

赤城山および榛名山における地下水の補給量推定に関する研究

尾崎 次男* 菅野 敏夫*

A Study of Ground Water Recharge from the Akagi
and Haruna Volcanoes, Gumma Prefecture

By

Tsugio OZAKI & Toshio KANNO

Abstract

At Nakatone tableland where Maebashi and Takasaki cities are situated, it is considered that a part of quantity of ground water recharge depend on the area of Akagi and Haruna volcanoes.

As one of the method to estimate its quantity, the authors tried the specific discharge method which related to the distribution of geologic unit.

As the results, the following facts were clarified.

1. Fundamental factors which control specific discharge depend upon the permeability of the rocks and the condition of the water area.
2. Large quantity of recharge occurs in portion from mountain slope to foots.
3. It is possible to estimate roughly the amounts of recharge and its geographical position based upon iso-specific discharge contour map.

要 旨

前橋市および高崎市を含む中利根台地に対する地下水供給の一端は、赤城山および榛名山から行なわれるものと考えられ両山体からの地下水補給量を推定するための一つの方法として、地質分布に関連した比流量による方法を試みた。

その結果、次のような事実が明らかとなった。

1. 比流量を支配する基本的な要素は、地域に分布する地層の透水性の難易および水面積の分布である。
2. 比流量による結果では、山地斜面における地下水補給が著しい個所は山腹から山麓にかけた付近である。
3. 比流量等値線図の作成から地下水補給個所の地理的關係位置および概略の補給量が推定可能である。

1. 緒 言

赤城山および榛名山の南方にあたる前橋市および高崎市、さらにその周辺地域には深度 100 m 前後の深井戸

が多数存在している。そして、これら深井戸群により大量の地下水が取得され、上水道、農業用および工業用などに供されている。しかしながら、本地域における将来の水需要に対する水資源を考慮すれば、主要河川の表流水の活用はもちろんであるが、未開発に近い 150 m 以深の地下水の存在を確認し、その賦存量を把握しておくことが是非とも必要である。

こうした深部地下水を開発するため、これまで、2カ所で先導的な井戸掘さくが行なわれた。その1つは高崎市にある某工場井であつて、この井戸は、深度 200 m まで掘さくしたが、第三紀層と思われる、砂・シルトおよび泥岩を主とした地層に逢着し、1日に 185 m³ の水量しか得られていない。他の1つは勢多郡粕川村東田面にある某酒造会社が、良質で大量の水を得るため深度 200 m の井戸を掘さくしたが、塩分濃度の高い地下水が得られ、結果的にはいずれも失敗に帰している。

このような悲観的な事情も加わつて、本地域では開発に値するような深部地下水の存在は否定されている。そして、この間の事情は 150 m 以浅の井戸群の存在から

* 応用地質部

も推察される。

もし、本地域で開発可能な深部地下水の賦存量が確認できれば水資源の価値はさらに飛躍的に増大することは疑いない。果して、本地域には開発可能な深部地下水は存在しないのであろうか。

地下水の開発可能か否かは、帯水層を構成する物質の透水性と、地下水を涵養する供給量の多寡に基因している。

したがって、深部地下水の存在をあきらかにするためには、前述の関係を科学的に立証する調査方法を講じなければならない。

具体的には次の事項に対する方法である。

1. 地下水の供給源、供給カ所および供給量。
2. 容水地盤の規模
3. 帯水層の水理常数と適正揚水量

などであり、これらのほか、深部地下水の化学的性質および温度も水利用上、重要な項目である。

まず、地下水の供給量をあきらかにするには、水文学的方法によらなければならない。これがためには、従来、水循環式^{注1)}による方法が知られている。これは、特定流域において、降水量・流出量および蒸発散量などの水文因子をそれぞれあきらかにすることが前提であつて、これらの水収支から地下水の供給量を求めている。この方法は、通常1水年という単位で長期にわたつて行なわれるので、季節のおよび年間における地下水供給量が求められるから、方法としてはすぐれている。しかしながら、実際には、これら水文因子の1つ1つを明らかにするには、設備と維持管理、さらに困難な観測業務と多大な経費がつきまとう関係上、広大な地域を対象として実施することはきわめて困難である。さらに、こうして求められた特定流域の結果は、流域からの平均した供給量であり、得られた値がそのまま、他の流域に適用できるかどうかは疑わしい。また、量はあきらかにできても、地下水の著しい供給カ所がどこであるかということになると、その判断すらも容易でない。

この方法に対し、一定区間地域を設け、地域を流下する地表水の流入量および流出量をそれぞれ測定し、この

水収支の結果から地下水補給量を求める方法^{注2)}が行なわれている。この方法は前述の方法にくらべて経済的であるが、この方法にしても、ある期間の継続測定および観測が必要である。

これらの水収支以外に広範な地域を対象とし、しかも短期間における地表水の測定から地下水補給量を推定する方法はないものであろうか。短期間の測定結果では、とうてい、全体の地下水補給量は求められない。しかしながら、調査時点における供給量の概数を求めることは可能であり、さらに、細部にわたつて測定を実施すれば、地下水の供給カ所も推定可能となるであろう。本方法は前二者にくらべて初歩的な方法かも知れないが、補給カ所の地理的位置が判明すれば、定性的に地下水補給量の多寡を判断することも可能である。

筆者らは、河川の水位変化が著しく小さい渇水期をえらび、渇水比流量と地質分布の関係から、地表水からの最小の地下水補給量および地下水補給カ所の地理的位置を推定しようと試みた。

本文では、赤城山城および榛名山域を対象とし、地質分布を考慮した渇水比流量の結果について述べている。また、この結果と一時期であるが、区域における流入量と流出量を測定した結果との比較検討を行なつている。さらに、比流量を支配する要素について若干の考察を行なつている。

こうした調査研究結果に基づいて、深部地下水の開発を目的として、深度250 mの井戸をくつさくし、地下地質および帯水層などを確認し、揚水試験を行なつている。井戸完成後は、自記水位計を設置し、未開発深部地下水の地下水面変動に関する継続観測を実施中である。これらの関係については、次の機会に発表したい。

本研究は、地質調査所の経常研究費および科学技術庁の特別研究促進調整費によつて行なわれ、後者による現地流量測定には筆者らのほか岸 和男・森 和雄および茅山芳夫らの協力を得ている。また、群馬県商工労働部繊維鉱工課の関係各位には種々御協力を頂いた。

ここに記して深く御礼申し上げる。

2. 研究の方法

河川の流量は流域に分布する地層の透水性の相違によつて渇水期には下流に至るまでに次のように変化する場

注1)

$$\sum_{t_1}^{t_2} p = \sum_{t_1}^{t_2} (R + ET \pm \Delta H \cdot Y_g \pm \Delta SM \pm \Delta SW)$$

t_1 : 観測開始時 t_2 : 観測終了時

P : 降水量 R : 流出量

ET : 蒸発散量 ΔH : 平均地下水水位

Y_g : 有効空隙率 ΔSM : 土土湿変化

ΔSW : 地表水の貯溜量変化

注2)

$$P = (D_2 - D_1) + (G_2 - G_1) + E + \Delta S \dots \dots \dots (1)$$

P : 降水量 G_1 : 地下水流入量 ΔS : 貯溜量の変化

D_1 : 地表水流入量 G_2 : 地下水流出量

D_2 : 地表水流出量 E : 蒸発散量

合が考えられる。

1. 下流に至るに従つて流量が増加する流域。
2. 下流に至るに従つて流量が減少する流域。
3. 1および2が交互に生じる流域。

1は流域の地下水が地表に湧出し、下流に至るに従つて地下水湧出量の割合が増加するタイプ。

2は主として浸透性流域と考えられる場合であつて、地表水が下流に至るまでに河床下に伏没浸透し地下水に転化するタイプである。

3はもつとも、普遍的なタイプである。広大な流域に分布する地層群は単一な地層でなく、各種な岩石で構成されている。したがつて、岩石および地層などの透水性の難易によつては、ある地域では1のタイプに属し、他の地域では2のタイプに属することが推察できる。

本研究の手法は、地質分布を考慮した流量測定を実施して地区ごとの比流量を求める。そして比流量の値が示す傾向から、いずれの地区が1および2に該当するかを検討する。さらに1における比流量の値を基準値と想定し、これと各地区の比流量の差から地下水補給カ所の地理的位置および地下水補給量の概数を推定しようとするものである。

3. 結 果

3.1 赤城山域および榛名山域における比流量

赤城山および榛名山の山麓には県道・町村道および林道などがあり、これらの道路を利用して山体を一周することができる。

そこで、比流量^{注3)}と地質の関係をあきらかにするため、赤城山および榛名山の両山体から発源し、一周道路(赤城山の場合根利・鹿角間の一部は交通止となつている関係で一周していない)を横切る水路について、流速計による測定可能な流量の測定を行なつた。

