

## (1) 調査の趣旨

### 1) 県内の地下水対策の現状

本県は、富士川、大井川及び天竜川などの大河川を有し、また、温暖多雨の気候に加え、富士山や南アルプスといった広大なかん養源を持つことから、表流水や地下水などの水資源に恵まれ、この水の恵みが県民の生活や産業活動を潤してきた。しかしながら、高度成長に伴う産業活動の発展や都市化の進展による水需要の著しい増大は、容易で安価、しかも良質な地下水の多量の汲み上げを招き、昭和30年代後半から、地下水位の低下や塩水化といった障害が県内各地で発生した。

このため、県では昭和46年に地下水保全を目的とした「地下水の採取の適正化に関する条例」を施行、また、昭和52年にはこの条例を地下水障害の除去の強化と防止を盛り込んだ「静岡県地下水の採取に関する条例」に全面改正し、昭和53年1月からの施行をもって地下水の合理的な利用に努めてきた。

現在、岳南、静清、大井川、中遠及び西遠の5地域(12市町)を条例による規制地域等に指定しており、これらの地域では地下水採取者と関係市町で構成する「地下水利用対策協議会」を設置して、地下水調査、水利用合理化、工業用水への水源転換等の対策を推進している。また、東富士、黄瀬川、浜名湖西岸及び中伊豆の4地域では自主的に協議会を設置して、地下水の適正利用を図っている。

### 2) 地下水調査の意義

各地域の協議会や市町における地下水障害に対する積極的な対策により、地下水障害は徐々に改善または一定の小康状態を見ているところであるが、従来の自然がもたらす地下水位の確保や塩水化の終えんを達成するにはいまだ至っておらず、近年の少雨による渇水の頻発化はともすると地下水位を低下させ、塩水化範囲を広げるなど、地下水障害の拡大傾向をもたらす。一方、地下水の適正利用が進んだ地域においては、近年の渇水にもかかわらず水位の上昇を見ており、今後大きな変動が予想される地球環境に対して安定した水資源となり得る地下水を保全し、適正な水収支を確保するために地下水の状況を常に把握して、その動向を継続的に監視していくことが重要となっている。

また、観測によって得られた地下水に関するデータは、各地域において概ね20年ごとに実施されている「地下水利用実態調査」や平成25年度から27年度に実施した「地下水賦存量調査」の基礎資料として重要な位置を占めるとともに、各地域の産業の動向を示す指標となっている。

## (2) 調査地域

地下水位の調査は、県が直接調査を行っている東富士、中伊豆、小笠、雄踏舞阪及び西遠北部の5地域と各地域協議会(一部市町が独自調査)が調査を行っている8地域(岳南、静清、大井川、中遠、西遠、黄瀬川、富士川右岸、浜名湖西岸)の13地域18市6町について、また、塩水化調査は沿岸部のない東富士、西遠北部及び中伊豆の3地域を除いた10地域10市1町について調査している。

## (3) 地下水水位観測

### 1) 観測井

- 令和元年に観測を実施した全観測井 155 箇所のうち、105 箇所は地下水調査のため特別に掘削した井戸で、水位観測のみに使用し、汲み上げは行っていない。
- 残りの 50 箇所の井戸は、上水道の水源井、民間事業者の井戸などを使用して観測している。

### 2) 観測方法

- 自記 全観測井 155 箇所のうち 9 箇所に自記水位計を設置して観測を行っている。フロートを使用して地下水水位の変動を一定の送り速度で回転する記録紙に直接ペンで記入するものである。
- 自動 全観測井 155 箇所のうち 106 箇所に自動水位計を設置して観測を行っている。設定した時間（現在は 1 時間ごとに設定）ごとの地下水水位を自動的に測定（水圧を測定・水位換算する）し、データ機器の内蔵メモリーに記録するものである。
- 手観測 残り 40 箇所は、毎日～月 1 回程度（観測井ごと異なる）特定の時刻に井戸枠から水面までの深さを巻尺で手観測している。

### 3) 記録の読み取り

- 自記 1 日（24 時間）のグラフから時間ごとの水位を読み取り、1 日の最高・最低・平均値を求めている。
- 自動 機器の内蔵メモリーに記録されたデータをパソコン等で回収し、1 時間ごとのデータから平均値、最大・最小値、水位グラフを自動的に求めている。

### 4) 観測値整理

- 水位は管頭の海拔標高が明らかな井戸については地下水面を海拔標高に換算してある。また、海拔標高の明らかな井戸については、管頭から水面までの実距離で示してある。
- 報告書には、毎月の平均、最高、最低水位値を記載し、グラフは観測開始又は昭和 43 年から令和元年 12 月まで記載した。
- 地下水水位は地下水帯の位置や形状を明らかにするために観測されている。観測は広範囲で継続することによって、広域的な地下水帯の変動状況や、時間とともに変化する状況が把握される。観測の対象となる地下水は、自由地下水と被圧地下水とに分けられる。

自由地下水とは、川の水や雨水が直接浸透し、地下第一層に帯水層（地下水面下の透水層の部分）をつくるが、その地下水面の土壌の空隙を伝わって、大気と直接に接している地下水をいう。これに対して被圧地下水とは、帯水層の上部が透水性の悪い粘土などの層によって遮断されていて、上流部において水が浸透し、自然に圧力をもっていたり、上部から重い地層に加圧されたりしているので、上部の粘土層を掘り抜くと、井戸側管内を上昇する地下水をいう。

## (4) 塩水化調査

### 1) 観測井

- 観測の対象としている井戸は、一部を除き、通常汲み上げをしているもので、深度が確認されているものである。

### 2) 測定方法

- イオンクロマトグラフィー等による分析や比電導度を測定し、塩化物イオン換算曲線により求める方法で実施している。

### 3) 塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>)

- 塩化物イオンは天然には塩素として火山ガス中に存在し、海水中、地殻中には塩化物として存在している。海水中の塩化物は複雑な形であり、塩化物イオン濃度は地域によって差異があるが、太平洋の日本近海では 27,000 mg/ℓ、沿岸では 17,000 mg/ℓ前後と均一ではない。

### 4) 塩水化について

- 地下水の塩水化は、人為的な要因による現象で、過剰揚水によって地下水と海水の均衡がくずれ海水が陸地に侵入し、地下水の塩化物イオン濃度が高まる現象をいう。
- 地下水の塩水化とは、本報告書では水道法の「水質基準に関する省令」で水道用として使用できる塩化物イオン濃度値 200 mg/ℓ以下を根拠とし、塩化物イオン濃度が 200 mg/ℓを恒常的に超える井戸を“塩水化した井戸”としている。

## (5) 地下水位変動の型

地下水位は、地質、降水量、位置、周辺の水利状況などの影響で、特徴のある変動パターンを示すものがある。代表的なタイプのグラフを示すと次のとおりである。

### 1) 潮汐型

- 海岸に近い井戸で潮汐の影響を受けた特異な型で、1日の間に明瞭な周期的変化を示し、美しい波型を描く。この型は潮汐の波型と類似し、波頭が毎日少しずつ遅れ、月齢と一致している。波型の高低差は井戸が海岸より遠くなるにつれて小さくなり、緩くなっていく。

