

地下水位低下の誘因に関する検討業務

報 告 書

令和 4 年 10 月

大 野 市
金 井 技 術 士 事 務 所

目 次

1. 業務概要	1
2. 業務内容	3
3. 地下水位の低下誘因の検討	
3.1 令和3年度の地下水位の状況	5
3.2 令和3年の気象状況	9
3.3 農業用用水の断水の評価	13
3.4 降水量と地下水位の関係	23
4. まとめ	26

1. 業務概要

(1) 業務名

地下水位低下の誘因に関する検討業務

(2) 業務目的

本業務は、大野市内で令和3年度(2021)に発生した記録的な地下水位低下の誘因を把握することを目的とする。

(3) 業務場所

本業務は大野盆地の平野部のうち、主に真名川左岸地域に設置された地下水位観測井の既往観測記録等に基づいて検討した(図.1 参照)。

(4) 業務期間

自) 令和4年8月15日

至) 令和4年10月31日

(5) 成果品

本業務の成果品は、次の成果品にとりまとめた。

・報告書 ----- 1部 (A4版)

(6) 業務実施

金井技術士事務所

〒920-0272 石川県河北郡内灘町向陽台2丁目35番地

Tel/Fax. (076)237-2136

管理技術者 金井 章雄

技術士：応用理学部門

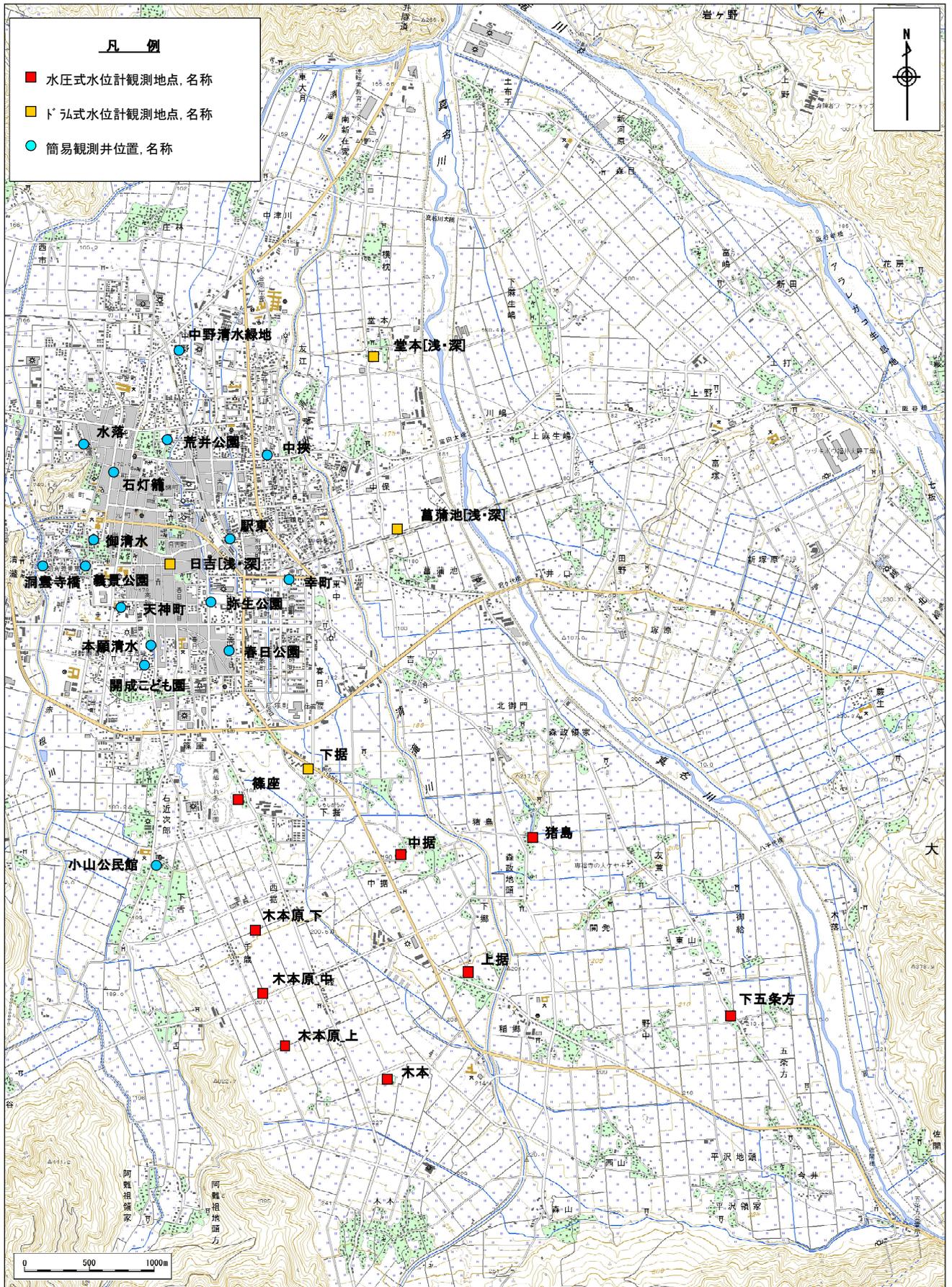


図. 1 地下水位観測井位置図

2. 業務内容

本業務では、令和3年度(2021)に発生した異常な地下水位低下の誘因を検討することを目的に、過去10年間の地下水位観測記録を収集整理するとともに、地下水位の変動要因として想定される下記の資料を併せて収集し、地下水位低下の誘因を検討する際の基礎資料とした。

(1). 地下水位観測資料

地下水位の観測資料は、平成24年度～令和3年度に実施された「地下水位観測調査業務委託 報告書」よりデータを収集し、以後の解析に資するようデータの整理を行った。

なお、図.1に示した大野市所管の地下水位観測井の諸元は、表2.1に示した通りである。

(2). 降水量観測資料

気象庁のアメダス観測記録を基本資料として収集整理したが、別途、気候観測所(明治31年(1998)～)や大野気象通報所(昭和31年(1956)～)の観測記録も収集対象とした。

なお、アメダス観測記録は、気象庁のホームページ (URL:<http://www.data.jma.go.jp>) を閲覧して用いた。

(3). 真名川の河川水位・流量資料

真名川の河川水位・流量観測資料は、国土交通省所管の水文水質データベース (URL:<http://www.mlit.go.jp>) を閲覧して用いたが、流量資料には欠測が多く含まれるため、基本的には五条方下観測所における水位記録のみを用いるものとした。

(4). 農業用水関連資料

真名川土地改良区の大井・明後・堀兼用水、木ノ本原土地改良区の木ノ本用水の取水量は、真名川土地改良区連合から平成30年4月1日～令和4年3月31日までの期間(4年間)について、日別の取水流量記録の提供を受け、これをデータ化して用いた。

(5). その他関係資料

令和3年度(2021)に発生した地下水位低下の誘因を検討する際は、上記の資料に加え、必要に応じて湧水量観測資料などの収集整理を行った。

表 2.1 地下水位観測井諸元一覧

整理 No.	観測井名称	設置年月	井戸深度	ストレート位置(GL-m)	観測方法
Obs_ 1①	菖蒲池(浅)観測井	昭.47.12	30.0 m	9.0- 24.0	ドラム式水位計
Obs_ 1②	菖蒲池(深)観測井	昭.47.12	120.0 m	55.0- 66.0, 72.0- 90.0, 96.0-108.0	〃
Obs_ 2①	堂本(浅)観測井	昭.48.11	30.0 m	6.0- 24.0	〃
Obs_ 2②	堂本(深)観測井	昭.48.11	120.0 m	54.0- 90.0, 102.0-108.0	〃
Obs_ 5①	日吉(浅)観測井	昭.52.11	26.0 m	9.0- 25.5	〃
Obs_ 5②	日吉(深)観測井	昭.52.11	110.0 m	66.0-110.0	〃
Obs_ 6	下据観測井	昭.55.12	28.8 m	5.0- 24.0	〃
Obs_ 7	木本観測井	平. 1.12	25.3 m	6.5- 23.0	水圧式水位計
Obs_ 8	下五条方観測井	平. 1.12	25.0 m	8.5- 25.0	〃
Obs_ 9	猪島観測井	平. 1.12	25.0 m	8.5- 25.0	〃
Obs_10	木本原下観測井	平. 3. 5	26.0 m	5.5- 22.0	〃
Obs_11	木本原中観測井	平. 3. 6	25.5 m	5.5- 22.0	〃
Obs_12	木本原上観測井	平. 3. 6	20.7 m	4.2- 20.7	〃
Obs_15	中据観測井	(不詳)	25.0 m	(不詳)	〃
Obs_18	上据観測井	平.21. 6	21.0 m	13.0- 21.0	〃
Obs_19	篠座観測井	平.21. 8	15.0 m	7.0- 15.0	〃