測定位置を第1図に、流量測定結果を第1表にそれぞれ示している(第1図および第1表参照)。

第1表 測定流量結果

番号	測定場所	流量 (m ³ /sec)	比抵抗 (Δ -cm)	水温 (°C)	備考
1	勢多郡富士見村小暮	.002	15,800	5.6	
2	" "	.007	18,000	5.6	
3	" "	.012	19,500	6.4	
4	前橋市 嶺	.013	17,000	6.6	
5	" 公田	.026	15,800	6.8	

番号	測定場所	流量 (m ³ /sec)	比抵抗 (Δ -cm)	水温 (°C)	備考
6	前橋市 公田	.001	13,200	6.2	
7	" 小坂	.010			
8	" "	.002	13,200	5.8	
9	" "	.002			
10	" "	.001	13,200	6.8	
11	" 横沢	.027	11,000	8.2	寺沢川
12	勢多郡大胡町足軽町	.004	11,000	8.0	
13	" " "	.005	13,500	6.6	
14	" " "	.065	13,500	8.6	荒砥川
15	" " "	.124			
16	" " "	.107			
17	勢多郡宮城村鼻毛石	.023	11,600	6.4	神沢
18	" " 苗ヶ島	.023	14,300	6.8	
19	" " "	.006	16,400	7.4	石田川
20	" " 馬場	.006	17,000	8.4	
21	" 粕川村室沢	.057			
22	" " "	.011			
23	" " "	.003	17,500	7.8	
24	" 新里村板橋	.003	15,800	9.1	
25	" " "	.004			
26	" " "	.006			蕨沢川
27	" " 関	.087			鑄木川
28	" " 久保	.003			
29	" " 鶴谷	.037	14,300	8.1	
30	" " 上組	.003			
31	山田郡大間々町上桐原	.059	11,100	7.8	
32	" " 上神梅	.034	12,300	7.8	
33	勢多郡黒保根村宿廻	.052	12,600	7.6	深沢川
34	" " 前田原	.018			
35	" " 水沼	.009			
36	" " "	.009			
37	" " "	1.134	23,200	6.0	小黒川
38	" 富士見村高松	.018	19,600	6.6	
39	" " 小沢	.012	17,800	5.7	
40	" " 田島	.005	12,100	6.8	
41	" " "	.015	9,160	12.4	
42	" " 引門	.033	15,800	7.8	
43	" " "	.168			
44	" " "	.013	14,800	8.4	
45	" " 米野	.006	12,700	10.4	
46	" " "	.032			
47	" " "	.035			
48	" " "	.022	12,700	9.8	
49	" " 吹張	.015	13,800	9.9	
50	" 北橋村箱田	.001	13,200	11.1	
51	" " "	.001			
52	" " 真壁	.034	16,400	8.1	

注3) 比流量とは流量と流域面積の比、すなわち単位面積当りの流量
単位は m³/sec/km² あるいは 100 km² 当り m³/sec.

地質調査所月報 (第19卷 第6号)

番号	測定場所	流量 (m ³ /sec)	比抵抗 (Ω -cm)	水温 (°C)	備考	番号	測定場所	流量 (m ³ /sec)	比抵抗 (Ω -cm)	水温 (°C)	備考
53	勢多郡北橋村分郷八崎	.091	13,200	10.8		100	勢多郡富士見村石井	.044	20,000	6.4	
54	" " "	.189	20,000	9.3		101	" " "	.051			
55	" " 八崎	.037	14,300	11.7		102	" " "	.001			
56	" " "	.022				103	" " "	.108	15,900	8.2	
57	" 赤城村渡屋	—				104	" " "	.019	20,000	6.0	
58	" " "	.001				105	" " 市之木場	.001	20,000	4.3	
59	" " "	.019	13,800	10.8		106	" " "	.009			
60	" " "	.021				107	" " "	.010	15,900	8.2	
61	" " 相好	.022				108	" " "	.001			
62	" " "	.043	19,000	8.6		109	" " 山口	.024	18,500	8.2	
63	" " 仲上	.086				110	" " "	.006	19,000	6.6	
64	" " 宮田	.003				111	" " "	.006			
65	" " "	.001				112	" 北橋村上箱田	.010	17,000	7.1	
66	" " "	.002	18,000	11.7		113	" " "	—			
67	" " "	.011	17,500	6.8		114	" 赤城村駒場	—			
68	" " 北	.033				115	" " "	—			
69	" " "	.001				116	" " 小川田	.431	19,000	10.6	沼尾川
70	" " "	.005	16,400	11.1		117	利根郡昭和村永井	.046	23,200	10.2	
71	" " "	.005				118	勢多郡富士見村	.001			
72	" " 猫	.042	16,400	11.0		119	" " "	.047	21,000	5.6	
73	" " 十二坂	.012	16,400	11.6		120	" 大胡町金丸	.002	19,000	8.4	
74	" " 桜木	.009	18,600	10.8		121	" 宮城村堀久保	.002	19,500		
75	" " 津久田	.001				122	" " "	.040	13,700	10.4	
76	" " 仵石	.047	14,300	11.3	沼尾川	123	" " "	.073	21,000	7.8	落合川
77	" " 狩野	.060				124	" " 新井	.039	25,400	7.2	
78	" " 日出島	.001				125	" " "	.004	10,600	9.1	
79	" " 棚下	.031	20,000	10.0		126	勢多郡宮城村	.003	15,300	7.6	
80	" " "	.123	20,600	10.8		127	" " "	.042	14,800	10.3	
81	利根郡昭和村川額	.003	20,000	11.4		128	" " "	.070	10,600	8.2	荒砥川
82	" " 椽久保	.003				129	" " 原	.109	14,800	6.8	粕川
83	" " "	.001				130	" 新里村板橋	.002	21,000		
84	" " "	.004				131	" " "	.055	16,900	11.4	鑄木川
85	" " 糸井	.002				132	" " "	.023	19,000	12.1	
86	" " "	.111				133	" " 高泉	.001			
87	" " 寺貝戸	.004				134	山田郡大間々町中神梅	.185			
88	" 利根村日影南郷	.015	28,600	4.9		135	桐生市須永	.172			
89	" " "	.301				136	渋川市金井	.007	11,600	12.0	
90	" " "	.001	35,000	7.3		137	" 南牧	.001	15,800	5.4	
91	" " "	.002	35,000	6.4		138	" 登沢	.009	15,800	8.6	
92	" " "	.220				139	" 下川島	.006	6,450	11.6	
93	" " "	.060	35,000	4.7		140	" 上川島	.007	4,130	7.9	
94	" " 根利	.019	33,800	6.5		141	" " "	.061	4,170	7.9	大輪川
95	" " "	.175	30,600	7.4		142	" 祖母島	.008	7,400	8.4	
96	" " "	.201	33,800	4.9		143	" " "	.003	5,700	8.2	
97	" " "	.411			倉見沢川	144	" " "	.123	4,760	10.2	沼尾川
98	" " 青木	.060			赤城川	145	吾妻郡東村柏原	.009	14,300	7.0	
99	勢多郡富士見村石井	.043	23,200	4.6	白川	146	" " 箱島	.025	6,000		

赤城山および榛名山における地下水の補給量推定に関する研究 (尾崎次男・菅野敏夫)