### 2) 揚水型

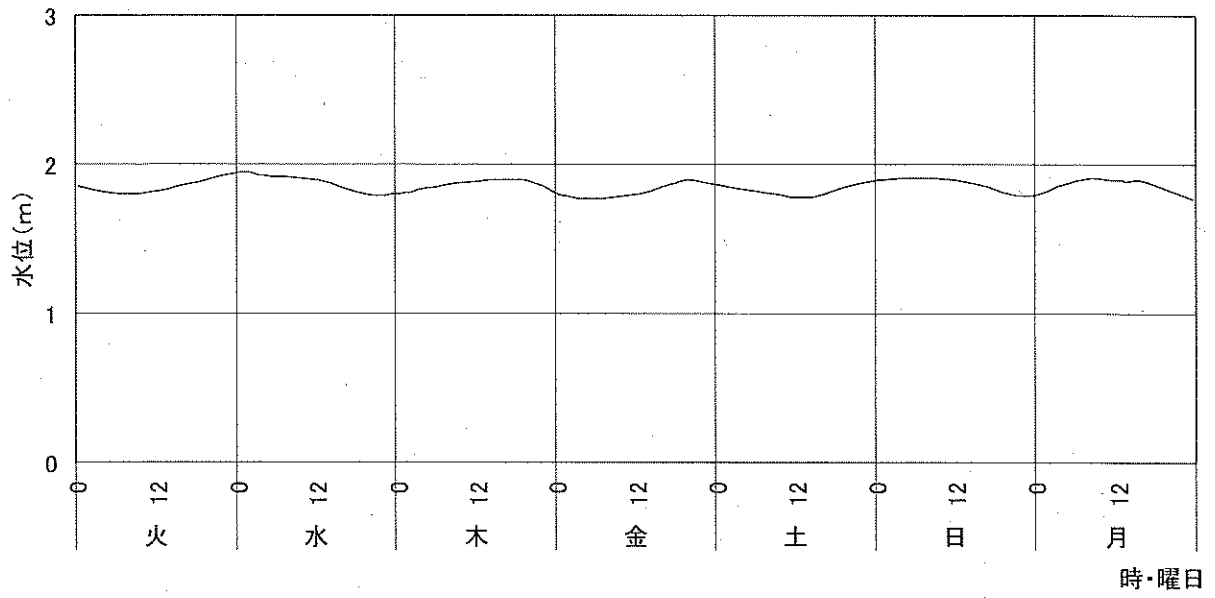
- 地下水を大量に汲み上げている地域にあり、毎週月曜日より土曜日にかけて水位が降下し、土曜日の夕方から日曜日の朝にかけて回復する。
- 一般に1年の内でも年末年始、5月のゴールデンウィーク、お盆休みなど、工場等が地下水汲み上げを休む時に急激に水位が上昇し、汲み上げが始まると降下するのが普通である。
- 豊水期に水位が低く、渇水期に高い型で、自然状態の変動と反対になる。豊水期の6～8月に汲み上げが集中する養鰻や冷房用等の井戸が集中する地域にみられる。
- 他の井戸がごく近い距離にあって、その影響が敏感に現れる場合である。ポンプの稼働状態により、短時間で水位の昇降が現れる型である。

### 3) 自然型

- 地下水位は季節ごとの降水量と密接に関連して変化する。1年のうち降水量は平年6～7月が多く、1～3月と11～12月が少ない。地下水位もこれに相関し、年間では降水量と同じ傾向が現れる。地下水汲み上げが少なく自然環境の変化がそれほど著しくない地域か汲み上げ量より自然の地下水供給が豊富な地域に見られる。