整理 No.	観測井名称	設置年月	井戸深度	ストレート位置(GL-m)	観測方法
No. 1	天神町 簡易観測井	昭.51. 2	15.0 m	(不詳)	手測り(1日1回)
No. 2	開成こども園 簡易観測井	昭.51. 2	15.0 m	(〃)	〃
No. 3	春日公園 簡易観測井	昭.51. 2	15.0 m	(〃)	〃
No. 4	弥生公園 簡易観測井	昭.51. 2	15.0 m	(〃)	〃
No. 5	駅東 簡易観測井	昭.51.11	15.0 m	(〃)	〃
No. 6	中挟 簡易観測井	昭.51.11	15.0 m	(〃)	〃
No. 7	御清水 簡易観測井	昭.51.11	15.0 m	(〃)	〃
No. 8	水落 簡易観測井	昭.51.11	15.0 m	(〃)	〃
No. 9	荒井公園 簡易観測井	昭.51.12	15.0 m	(〃)	〃
No.10	幸町 簡易観測井	昭.56. 6	15.0 m	(〃)	〃
No.11	小山公民館 簡易観測井	昭.56. 6	15.0 m	(〃)	〃
No.12	石灯籠 簡易観測井	昭.59. 5	15.0 m	(〃)	〃
No.13	本願清水 簡易観測井	平. 9. 9	15.0 m	(〃)	〃
No.14	洞雲寺橋 簡易観測井	平.14. 4	21.0 m	(〃)	〃
No.15	義景公園 簡易観測井	平.26. 7	15.0 m	(〃)	〃
No.16	中野清水緑地 簡易観測井	平.26. 7	15.0 m	(〃)	〃

3. 地下水位の低下誘因の検討

3.1 令和3年度の地下水位の状況

令和3年10月～11月に生じた地下水位の低下が異常なものであったか否かを概観することを目的に、大野市が所管する全32ヶ所の地下水位観測記録について、平成24年度(2012)から令和3年度(2021)までの10年間の日平均水位を整理し、この期間中の日最高水位、日最低水位および10年間の平均水位を表3.1に取りまとめた。

過去10年間の日最低水位の出現状況をみると、簡易観測井の全16地点は全て令和3年11月に過去最低の日水位を記録し、特に同年11月22日に記録した地点が13地点と最も多い。また、自記観測を行っている全16地点の観測井では、下五条方・木本・木本原上観測井の3地点を除く13地点で令和3年11月に過去最低の日水位を記録し、そのうち11地点は同年11月22日に最低水位を観測している。このことから、過去10年間で最も低くなった日最低水位は、令和3年11月22日に全36地点中24地点(67%)で記録されており、この時の地下水位の低下はかなり異常な現象であったと言える。

他方、令和3年11月22日に日最低水位を記録しなかった地点は、真名川の河川水の影響を受け易い下五条方観測井、木本地区を扇頂として篠座付近まで続く段丘化した扇状地(旧期木本扇状地)内に位置する木本・木本原上・中・下観測井、小山公民館簡易観測井の計6地点である。ただし、木本観測井は令和3年11月4～29日まで地下水位の低下で枯渇しており、最低水位がどの程度まで低下したかは把握できていない。また、荒井公園・洞雲寺橋簡易観測井の最低水位は令和3年11月21日に観測されているが、1日1回の手計りによる観測であることを勘案すると、観測精度の誤差範囲にあると考えられる。

以上のように、過去10年間の地下水位の動向をみる限り、令和3年11月は、真名川左岸平野部のほぼ全域にわたり地下水位が異常に低下したものと考えられる。また、この異常な地下水位の低下を含む令和3年度の地下水位の変動状況を、簡易観測井に限って整理すると図3.1(1)～(2)に示した通りとなる。

表 3.1 過去 10 年間(2012～2021)の地下水位の概要

観測井名称	日最高水位 (GL-m)			日最低水位 (GL-m)			平均水位 (GL-m)	累 計 欠 測 日 数	備 考
	西暦	観測年月日	観測水位	西暦	観測年月日	観測水位			
菖蒲池(浅)	2021	令和03年08月16日	3.85	2021	令和03年11月22日	8.36	6.04	19	[統計期間] 平成24年4月1日 ～令和4年3月31日 (10年：3,652日) 平均水位は10年平均
菖蒲池(深)	2021	令和03年08月15日	8.02	2021	令和03年11月22日	10.98	9.33	0	
堂本(浅)	2021	令和03年08月15日	2.53	2021	令和03年11月22日	5.05	3.79	0	
堂本(深)	2013	平成25年07月30日	4.32	2021	令和03年11月22日	6.33	5.29	0	
日吉(浅)	2021	令和03年08月14日	1.88	2021	令和03年11月22日	5.96	3.54	0	
日吉(深)	2021	令和03年08月15日	4.25	2021	令和03年11月22日	7.20	5.41	0	
下 据	2021	令和03年03月07日	4.81	2021	令和03年11月22日	11.93	7.70	35	
木 本	2019	令和元年08月16日	10.22	2018	平成30年12月04日	20.41	15.33	48	
下五条方	2014	平成26年08月12日	11.20	2019	令和元年12月18日	20.52	15.97	27	
猪 島	2015	平成27年03月20日	7.28	2021	令和03年11月22日	15.67	10.79	61	
木本原下	2020	令和02年01月11日	7.42	2021	令和03年11月16日	19.17	12.70	2	
木本原中	2021	令和03年03月05日	11.82	2021	令和03年11月14日	22.09	17.02	3	
木本原上	2015	平成27年01月11日	8.17	2013	平成25年04月10日	14.97	12.39	18	
中 据	2015	平成27年03月21日	6.24	2021	令和03年11月22日	14.69	9.64	35	
上 据	2015	平成27年03月22日	9.30	2021	令和03年11月22日	19.21	13.35	20	
篠 座	2021	令和03年03月07日	5.47	2021	令和03年11月23日	12.68	8.48	0	
[簡易観測井]									
天神町	2021	令和03年08月14日	1.19	2021	令和03年11月22日	4.97	2.71	10	平成25年7月1日～ 平成25年7月1日～
開成こども園	2021	令和03年08月17日	1.75	2021	令和03年11月22日	6.20	3.29	818	
春日公園	2021	令和03年08月15日	1.98	2021	令和03年11月22日	8.22	4.27	3	
弥生公園	2021	令和03年08月14日	1.36	2021	令和03年11月22日	6.35	3.36	15	
駅 東	2021	令和03年08月15日	0.60	2021	令和03年11月22日	4.58	2.11	3	
中 挟	2021	令和03年08月14日	0.77	2021	令和03年11月22日	4.05	2.14	22	
御 清 水	2013	平成25年09月16日	0.30	2021	令和03年11月22日	2.03	0.92	2	
水 落	2021	令和03年08月14日	0.05	2021	令和03年11月22日	2.44	1.38	3	
荒井公園	2021	令和03年08月14日	0.72	2021	令和03年11月21日	2.71	1.53	5	
幸 町	2021	令和03年08月15日	2.12	2021	令和03年11月22日	7.31	4.30	1	
小山公民館	2021	令和03年03月07日	3.01	2021	令和03年11月12日	6.34	5.05	25	
石 灯 籠	2021	令和03年08月14日	1.30	2021	令和03年11月22日	3.96	2.62	5	
本願清水	2021	令和03年08月14日	1.26	2021	令和03年11月22日	6.12	3.04	20	
洞雲寺橋	2013	平成25年09月16日	-0.05	2021	令和03年11月21日	1.15	0.51	47	
義景公園	2021	令和03年08月14日	0.11	2021	令和03年11月22日	1.82	0.75	8	
中野清水緑地	2021	令和03年08月14日	0.20	2021	令和03年11月22日	1.58	0.98	12	

