \alpha$	0.92	11
6	田代東方		113	107	110	0	0
7	姫松東又		95	95	95	0	0
8	姫松西又		96	71	84	0	0
9	細沢		148	110	123	0.186	3
11	オマルベ沢	161	229	196	195	0.192	9
13	安念沢	0	45	0	15	0.78	33
14	サツクネ沢	52	81	0	44	0.49	36
15	カヨウオカ沢	48	9	0	19	0.56	16
17	内ノ沢	77	81	143	100	0	0
18B'	本田川竜泉洞上流	39	40	17	32	4.43	18
19	本田川沢廻り	163	174	273	203	5.45	17
KD11	追子沢	0	0	0	0	3.00	71
IW21	高内沢	0	0	0	0	3.75	57

IW1……… 懸崖の泉湧水量測定不可につき α とした。

IW18B'………IW18B-IW17の計算値



第17図 本田川及び江川川の日流出高と降水量

第9表 流出量と流出高 その1

番号	河川名	流出量 m ³	流出高 mm	流出率 %	流域面積 km ²
IW19	本田川沢廻り	3,540,951	113.3	160	31.24
IW18B	本田川竜泉洞上流	988,416	31.8	45	31.07
KD7	江川川安家川合流点	672,341	19.1	27	35.15
IW19+KD7		4,213,292	63.5	89	66.39
IW18	竜泉洞湧水	2,552,535			

期間 昭和49年10月24日-12月16日 合計降水量 71 mm

相当すると仮定している。

昭和49年10月24日-12月16日までの合計降水量は71 mmである。本田川の合計流出量は約 $3.54 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、これに対して江川川の合計流出量は、 $6.72 \times 10^5 \text{ m}^3$ であってその差はきわめて大きい。本田川の流出高は113 mmで流出率は160%となり、江川川のそれは約19 mm、27%である。

第11表に昭和52年9月におけるまとまった降水時の短期間の流出量と流出高を示した。ただしこの表中流量は9月11日から16日の間を除いては竜泉洞内水位、発電所取水量その他から推定した流量であって、一応の目安である。9月7日から9月18日までの間の降水量は82 mmである。この期間における本田川の合計流出量は $2.325 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、江川川のそれは、 $3.525 \times 10^5 \text{ m}^3$ である。この期間は安家洞下湧水が湧出しており、合計流出量は $1.76 \times 10^6 \text{ m}^3$ で地表流域面積で流出高を計算すると153 mmの

異常な値となる。そこで安家洞下湧水は安家洞沢流域と江川川流域の地下水が湧出するものと仮定して、江川川の流出量に加えることにすると、江川川の流出量は $5.29 \times 10^5 \text{ m}^3$ となる。

合計流出高及び流出率は、本田川が74 mm及び91%、同じく江川川が14 mm及び18%である。

5.5 地下流域と地下水収支

前項までおもに本田川流域と江川川流域の水文諸数値について述べて来たが、いずれも本田川流域がきわめて大きい値を示し、逆に江川川流域がきわめて小さい値を示している。とくに比較的長期間における本田川流域の流出高が降水量の160%となる。このうちの約72%が竜泉洞湧水であることから、他流域から多量の地下水が本田川流域に流入しているものと推定される。

本田川及び江川川の両流域は、石峠を分水界とするが、いずれも西側山地は一連の石灰岩層である。この石

第10表 流量測定結果 その2 (昭和49年)

番号	KD7		IW18B		IW19	
河川名 測定位置	江川川安家 川合流点		本田川竜 泉洞上流		本田川沢廻り	
流域 面積	35.15km ²		31.07km ²		31.24km ²	
区分 測定 月日	測定 時刻	流 量 m ³ /sec	測定 時刻	流 量 m ³ /sec	測定 時刻	流 量 m ³ /sec
10. 29	11:00	0.1802	15:08	0.2539	15:45	0.4526
. 30	10:15	0.1755	13:17	0.2562	13:44	1.0276
. 31	11:20	0.1567	15:00	0.2229	15:34	0.8016
11. 1	10:34	0.1594	13:16	0.2460	14:10	0.8036
. 2	10:20	0.1776	11:45	0.2629	12:10	0.7813
. 5	10:20	0.1303	13:43	0.2293	14:10	0.7243
. 6	10:05	0.1327	13:46	0.2135	14:18	0.7476
. 7	11:06	0.1557	14:00	0.2808	14:35	0.6982
. 8	10:20	0.1803	14:20	0.1772	14:45	0.6848
. 9	9:57	0.1709	12:14	0.1925	12:37	0.7267
. 10	9:50	0.1196	11:20	0.2106	11:47	0.6751
. 11	10:10	0.2290	13:05	0.1943	13:30	0.6775
. 12	10:00	0.0985	13:40	0.1806	14:20	0.6766
. 14	10:30	0.1106	14:00	0.1679	15:00	0.6143
. 15	10:00	0.1284	11:30	0.1914	12:00	0.6550
. 16	10:00	0.1222	11:40	0.1971	13:20	0.6334
. 19	10:10	0.1236	13:40	0.2812	14:00	0.7383
. 20	10:06	0.2251	12:00	0.2879	13:55	0.7017
. 21	8:45	0.1271	10:20	0.2073	10:50	0.7056
. 22	10:10	0.1178	13:20	0.2197	13:50	0.6844
. 23	10:15	0.1226	11:50	0.2480	13:25	0.6598
. 25	10:00	0.1136	12:00	0.2384	13:50	0.6243
. 26	10:06	0.1177	13:20	0.2138	13:50	0.6605
. 27	10:20	0.1083	12:00	0.2356	13:35	0.6232
. 28	10:10	0.1295	13:45	0.2075	14:00	0.6378
. 29	10:25	0.1121	11:50	0.2149	14:10	0.6459
. 30	10:00	0.1273	11:35	0.2116	13:30	0.5458
12. 2	10:15	0.1125	11:45	0.2225	14:00	0.5773
. 3	10:05	0.1189	12:05	0.1933	14:05	0.5920
. 4	10:10	0.1005	12:00	0.2244	14:00	0.5877
. 5	10:10	0.0989	11:50	0.2276	14:00	0.5404
. 6	10:10	0.0898	11:45	0.1886	14:00	0.5392
. 9	10:10	0.0892	11:45	0.1695	13:20	0.5237
. 10	10:08	0.0900	12:55	0.1864	14:37	0.5489
. 12	10:05	0.0943	12:00	0.1805	13:30	0.5222
. 16	10:12	0.0853	11:45	0.1229	12:00	0.4754