番号	測定場所	流量 (m ³ /sec)	比抵抗 (Ω -cm)	水温 (°C)	備考	番号	測定場所	流量 (m ³ /sec)	比抵抗 (Ω -cm)	水温 (°C)	備考
147	吾妻郡東村 箱島	.019	9,900			194	吾妻郡吾妻町上之宮	.002			
148	" " "	.056	9,500	12.0		195	" " "	.016	25,400	8.4	
149	" " "	.049	7,700	12.9		196	" " "	.071	26,000	8.5	深沢川
150	" " "	.011	16,900	9.5		197	" " 田中	.001			
151	" " 原	.023	22,700			198	" " "	.001			
152	" 吾妻町 西	.015	22,200			199	" " "	.008	26,000	5.6	
153	" " 岩井	.007	20,000	8.9		200	" " "	.019	26,500	6.0	
154	" " "	.021	19,600	8.9		201	" " "	.001			
155	" " "	.001				202	" " "	.002			
156	" " "	.002				203	" " "	.001			
157	" " 原	.024	21,200	6.6		204	" " "	.015	26,500	6.5	
158	" " "	.001				205	" " "	.009	26,500	6.6	
159	" " "	.005	21,200	7.0		206	" " 厚田	.001			
160	" " "	.006				207	" " "	.003	27,000	5.6	
161	" " 泉	.021	21,600	5.9		208	" " "	.001			
162	" " "	.002				209	" " "	.003	28,600	4.6	
163	" " "	.001				210	" " "	.002			
164	" " "	.024	20,800	5.9		211	" " "	.001			
165	" " 中原	.022	20,600	6.5		212	" " "	.001			
166	" " 中郷	.021	25,100	6.5		213	" " "	.001			
167	" " 小泉	.003	20,600	6.4		214	" " 兵庫	.004			
168	" " "	.001				215	" " "	.001			
169	" " "	.001				216	" " 平	.002			
170	" " 丸橋	.055	20,900	9.5		217	" " "	.008			
171	" " 新巻	.001				218	" " "	.001			
172	" " "	.002				219	" " 大谷沢	.001			
173	" " "	.002				220	" " "	.001			
174	" " 奥田	.056	24,800	8.6		221	" " "	.006	25,400	5.6	
175	" " "	.004				222	" " 稲田	.001			
176	" " "	.115	23,000	8.9		223	" " "	.001			
177	" " 五町田	.002			奥田川	224	" " "	.001			
178	" " "	.002				225	" " 大戸	.192	18,500	10.9	見城川
179	" " 原	.021	18,500	9.7		226	" " 田谷	.150	22,800	8.3	
180	" " 金井	.006	20,600	5.0		227	" " 境野	.022	23,200	6.8	
181	" " "	.001				228	群馬郡倉淵村大沢	.020	22,800	8.3	長井川
182	" " "	.001				229	" " 長井	.019	21,600	9.6	
183	" " "	.001				230	" " 権田	.018	23,800	9.6	
184	" " "	.001				231	" " "	.003			
185	" " "	.001				232	" " "	.047	23,800	8.6	
186	" " 下郷	.001				233	" " 新屋敷	.033	27,500	9.9	
187	" " "	.005	28,000	4.5		234	" " "	.020	26,400	8.9	
188	" " 田中	.001				235	" " "	.098	23,200	8.3	
189	" " "	.002	26,500	5.9		236	" " 石津	.001			
190	" " 新井	.006	32,200	7.1		237	" " "	.001			
191	" " 上之宮	.014	24,800	8.0		238	" " "	.037	21,600	9.9	
192	" " "	.001				239	" " 細入	.021	22,000	9.8	
193	" " "	.042	24,700	7.3		240	" " "	.001			

番号	測定場所	流量 (m ³ /sec)	比抵抗 (g-cm)	水温 (°C)	備考
241	群馬郡倉淵村 細入	.001			
242	" " "	.061	19,700	7.1	
243	" " 三ノ倉	.001			
244	" " 高野谷戸	.021	25,400	7.4	
245	" " 上石	.002			
246	" " "	.012	23,200	6.9	
247	" " "	.012			
248	" " "	.024	22,200	6.8	
249	" " "	.019	21,500	6.8	
250	" " "	.001			
251	" " "	.002			
252	" " 落合	.078	17,800	10.5	榛名川
253	" 榛名町本庄	.058	19,600	7.4	
254	" " "	.005			
255	" " "	—			
256	" " 和久	.024	18,200	7.9	
257	" " "	.002			
258	" " 具谷戸	.024	16,600	9.8	
259	" " 宮谷戸	.008	18,000	8.8	
260	" " "	.044	16,600	10.7	
261	" " "	.002			
262	" " "	.018	20,800	7.2	滑川
263	" " 下室田	.056			
264	" " "	.014	12,600	9.9	
265	" " "	.062	24,700	8.2	
266	" " "	.019	20,800	9.4	
267	" " 手長	.001			
268	" " "	.003	17,500	8.5	
269	" " 神戸	.026	15,400	9.5	
270	" " 坂上	.024	16,000	7.9	
271	" 箕郷町富岡	.050	15,000	10.3	白川
272	" " "	.016	18,800	9.9	
273	" " "	.102	17,500	10.0	
274	" " 箕輪	.052	14,200	8.5	
275	" " "	.050			
276	" " "	.035			
277	" " 東明屋	.001			
278	" " "	.001			
279	" " "	.001			
280	" " 卜神	.001			
281	" 群馬郡柏木沢	.001			
282	" " 新田	.005	11,400	9.2	
283	" " "	.001			
284	" " "	.002			
285	" " "	.001			
286	" " 広馬場	.001			
287	北群馬郡吉岡村南新井	.001			

番号	測定場所	流量 (m ³ /sec)	比抵抗 (g-cm)	水温 (°C)	備考
288	北群馬郡吉岡村南新井	.003	4,780	7.7	八幡川
289	" " 山子田	.002			
290	" " "	.001			
291	" " "	.001			
292	" " 長岡	.001	7,700	8.7	吉岡川
293	" " "	.001			
294	" " 上野田	.001	4,550	9.5	滝の沢川
295	" " "	.006	5,080	9.2	
296	渋川市有馬	.005	9,750	9.0	午王川
297	" " "	.001			
298	" 行幸田	.150	7,950	11.7	
299	" " "	.034	9,200	11.9	
300	" " "	.004			
301	" " "	.003			
302	" " "	.006			

(表中 一はごく微量を表す)

また、第2図に赤城山および榛名山周辺における地質分布の概略を示している。赤城山では、その東方および北方の一部に先第三系の地層が分布しており、榛名山では西方および北方の一部に第三系の火山岩が地表に露出あるいは地下浅所に伏在している。

このような地質分布を考慮して、第3図に示したように、両山城を7つの地区に区分し、地区ごとの比流量を求め、比較検討を行なった(第3図参照)。

測定結果をとりまとめ、第2表および第3表に示している。また、表の結果から比流量の値を地区ごとの平均水深^{注4)}に換算し、この結果を第4図に示している(第2表および第4図参照)。

昭和39年3月、昭和40年3月および昭和40年7月の各時期に赤城山および榛名山の両山体について行なった流量測定の結果から求めた比流量の値は赤城山全域では0.010 m³/sec/km²、榛名山全域では0.0093 m³/sec/km²前後を示し、この値は、おおむね渇水期に相当している。

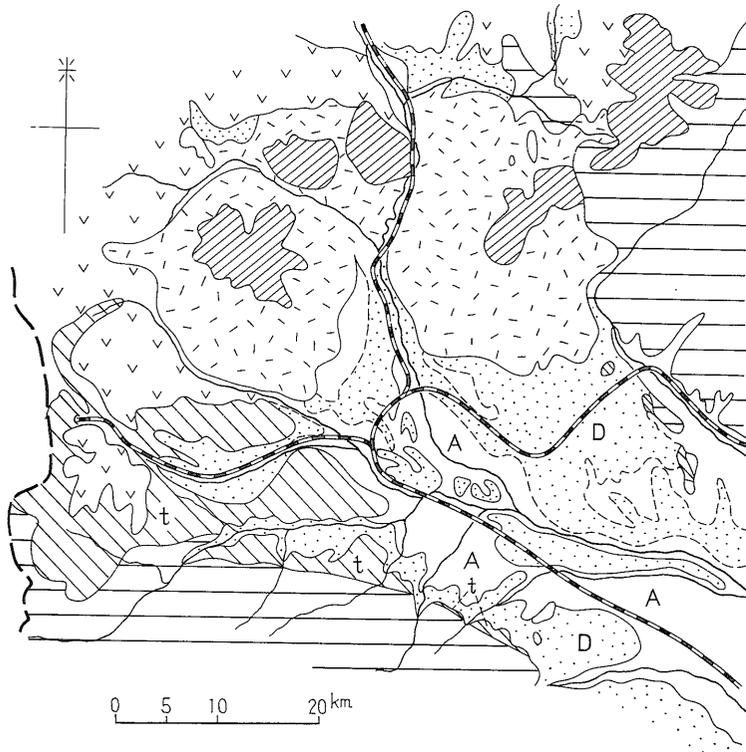
しかし、昭和40年7月に実施した榛名山の結果については、測定実施中、たまたま降雨に見舞われた関係で、ここでは参考資料として記載している。

3.1.1 赤城山城における平均水深

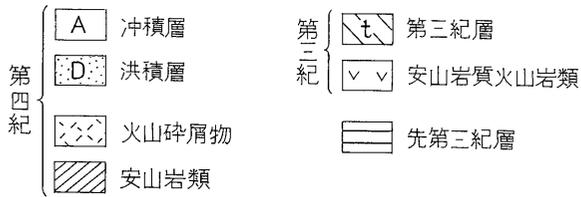
赤城山城を7地区に区分し、区分した地区の平均水深を求めて第4図に示している。第4図の結果からもあきらかなように、地区ごとの平均水深は一様でなく、かな