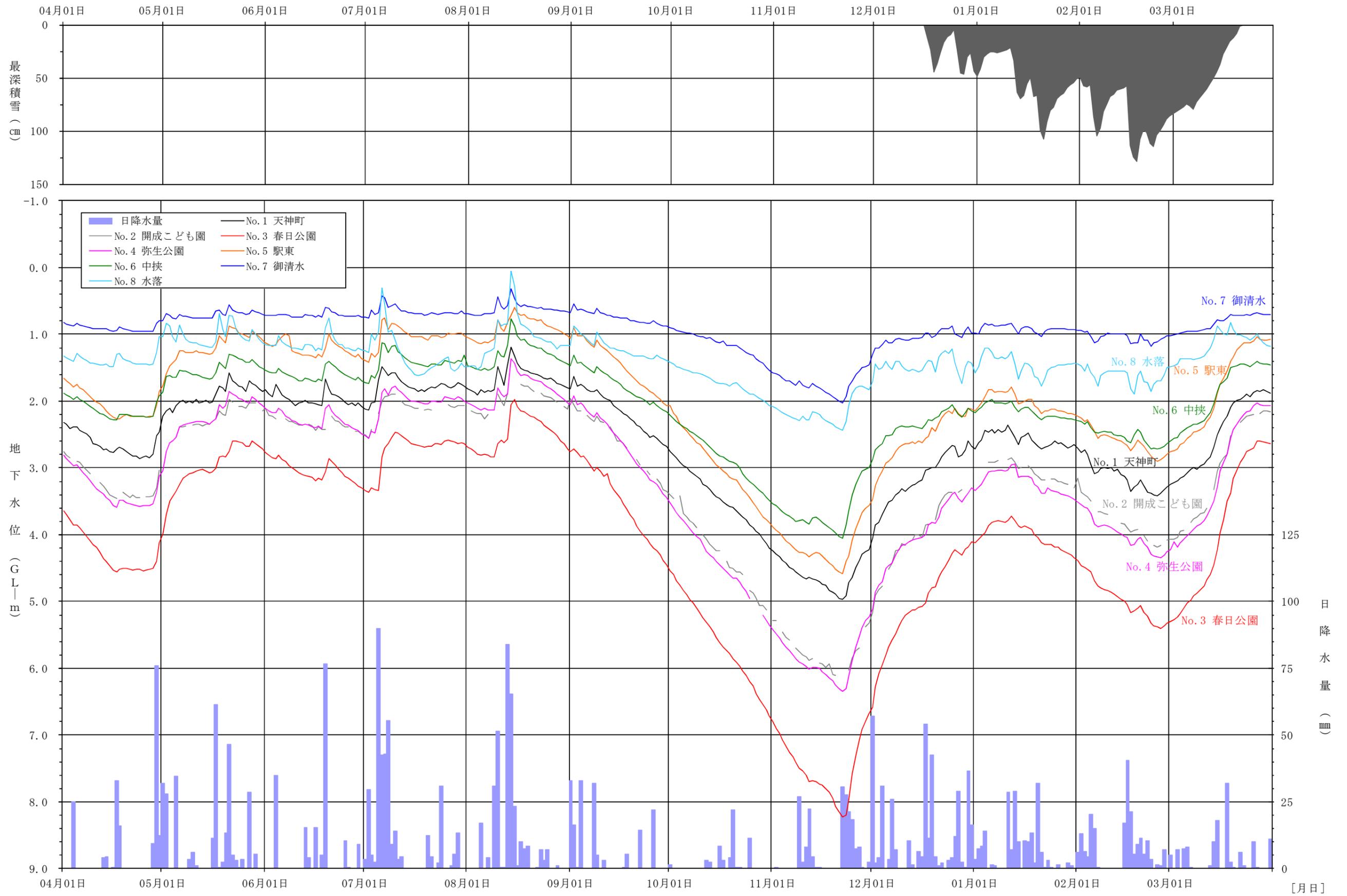


図 3.1(1) 令和3年度の簡易観測井の日水位変動グラフ(その1)

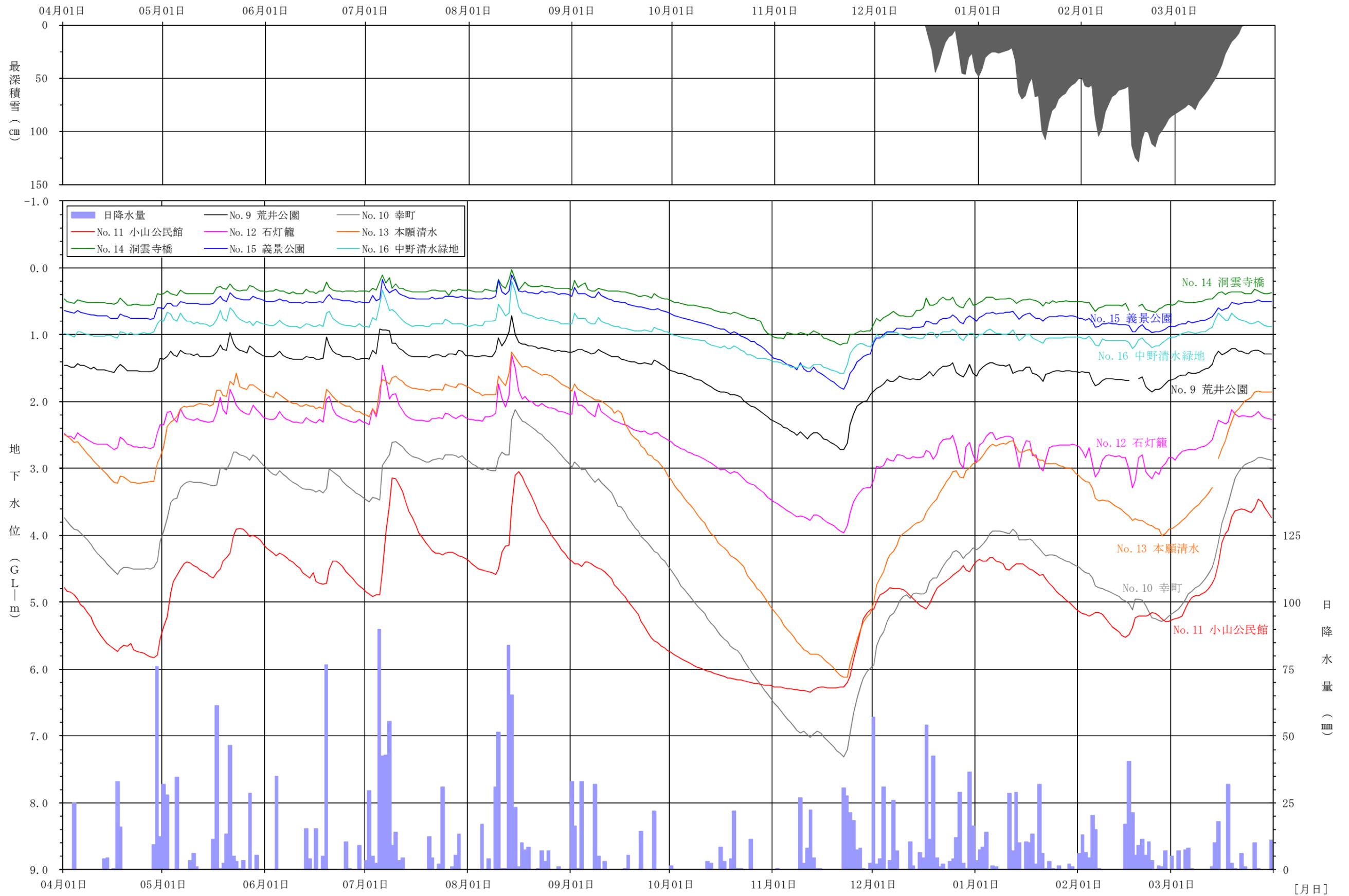


図 3.1(2) 令和3年度の簡易観測井の日水位変動グラフ(その2)

3.2 令和3年の気象状況

(1). 令和3年の気象状況

地下水位の異常な低下が生じた令和3年(2021)の気象概要について、気象庁ホームページから引用した大野観測所の降水量と平均気温、ならびに平年値(統計期間：1991～2020)の状況を表3.2(1)および図3.2(1)に整理した。

令和3年の降水状況をみると、年降水量は2,831mmに達しており、平年値より2割余り多い状況にあったことから、年降水量自体が異常な水位低下に寄与したとは考えにくい。また、月別の降水状況についてみると、5月や8月の月降水量は平年よりかなり多く、1月や12月の積雪期の月降水量も多かったものの、10月の月降水量(57mm)のみが平年値(151.9mm)の3割余りに留まり、この月降水量が10月の観測史上第2位を記録するほど少なかった(1位は昭和52年の48mm)。このような状況から、令和3年10～11月に生じた地下水位低下は、10月の降水量の少なさが1つの要因として寄与した可能性が挙げられる。

表 3.2(1) 令和3年の気象観測結果の概要 (AMeDAS)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
降水量	平年値[1991～2020]	249.7	163.2	161.1	142.6	144.8	168.3	274.4	183.9	195.5	151.9	181.1	274.1	2290.5
	(mm) 2021年[R.03]	365.0	204.5	148.5	181.0	287.0	171.5	372.5	323.0	165.5	57.0	182.5	373.0	2831.0
平均気温	平年値[1991～2020]	1.1	1.5	5.5	11.8	17.4	21.3	25.1	26.2	22.1	15.9	9.7	3.9	13.4
	(℃) 2021年[R.03]	0.4	2.3	8.6	12.1	17.0	22.0	25.6	25.5	22.5	16.6	9.5	3.7	13.8
令和3年の最大積雪深(cm)		166	95	35	0	0	0	0	0	0	0	0	46	—

標準常値

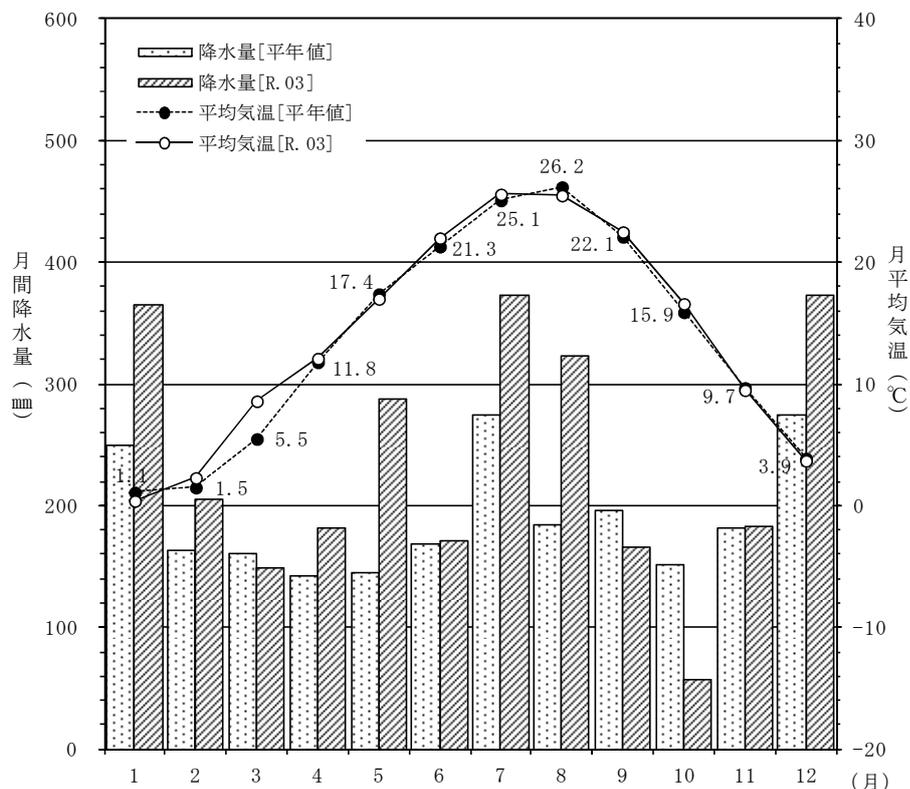


図 3.2(1) 大野観測所 (AMeDAS) の平年値と令和3年の気象

(2). 確率降水量

令和3年10月の月降水量(57mm)は平年値(151.9mm)よりかなり少ない状況にあったが、この月降水量が希に起きる極端な少雨であったかどうかを評価するため、ここでは確率降水量について検討を加える。