灰岩層中地下には、竜泉洞内にみられるように地下水・地下水路が複雑に発達していると推定され、両流域は地下流域としては石灰岩層部分で通じた一つの流域と考えられる。

本田川と江川川の流量を両流域の合計面積で除した比流量値は49年7月が0.0268、52年9月が0.0325、53年8月が0.0069となる。基準比流量値に対する比率はそれぞれ91%、100%、140%、平均して110%となり、非石灰岩流域より10%大きい。両流域の石灰岩分布率は28%にすぎないので石灰岩層のみの地下水湧出能力はかなり高いものと推定される。なお石灰岩分布率が11%の年々沢の比流量の平均は基準比流量値の約130%であることからみて、上記の110%は若干少な目な数値とも云える。オマルベ沢の比流量は基準比流量の平均195%であるが、これは上流の石灰岩層が他流域まで連続しており、他流域の地下水がオマルベ沢上流の湧水として流出しているためと考えられる。即ち、オマルベ沢の表流水の約1/2は東側の他流域から流入した地下水である。

前項で本田川と江川川流域の流出高と流出率を個々に算出したが、両流域が一つの流域(地下流域)とするならば両流域の流出量を合計して算出する方が妥当である。

昭和49年10月-12月の流出高は63mm、流出率は89%となる。合計降水量から流出高を差し引いたものを蒸発散量とすると11%になるが、流域の植生の状況からみて、やや過小な値と考えられる。これは両流域の流出量の大部分が、石灰岩層に貯留された地下水の流出によるもので、この計算期間以前、即ち9月初旬から10月初旬の多量の降水によって地下水貯留量が大きく増加し、その分の流出が算出期間中まで継続しているため、流出量が若干大きくなったものと考えられる。したがって11%は地下水貯留減少量と蒸発散量の合計とみられる。

昭和52年9月における流出高は42mm、流出率は51%である。竜泉洞湧水量は算出期間前よりも期間後の方が約0.36 m³/sec 多く期間中に地下水貯留量がかなり増加したものと推定される。即ち100%-51%=49%はこの期間における地下水増加量と蒸発散量との合計とみられる。

一般に流域の一定地域における一定期間の水収支は次の式が成立つ

$$P = D + E + Gh$$

P: 降水量

D: 流出量 (地表及び地下流出量)

E: 蒸発散量

Gh: 地下水貯留増減量

本田川流域と江川川流域相互間における地下流出量が最終的に本田川流出量 (D₁) と江川川流出量 (D₂) の総量に含まれるとすれば、上式は次式によって置きかえられる。

第11表 流出量と

番 号	河 川 名	昭 和 52 年 9						
		7 日	8 日	9 日	10 日	11 日	12 日	13 日
IW19	本田川沢廻り	1.3	1.7	2.46	2.94	3.02	2.92	2.7
IW18B	本田川竜泉洞上流	0.4	0.65	1.3	1.5	1.22	0.90	0.74
KD7	江川川安家川合流点	0.27	0.28	0.29	0.31	0.35	0.39	0.39
KD6	安家洞下湧水	0	0	0.12	0.24	0.35	0.28	0.24
KD7+KD6								
IW19+KD7+KD6								
IW18	竜泉洞湧水							
IW11	オマルベ沢	0.06	0.087	0.113	0.160	0.199	0.190	0.183
降 水 量 mm		4	18	26	21		3	5