注4) ここでいう平均水深とは日流量を流域面積で除し、この値に1000を乗じた値であって単位はmm/日で示す。

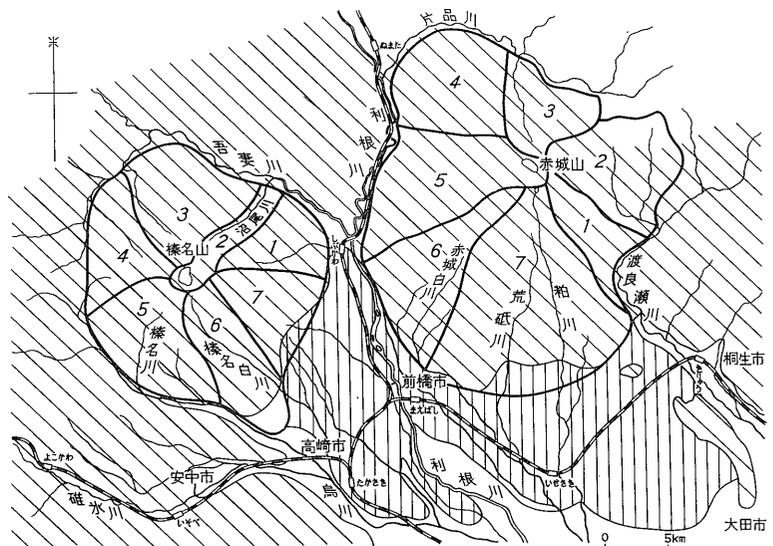
$$\text{平均水深 mm/日} = \frac{Q \text{ m}^3/\text{sec}}{\text{流域面積 (km}^2\text{)} \times 1000 \times 1000} \times 86,400 \times 1000$$



第2図 地質略図



第3図 赤城山周辺および榛名山周辺における流量測定区域



地質調査所月報 (第19巻 第6号)

第2表 赤城山地域における湧水量

年月	地域名および地区名	流量 Q (m ³ /sec)	流域面積 A (km ²)	比流量 Q/A (m ³ /sec/km ²)	平均水深 D (mm/day)	備考
1964.3	赤城山地域					
	1	0.36	42.23	0.00852	0.74	
	2	1.13	62.10	0.01819	1.57	
	3	0.85	41.70	0.02038	1.76	
	4	0.25	70.70	0.00353	0.31	
	5	0.71	85.83	0.00827	0.71	
	6	0.52	45.47	0.01144	0.99	
	7	0.58	133.80	0.00433	0.37	
	合計	4.40	481.83	0.00913	0.79	
1965.3	1	0.77	42.23	0.01823	1.58	
	2	0.80	62.10	0.01288	1.11	
	3	0.87	41.70	0.02086	1.80	
	4	0.53	70.70	0.00749	0.65	
	5	0.65	85.83	0.00757	0.65	
	6	0.57	45.47	0.01253	1.08	
	7	0.78	133.80	0.00582	0.50	
		合計	4.97	481.83	0.01031	0.89
1965.7	1	1.07	42.23	0.02521	2.18	
	2	1.01	62.10	0.01626	1.40	
	3	0.97	41.70	0.02326	2.01	
	4	0.41	70.70	0.00579	0.50	
	5	0.85	85.83	0.00990	0.86	
	6	0.66	45.47	0.01451	1.25	
	7	1.45	133.80	0.01083	0.94	
		合計	6.42	481.83	0.01332	1.15

第3表 榛名山地域における湧水量

年月	地域名および地区名	流量 Q (m ³ /sec)	流域面積 A (km ²)	比流量 Q/A (m ³ /sec/km ²)	平均水深 D (mm/day)	備考
1964.3	榛名山地域					
	1	0.31	35.31	0.00877	0.76	
	2	0.12	26.38	0.00455	0.39	
	3	0.81	65.83	0.01230	1.06	
	4	0.38	45.05	0.00844	0.73	
	5	0.79	63.53	0.01243	1.07	
	6	0.46	57.49	0.00800	0.69	
	7	0.22	42.15	0.00522	0.45	
	合計	3.09	335.74	0.00920	0.80	
1965.3	1	0.24	35.31	0.00679	0.59	
	2	0.15	26.38	0.00568	0.49	
	3	0.85	65.83	0.01291	1.12	
	4	0.43	45.05	0.00954	0.82	
	5	0.72	63.53	0.01133	0.98	
	6	0.52	57.49	0.00905	0.78	
	7	0.27	42.15	0.00641	0.55	
		合計	3.18	335.74	0.00947	0.82
1965.7	1	0.53	35.31	0.01500	1.30	
	2	0.12	26.38	0.00454	0.39	
	3	1.10	65.83	0.01670	1.44	
	4	0.94	45.05	0.02086	1.80	
	5	2.02	63.53	0.03180	2.75	
	6	1.59	57.49	0.02766	2.40	
	7	0.85	42.15	0.02017	1.74	
		合計	7.15	335.74	0.02129	1.84

りバラつきが認められる。いま全域平均水深を求めて平均値とし、これと地区別の平均水深との差を比較すると、平均値を上廻る値を示す地区は、おおむね、1地区・2地区・3地区および6地区に限られ、4地区・5地区および7地区がいずれも平均値を下廻っている。そして、興味あることは、平均値を上廻る地区は、その大部分が先第三系の地層が分布している地区に該当している点が指摘できる。

3.1.2 榛名山域における平均水深

榛名山体を7地区に区分した結果では、3地区および5地区の平均水深の値が、全域平均値を上廻っており、その他の地区では平均値を下廻っている関係が認められる。

3地区における平均水深の値が大きいのは、地区に存在する箱島湧泉(0.20 m³/sec 前後)の影響である。また、平均水深の値が比較的大きい4地区・5地区および6地区の一部には第三系の岩類が地表および地下浅所に存在している。

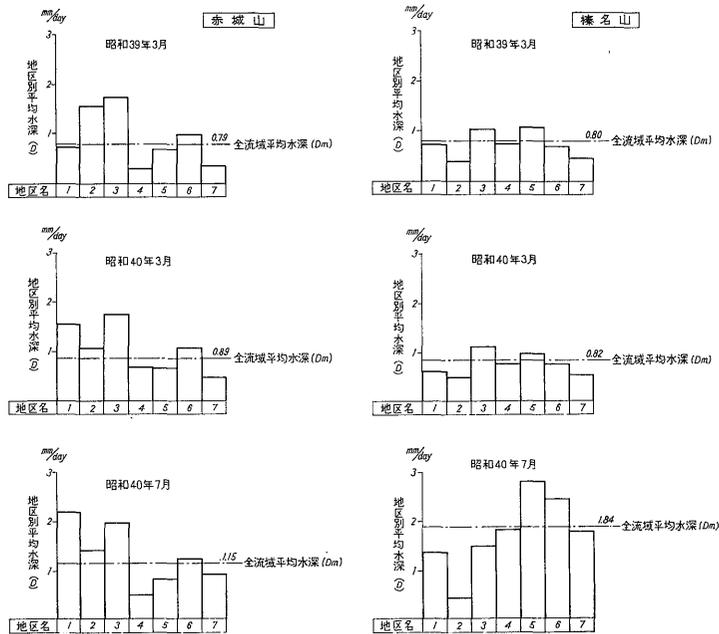
榛名山体では、その南東および東方にあたる地区の平

均水深の値が、他地区にくらべて少ない関係が指摘できる。

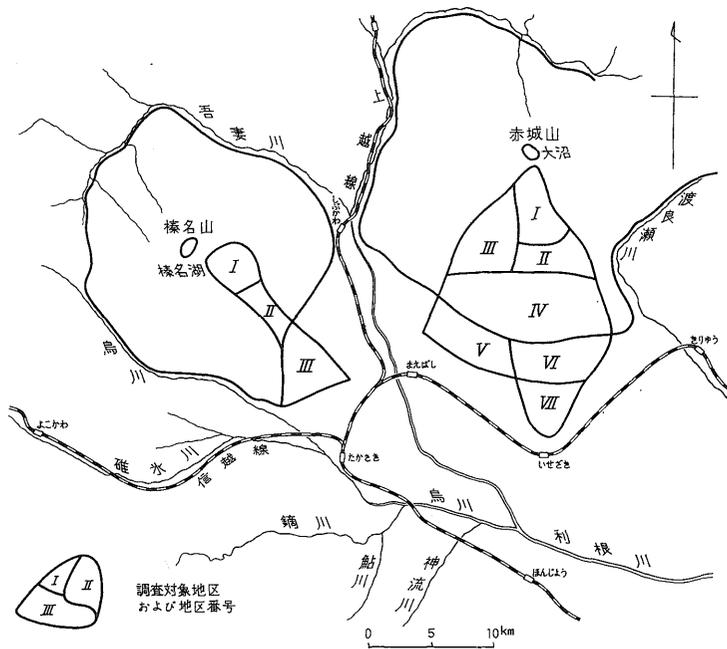
3.2 赤城山の南斜面および榛名山の南東斜面における比流量

赤城山域および榛名山域における比流量の関係では、概して堅微な岩石地帯における比流量の値が大きく示される傾向があり、また、赤城山南斜面の7地区および榛名山の南東斜面にあたる7地区における比流量の値が他地区にくらべて少ない関係が認められている。