この確率降水量の求め方には、大きくは次の3つの方法がある。

1. 確率紙による解法 (ハゼン, トーマス etc...)
2. 対数正規分布による解法 (岩井法 etc...)
3. 極値分布による解法 (ガンベル法 etc...)

今回は水文試料数が十分に確保(100個以上)されていることや、定数の推定を要するような関数式を使用することも煩雑となるため、確率紙による解法(ハゼン; Hazan)を採用し、図解によって確率降水量を求めるものとした。また、解析方法の説明は省略するが、大正9年(1920)～令和3年(2021)までの観測記録のうち、欠測を含む記録(昭和3年(1928), 平成4年(1992))を除いた過去100年の10月降水量の順位を表3.2(3)に、確率紙への投影結果は図3.2(2)に示した通りである。

統計的に推定した確率降水量の概略を表3.2(2)に整理したが、このとき、ある降雨が平均的に何年に1回起きるかを表した値を「再現期間」と言い、ある再現期間に1回起こると考えられる降水量を「確率降水量」と称している。令和3年10月の月降水量(57mm)は50年確率降水量より小さく、図3.2(2)から読み取る限り、当該降水量は70年に1回しか起こらないような、極端な少雨(渇水)であったと評価される。

表 3.2(2) 10月の確率降水量

再現期間	渇水年	豊水年	備考
2年	140 mm	140 mm	※Hazen plot.
5年	96 mm	210 mm	
10年	78 mm	255 mm	
20年	66 mm	300 mm	
50年	60 mm	330 mm	
100年	48 mm	415 mm	

表 3.2(3) 過去 100 年の 10 月の月降水量順位

順位 n	西 暦	和 暦	月間降水量 (mm)	Fn (%)	順位 n	西 暦	和 暦	月間降水量 (mm)	Fn (%)
1	1953	昭和.28	33.0	0.5	51	2011	平成.23	148.5	50.5
2	1977	昭和.52	48.0	1.5	52	1997	平成.09	149.0	51.5
3	2021	令和.03	57.0	2.5	53	1921	大正.10	150.0	52.5
4	1989	平成.01	63.0	3.5	54	1973	昭和.48	150.0	53.5
5	1982	昭和.57	65.0	4.5	55	1970	昭和.45	151.0	54.5
6	1994	平成.06	76.0	5.5	56	1986	昭和.61	152.0	55.5
7	1995	平成.07	76.0	6.5	57	1936	昭和.11	154.0	56.5
8	1934	昭和.09	79.0	7.5	58	1924	大正.13	155.0	57.5
9	1939	昭和.14	80.0	8.5	59	1979	昭和.54	156.0	58.5
10	1957	昭和.32	80.0	9.5	60	2001	平成.13	156.0	59.5
11	1993	平成.05	83.0	10.5	61	1946	昭和.21	159.0	60.5
12	1996	平成.08	85.0	11.5	62	2005	平成.17	159.0	61.5
13	1932	昭和.07	87.0	12.5	63	2010	平成.22	160.0	62.5
14	1978	昭和.53	87.0	13.5	64	1987	昭和.62	165.0	63.5
15	1954	昭和.29	88.0	14.5	65	1942	昭和.17	166.0	64.5
16	2018	平成.30	88.0	15.5	66	1937	昭和.12	167.0	65.5
17	1999	平成.11	88.5	16.5	67	2014	平成.26	174.5	66.5
18	1965	昭和.40	93.0	17.5	68	1968	昭和.43	179.0	67.5
19	1963	昭和.38	94.0	18.5	69	1949	昭和.24	185.0	68.5
20	1972	昭和.47	95.0	19.5	70	1971	昭和.46	185.0	69.5
21	1984	昭和.59	95.0	20.5	71	1974	昭和.49	186.0	70.5
22	2006	平成.18	96.0	21.5	72	1929	昭和.04	194.0	71.5
23	1951	昭和.26	97.0	22.5	73	1947	昭和.22	194.0	72.5
24	2003	平成.15	97.0	23.5	74	1966	昭和.41	197.0	73.5
25	1920	大正.09	98.0	24.5	75	2019	令和.01	199.5	74.5
26	1922	大正.11	104.0	25.5	76	1976	昭和.51	201.0	75.5
27	1935	昭和.10	104.0	26.5	77	1998	平成.10	208.0	76.5
28	2009	平成.21	106.0	27.5	78	1967	昭和.42	211.0	77.5
29	2008	平成.20	107.0	28.5	79	1926	昭和.01	218.0	78.5
30	1941	昭和.16	108.0	29.5	80	1975	昭和.50	221.0	79.5
31	1940	昭和.15	114.0	30.5	81	1955	昭和.30	222.0	80.5
32	1948	昭和.23	119.0	31.5	82	1930	昭和.05	227.0	81.5
33	2016	平成.28	121.5	32.5	83	1943	昭和.18	227.0	82.5
34	2015	平成.27	122.5	33.5	84	1944	昭和.19	230.0	83.5
35	1964	昭和.39	124.0	34.5	85	1950	昭和.25	230.0	84.5
36	1988	昭和.63	124.0	35.5	86	1990	平成.02	231.0	85.5
37	2020	令和.02	124.5	36.5	87	1991	平成.03	237.0	86.5
38	1927	昭和.02	125.0	37.5	88	2002	平成.14	238.0	87.5
39	2012	平成.24	127.0	38.5	89	1958	昭和.33	241.0	88.5
40	1956	昭和.31	129.0	39.5	90	1933	昭和.08	249.0	89.5
41	1925	大正.14	130.0	40.5	91	2013	平成.25	250.0	90.5
42	1962	昭和.37	131.0	41.5	92	1923	大正.12	261.0	91.5
43	1969	昭和.44	132.0	42.5	93	1981	昭和.56	262.0	92.5
44	1983	昭和.58	135.0	43.5	94	1931	昭和.06	267.0	93.5
45	1952	昭和.27	136.0	44.5	95	1961	昭和.36	276.0	94.5
46	1960	昭和.35	139.0	45.5	96	2004	平成.16	309.0	95.5
47	2000	平成.12	139.0	46.5	97	1980	昭和.55	345.0	96.5
48	2007	平成.19	141.0	47.5	98	1938	昭和.13	351.0	97.5
49	1959	昭和.34	142.0	48.5	99	2017	平成.29	358.5	98.5
50	1985	昭和.60	145.0	49.5	100	1945	昭和.20	591.0	99.5