第12表 水 質 分

位置番号	分析番号	試 料 名	種類	採 水 年月日	水 温	pH	RpH	導電率 μS/cm	M-アルカ リ度 epm
IW18A	1	竜泉洞	S	52. 9.10	10.2	7.6	7.7	—	1.32
"	2	"	S	53. 8. 6	10.0	7.6	7.8	165	1.36
"	3	"	S	53. 8. 8	10.0	7.6	7.8	163	1.36
"	4	"	S	53. 8. 9	9.9	7.5	7.8	162	1.38
"	5	竜泉洞奥	S	"	9.9	7.5	7.7	165	1.38
KD 8	6	尻 高	S	52. 9.10	10.0	7.5	7.5	—	1.40
"	7	"	S	53. 8. 7	9.8	7.6	7.8	189	1.60
IW 1	8	年々の泉	S	52. 9.12	10.0	7.6	7.7	143	1.94
"	9	"	S	53. 8. 6	10.2	7.5	7.7	211	1.77
IW 3B	10	年々沢上流	S	"	9.4	7.6	7.7	173	1.44
KD 4	11	日蔭の山	S	52. 9.11	9.6	7.5	7.6	—	1.78
IW19	12	本田川沢廻り	R	53. 8. 6	11.7	7.6	7.8	165	1.30
IW18B	13	" 竜泉洞上流	R	"	21.0	7.3	7.5	83	0.55
IW11	14	オマルベ沢	R	52. 9.14	10.3	7.5	7.5	—	0.80
"	15	"	R	53. 8. 6	16.0	7.4	7.6	111	0.80
IW13	16	安念沢	R	52. 9.14	13.8	6.9	6.9	—	0.18
IW17	17	内ノ沢	R	"	15.0	7.0	7.0	—	0.30
"	18	"	R	53. 8. 6	17.3	7.1	7.3	53	0.32
IW 8	19	姫松西又	R	52. 9.14	14.7	6.9	6.9	—	0.22
"	20	"	R	53. 8. 7	19.4	7.0	7.2	57	0.29
IW 9	21	細 沢	R	"	20.2	7.2	7.4	70	0.50
KD 3	22	光 沢	R	53. 8. 6	19.9	7.2	7.4	61	0.39
KD 1	23	燃壁沢	R	52. 9.16	13.2	7.0	7.0	—	0.34
"	24	"	R	53. 8. 8	19.6	7.1	7.4	77	0.50
KD10	25	松 橋	R	52. 9.16	12.0	7.0	7.0	—	0.40
"	26	"	R	53. 8.10	18.3	7.2	7.5	89	0.56

種類の欄 S……湧水, R……河川水

岩手県安家石灰岩地域の水文地質（岸 和男・石井武政・永井 茂）

流 出 高 その 2

月 流 量 m ³ /sec					合 計 m ³ /sec	合計流出量 m ³	流出高 mm	流出率 %	流域面積 km ²
14 日	15 日	16 日	17 日	18 日					
2.4	2.1	1.89	1.78	1.7	26.91	2,325,024	74.4	91	31.24
0.63	0.55	0.51	0.47	0.44	9.31	804,384	25.9	32	31.07
0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	4.08	352,512	10.0	12	35.15
0.21	0.18	0.15	0.14	0.13	2.04	176,256	153.3	187	1.15
					6.12	528,768	14.2	17	37.29
					33.03	2,853,792	41.6	51	68.53
					17.60	1,520,640			
0.178	0.172	0.165	0.160	0.155	1.822	157,421	71.9	88	2.19
1	4				82				

析 結 果

Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ 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	
3.4	1.1	2.5	0.4	27.1	1.2	—	1.00	石灰岩グループ
2.5	2.2	2.8	0.4	25.6	1.2	9.8	0.351	
2.5	1.9	2.7	0.4	26.3	1.2	9.6	0.445	
2.4	1.9	2.7	0.4	26.7	1.2	10.0	—	
2.8	1.9	2.8	0.4	26.6	1.2	10.0	—	
3.4	1.2	2.3	0.5	28.5	1.4	—	0.2094	
2.8	1.6	2.8	0.5	30.6	1.5	9.2	0.018	
2.6	2.1	2.7	0.5	38.2	1.4	—	0.1192	
2.9	3.3	3.0	0.5	34.0	1.4	9.6	0.015	
2.7	1.6	3.0	0.5	26.8	1.2	11.8	0.031	
3.2	1.4	2.1	0.4	35.1	1.5	—	—	
2.9	2.4	3.3	0.5	23.9	1.2	11.6	0.418	
3.4	1.9	5.5	0.8	8.2	1.0	20.0	0.067	
2.1	1.0	2.7	0.5	15.8	0.9	—	0.1823	
3.6	4.3	3.2	0.5	13.9	1.0	13.2	0.021	非石灰岩グループ
1.2	1.8	2.4	0.3	3.3	0.4	—	0.0478	
4.0	0.6	4.8	0.5	3.9	0.7	—	0.202	
3.3	1.1	5.4	0.4	3.5	0.7	21.6	0.047	
3.6	5.2	4.8	0.5	3.6	0.8	—	0.1786	
3.8	1.2	5.5	0.5	3.6	0.8	18.8	0.0248	
3.0	0.8	4.5	0.4	7.4	0.8	17.4	0.0596	
2.4	3.7	3.4	0.5	6.1	0.8	11.8	0.026	
2.0	3.1	3.0	0.5	6.6	0.9	—	0.203	
2.4	2.7	3.8	0.6	7.4	1.0	12.2	0.0565	
2.8	3.0	3.4	0.6	7.3	0.9	—	0.4942	
2.8	5.0	4.5	0.9	9.5	1.2	14.4	0.085	