両山体の南斜面および南東斜面の地質は、大部分が火山碎屑物で構成されるが、そのうちでも、山頂付近は安山岩質岩石を主とし、山腹から山麓にかけては、火山灰・火山砂および火山礫などの地層分布が認められる。こうした地層分布を考慮して、両斜面の7地区を対象とし、第5図に示した地区に細分した。そして、細分した地区を流下する流出量を測定し、それぞれの地区ごとの比流量(これを平均水深に換算している)を求めて第4表および第5表に示している(第5図および第4表参照)。



第4図 赤城山周辺および榛名山周辺における地区別平均水深



第5図 赤城山および榛名山の南斜面における流量測定区域

3.2.1 赤城山南斜面における平均水深の変化

昭和40年3月, 昭和40年7月および昭和41年3月の測定結果では, 山麓付近で一部地下水の湧出が認められるが, それでも, 山腹および山麓における平均水深は, 山頂付近にくらべて小さな値を示す傾向が認められる。

ここでは, 地下深部への浸透困難な岩石地帯における平均水深の値を基準値とし, これと他地区における平均水深の差が地下に浸透した伏設量とみなすと, 斜面における伏設量は山腹付近が著しく大きく, その伏設量はいずれの時期においても, 基準値の約60%に相当している。

3.2.2 榛名山南東斜面における平均水深

榛名山南東斜面について行なつた結果は第5表に示している(第5表参照)。

この結果では, まつたく赤城山南斜面と同様な傾向が認められ, 岩石地帯における平均水深が大きく, これにくらべて, 山腹・山麓地帯における平均水深の値が著しく小となっている点が指摘できる。山腹における伏設量は岩石地帯における基準値の60~90%を示して, 赤城山の場合よりも大きい。

3.2.3 赤城山および榛名山周辺における

比流量等値線

主として, 昭和39年3月の測定結果とこれに昭和40年

3月における測定結果を補足して比流量等値線を作成し, 第6図に示している。

第6図の結果では低水期~渇水期における比流量の値は一様でなく場所によつて変化するものと推察され, その変化の原因は主として, 分布する地層の透水性の難易によるものと考えられる。したがつて, 第6図に示した比流量等値線分布の傾向から概略な地下水補給カ所が推定でき, 比流量が著しく小さいカ所ほど伏設量大きいものと推定できる。

4. 考 察

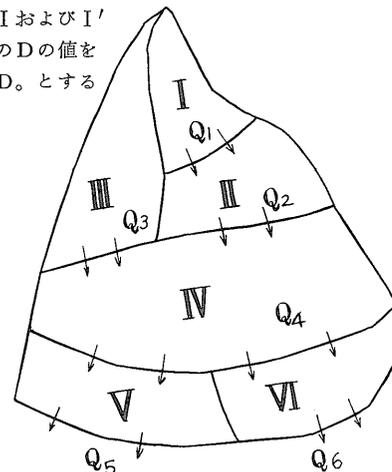
流域における比流量を支配する要素は地域的な降水量の分布・地形の緩急・植生および地層の透水性の難易などが考えられる。さらに, このほか池沼・水田などによる地表貯溜と埋管施設による地表水の取水および測定日時の不一致による場合などが考えられる。

4.1 地表貯溜および地表水の取水による影響

流域内にダムあるいは貯水池を設けて地表貯溜を行ない, 徐々に放流するときには渇水流量は大きくなる。また, 河川の上流側において発電水路・飲料水などのために河川表流が取得されると下流側における渇水流量は小となる。赤城山域では北方にあたる砂川の upstream にダムがあり, 地表貯溜を行なっている。また, 榛名山域では吾

第 4 表 赤 城 山 南 麓

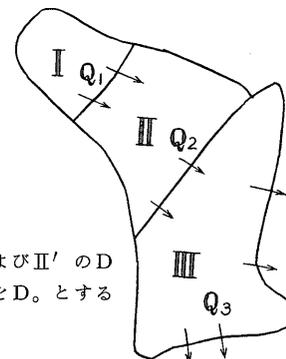
測定年月	地 区 No.	流 量 Q (m ³ /sec)	面 積 A(km ²)	比 流 量 $\frac{Q}{A}$ (m ³ /sec/100km ²)	平均水深 D(mm/day)	伏 没 量 D-D ₀ (mm/day)	備 考
昭和40年 3月	I	Q ₁	0.27	14.8	1.80	1.6	I および I' の D の値を D ₀ とする
	II+III	Q ₁ +Q ₂	0.39	43.2	0.91	0.8	
	III	Q ₃	0.28	27.8	1.03	0.9	
	I+II+III	Q ₂ +Q ₃	0.67	71.0	0.95	0.8	
	I+II+III+IV	Q ₄	0.78	133.8	0.59	0.5	
	I+II+III+IV+V+VI	Q ₅ +Q ₆	1.18	185.4	0.64	0.6	
昭和40年 7月	I'	Q ₁ '	0.15	6.1	2.38	2.1	
	II'+III'	Q ₂ '+Q ₃ '	0.56	39.2	1.44	1.2	
	I+II+III+IV	Q ₄	1.23	133.8	0.92	0.8	
	I+II+III+IV+V+VI	Q ₅ +Q ₆	2.66	185.4	1.43	1.2	
昭和41年 3月	I	Q ₁	0.32	14.8	2.22	1.9	
	I+II'+III''	Q ₂ ''+Q ₃ ''	0.57	50.2	1.14	1.0	
	I+II+III+IV	Q ₄	1.22	133.8	0.91	0.8	
	I+II+III+IV+V+VI	Q ₅ +Q ₆	2.10	185.4	1.12	1.0	

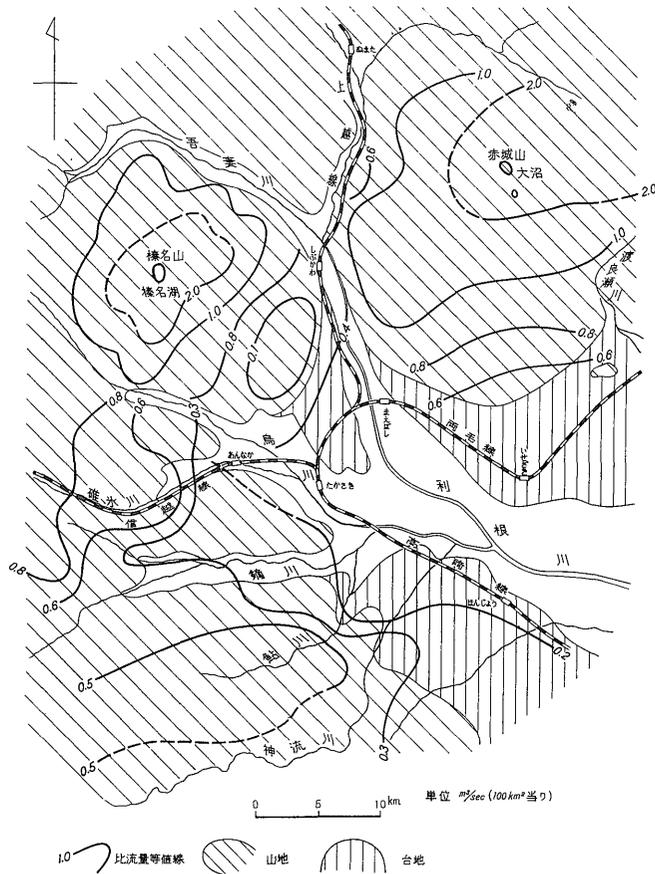


赤城山および榛名山における地下水の補給量推定に関する研究 (尾崎次男・菅野敏夫)

第 5 表 榛 名 山 南 麓

測定年月	地 区 No.	流 量 Q (m ³ /sec)	面 積 A(km ²)	比 流 量 $\frac{Q}{A}$ (m ³ /sec/100km ²)	平均水深 D(mm/day)	伏 没 量 D-D ₀ (mm/day)	備 考
昭和40年 3月	I	Q ₁ '	0.12	9.8	1.23	1.1	
	I+II	Q ₂	0.04	31.8	0.13	0.1	
	I+II+III	Q ₃	0.10	57.7	0.17	0.2	
昭和40年 7月	II'	Q ₂ '	0.93	31.8	2.92	2.5	
	II'+III	Q ₃	0.83	57.7	1.44	1.2	
昭和41年 3月	I	Q ₁	0.18	9.8	1.81	1.6	I および II' の D の値を D ₀ とする
	I+II	Q ₂	0.17	31.8	0.53	0.5	
	I+II+III	Q ₃	0.41	57.7	0.72	0.6	