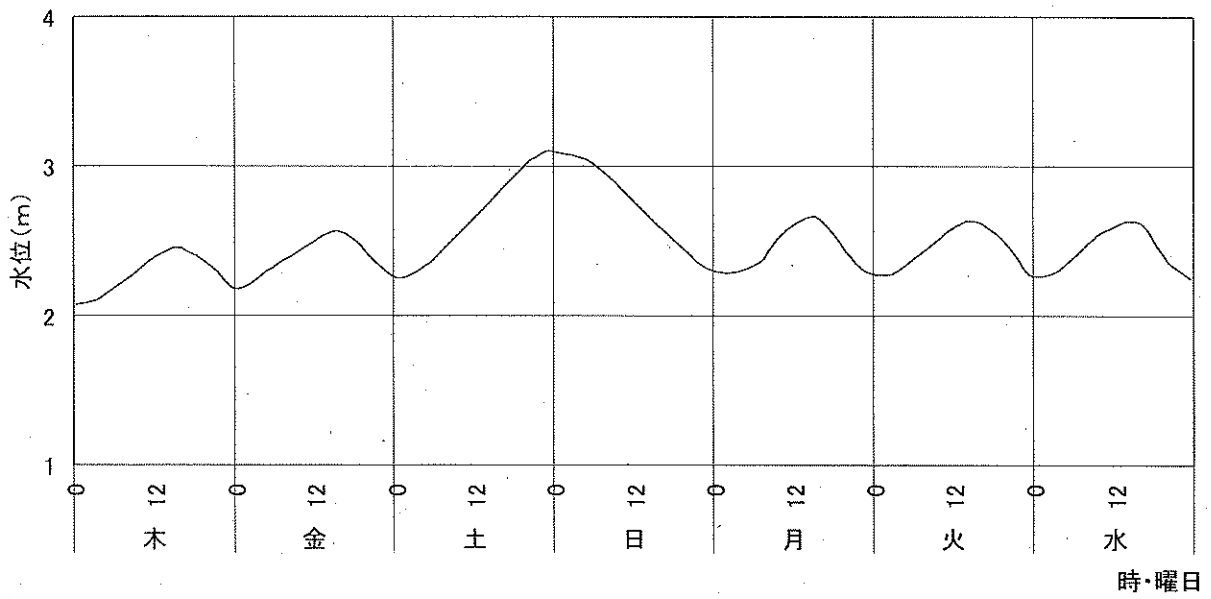


(1) -3 潮汐型

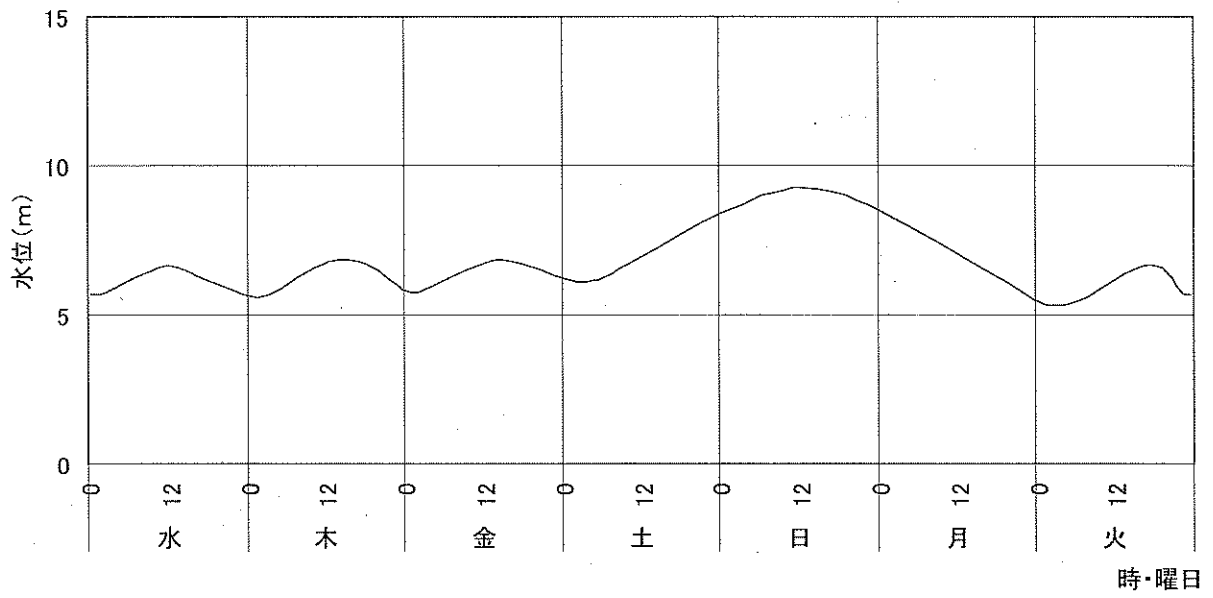


地下水の週周変動図

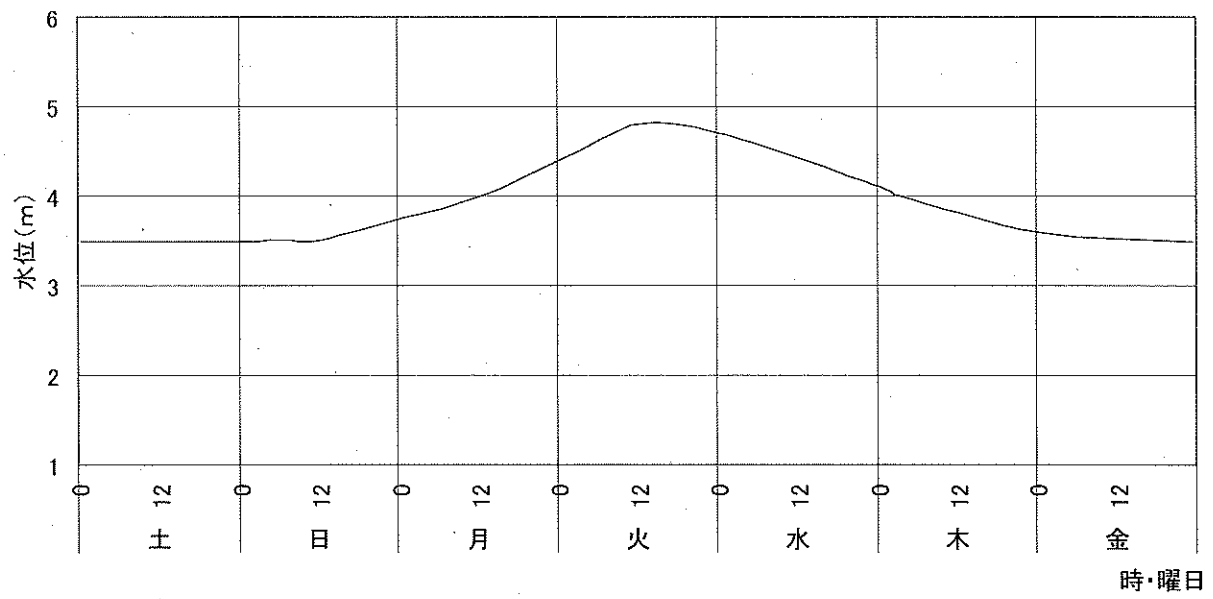
(2) -1 揚水型



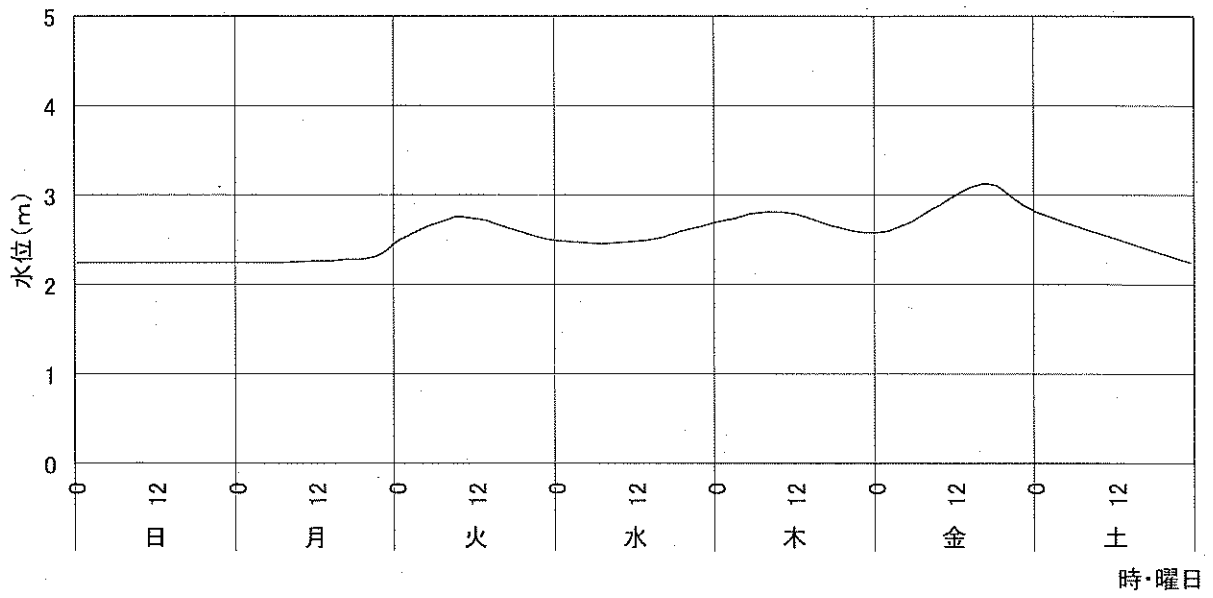
(2) -2 揚水型



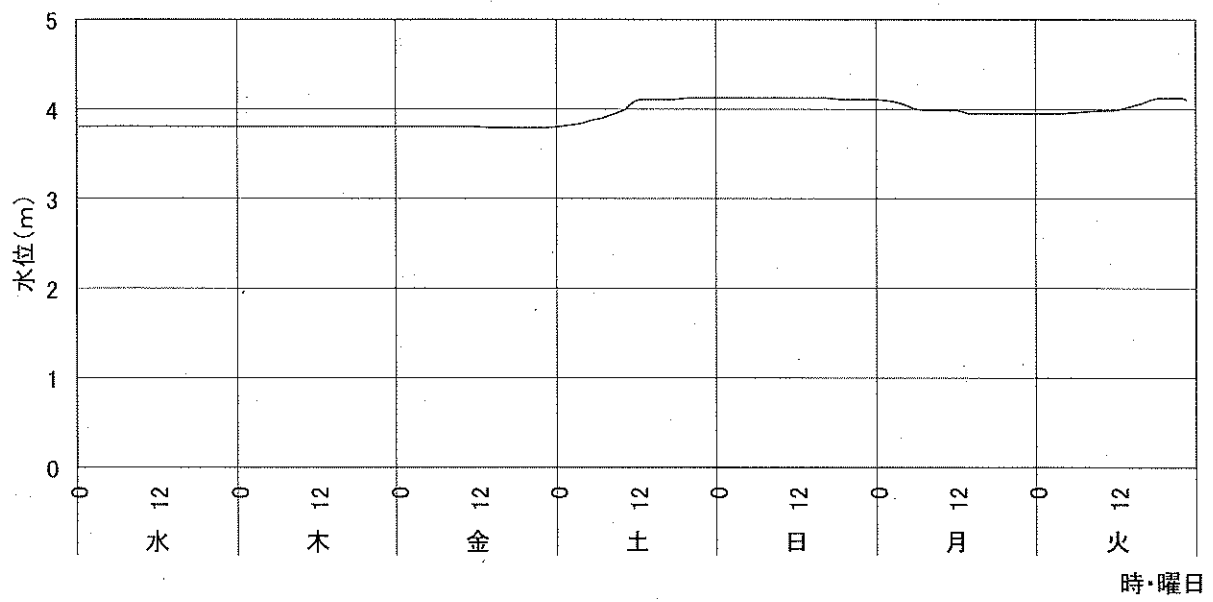
(3) -1 自然型



(3) -2 自然型



(3) -3 自然型





## (6) 地下水位の経年変動

地下水位は季節ごとの降水量と密接に関連して変化する。1年間の降水量におよそ一定の傾向があり、例年6月～7月が最高で、1～3月が低く、グラフに描くと毎年ほぼ似た周期の繰り返しとなる。地下水位もこれと相関して年間では降水量の変化と同じ傾向が現れるのが普通である。