$$P = (D_1 + D_2) + E + Gh$$

ここで、Gh 及び単位面積当りの P, E, を一定とすれば、両流域における流出量は流域面積に比例し、それぞれ次式で表わされる。

$$D_h = (D_1 + D_2) \times A_1 / (A_1 + A_2)$$

$$D_1 = (D_1 + D_2) \times A_2 / (A_1 + A_2)$$

D_h : 本田川流域の流出量

D_1 : 江川川流域の流出量

A_1 : 本田川の流域面積

A_2 : 江川川の流域面積

したがって、両流域相互間の地下水流出入量 (G_1) は次式によって得られる。

$$G_1 = D_1 - (D_1 + D_2) \times A_1 / (A_1 + A_2)$$

$$= (D_1 + D_2) \times A_1 / (A_1 + A_2) - D_2$$

また、竜泉洞湧水量 (Q) が江川川流域からの地下水流入量 (G_1) と本田川流域内の地下浸透補給量 (G_2) との和であるとするれば、

$$Q = D_1 - D_3$$

$$= G_1 + G_2$$

$$\text{また } G_2 = (D_1 - D_3) - G_1$$

D_3 : 本田川竜泉洞上流地点 (IW18B) の流出量

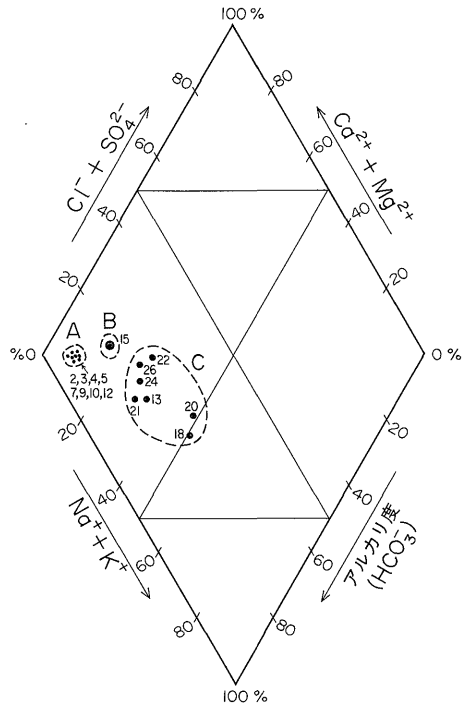
昭和49年10月24日-12月16日までの間の各数値は、 $D_1 = 3.54 \times 10^6 \text{ m}^3$, $D_2 = 6.72 \times 10^5 \text{ m}^3$, $D_3 = 9.88 \times 10^5 \text{ m}^3$ であり、流域面積 $A_1 = 31.24 \text{ km}^2$, $A_2 = 35.15 \text{ km}^2$ である。

江川川流域から本田川流域への地下水流出量は $1.55 \times 10^6 \text{ m}^3$ となり、平均すると $28.852 \text{ m}^3/\text{day}$, または $0.33 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。竜泉洞湧水量は $2.55 \times 10^6 \text{ m}^3$ であって、その流域配分は本田川流域から $1.00 \times 10^6 \text{ m}^3$ で39%, 江川川流域から $1.55 \times 10^6 \text{ m}^3$ で61%となる。

昭和52年9月7日から9月18日までの間の各数値は、 $D_1 = 2.33 \times 10^6 \text{ m}^3$, $D_2 = 5.29 \times 10^5 \text{ m}^3$, $D_3 = 8.04 \times 10^5 \text{ m}^3$ であり、江川川流域から本田川流域への地下水流出量は $1.02 \times 10^6 \text{ m}^3$, 平均すると $85.349 \text{ m}^3/\text{day}$, または約 $0.99 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。竜泉洞湧水量は $1.52 \times 10^6 \text{ m}^3$ であって、その流域配分は本田川流域が $35.06 \times 10^5 \text{ m}^3$ で33%, 江川川流域から $1.014 \times 10^6 \text{ m}^3$ で67%となる。

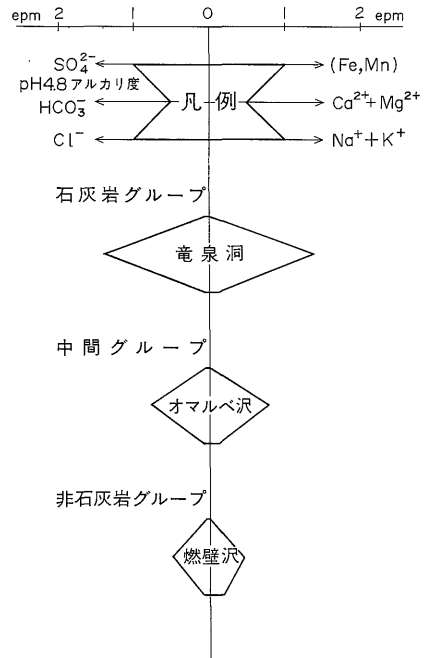
6. 水質

本研究では、各調査ごとに現地において水温、導電率、pH, RpH, 及び pH4.8アルカリ度 (主体は HCO_3^- , 以下 HCO_3^- とする) について、多数の分析・測定を行ったが、全分析に近い室内分析を行ったのは、52年9月調査の際採取した10試料と、53年8月調査の際の13試料である (第7図)。以下この全分析を行った分析結果を中心に考察を行う。分析結果は第12表に示すとおりである。