第6図 低水比流量等値線

妻川から取水した用水路に補給するため、溪流の流量を取得しているし、さらに南部では相馬カ原自衛隊の飲料源として表流が取得されている。しかしながら、このような問題は、表流が取得あるいは貯溜される上流側において流量を測定し、下流地域における測定の場合は取得量を勘案することにより容易に補正できる。

4.2 測定日時が異なるための影響

同一の性能を有する器械で、対象とした広大な地域における、水路などの流量を同時に測定できれば申し分ないが、実際には、こうした測定は困難である。厳密には、晴天がつづけば河川の水水位は日が経つにしたがって低下をつづける。したがって、同一地点でも前日の流量にくらべて数日後の流量は原則として減少するはずである。

ここでは、測定日時が異なるために生ずる流量の補正はできないが、赤城山体を一周する場合、まず南部地区を最初に、つづいて東部地区、西部地区および北部地区

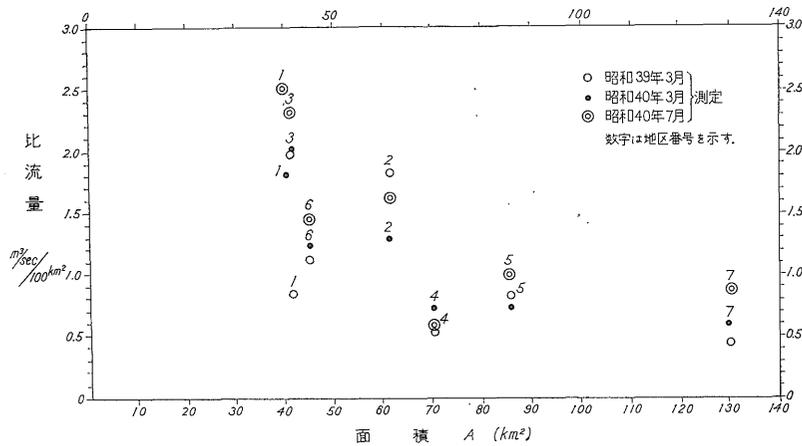
の順に測定を実施している。

比流量の結果は第2・3表および第4図に示しているように、南部地区にくらべて東部地区および北部地区が大きく示されるが、南部地区の測定日時を基準にすれば、これらの比流量の差は、さらに大きくなる。

また、山体の南斜面においても山腹・山麓から山頂付近という順に測定を実施している。この結果でも山腹の測定時を基準にすれば山麓付近および山頂付近における比流量の値を増加させるための補正を行わねばならず、補正した比流量の結果と山腹付近の比流量の差は、ますます増大することになる。水位変化が少ない渇水期には、2~3日後の測定のスレは地域全体の比流量の値を支配するほど大きな影響は与えていない。

4.3 地形による影響

地形が急峻であれば、地表流はただちに流下する。これに対し地形が緩慢であれば、地表流は徐々に流下する途中、地中に浸透するから、緩慢な地形を示す流域ほど



第7図 赤城山周辺における地区別面積と比流量の関係

湧水比流量が大きい。また、植生は地表の流下を阻害し、間接的に地下への浸透を助長するから、植生の有無は比流量に影響を与えるといわれている。さらに、溪流の分布密度も比流量に影響を与えるものと考えられるが、ここでは、地区面積と比流量および高度と比流量の関係について考察した。

4.3.1 比流量と流域面積の関係

赤城山域および榛名山域について行なつた流量測定の結果から求めた比流量と地区面積の関係を第7図および第8図に示している(第7図および第8図参照)。

これらの図の結果では、比流量の値にバラつきが認められるが、それでも、なお、つぎのような傾向が指摘できる。

きる。

1. 赤城山域における比流量の値は、4地区を除き、地区面積が増大するほど小さくなる関係が認められる。
2. 榛名山域では、比流量の値は6地区および7地区に例外があるが、赤城山とは反対に地区面積の増大に伴って、大となる傾向が認められる。

したがつて、湧水比流量の値は流域面積の大小に直接関係なく、比流量を支配する根本的な要因は他にある。

4.3.2 赤城山南斜面および榛名山南東斜面における比流量と面積の関係

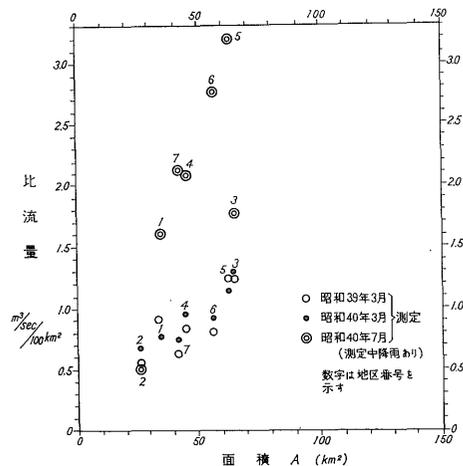
赤城山南斜面における比流量と面積の関係を第9図に、榛名山南東斜面における比流量と面積の関係を第10図にそれぞれ示している(第9図および第10図参照)。

第9図および第10図の結果では、比流量の値の大小は、面積の大小に関係なく、赤城山および榛名山のいずれの斜面においても、中間地区(山腹付近)の比流量の値が他地区にくらべて小さい関係が指摘できる。

4.3.3 比流量と高度の関係

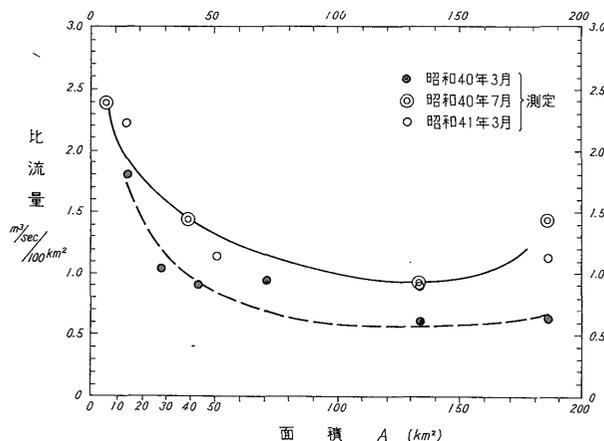
赤城山南斜面および榛名山南東斜面における平均水深の値と地区ごとに流出量を測定した付近の概略な標高を求め、これらの点をとるスムーズな曲線を想定すると第11図および第12図に示したような曲線が描かれる。

これらの図の結果では前述の第9図および第10図に示した関係とまったく同様な傾向が認められる。すなわち、平均水深で示した値は標高600m付近が最も大きく、標高200~300mが最も小さくなっている。そして、末端の標高100m付近に至つてふたたび増大する傾向が認められる。