しかし、地下水の場合には、降水量以外の雪解け水の流出、潮位の影響でも上下し、近くの河川の河床低下や上昇の影響も受ける。さらに人工的な地下水の汲み上げや土木工事による影響も大きく受け、地下水源を涵養する地域の森林の伐採や開発工事などによって、降雨の地下浸透量が変化するなどの影響もあるので、実際に観測したグラフは同じ地域の降水量とは必ずしも一致しない。また、それぞれの観測井の周辺や地下水かん養域の地下の状況、人工的汲み上げ量などによって、観測井毎にそれぞれ特異な同年変化パターンを示す。

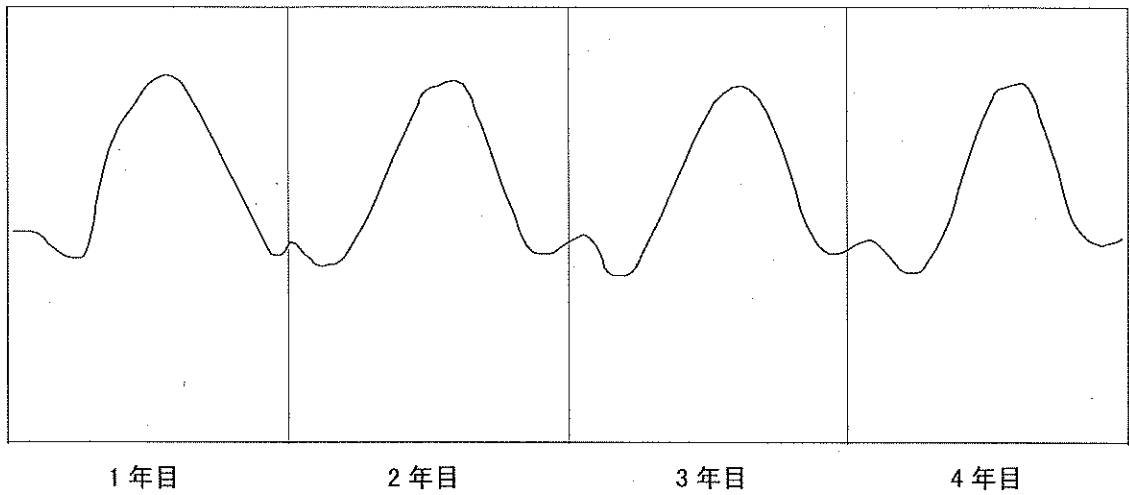
これらの同年変化パターンは、少なくとも5年以上は続けて観測しなければはっきりしないが、これまでの観測例から次のようないくつかの類型的な特徴が見られる。

### 1) 降雨量との相関型

人為的汲み上げが少なく、自然環境の変化がそれほど著しくない地域か、又は自然の地下水供給量が豊富で消費を上回っている地域では、ほぼ降水量と相関した周期性を示す。モデル的に描けば第1図のとおりである。多数の井戸がこの型である。

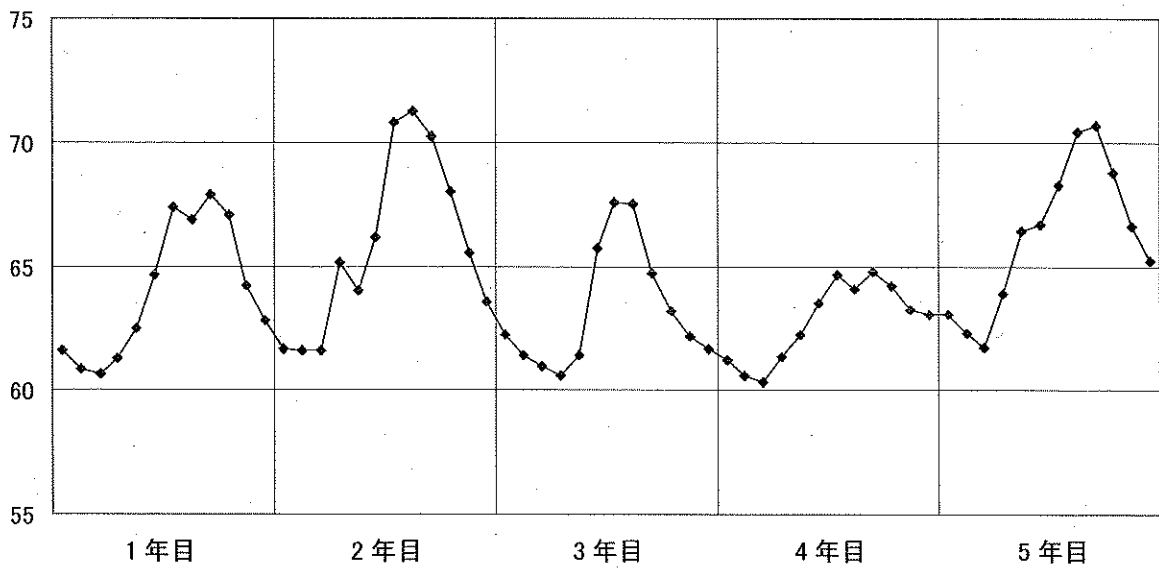
第1図 降水量との相関図の模式図

水位(m)