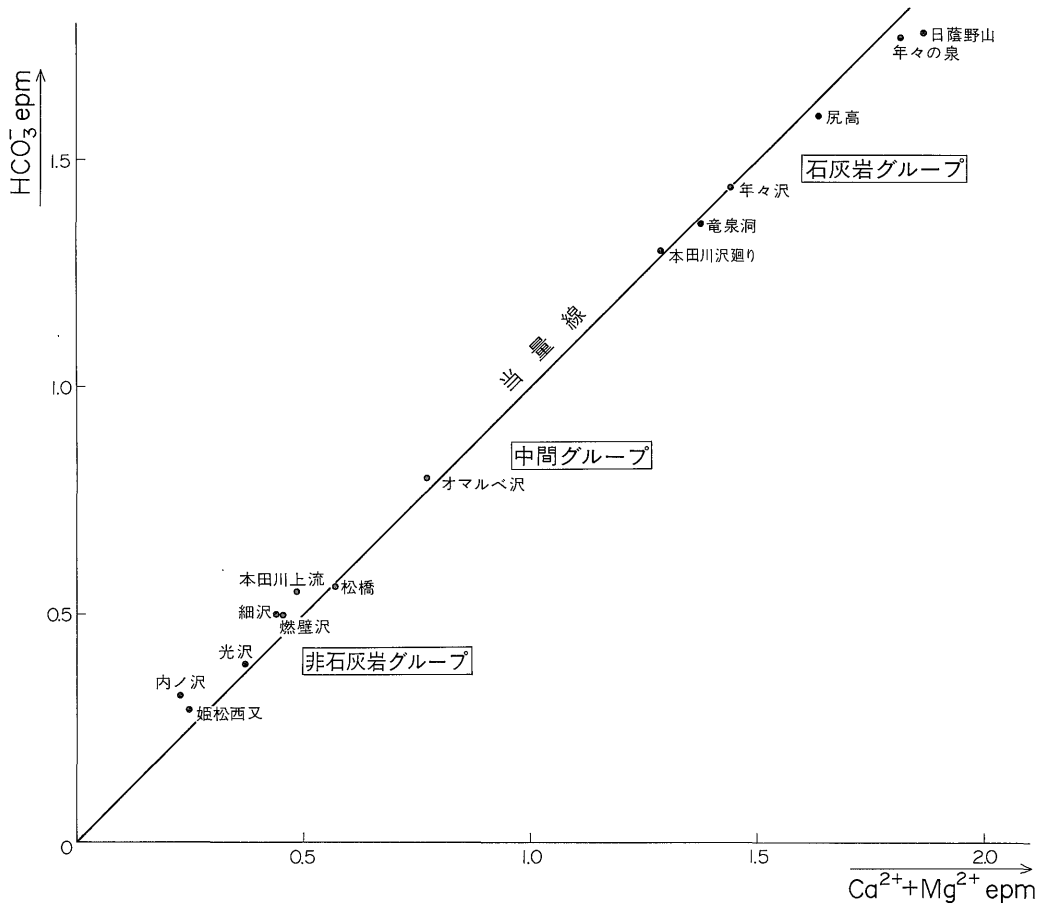


- A. 石灰岩グループ
- B. 中間グループ
- C. 非石灰岩グループ

第18図 キーダイヤグラムと水質区分 (53年採水試料)



第19図 水質区分と水質図 (ヘキサダイヤグラム) の一例



第20図 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ の関係

る。

6.1 試料採取時の状況

52年9月調査期は比較的降水が多く、豊水期であった。一方、53年8月調査期は異常渇水期にあたり、同一地点での流量（湧出量を含む）を比較すると、53年8月を1とした場合、52年9月は3-11倍に達している。出来るだけ同一地点での試料採取を試みたが、両調査期において流量0となった数カ所についてはこれが達成できなかった。

6.2 水質区分

53年8月採取の水質分析結果をもとにキヤダイアグラムを作成したのが第18図である。図から本地域の水質は次の3グループ、すなわち石灰岩グループ、非石灰岩グループ、及び中間（混合）グループに区分することにした。石灰岩グループは鍾乳洞から流出する地下水などであり、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- が全溶存イオンの90%以上、典型的

な重炭酸カルシウム型の水質で、pH 7.5-7.6、溶存成分も一番多い。非石灰岩グループは、石灰岩の分布しないおもに砂岩、粘板岩及び花崗岩類などの分布地域を流域とする表流水であり、pH 6.9-7.3、 Ca^{2+} 50-70%、 HCO_3^- 70-85%とバラツキはあるが、溶存成分は非常に少ない。中間グループは両者の混合した水質である。次に質量組成を表示するヘキサダイアグラムで各グループの代表を示すと第19図のとおりである。

6.3 水質区分の方法

石灰岩地帯の地下水、表流水（地下水の流出が加わる）の水質は、本地域だけでなく各地域を通じて共通のであり、水質区分も同様と考えられる。そこで、特定成分（項目）での水質区分法を検討してみる。第20図は $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ と HCO_3^- との関係を示したものである。一般に陸水中では Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- は地層中の炭酸塩がその供給源であり、イオン交換、海水や温泉水の混