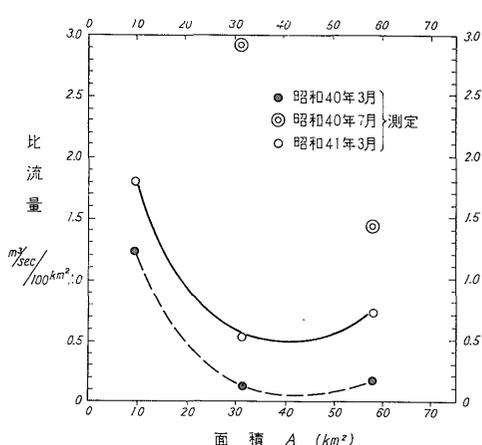


第8図 榛名山周辺における地区別面積と比流量の関係

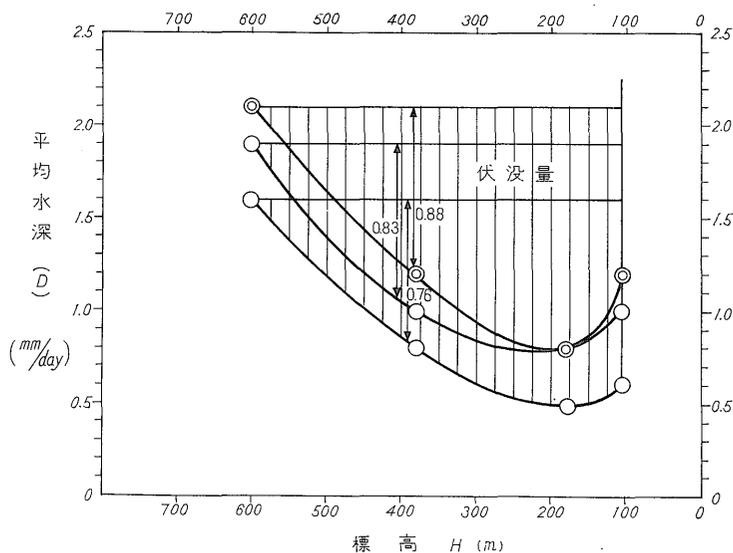
4.4 降水量の地域的变化による影響



第 9 図 赤城山南斜面における比流量と面積の関係



第 10 図 榛名山南東斜面における比流量と面積の関係



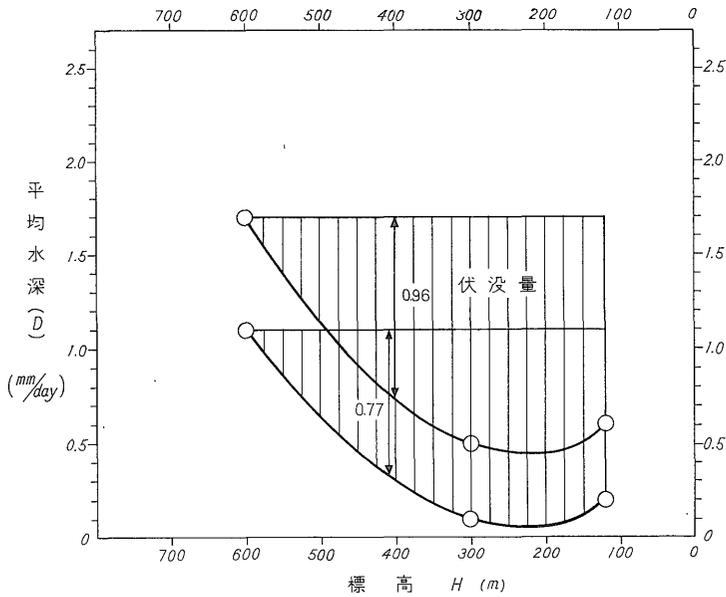
第 11 図 赤城山南斜面における平均水深と標高の関係

比流量を支配する最も大きな要素は地域的な降水量の変化である。地表流水の直接的な涵養源は降水であるから降水量が多い地域ほど比流量の値は大きく示されるはずである。

第 13 図は昭和 39 年 3 月の月合計降水量分布を示している。また、第 14 図および第 15 図は昭和 40 年 3 月 1 日～10 日までと、3 月 11 日～20 日までの調査期間中における旬別降水量を示している。

第 6 図に示した比流量等値線と第 13 図に示した降水量分布曲線、さらに第 15 図に示した赤城山域の降水量分布曲線とは形態的に類似しているといえる。

しかしながら、比流量等値線図と第 15 図に示した榛名山域における降水量分布とは合致しないし、また、第 14 図に示した降水量分布に至っては、形態的にほとんど無関係である。さらに第 6 図に示したように、比流量の値が山麓付近において増加する理由および北部地区にお



第 12 図 榛名山南東斜面における平均水深と標高の関係

ける比流量の値が著しく大きい理由については、降水量分布曲線からでは明確な説明は困難である (第 6 図参照)。

4.5 蒸発散による影響

降水と蒸発散は逆の相関関係にある。たとえば降水量が多い地域では比流量値も大きく示されるが蒸発散が盛んな地域における比流量は当然小となる。

赤城山および榛名山の南斜面と北斜面では日射および温度の関係で蒸発散量は異なるであろうが、南斜面における蒸発散量は地区的にほとんど同一視して差支えない

ように思われる。

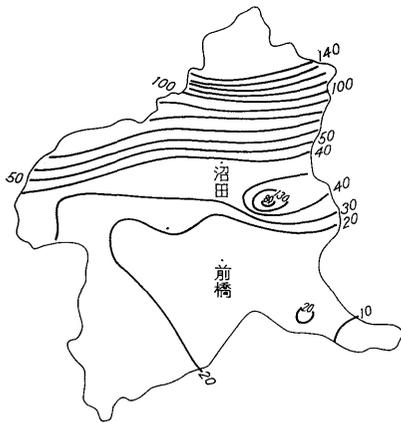
しかしながら、蒸発散の面から両山体南斜面の山頂地帯における比流量の値、山腹地帯における比流量値の減少および山麓地帯における比流量値の増加などの現象についての説明は困難であろう。かりに、山腹地帯における伏没量が蒸発散に基因するものとすれば、この地域における比流量値の減少は、地下浅所および地下深所から地下水蒸発が著しく促進されることを意味するものと解せられる。しかしながら、実際には山腹地帯から山麓地帯の各所にかけて湧水が認められ、この仮説は事実と反



第 13 図 昭和39年 3月の合計降水量 (単位:mm)



第 14 図 昭和40年 3月 1日~10日までの降水量 (単位:mm)



第15図 昭和40年3月11日~20日までの降水量(単位mm)

する。

4.6 地表から地下水面までの深浅による影響

地表から地下水面までの深浅は、本来、地層を構成する物質の透水性の度合に基因するものと考えられる。地下水位が深い場合には地表流水からの浸透を促進するから、地下水位の深浅は比流量に影響するものと考えられる。赤城山体および榛名山体における地下水位の状態については詳細は明らかにできない。しかしながら、最も浅層の地下水を取得の対象にし、しかも局所的に分布する一般民家の井戸深度は山腹付近で20m前後、山麓付近では4m前後を示していることから、地下水位は山腹付近が深く、山麓付近では浅くなっているものと推定できる。

山麓付近にかけては地下水位が浅いため浅層地下水の湧出が生じており、これが、比流量の増加となつて示されている。

4.7 地層の透水性の難易による影響

地質分布もまた比流量を支配する重要な要素である。すなわち、不透水性の地層は地下深部への浸透を阻止するため、地表流は直ちに流去するから、このような地域では比流量の値が大きく示される。これに対して透水性の地層が分布する地域では地下深部への浸透が容易に行なわれるから、比流量の値は小さく示される。

赤城山城および榛名山域における地質分布の概略はすでに述べている。地域に分布する先第三系の古生層・中生層の岩類さらに第三系と考えられる凝灰岩および新期火山噴出物の安山岩質岩類などは、割れ目を除いた岩盤そのものは、おおむね不透水性の地層とみなして差支えなく、これに対して古期岩類を被覆する火山碎屑物(集塊岩・火山灰・ロームおよび軽石など)は全体として透水性の地層とみなしてよいように思われる。

赤城山城で比流量が大きい1地区・2地区および3地区などは不透水性の先第三系の地層および熔岩類が広範囲に分布しており、また、6地区には熔岩類が分布している。

榛名山域においても比流量が大きい地区は3地区・4地区・5地区および6地区であつて、これらの地区には、いずれも不透水性の古期火山岩類および熔岩類が地表および地下浅所に広範囲に分布している。

赤城山体および榛名山体の南斜面においても比流量の大きい地区は熔岩類が分布する山頂付近に限られている。南斜面については、一見、比流量の値は高度の増加に伴つて大きくなる傾向があるが、山城全体についてみれば、高度が低い東部地区・北部地区および西部地区などに比流量の値が大きく示される地区があり、比流量の値の大小は必ずしも高度に関係しない。したがつて、比流量の値の大小は、流域面積の大小、地域における降水量の変化による影響およびその他の影響よりも基本的には地域に分布する地層の透水性の難易によるものと考えるのが妥当であろう。

こうした考え方は、地下水の補給量を推定するうえにきわめて重要である。すなわち、岩盤地域および浸透地域における地表水の流出機構あるいは湧出機構が全く同様であると考えられるならば、両地域における比流量値の差は地下水補給量に相当するからである。

4.8 比流量による地下水補給量の推定

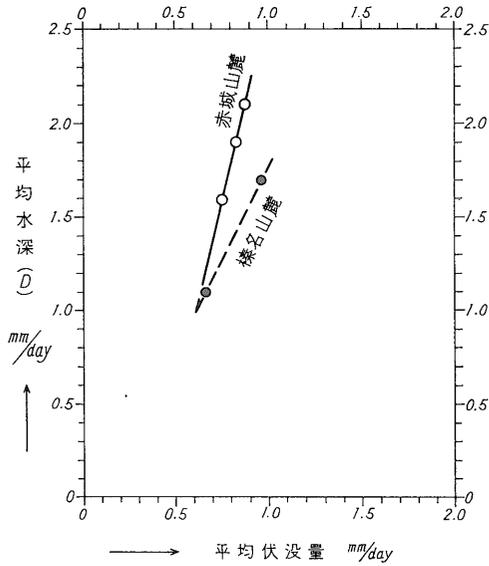
比流量等値線図から地下水補給量を推定するには、比流量等値線の差が等値線で挟まれた区域からの補給量に相当する。

ここでは、第11・12図に示したように岩盤山地における比流量の値を基準値(D)とし、これと各地区の比流量を求めて、図示した拋物線形内の平均値を斜面における平均伏設量としている(第11・12図参照)。

また、各時期に測定して求めた基準値(D)と伏設量の関係は第16図に示したように、直線式で示され、この図に関する限りでは、平均伏設量は基準値(D)に比例している。

第16図の結果では基準値と斜面における平均伏設量の割合は赤城山南斜面では、1:2.6、榛名山南東斜面では1:1.8程度となり、見掛上、榛名山の伏設量は赤城山の伏設量よりも大きい。