第2図 降水量との相関の例

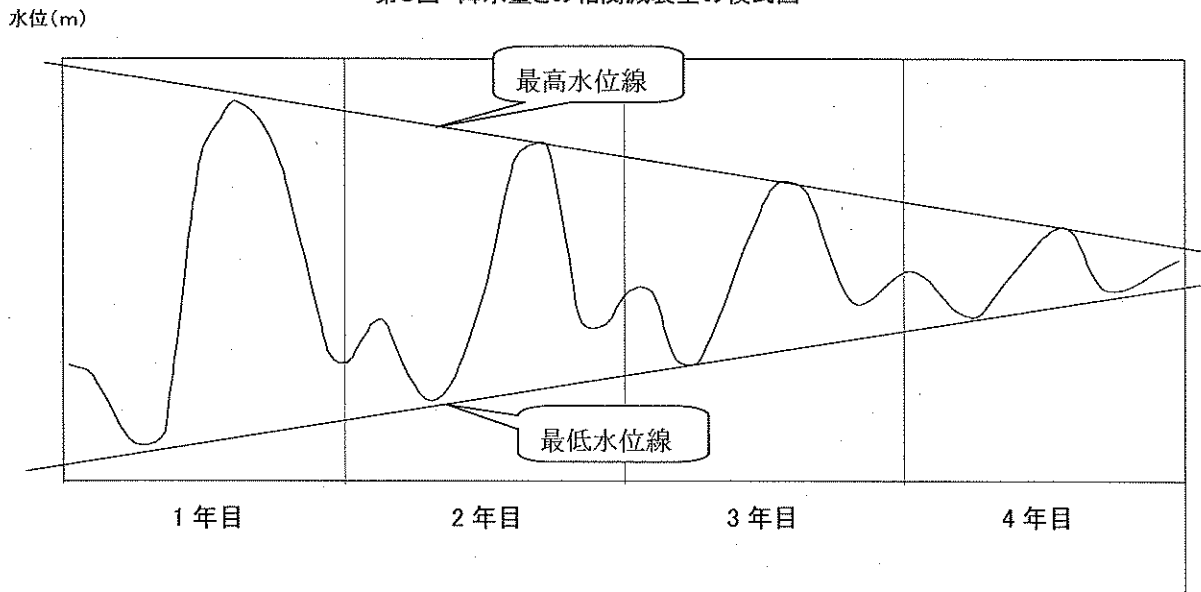
水位(m)



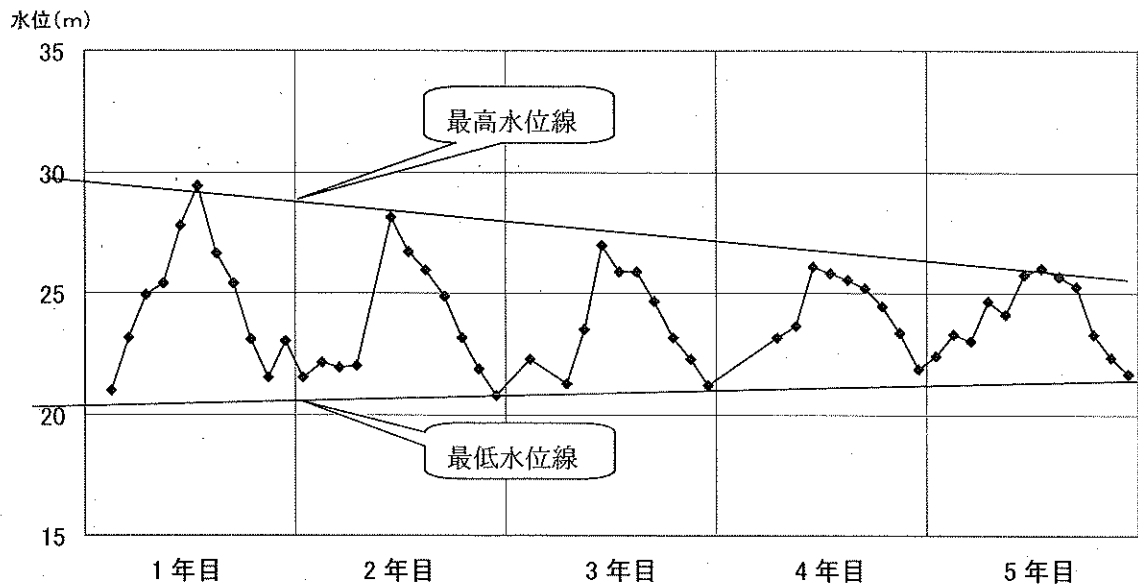
## 2) 降水量との相関減衰型

人為的汲み上げやその他の原因による地下水消費が自然によるかん養量とのバランスを失って増加すると、年周性が崩れてパターンが変わってくる。供給が減った場合でも同じ傾向となる。

