

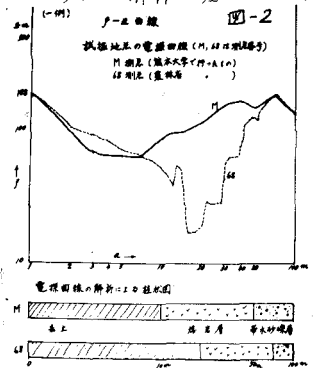
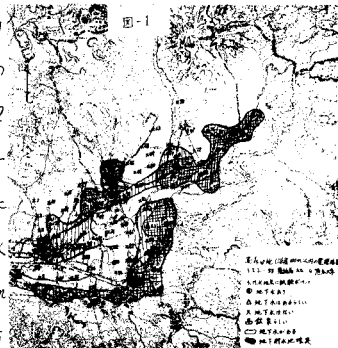
III - 7 阿蘇南郷谷における地下貯留

熊本大学工学部 正員 工博 藤芳義男
熊本大学工学部 正員 O 星田義治

(1) はじめに 著者等は昭和31年より阿蘇カルデラ内の地下水研究を続けているが、北半分にあたる阿蘇谷(約199km²)については一応終り、現在南半分の南郷谷(約155km²)の地下水を研究している。今回の発表はこの研究の一部である。特に今回の発表は、南郷谷を流れる白川の上流にある高森地区(標高500m以上の地区で約54km²)の有効地下帯水量を推定することに重点を置いている。

(2) 電気式地下探査による有効地下帯水量の推定

高森地区を中心に行った電探調査105本(農林省88本, 熊本大学18本, 図-1参照)の解析を基にして、地下100m以内で地下水の得られる有力な区域(地下貯水池)を求め、それより次のように有効地下帯水量を推定した。図-2は電探の曲線とその解析結果を示した一例である。この二つの測点の近くに既に試験井が掘られている。図-1で地下貯水池面積は約6.1km²である。今水位差10m内に含まれる利用可能含水量を40%とす



ると、 $6,100,000 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} \times 0.4 = 24,400,000 \text{ m}^3$ この量が有効地下帯水量に相当する。現在まで地下貯水池の予想地点に掘られた2本の試験井をみると電探の解析結果とよく一致し、地層の連続性も十分予想される結果がでているし、揚水試験の結果地下水は十分あることが確かめられている。

(3) 雨量と流量による有効帯水量の推定

流域155km²の南郷谷内には雨量観測所が5ヶ所あるだけで、資料もこの5ヶ所共通しては昭和3

年から37年の5年間は完備していないので雨量・流量共にこの5年間の平均を代表として有効地下帯水量の計算を進めた。蓋し流量はこの5年間の平均が8.76m³/s、観測を始めてから43年間の年平均が8.79m³/sと殆んど差はなく、雨量は資料のある阿蘇山と河陰でこの5年間で22年間の平均

表-1 昭和33~37年の平均月雨量(R) 流域155km²

年月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
33	155	77	146	590	234	214	117	397	102	212	82	115	2441
34	102	250	220	235	285	192	595	292	256	123	140	125	2815
35	67	39	143	216	296	474	269	115	301	130	97	41	2188
36	128	71	179	168	312	347	475	392	242	180	160	46	2700
37	48	96	86	247	300	485	923	655	174	125	131	63	3333
計	500	533	774	1456	1427	1712	2379	1851	1075	770	610	390	13477
平均	100	107	155	291	285	342	476	370	215	154	122	78	2695

を比較してみてもその違いは約0.5%であり、流量も雨量もこの5年間の平均を代表的に取り扱っても不自然ではない。ここで地域内の平均降雨量は観測地点の支配面積を考慮して比例平均して求めた。表-1, 表-2が平均月雨量および月流出高である。表-1, 表-2より5年間の平均損失量(R-Q)を求めると、

$$2695 - 1787 = 908 \text{ mm/年}$$

となる。908mmは南郷谷における年平均蒸発量になる。

これは南郷谷における年蒸発量としては幾分過大の感がある。

そこで阿蘇谷の研究で算出した地面蒸発量を求める式

$$E_v = 85 + (0.278 - 0.0085 \frac{R}{1000}) R$$

但し $R = 269.5 \text{ mm/年}$ (5年間平均雨量) で求めると

$$E_v = 77.2 \text{ mm/年}$$

との差 136 mm は用水路流下量

約 40 mm と測水地点の地下流出と思われる。これを基に南郷谷の平均月蒸発量を求めると表-3の如くなる。

表-2 昭和33~37年の平均月流出高(Q)流域 155 km^2

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
33	152	122	125	193	212	155	126	166	123	135	120	121	1750
34	117	136	157	172	151	134	223	194	172	140	132	127	1855
35	118	100	104	109	132	211	183	122	151	122	108	96	1556
36	102	93	104	94	119	149	197	158	146	134	111	106	1513
37	98	89	94	95	146	219	482	393	198	167	151	130	2258
計	587	540	584	663	760	868	1211	1033	790	698	622	580	8936
平均	117	108	117	133	152	174	242	207	158	140	124	116	1787

表-3 平均月蒸発量 (E) 908 mm/年

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
比率	7.05	6.78	8.22	8.21	10.6	9.05	9.55	10.3	7.79	7.18	7.99	7.50	100.22
E	64	62	75	74	96	81	87	94	70	65	72	68	908