※注. 1920～2021年までの記録のうち、欠測が含まれる1928, 1992年を除く。

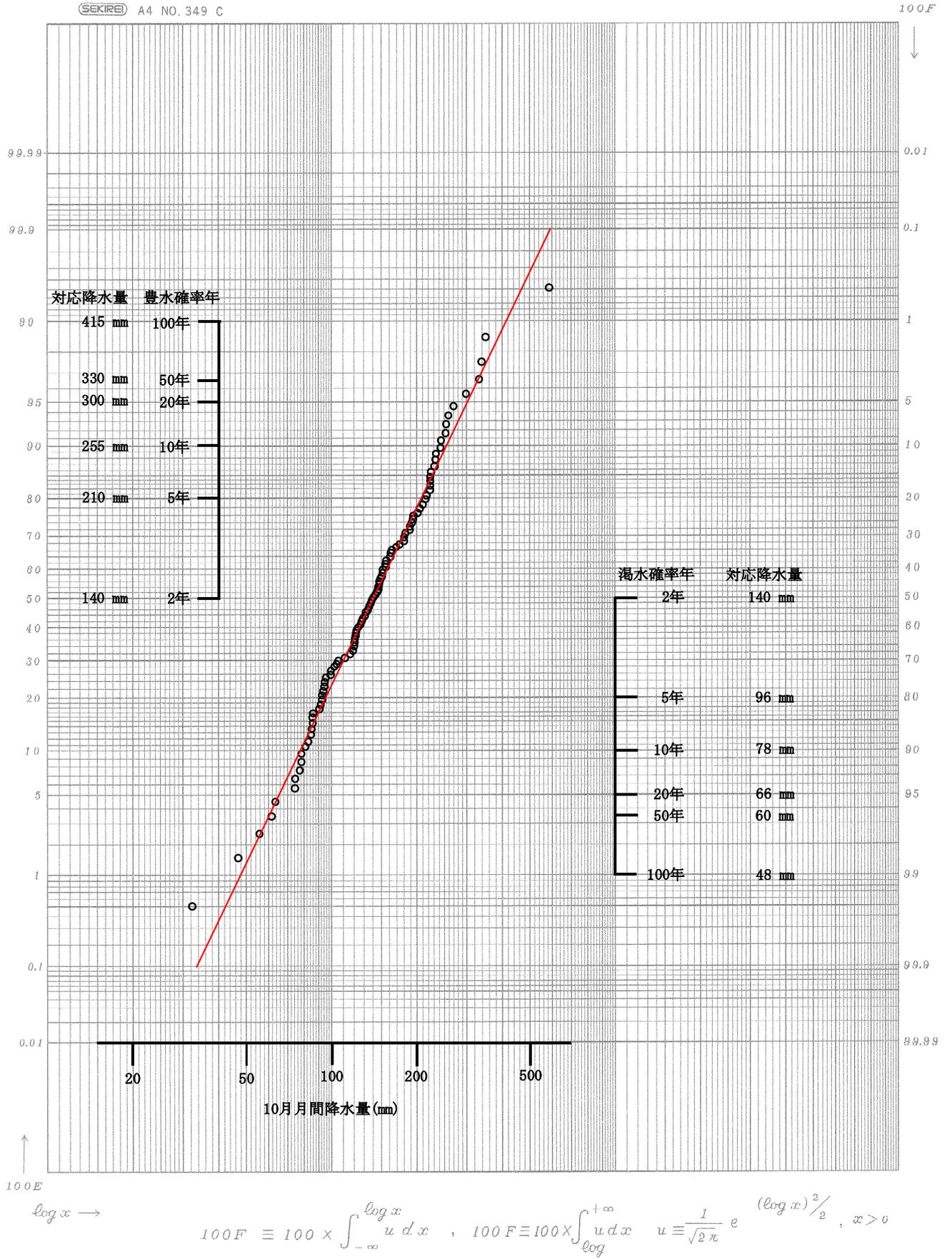


図 3.2(2) 確率雨量図(Hazen Plot)

3.3 農業用用水の断水の評価

市域で地下水位の異常な低下が生じた令和3年(2021)10~11月は、真名川土地改良区の大井・明後・堀兼用水、ならびに木ノ本土土地改良区の木ノ本用水の取水がそれぞれ停止され、この農業用水の断水が地下水位の低下に影響を及ぼした可能性が考えられている。ここでは、真名川土地改良区連合より提供された取水量記録に基づいて、その影響の有無を検討する。

(1). 農業用水の取水状況

真名川土地改良区連合より提供を受けた過去4年間(平成30年4月1日~令和4年3月31日)の取水状況を図3.3(1)に、取水ゲート等の位置関係を図3.3(2)に示す。

ここで農業用水の取水状況をみると、水田灌漑期は代掻き期の取水量が10.2~11.4 m³/secと最も多く、灌漑期間中は8.0 m³/sec前後の取水が行われている。また、水田落水後の非灌漑期の取水量は3.60 m³/sec程度であるが、この期間中に農業用水路等の修繕工事が実施されており、表3.3に示した期間で農業用水の断水が行われている。

表 3.3 過去4年間の農業用水の断水状況

整理 No.	西暦	用水断水期間 (Dゲート) 自 至	断水日数	備 考
1	2018	平成30年10月16日 ~ 平成30年11月30日	46 日	[集計期間] 平成30年04月01日 ~ 令和04年03月31日
2	2019	平成31年03月12日 ~ 平成31年03月13日	02 日	
3	2019	令和元年10月16日 ~ 令和元年11月21日	37 日	
4	2021	令和03年10月20日 ~ 令和03年11月21日	37 日	

(m³/sec)

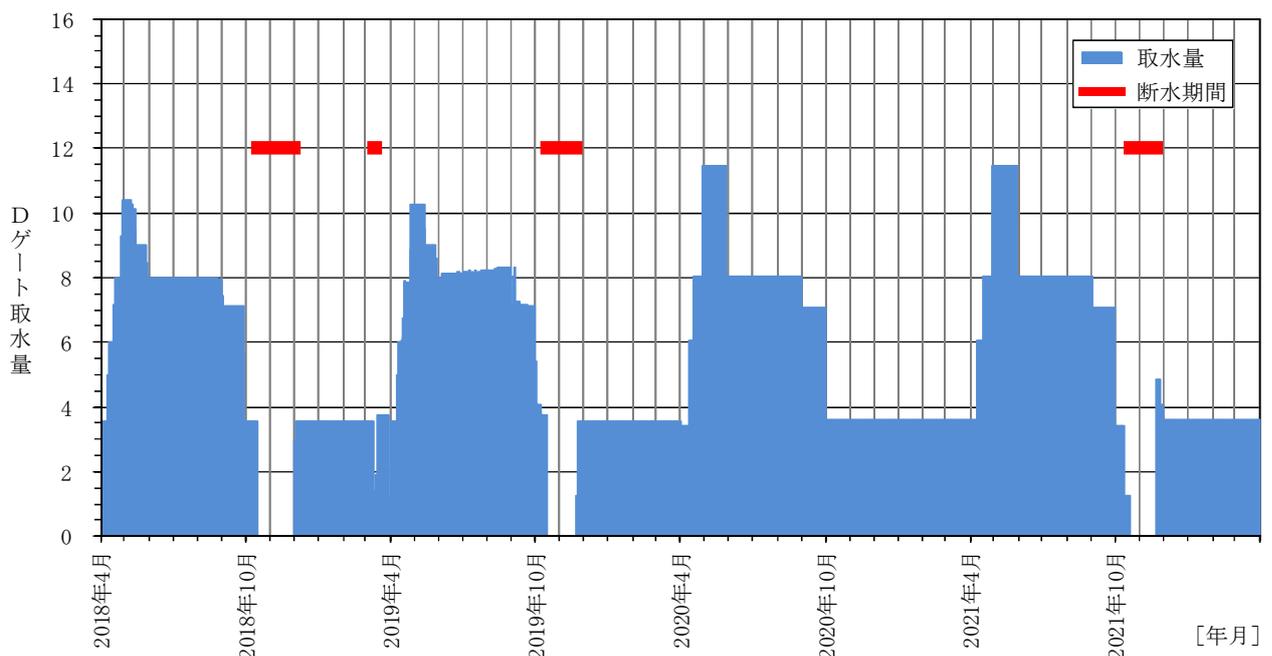


図 3.3(1) 農業用水の取水状況 (H30~R02)

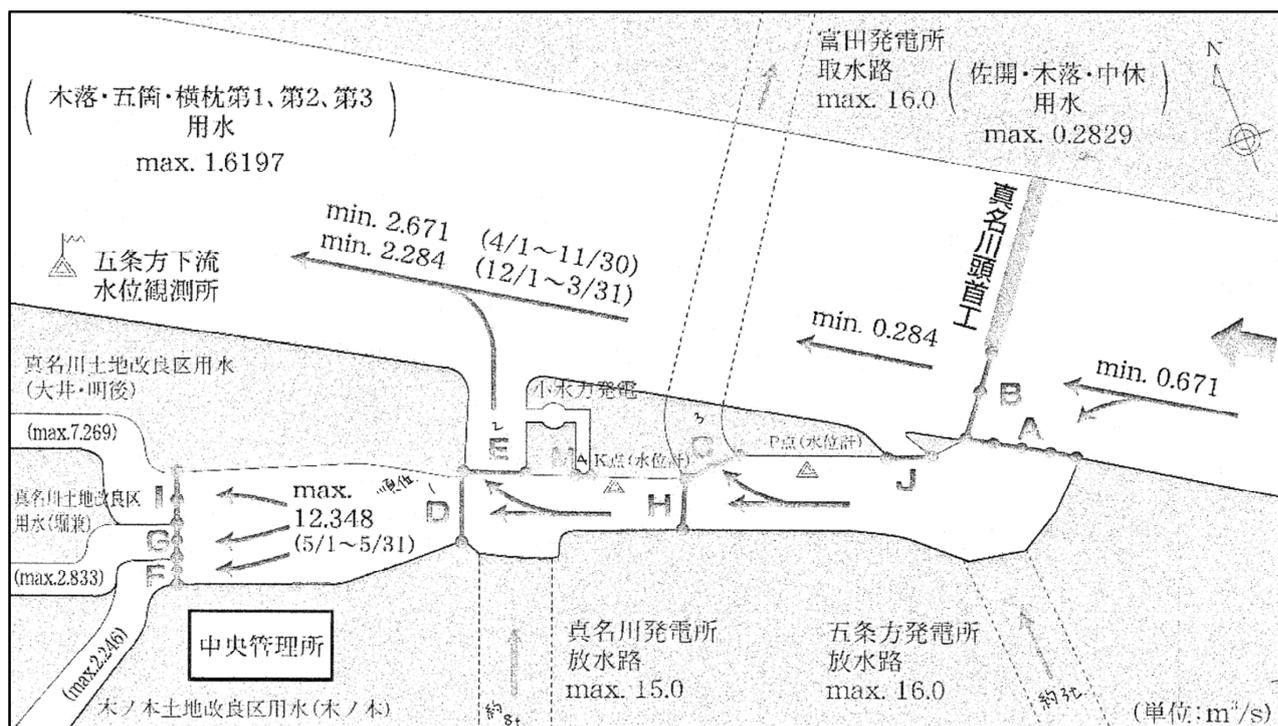


図 3.3(2) 農業用水の取水系統図

(2). 農業用水の断水時の地下水位変動

過去4年間の農業用水の断水状況から、取水量が減少する9月1日から断水が最も長く続いた11月30日までの期間について、主に上庄地区に設置された5ヶ所の地下水位観測井(下五条方・猪島・上据・中据・下据)の観測記録について、年毎の地下水位変動グラフとして図3.3(3)～(6)に整理した。