第3図 降水量との相関減衰型の模式図



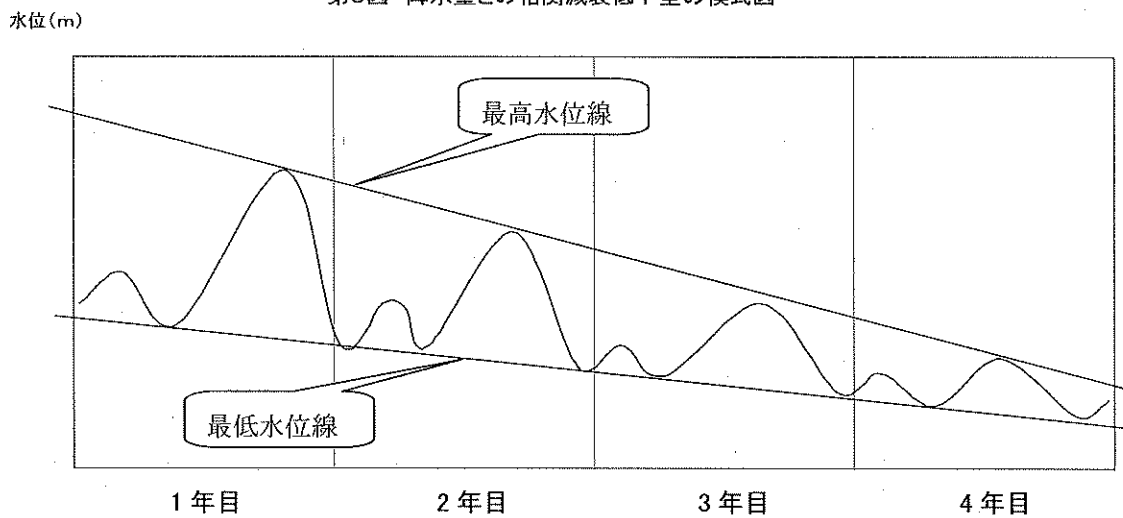
第4図 降水量との相関減衰型の例



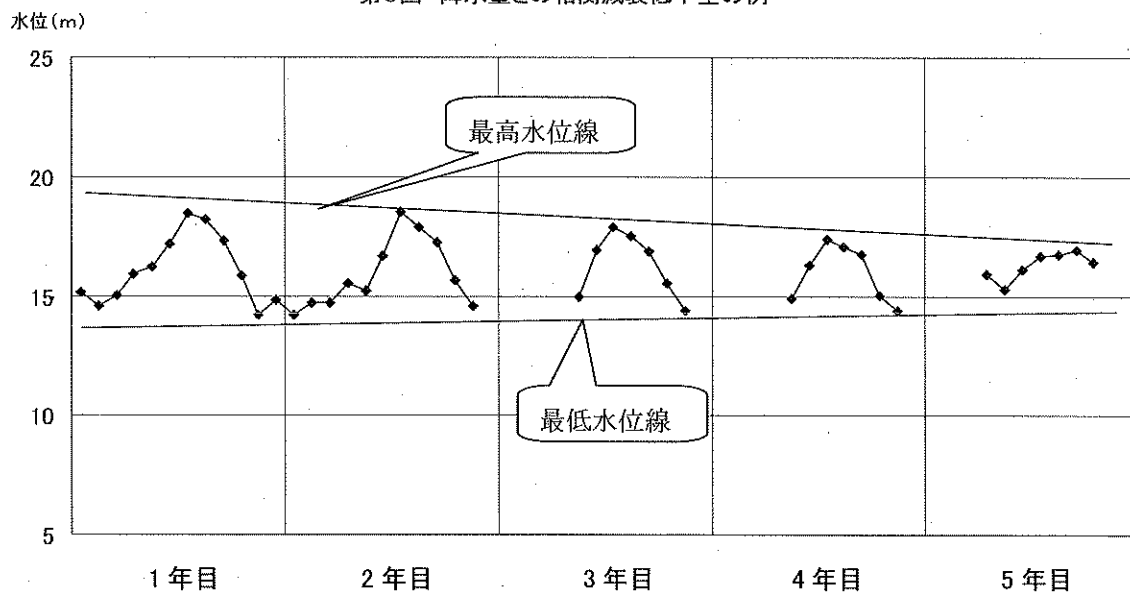
### 3) 降水量との相関減衰低下型

さらに地下水の消費量が増加し、供給を大きく上回った状態になると、第5図のように毎年平均水位が低下して、グラフは右下りの減衰曲線の形となる。この場合、グラフは周期変動と単調減少の複合型となり、地下水資源としては危険状態である。年平均水位は毎年低下する。

第5図 降水量との相関減衰低下型の模式図



第6図 降水量との相関減衰低下型の例



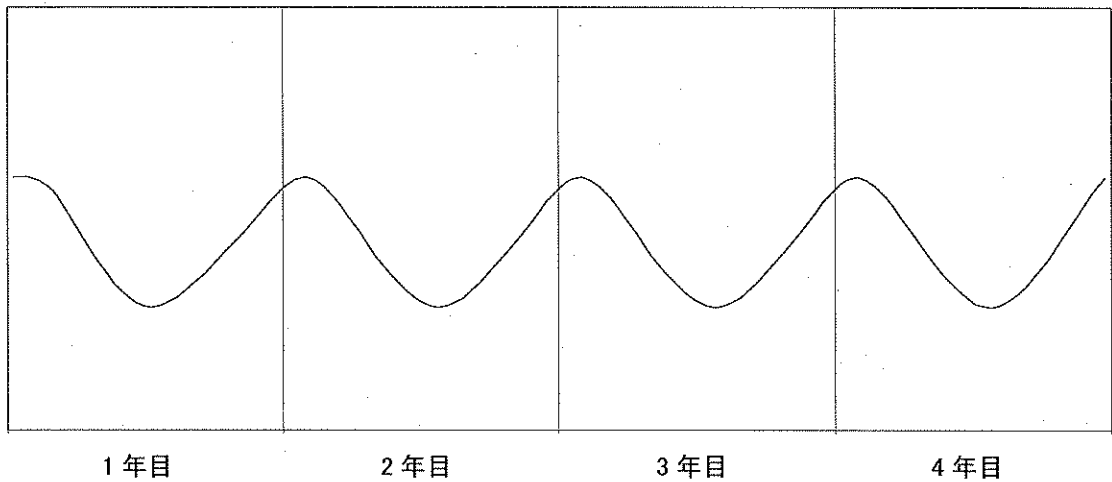
#### 4) 夏低冬高型

特異な例として、西遠・中遠地域の深井戸は、大部分の地域における傾向とは逆に、夏期に水位が最低で冬期に高くなるパターンを示す。

西遠・中遠地域がこのように夏低冬高型になる理由はまだ明らかではないが、この地域一帯は地下水の供給源が乏しいのに、夏期の農業用水の地下からの汲み上げや、冷却水の汲み上げが多いため降水量の多い夏期に地下水が低下するものと思われる。

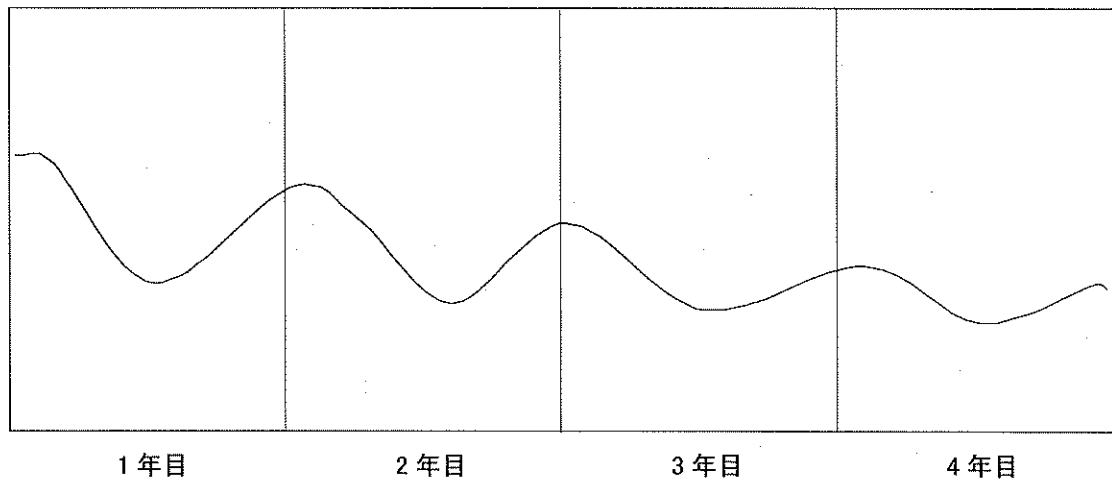
第7図 夏低冬高型

水位(m)