一方長い年月の間には

$$\sum R - (\sum Q + \sum E) = 0$$

と仮定すると次の表-4、表-5、

表-6、が得られる。

表-6で各年における帯水量の

最大と最小の差すなわち幅は、5年

間の平均で 474 mm/年 になる。

これは水量にして

$$0.474 \text{ m} \times 155,000,000 \text{ m}^2 = 73,470,000 \text{ m}^3$$

になる。この量だけ地下水の最大

時と最小時に増減するわけである。

これが有効帯水量に相当する。

表-4 $R - (Q + E)$

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	-61	-107	-54	+323	-74	-22	-96	+137	-91	+12	-110	-74
34	-79	+52	-12	-11	+38	-23	+285	+4	+14	-82	-64	-70
35	-115	-123	-36	+33	+68	+182	-1	-101	+80	-57	-83	-123
36	-38	-84	0	0	+97	+117	+191	+140	+26	-19	-23	-128
37	-114	-55	-83	+78	+58	+185	+354	+168	-94	-107	-92	-135

表-5 $\sum \{R - (Q + E)\}$

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	-61	-168	-222	+101	+27	+5	-91	+46	-45	-33	-143	-217
34	-79	-27	-39	-50	-12	-35	+250	+254	+268	+186	+122	+52
35	-115	-238	-274	-241	-173	+9	+8	-93	-13	-70	-153	-276
36	-38	-122	-122	-122	-25	+92	+283	+423	+449	+430	+407	+279
37	-114	-169	-252	-174	-116	+69	+423	+591	+497	+390	+298	+163

したがって、高森地区の有効地下帯水量は

$$73,470,000 \text{ m}^3 \times \frac{53.4 \text{ km}^2}{155 \text{ km}^2} = 25,310,000 \text{ m}^3$$

と推定される。この年総量が地下貯水池で増減しているから、水深の変化は

$$25,310,000 \text{ m}^3 \div 6,100,000 \text{ m}^2 = 4.8 \text{ m}$$

帯水層中の40%を有効帯水量とすると水位の変化は、 $4.8 \text{ m} \div 0.4 = 12 \text{ m}$ で電探で仮定したのと一致

している。

表-6 $\sum\{R-(Q+E)\}$ の各年における極値

年	極大	極小	幅
昭和33年	+101	-222	323
34	+268	-79	347
35	+9	-276	285
36	+449	-122	571
37	+591	-252	843
平均			474

(4) 流量逓減法による有効帯水量の推定

一般に湧水量は時間とともに減少する。その関係は

$$Q = Q_0 e^{-\alpha t} \quad (Q_0 \text{ は } t=0 \text{ のときの湧水量})$$

のようになるといわれている。有効帯水量を M で表わすと湧水した量だけ地下水量は減るので

$$Q = -\frac{dM}{dt} \text{ で表わすと } \frac{dM}{dt} = -Q_0 e^{-\alpha t}$$

$$M = \frac{Q_0}{\alpha} e^{-\alpha t} + C$$

$$t=\infty \text{ で } M=0 \text{ とすれば } C=0$$

$$\therefore M = \frac{Q_0}{\alpha} e^{-\alpha t} = \frac{Q}{\alpha}$$

今連続して降雨がなかった期間の流量より α および M を求めると表-7, 表-8 のようになる
表-7 から有効帯水量 M を算定すると

$$M = \frac{Q}{\alpha} = 7.92 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s} \times 0.009^{-1} = 76,000,000 \text{ m}^3$$

になる。したがって高森地区では

$$76,000,000 \text{ m}^3 \times \frac{53.4 \text{ km}^2}{155 \text{ km}^2} = 26,200,000 \text{ m}^3$$

となる。これは(2)および(3)で求めたものに非常に近い値を示している。

(5) まとめ

イ. 南郷各高森地区の地下貯水池にある利用可能な地下帯水量は約 $25,000,000 \text{ m}^3$ と推定され、さく井等によって夏期において今後大いに利用されることが期待できる。

ロ. 高森地区に流れる白川は平時はほとんど水がないが、この時でも地下には約 $2.7 \text{ m}^3/\text{s}$ の水が流れている。

ハ. この研究は今後更に地下貯水池の予想地点内に掘る試験井(4本)の地下水位の長期的変動を測定することによって発展させたい。

最後にこの研究にあたり、九州電力、チソ株式会社水保工場、九州地方建設局熊本工事事務所、九州農政局、高森町役場、熊本地方気象台の御援助を賜った。ここに深く謝意を表する。

表-7

年 月 日	Q(実測)	Q(算定)	期間	α	雨量
昭和 17.7.10.~19.	9.0 m^3/s	9.31 m^3/s	10 日	1.57 日^{-1}	0.1 mm
17.1.9.~18.	7.03	7.05	10	1.05	0.9
19.12.18.~31.	5.03	4.98	14	0.381	0
20.11.1.~14.	10.6	9.71	14	1.79	0
22.10.30.~11.24.	6.37	6.58	26	0.461	0.1
37.1.1.~11.	5.80	5.66	10	0.361	0.5
38.10.18.~11.6.	11.61	11.53	20	0.70	0.5
平均		7.92	15	0.90	0.3

表-8 α と Q の関係

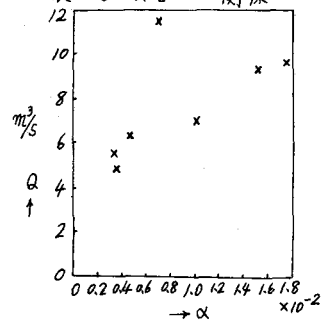


图-1 再録