一般に、農業用水の取水量が地下水位の変動に直接的な影響を及ぼすと仮定した場合、取水量の減少時や断水時には比較的明瞭な地下水位の低下現象が現れるはずであるが、各年9～11月の地下水位の変動状況を見る限り、5ヶ所の地下水位は何れも農業用水の取水量の変化や断水と関連する変動パターンは示さないようである。また、令和3年を除くと、断水時に降雨に伴う水位上昇も認められることから、農業用水の取水量の減少や断水は、地下水位の低下に直接的に関与しないと考えられる。したがって、上庄地区のような地下水の涵養地域では、水田落水に伴う地下水涵養量の減少が地下水位の低下に大きく作用していると考えられる。

しかしながら、農業用水の断水が無かった令和2年と令和3年の水位変動状況を比較した場合、明らかに地下水位の低下速度(グラフの傾き)に違いが見られることから、次節では地下水位の低下状況について再度検討を加える。

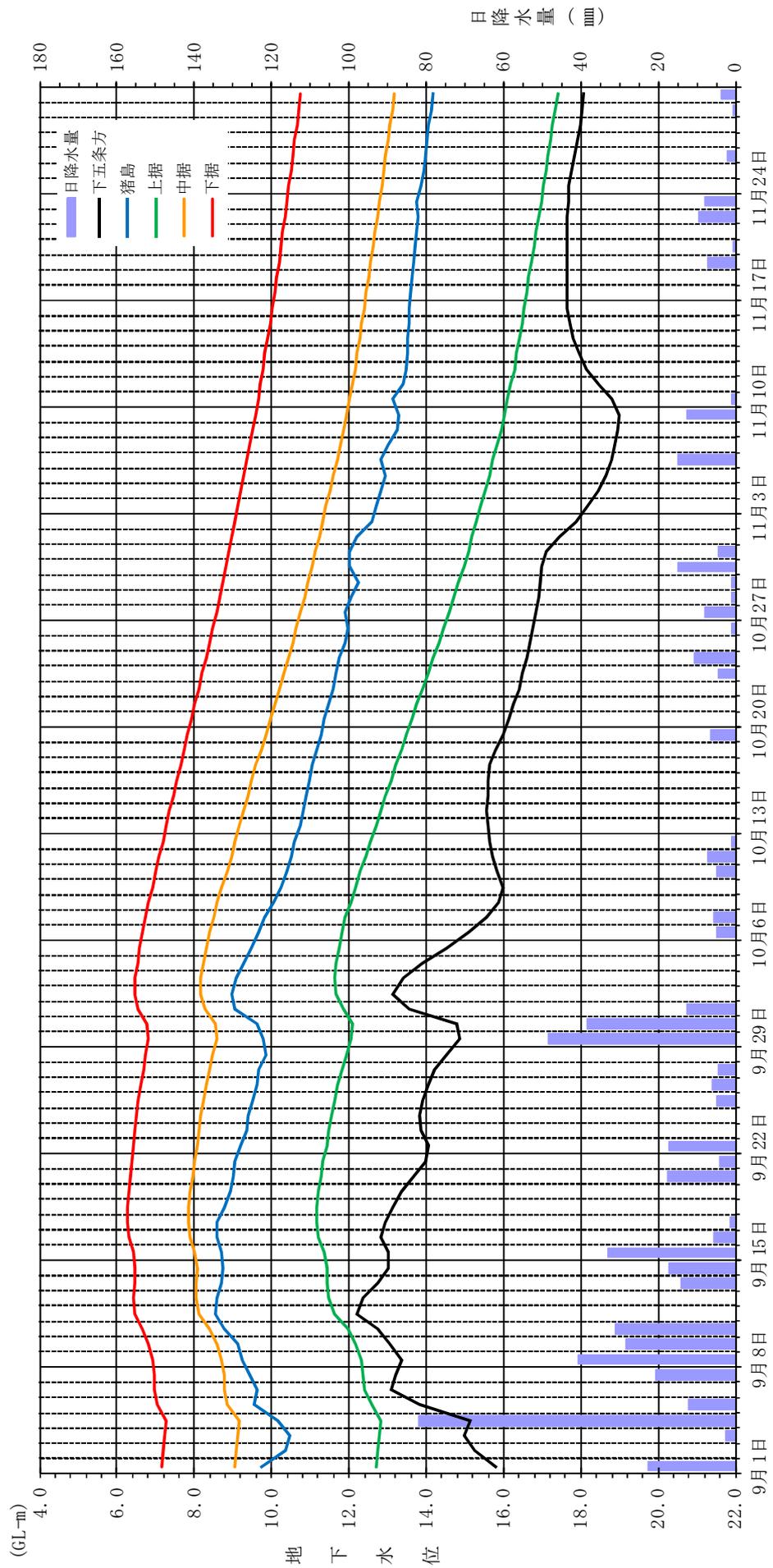
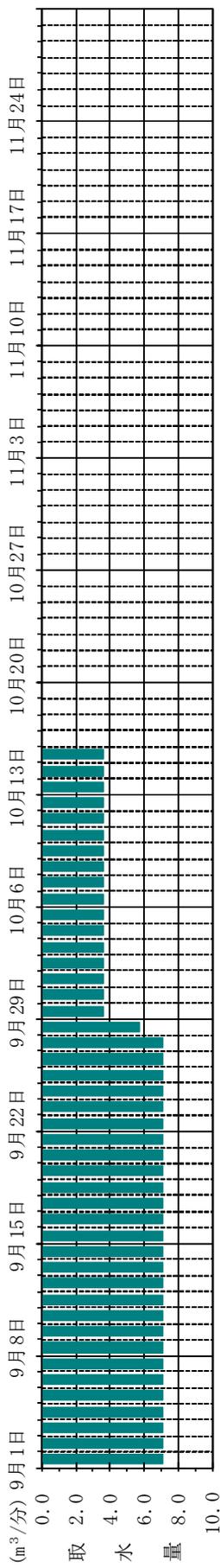