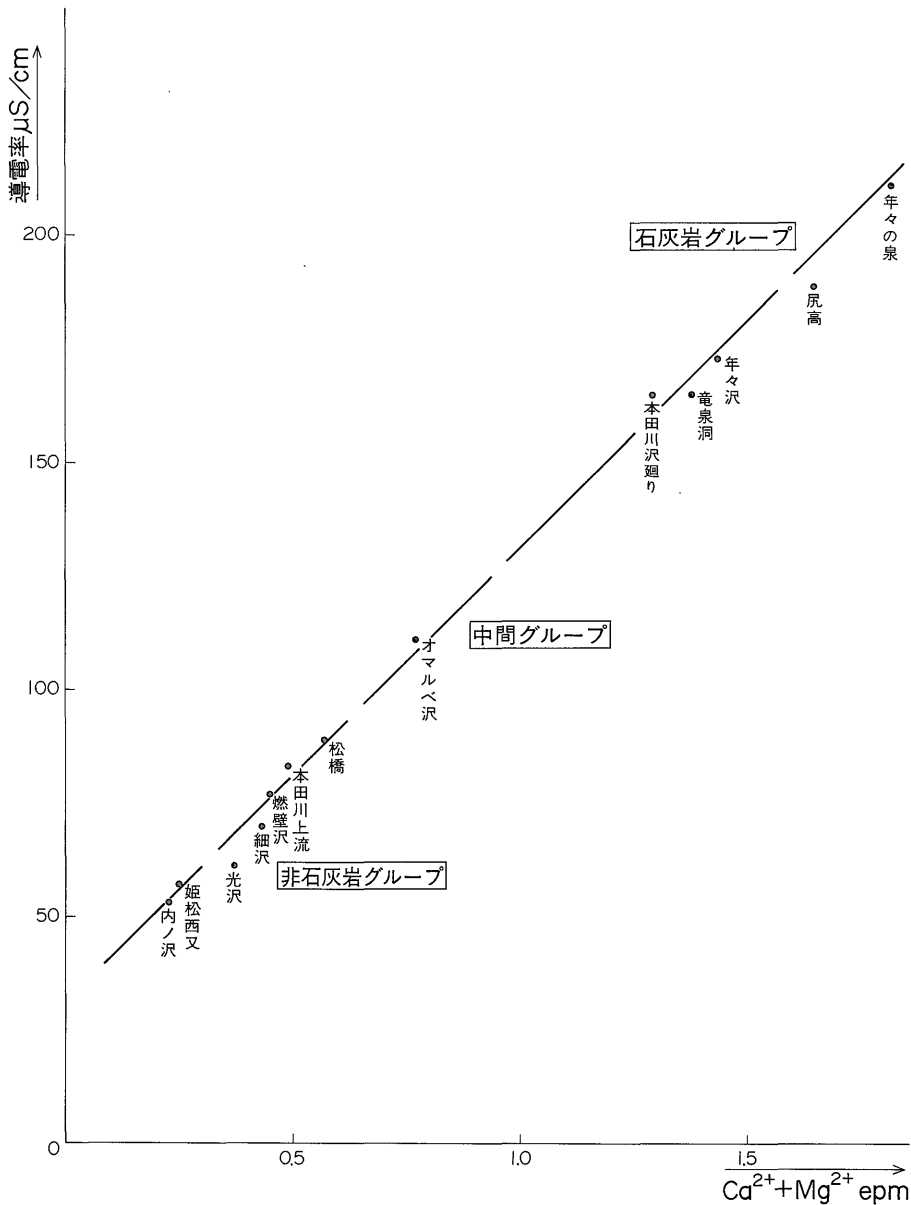
入、人為的汚染のない場合には両者はほぼ当量的に含まれる。本地域でも当量線にほぼプロットされ、しかも各グループの位置がはっきり分れる。第21図は Ca^{2+} と導電率の関係、第22図は HCO_3^- と導電率の関係を示したものである。一般に導電率(25°C換算)は溶存成分量と密接な相関関係があるが、本地域(他の石灰岩地帯にも共通)では主成分が Ca^{2+} と HCO_3^- であるため、どちらも導電率と非常に良い相関関係を示し、しかも各グ

ループの位置がはっきり分れる。

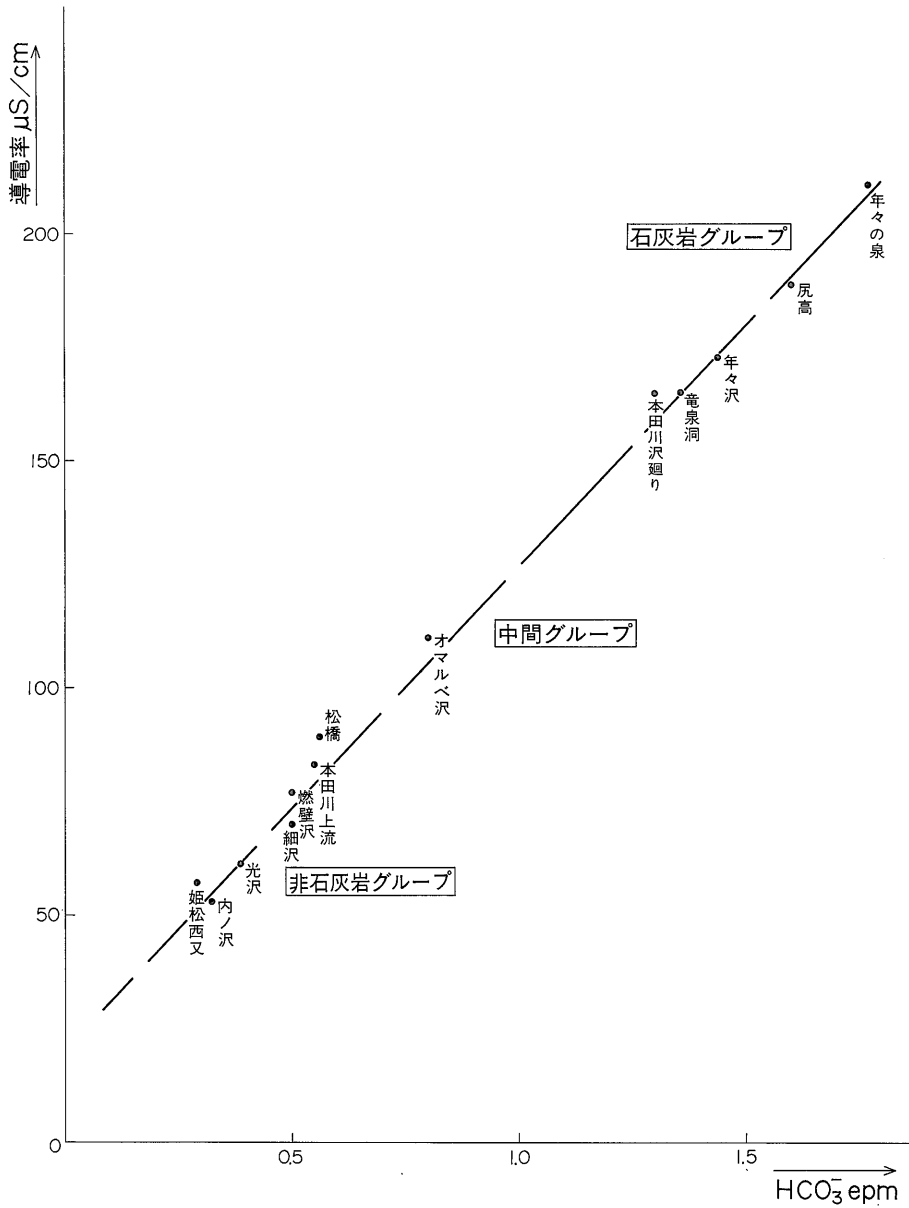
以上の結果から、石灰岩地帯に分布する3グループの水質区分(流域地層の区分)は、導電率の測定だけで十分可能であることが分った。