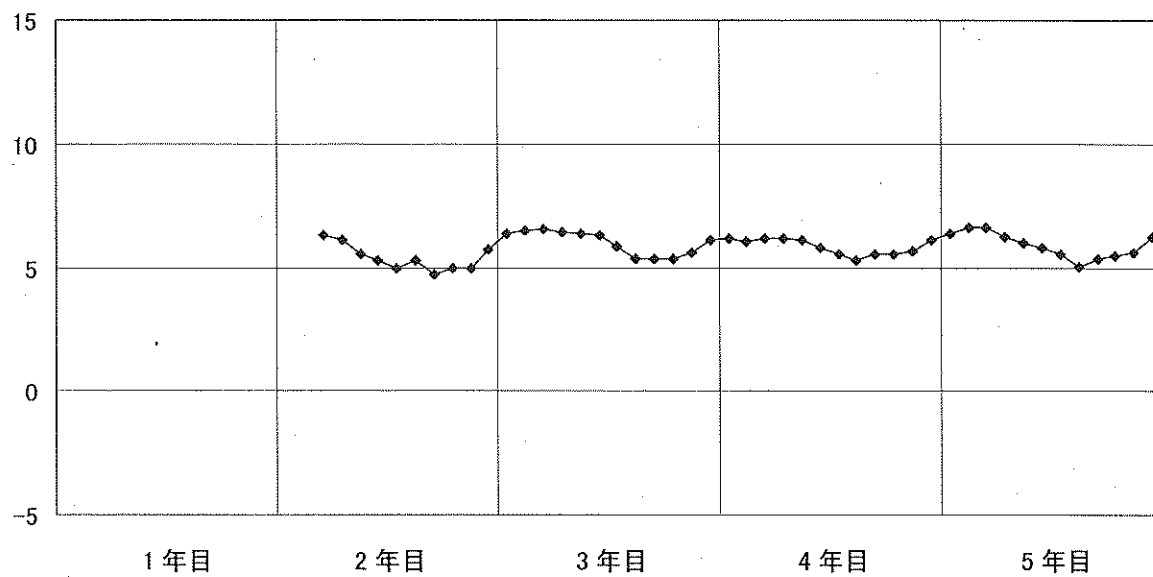
第8図 同上低下型

水位(m)



第9図 夏低冬高型の例

水位(m)

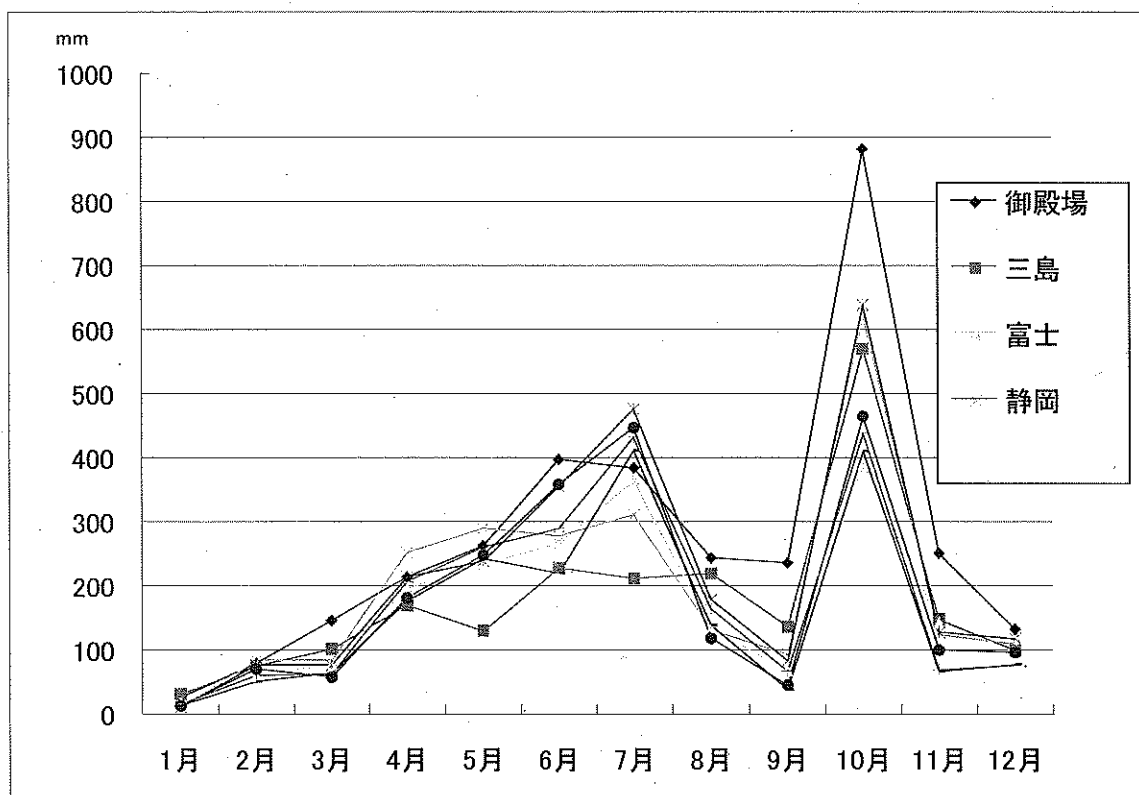


## (7) 雨量

分析の参考にするため、地域に最も近い気象台の雨量記録を掲載した。

令和元年の県内観測所の月別降雨量記録(単位:mm)

年	元年							
	御殿場	三島	富士	静岡	菊川牧之原	掛川	浜松	三ヶ日
1月	26	31	18	10	12	14	16	14
2月	80	75	60	84	77	71	61	51
3月	147	102	78	84	77	58	63	65
4月	215	170	196	252	214	182	207	176
5月	264	130	235	290	239	249	261	243
6月	398	228	267	278	356	359	290	220
7月	385	212	365	312	476	447	432	412
8月	244	220	133	132	179	119	164	139
9月	236	137	68	94	84	46	67	39
10月	882	570	391	622	639	465	438	411
11月	251	148	143	124	128	101	70	67
12月	133	100	98	110	118	97	76	78
計	3258	2120	2050	2391	2598	2204	2143	1911
月平均	271	177	171	199	216	184	179	159
10年平均値	2960	1919	2293	2423	2326	2004	1974	1922



単位: mm

観測所	御殿場											
	月/年	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	平均
1月	39	2	35	67	74	171	120	41	173	26	75	2
2月	226	199	362	146	198	103	240	136	20	80	171	20
3月	432	141	334	202	396	161	200	111	452	147	258	111
4月	525	222	216	333	201	299	262	292	374	215	294	201
5月	191	460	230	146	159	189	286	113	341	264	238	113
6月	337	290	424	214	229	214	194	118	325	398	274	118
7月	520	290	390	198	112	605	117	80	563	385	326	80
8月	120	426	76	142	168	263	277	283	333	244	233	76
9月	617	744	282	298	217	602	474	310	599	236	438	217
10月	324	270	163	308	437	93	285	625	119	882	351	93
11月	121	304	291	113	101	214	219	53	41	251	171	41
12月	183	76	162	71	180	146	259	24	97	133	133	24
計	3635	3424	2965	2238	2472	3058	2933	2183	3437	3258	2960	1095
月平均	303	285	247	187	206	255	244	182	286	271	247	91