図3.3(3) 平成30年(2018)9~11月の地下水位変動グラフ

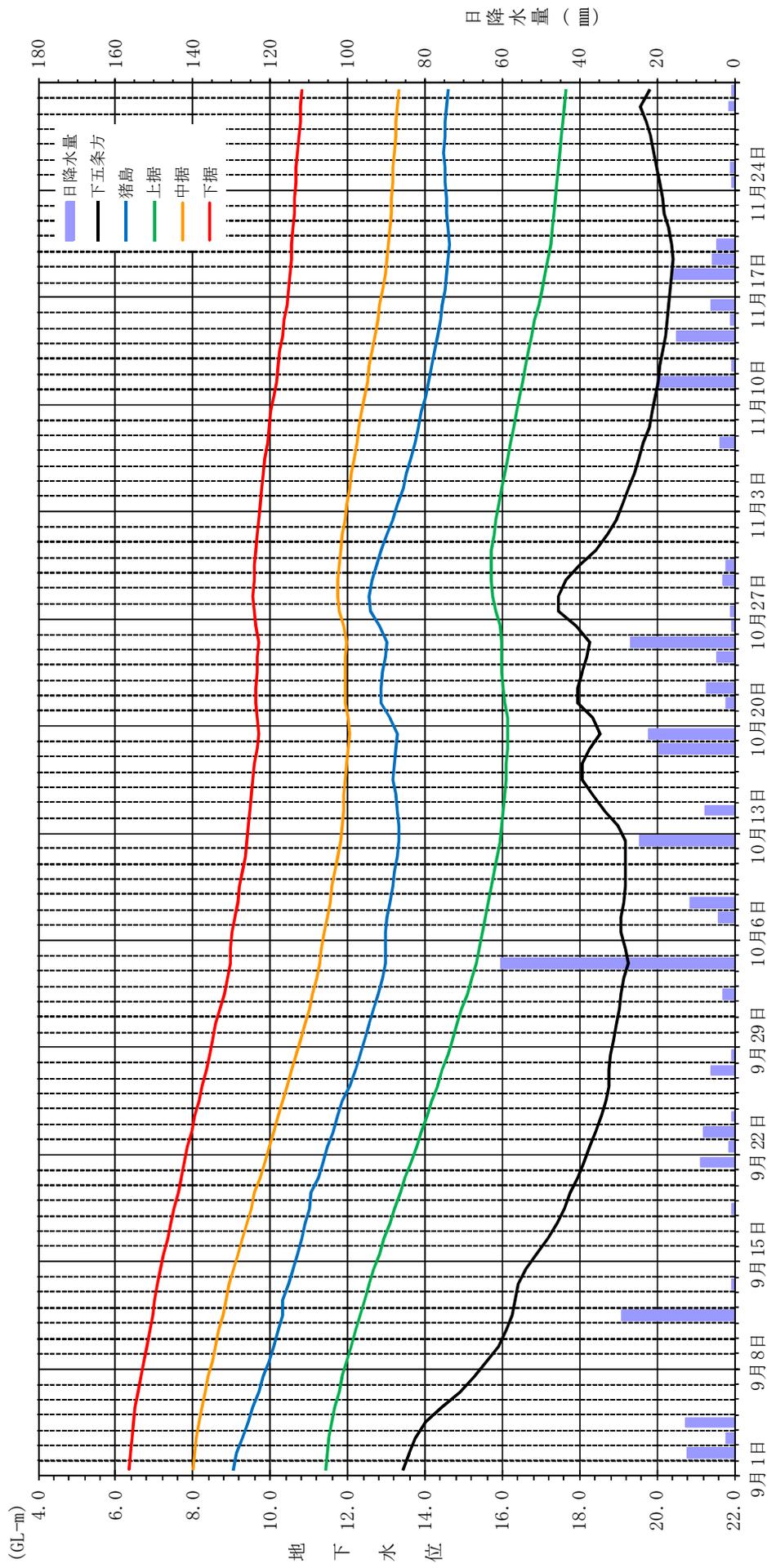
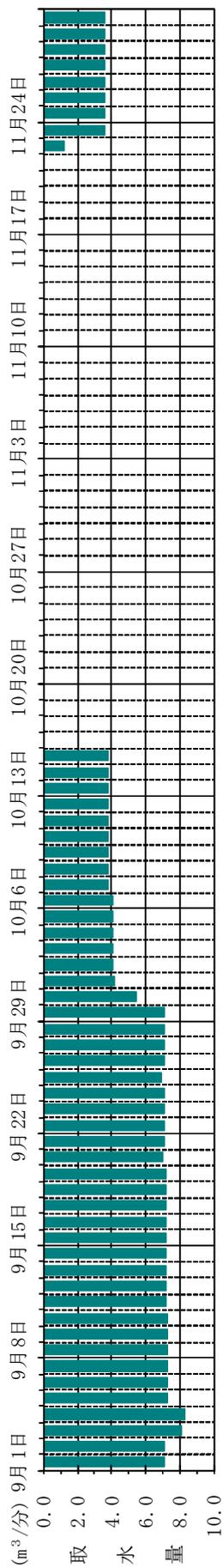