6.4 豊水期と渇水期の水質変化

52年9月の豊水期、53年8月の渇水期と、非常に条件の異なる時期に8地点における水質分析を行い、流量(降水量)の違いが水質に与える影響について検討し



第21図 導電率と $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ の関係



第22図 導電率とHCO₃⁻の関係

た. 第13表は主要項目, 成分についての比較を示したものである. 一般に地表水では豊水期には雨水の地表流出によって希釈されるため, 溶存成分が少なく, 渇水期は地下水の流出などで溶存成分が増加する. このパターンにあてはまるのは燃壁沢と松橋のみであり, オマルベ沢, 内の沢, 姫松西又はほとんど変化が認められない. これは流域地層の違いが考えられ, たとえば内の沢は流域が花崗岩であり, 地下水の流出がほとんどないか, あ

っても地層から溶存成分の供給が小さいためと思われる. 石灰岩層からの湧水では3者3様であり, 竜泉洞ではほとんど変化が認められない. これは53年8月に日を変えて3回(流量には変化があった), また同一日に洞口と洞奥と2カ所で水質分析を行った結果でも水質の違いはほとんど認められなかった. ここは地下池の容積が非常に大きく, 流入する地下水の量, 質に多少の差があっても全体的に均一化されてしまうためと考えられる. 尻

第13表 豊水期・渇水期の水質比較

	豊水期 (52年 9月)				渇水期 (53年 8月)				流量比 52.9/53.8	水質の変動
	流量 m ³ /sec	HCO ₃ ⁻ epm	Ca ²⁺ epm	total ion epm	流量 m ³ /sec	HCO ₃ ⁻ epm	Ca ²⁺ epm	total ion epm		
(石灰岩グループ)										
竜泉洞	1.00	1.32	1.35	3.01	0.382	1.36	1.28	2.99	2.62	ほとんど変化なし
年々の泉	0.1192	1.94	1.91	4.20	0.015	1.77	1.70	3.88	7.93	渇水期に減少
尻高湧水	0.2094	1.40	1.42	3.18	0.018	1.60	1.53	3.49	11.61	〃 増加
(中間グループ)										
オマルベ沢	0.1823	0.80	0.79	1.86	0.021	0.80	0.69	1.91	8.67	変化僅か
(非石灰岩グループ)										
内ノ沢	0.202	0.30	0.19	0.88	0.047	0.32	0.17	0.90	4.30	変化僅か
姫松西又	0.1786	0.22	0.18	0.89	0.0248	0.29	0.18	0.91	7.56	変化僅か
燃壁沢	0.203	0.34	0.33	1.00	0.0565	0.50	0.37	1.26	3.59	渇水期に増加
松橋	0.4922	0.40	0.36	1.13	0.085	0.56	0.47	1.52	5.81	渇水期に増加

高湧水は渇水期に溶存成分が増加するが、この湧水の奥には竜泉洞のような大きな地下池の存在は確認されておらず、おそらく豊水期には雨水によって希釈されるものと考えられる。年々の泉は、逆に渇水期に溶存成分が減少している。その原因についてはさらに長期的な調査が必要と考えられる。

6.5 本田川の水質と竜泉洞

竜泉洞の湧水が本田川に流入するため、本田川は上流と下流で水質が大きく変化する。同一日における本田川上流-竜泉洞湧水-本田川下流の水質について量的関係を加味して検討を行った。第14表に3者の水質関係を示したが、竜泉洞湧水の本田川の水質への影響はほぼ理論値に近く、本田川の水質に対する竜泉洞の比重がいかにか大きいか明らかである。

6.6 オマルベ沢の水質

オマルベ沢の流域は、上流に僅かに石灰岩層が分布するだけで大部分が非石灰岩である。しかし水質は、石灰岩グループと非石灰岩グループの中間(混合)を示している。一方、流量調査の結果は、比流量が160-230%(第8表)あり、他流域(石灰岩層)からの流入が示唆されることから、水質面からその検証を行った。まず、石灰岩グループについては竜泉洞、尻高湧水、年々沢の水質の平均値を、また非石灰岩グループについては内の沢・光沢・姫松西又・燃壁沢及び松橋の各水質の平均値を求め、次にオマルベ沢の水質に最も近い両者の混合比を求めるため試算したのが第15表である。その結果、両者の混合比は0.8-0.85であり、流域外(石灰岩地帯)より44-46%が流入、混合したことによる。なお、比流量値から検討の結果からみた他流域からの地下水流入量は平均49%であり、若干差があるが誤差範囲内として差し