また、低水期・平水期および豊水期には基準値(D)の値は当然増加するが、これに伴つて山腹付近および山麓付近における比流量は大きくなり、第11・12図に示した拋物線形は扁平な形をとるものと予想される。したがつて、斜面の平均値は小となつて、第16図に示した直線式



第16図 赤城山および榛名山の斜面における平均水深と伏設量の関係

は、基準値が著しく増大すると曲線式に移行するものと考えられる。したがって、平水期および豊水期には斜面における伏設量の基準値に対する割合は減少するが、伏設量そのものの基準値は低～渇水期の伏設量よりも著しく大きいのである。

第16図に示した基準値を面積雨量とみなせば、3mm前後の降雨量は渇水期には37～53%が地下に浸透することを意味している。

4.9 特定地域における地表水の流入量と流出量の測定による地下水補給量の検討

限られた区域について、地表水の流入量と流出量をそれぞれ測定し、これらの差引により地域からの地下水湧

出量あるいは地表水からの浸透量の概数が判断できる。

第6表に赤城山南斜面の山麓部について行なつた地区ごとの流入量および流出量を測定した結果を示し、関係位置を第5図に示している(第6表および第5図参照)。

昭和40年3月、昭和41年3月の非かんがい期に実施した結果および昭和40年7月のかんがい期に実施した結果では、いずれの地区においても流出量が流入量を大きく上廻り、この結果は、流入量および流出量の差に相当する地下水量が本地区から湧出している関係を意味している。

さらに、地区ごとについて単位面積当りの湧出量(以下単に湧出量という)の関係をみると、IV地区では $0.0017 \sim 0.0103 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ 、(V+VI)地区では $0.0077 \sim 0.0276 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ の範囲を示している。

昭和40年7月のかんがい期における(V+VI)地区の湧出量は(V')地区の約3倍に当たっているが、この湧出量の増加は(V+VI)地区における水田の湛水からの地下水補給および、この地区を横断して流れる大正用水の漏水などが関係しているものと考えられる。

しかしながら、非かんがい期の時期においても、湧出量の値はIV地区にくらべて(V+VI)地区が大きく示されている。

これらの区間地域のみに限つてみると、いずれの地区でも地下水が湧出しており、ここでは地下水の補給が行なわれていないようにみえる。

しかしながら、IV地区および(V+VI)地区における湧出量を比較すると、(V+VI)地区の湧出量はIV地区のその3倍前後と著しく大きな値を示しており、この著しい増加量が(V+VI)地区のみからの地下水湧出量とするには、あまりにも大きな値であり、これは、(V+VI)地区における地下水湧出量に加えて上流地域からの浅層の地下水流動量の一部が湧出した結果と考えざる

第6表 赤城山南斜面地区における水収支

測定年月	地区名	流入量 D_1 (m^3/sec)	流出量 D_2 (m^3/sec)	流量差 $D_2 - D_1$ (m^3/sec)	流入量に対する 流量差の割合 $\frac{D_2 - D_1}{D_1} \times 100$ (%)	区間面積 A (km^2)	単位面積当りの 増加量 $(D_2 - D_1)/A$ ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$)
昭和40年3月	IV	0.674	0.783	+0.106	15.7	62.8	0.001688
	V+VI	0.783	1.179	+0.396	50.6	51.6	0.007644
昭和41年3月	IV	0.572	1.221	+0.649	113.5	62.8	0.010334
	V+VI	1.221	2.096	+0.875	71.7	51.6	0.016957
昭和40年7月	V'	0.563	0.884	+0.321	57.0	34.5	0.009304
	V+VI	1.234	2.657	+1.423	115.1	51.6	0.027578

を得ない。

第4表にも示すように、昭和40年3月における、I地区の湧出量は $0.018 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ とIV地区の湧出量の10倍以上の値を示している(第6表参照)。

湧出量の値が地域的に変化し、とくにIV地区に認められるように湧出量の値が極端に小さいのは、IV地区の湧出量が小さいのではなく、上流地域からの流出量の大部分がIV地区までに伏脱し、その一部が(V+VI)地区でふたたび湧出するものと解するのが妥当と思われる。

こうした考えによると、流入量が流出量を上廻る場合とか等しい場合には、その地区から地下水補給が多量に行なわれているといえる。赤城山南斜面においては地下水は流動しており、これらの一部地区の流入量および流出量を測定しても、その結果の議論は局部的に限られ、斜面全体については判断はできない。この斜面では、I地区およびIII地区の比流量を求めており、これを湧出量とみなせば、湧出量の値は山頂部が大きく、山腹から山麓部にかけて地域が最も小さく、山麓部でふたたび大きくなる関係が指摘できる。したがって、比流量と湧出量の絶対値の相違はあるが、第4表に示した赤城山南斜面における比流量の関係と同様な傾向を示すものと考えられる。

5. 結 論

前橋市および高崎市を含めた中利根台地における深部地下水の補給量の一端は、赤城山および榛名山からによるものと考えられ、両山体からの地下水補給量を推定するための一つの方法として、地質分布に関連した比流量による方法を試みた。

赤城山および榛名山について行なつた調査研究の結果をつぎのようにまとめて結論とする。

1. 十分な水面積に覆われた地域における比流量を支配する基本的な要素は、地域に分布する地層の透水性の難易である。

2. 比流量による水収支の結果では、赤城・榛名両山体の南斜面における地下水補給が著しい個所は、山腹から山麓にかけて付近である。

3. 比流量等値線図の作成から、地下水補給カ所の地理的關係位置および概略の補給量が推定可能である。

本地域では榛名山の南東麓が他地区にくらべて、地下水補給が著しく行なわれている関係が指摘できる。

4. 低一渴水期に実施した3回の調査結果では、山地斜面における地下水補給量の多寡は浸透困難な岩盤山地の比流量値の太小に比例している関係が認められる。

岩盤山地における比流量の値を基準値とみなした場合、見掛上、山地斜面からの平均した地下水補給量は、赤城山南斜面では基準値の38.5%、榛名山南東斜面では基準値の55.5%に相当している。低一渴水期における地下水補給量は割合としては大きく示されるが、量としては少ない。例えば第6図に示した比流量等値線で、岩盤山地における比流量の値を基準値とすれば ($0.02 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2 = 1.7 \text{ mm}/\text{day}$)、赤城山南斜面における地下水補給量は $0.67 \text{ mm}/\text{day}$ 、榛名山南東斜面では $0.96 \text{ mm}/\text{day}$ に過ぎない。

5. 低一渴水期に測定した結果では、いずれの場合にも、第6図に示した比流量等値線と類似した分布曲線が得られる。したがって、調査期間を晴天日数がつづく渴水時をえらべば、1回の測定結果でも大過ない結果が得られるものと考えられる。

6. 本手法の活用により、一時期ではあるが、広範な地域における補給カ所の地理的關係位置および補給量の概数が把握できる。

文 献

- 1) DANIEL W. MEAD, (1950) : Hydrology
- 2) 科学技術庁資源局(1964) : 利根川水系における水収支—利根川水利用に関する調査一, 科学技術庁資源局資料第57号
- 3) KAMENSKII, G. N. (小西善次訳) (1956) : 地下水の不安定運動方程式における μ 係数の決定方法について, 地質調査所月報, vol. 7, no. 12
- 4) 群馬県農業試験所(1949) : 200万分の1 群馬県地質図
- 5) 群馬県商工労働部(1959) : 群馬県前橋, 高崎, 渋川地区およびその周辺の工業用水源について
- 6) 近藤 信興(1958) : 岩盤割れ目と透水性について, 地質調査所月報, vol. 9, no. 2
- 7) 蔵田 延男・尾崎 次男・後藤 隼次(1958) : 中利根工業用水源地域調査報告, 一関東西部地域調査第8報一, 地質調査所月報, vol. 9, no. 12
- 8) 尾崎 次男・岸 和男・大竹 重吉・小野寺 公児(1962) : 思川沿岸平野の地下水(とくに地表水からの地下水供給量について), 関東東部地域調査第4報, 地質調査所月報, vol. 13, no. 5
- 9) 尾崎 次男・岸 和男(1959) : 渡良瀬川流域

赤城山および榛名山における地下水の補給量推定に関する研究（尾崎次男・菅野敏夫）

工業用水源地域 調査報告，関東 西部 地域
調査第10報，地質調査所月報，vol. 10，
no. 8

- 10) 渡辺 和衛（1958）：埼玉県における水文地質調
査報告，関東西部工業用水源地域調査

第4報，地質調査所月報，vol. 9，no. 3

- 11) 渡辺 和衛（1958）：栃木県・足尾・茨城県・日
立地区における断層裂隙と水理について，
地質調査所月報，vol. 9，no. 4