単位: mm

観測所	三島											
	月/年	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	平均
1月	62	1	30	50	65	199	94	39	80	31	65	1
2月	197	146	202	149	149	62	140	82	11	75	121	11
3月	290	107	232	46	204	159	169	109	224	102	164	46
4月	228	115	112	236	130	181	146	190	167	170	167	112
5月	98	313	136	97	124	113	169	78	245	130	150	78
6月	193	197	175	178	112	170	202	97	281	228	183	97
7月	382	210	140	126	87	451	108	74	109	212	190	74
8月	99	228	56	78	63	167	258	138	103	220	141	56
9月	319	454	138	184	146	483	345	241	458	137	290	137
10月	261	126	114	203	404	48	147	452	60	570	238	48
11月	68	161	190	85	80	186	163	65	43	148	119	43
12月	166	44	146	45	103	63	112	24	90	100	89	24
計	2363	2102	1671	1477	1667	2279	2053	1587	1871	2120	1919	725
月平均	197	175	139	123	139	190	171	132	156	177	160	60



単位:mm

観測所	富士											
	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	平均	最低値
1月	34	2	30	67	57	158	105	18	172	18	66	2
2月	220	192	242	120	133	97	166	81	20	60	133	20
3月	348	80	241	113	304	125	204	111	333	78	194	78
4月	365	164	196	252	178	278	254	262	334	196	248	164
5月	158	379	140	135	139	199	204	96	255	235	194	96
6月	278	254	283	170	120	155	161	217	201	267	211	120
7月	221	194	242	112	94	413	60	104	194	365	200	60
8月	71	501	92	122	142	187	166	171	255	133	184	71
9月	421	582	236	238	221	493	541	278	416	68	349	68
10月	294	236	112	266	500	95	186	521	90	391	269	90
11月	122	267	204	118	76	178	183	50	35	143	137	35
12月	186	37	140	61	118	143	194	22	80	98	108	22
計	2718	2888	2158	1774	2082	2519	2424	1930	2385	2050	2293	826
月平均	227	241	180	148	174	210	202	161	199	171	191	69

単位:mm

観測所	静岡											
	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	平均	最低値
1月	45	0	43	80	67	174	115	49	110	10	69	0
2月	232	186	248	120	205	80	158	107	23	84	144	23
3月	382	69	290	102	369	146	231	97	342	84	211	69
4月	386	175	225	269	209	242	361	278	341	252	274	175
5月	188	337	235	181	175	212	268	92	335	290	231	92
6月	285	270	322	164	97	207	268	272	280	278	244	97
7月	270	230	196	128	160	457	78	273	234	312	234	78
8月	96	342	173	90	161	204	89	62	145	132	149	62
9月	391	389	288	227	232	615	376	238	425	94	327	94
10月	283	197	104	298	491	110	176	564	63	622	291	63
11月	94	284	219	104	88	197	146	50	38	124	134	38
12月	194	22	146	60	123	163	178	30	108	110	113	22
計	2846	2501	2489	1823	2377	2805	2444	2108	2444	2391	2423	812
月平均	237	208	207	152	198	234	204	176	204	199	202	68

単位: mm

観測所	菊川牧之原											
	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	平均	最低値
1月	55	0	43	66	69	164	76	32	90	12	61	0
2月	219	206	239	110	156	62	152	108	26	77	135	26
3月	312	72	242	92	283	190	209	88	221	77	179	72
4月	332	151	264	342	146	208	235	264	267	214	242	146
5月	209	285	206	218	166	164	276	81	324	239	217	81
6月	368	261	284	186	85	192	228	265	392	356	262	85
7月	351	349	236	83	159	471	93	65	188	476	247	65
8月	138	175	260	75	123	332	273	105	91	179	175	75
9月	297	456	238	225	182	556	301	193	390	84	292	84
10月	250	196	106	392	477	83	142	512	92	639	289	83
11月	126	207	224	112	113	164	125	62	46	128	131	46
12月	197	21	118	66	101	93	151	32	79	118	98	21
計	2854	2379	2460	1967	2060	2677	2261	1804	2206	2598	2326	783
月平均	238	198	205	164	172	223	188	150	184	216	194	65

単位: mm

観測所	掛川											
	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	平均	最低値
1月	45	0	37	51	51	140	69	22	74	14	50	0
2月	189	162	168	86	130	61	101	91	22	71	108	22
3月	287	66	202	77	258	175	223	82	240	58	167	58
4月	222	118	206	272	117	167	209	223	233	182	195	117
5月	190	275	124	182	143	161	273	64	329	249	199	64
6月	307	226	272	177	30	149	213	238	308	359	228	30
7月	255	303	150	72	132	459	101	59	139	447	212	59
8月	119	231	393	48	91	244	142	164	147	119	170	48
9月	202	375	154	262	162	513	261	165	404	46	254	46
10月	176	157	86	282	413	76	125	501	60	465	234	60
11月	102	193	182	78	89	134	126	58	36	101	110	36
12月	115	18	104	45	88	79	131	28	80	97	78	18
計	2209	2124	2078	1632	1704	2355	1974	1693	2072	2204	2004	558
月平均	184	177	173	136	142	196	165	141	173	184	167	46


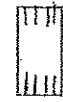
単位:mm

観測所	浜松											
	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	平均	最低値
1月	35	0	53	51	54	140	64	31	62	16	51	0
2月	168	137	144	63	176	57	106	61	21	61	99	21
3月	239	61	143	86	262	202	221	81	234	63	159	61
4月	203	89	220	302	150	182	249	261	254	207	212	89
5月	169	221	110	200	166	145	273	73	349	261	197	73
6月	242	222	258	162	42	176	209	243	272	290	212	42
7月	160	282	105	54	125	364	166	68	171	432	193	54
8月	107	136	245	37	90	238	83	188	145	164	143	37
9月	169	269	160	230	171	687	283	154	472	67	266	67
10月	191	213	89	351	399	120	138	526	55	438	252	55
11月	181	161	163	81	120	130	121	63	46	70	114	46
12月	117	21	106	50	80	85	140	24	76	76	77	21
計	1981	1812	1796	1667	1835	2523	2053	1771	2157	2143	1974	566
月平均	165	151	150	139	153	210	171	148	180	179	164	47

単位:mm

観測所	三ヶ日											
	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	平均	最低値
1月	20	0	38	43	43	127	65	24	88	14	46	0
2月	175	121	138	66	147	64	113	59	19	51	95	19
3月	261	57	138	92	214	176	188	84	230	65	150	57
4月	163	162	188	230	132	202	213	251	272	176	199	132
5月	206	291	71	150	150	125	217	71	344	243	187	71
6月	281	249	254	128	38	137	210	300	226	220	204	38
7月	236	334	123	60	132	326	193	52	293	412	216	52
8月	107	220	262	105	181	284	27	184	243	139	175	27
9月	173	320	152	192	201	456	370	111	350	39	236	39
10月	265	241	162	256	332	91	115	466	60	411	240	60
11月	125	201	142	74	103	107	101	54	39	67	101	39
12月	78	22	89	52	73	88	131	38	72	78	72	22
計	2090	2218	1757	1448	1746	2181	1943	1691	2236	1911	1922	555
月平均	174	185	146	121	146	182	162	141	186	159	160	46

(8) 静岡県地下水対策概要図

- 
 条例指定地域 5 地域  
 (10 市 2 町)
- 
 自主規制区域 4 地域  
 (8 市 3 町)