第14表 本田川と竜泉洞の水質関係

本田川上流	竜泉洞
流量 m ³ /sec	0.067
	0.351 (下流-上流)
	1:5.24
HCO ₃ ⁻ epm	0.55
Ca ²⁺ epm	0.41
SiO ₂ mg/l	20.0
total ion epm	1.43
	2.99
本田川下流	理論値
	実測値
HCO ₃ ⁻ epm	1.30
Ca ²⁺ epm	1.19
SiO ₂ mg/l	11.6
total ion epm	2.87
	2.74

第15表 オマルベ沢の水質混合比

	HCO ₃ ⁻ epm	Ca ²⁺ epm	SiO ₂ mg/l	total ion epm
石灰岩グループ平均値	1.47	1.38	10.3	3.19
非石灰岩グループ平均値	0.41	0.30	15.8	1.13
オマルベ沢	0.80	0.69	13.2	1.91
混合比 1:1	0.94	0.84	13.1	2.16
1:0.9	0.87	0.77	12.6	2.00
1:0.85	0.83	0.74	12.3	1.92
1:0.8	0.80	0.70	12.0	1.84

支えないと考える。

7. まとめ

岩泉-安家地区の石灰岩分布流域における降水は、蒸発散量を除いて石灰岩山地ではその大部分が直接浸透

し地下水となる。非石灰岩山地では、一部地下水となるほか表流水として流下するが、石灰岩地域を通過中に全量あるいは大量に伏せし地下水となる。本田川の流量及び比流量は江川川の 5-10 倍であり流量に相当する計算上の流域面積は本田川が 60 km²、江川川が 9.5 km²である。本田川及び江川川流域の石灰岩から湧出する地下水量は表流水の流出量の 3 倍、全流出量の 75% をしめる。また両流域の比流量は非石灰岩流域よりも 10% 高く石灰岩地域の地下水貯留能力はかなり高いものと考えられる。本田川及び江川川の流域は石灰岩層を通して水文地質的に一つの流域(地下流域)であり、江川川流域に浸透した地下水の 68% が本田川流域に流入し竜泉洞の湧水となっている。またオマルベ沢の表流水の約 1/2 は石灰岩層を通して他流域から補給された地下水であり、江川川と合流後伏せし再び地下水となり、本田川流域に流入するものと推定される。

石灰岩分布流域の水文地質機構は他の固結堆積岩類の分布流域のそれと比べて異なった特徴を有している。石灰岩山地の開発に当っては、開発地点を含めたより広範な地域についての水文地質調査により、正確な地下水状況を把握し、既存の湧水等への影響についての十分な配慮が必要である。

なお、本報告では 3 回の調査から求められた比流量値、2 回の短期間の流出量測定その他の諸データに基づいて、石灰岩地域の地下水の水文地質機構と水収支の一端について述べた。今後の課題としては、地下水の総貯留量、年間の収支、年間の負荷量、石灰岩の溶出量などがある。本報告が石灰岩地域の水文地質研究の一助ともなれば幸いである。

文 献

- 長谷弘太郎・板東祐司・高橋功二・小貫義男・半沢正四郎(1956) 北上山地に新たに確認された中生層(演旨)。地質学雑誌, vol. 62, no. 730, p. 357.
- 五十嵐俊雄・井上正文・藤貫 正・渡部美南子(1965) 石灰石鉱床各論, 第 2 章東北地方, 第 1 節岩手県, A 岩泉地区。国内鉄鋼原料調査, 第 4 報, p. 159-167, 通商産業省鉱業審議会鉱山部会。
- 五十嵐俊雄・井上正文・加藤甲壬(1966) 石灰石鉱床各論, 第 2 節岩手県, A 岩泉地区。国内鉄鋼原料調査, 第 5 報, p. 123-129, 通商産業省鉱業審議会鉱山部会。
- 岩手県(1971) 5 万分の 1 表層地質図「陸中大野」。北上山系開発地域, 土地分類基本調査, 国土調査。
- (1972) 5 万分の 1 表層地質図「陸中関」。北上山系開発地域, 土地分類基本調査, 国土調査。
- 岸 和男・五十嵐俊雄(1975) 竜泉洞地下水調査報告書。岩泉町。
- 島津光夫・田中啓策・吉田 尚(1970) 田老地域の地質。地域地質研究報告(5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 54 p.
- 杉本幹博(1972) 北部北上山地, 葛巻構造線および田老構造線について。東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, no. 73, p. 97-109。
- (1974) 北上山地外縁地向斜地域の層位学的研究。東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, no. 74, 48 p.
- (1980) 北部北上山地, 安家一岩泉地域の地質構造(概要)。日本列島北部における地向斜および構造帯区分の再検討(総研 A 報告書), p. 37-44。
- 東北経済開発センター(1978) 安家石灰岩地帯における自然環境の特質とその保全。自然環境保全特別調査, 岩手県, p. 23-51。
- 豊原富士夫・植杉一夫・木村敏夫・伊藤谷生・村田明広・岩松 暉(1980) 北部北上山地一渡島半島の地向斜。日本列島北部における地向斜および構造帯区分の再検討(総研 A 報告書), p. 27-36。

(受付: 1980年11月18日; 受理: 1981年 2 月 4 日)