図3.3(4) 令和元年(2019)9月～11月の地下水位変動グラフ

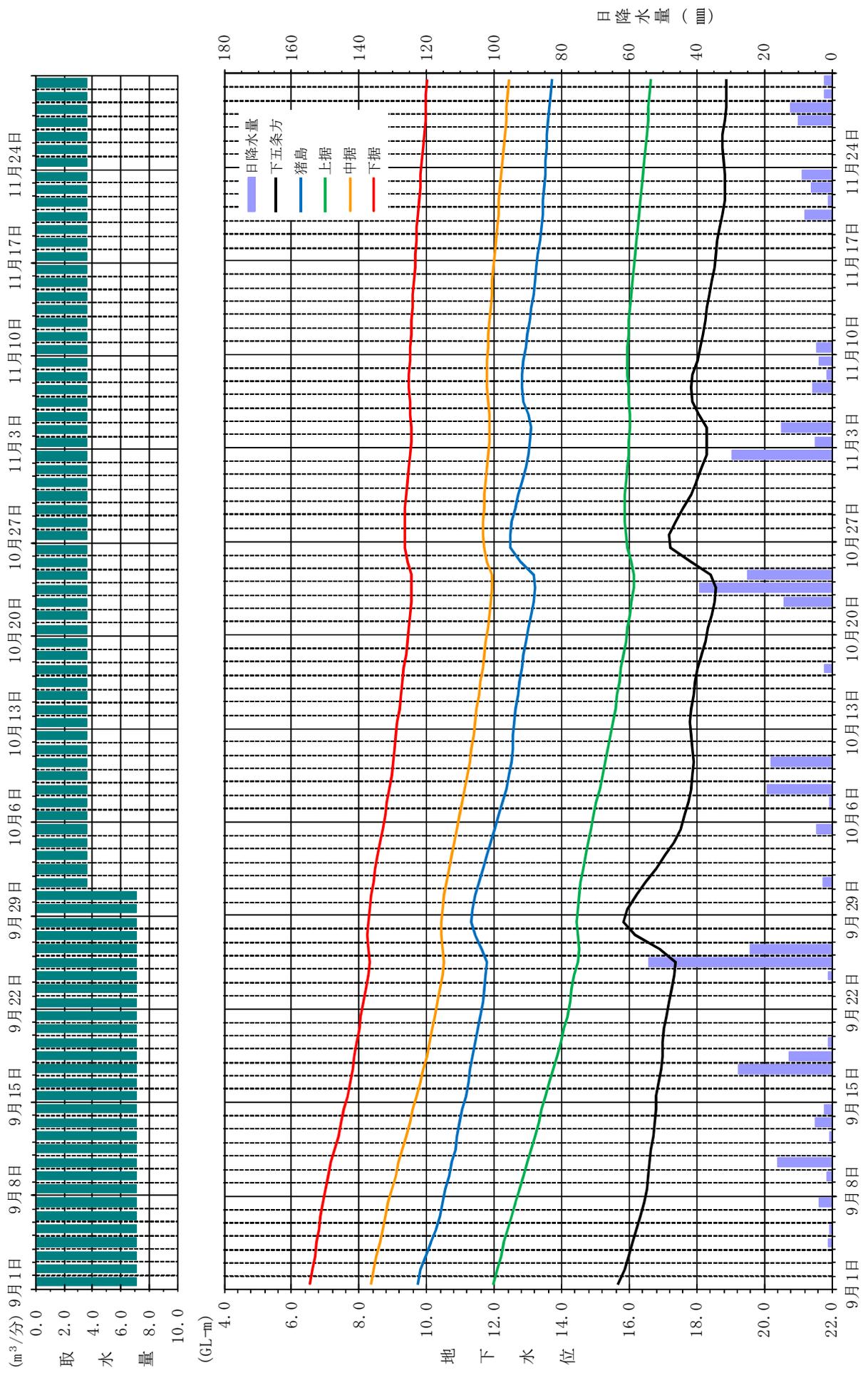


図3.3(5) 令和02年(2020)9~11月の地下水位変動グラフ

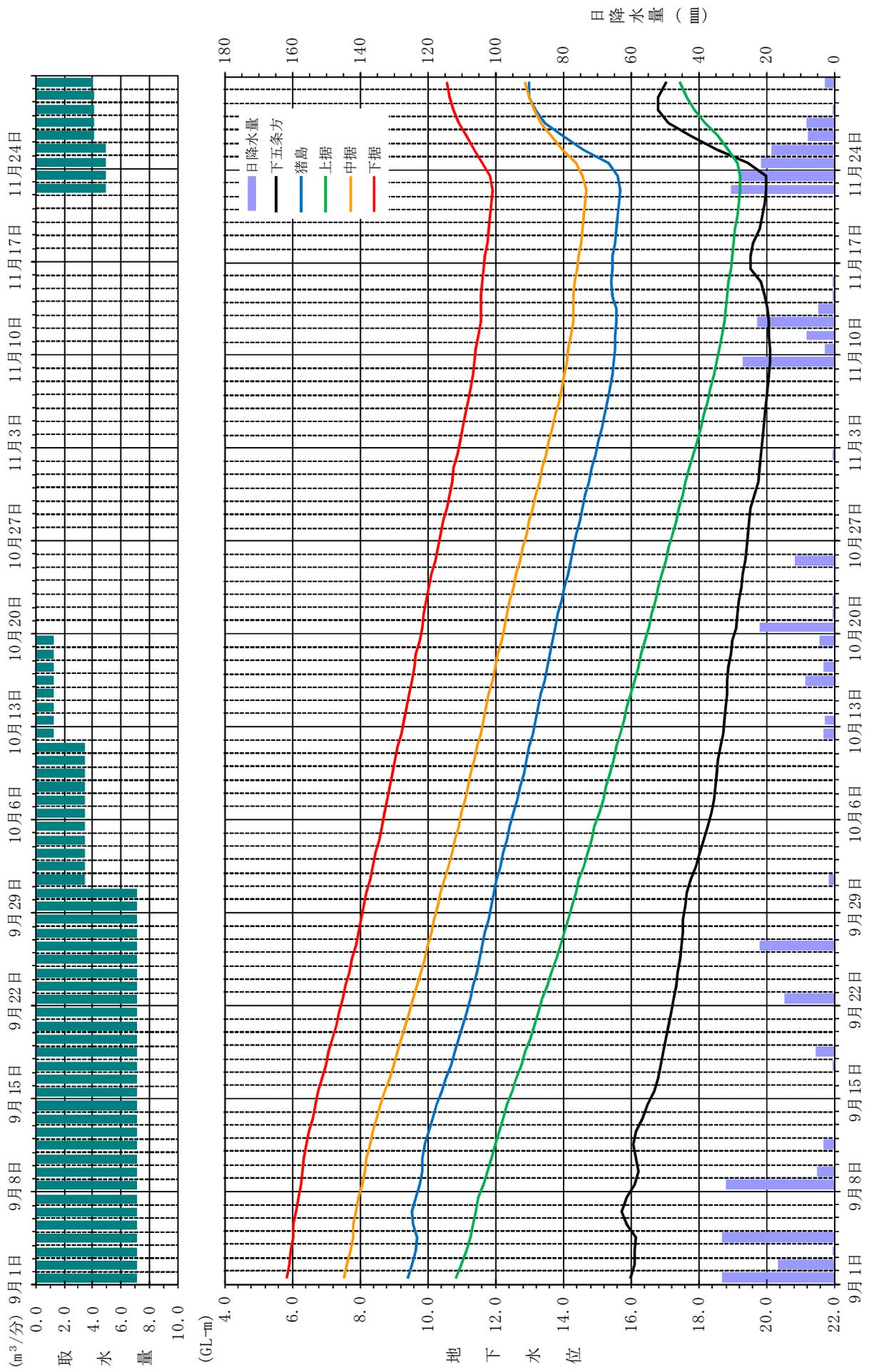


図3.3(6) 令和03年(2021)9～11月の地下水水位変動グラフ

(3). 地下水位の低下速度の検討

前述した過去4年間の9～11月の地下水位の変動状況から、農業用水の断水の有無に係わらず地下水位が低下している状況が把握されたものの、この地下水位低下の誘因については、水田落水期であることや降水量の多少が影響していると考えられる以外は判然としない。そこで、日平均水位の水位差(前日の水位から当日の水位を差し引いた値)を求め、水位差が負の場合(地下水位の低下)の累加値を整理し、その変動状況を観測井毎に図3.3(7)～(11)に整理した。また、ここに示す水位差が負となる場合の累加曲線は、降雨に伴う地下水位の上昇量を排除したときの地下水位の低下速度を表すものとなり、その曲線の傾きが急なほど水位低下(流出量の増加または涵養量の減少)速度が速く、水平であれば地下水の涵養が流出を上回る状態を表すものとなる。

まずはじめに下五条方観測井の累加曲線をみると、平成30年と令和元年は水田落水とともに急速な水位低下が進み、農業用水が断水してから約2週間後に再び水位の低下速度が加速している状況が現れていることから、農業用水の断水が地下水位の低下に寄与している可能性が伺える。しかしながら、令和2・3年は断水の有無に係わらずほぼ一定の速度で地下水位が低下しており、その低下速度自体も遅くなっている。このような累加曲線の変化は、農業用水の断水に伴う涵養量の減少以上に地下水涵養量が増大していることが要因と考えられる。

次に、猪島観測井の累加曲線をみると、下五条方観測井と同様、平成30年と令和元年は水田落水とともに急速な水位低下が進み、農業水路が断水してから約2週間後に再び水位の低下速度が増しているように見受けられ、農業用水の断水が地下水位の低下に寄与している可能性が想定されるが、令和2・3年の低下速度はほぼ一定で、かつ、その低下速度も低減している。さらに、上据・中据・下据観測井の累加曲線は、下流側ほど地下水位の低下速度が遅くなるものの、各々の観測井の低下速度はほぼ一定で、農業用水の断水に伴う低下速度の変化も認められない。

以上の累加曲線の状況から、農業用水の断水に伴う地下水位への影響は、地下水涵養地域の上流域において、下五条方や猪島などの限られた地域の水位低下に寄与したと考えられるが、その他の地域に対しては、農業用水の断水に伴う影響はなかったと評価される。

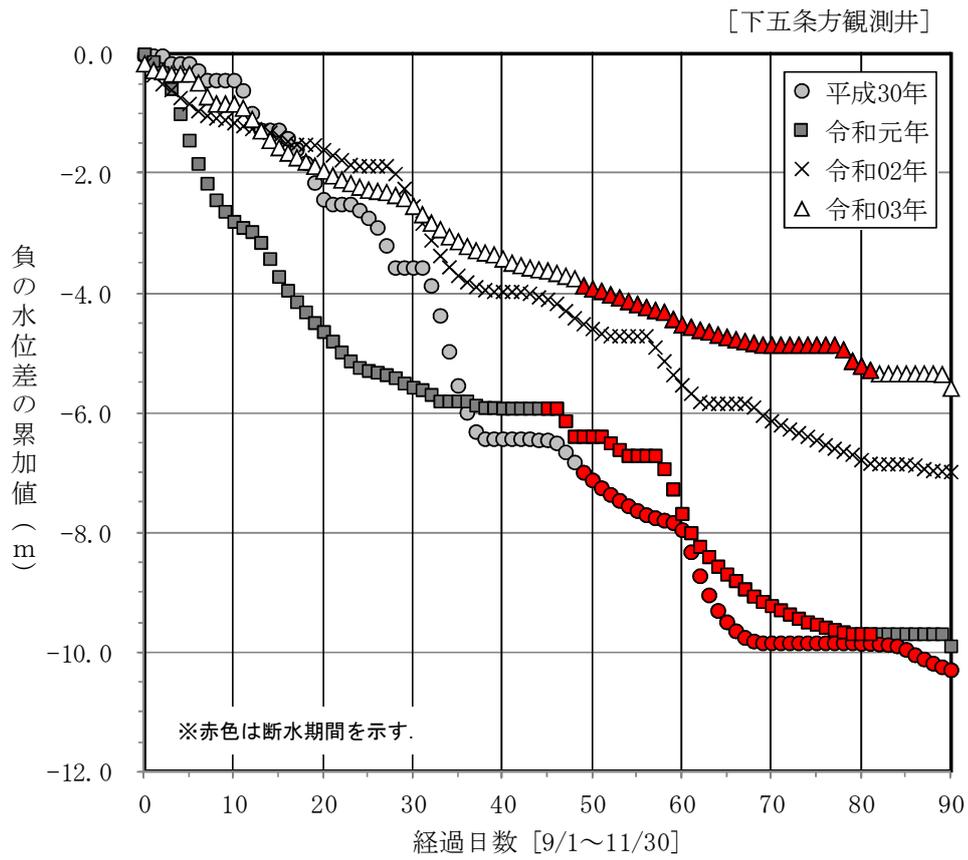


図 3.3(7) 負の水位差の累加曲線[下五条方観測井]

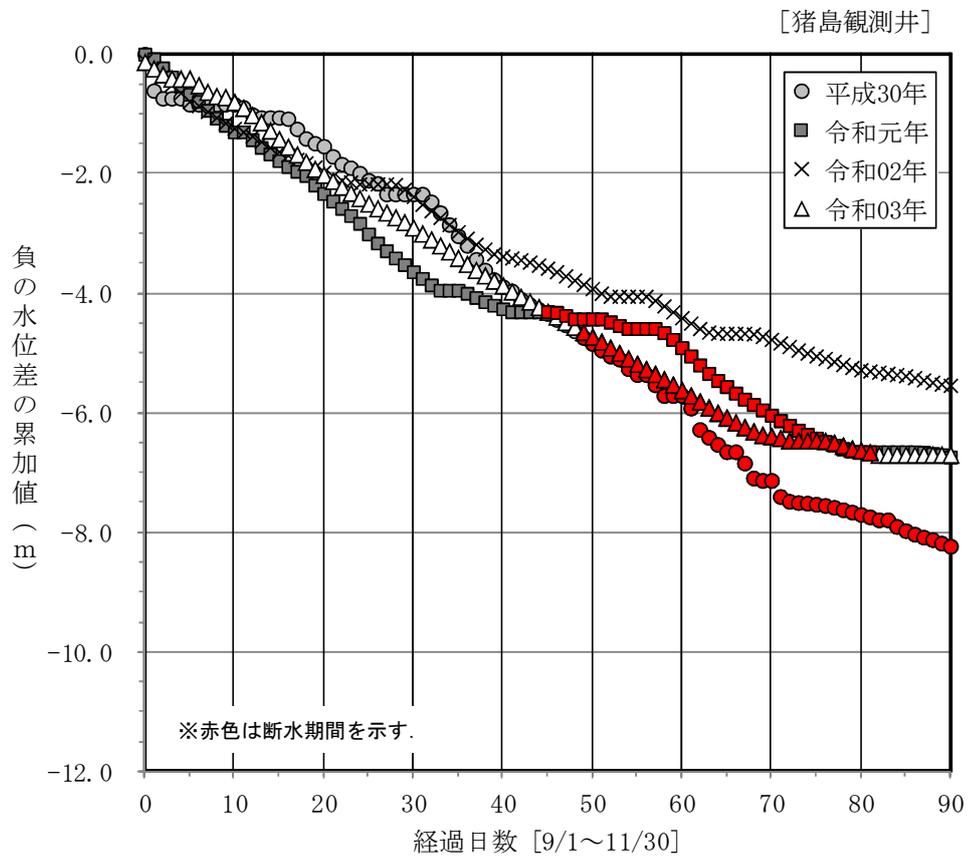


図 3.3(8) 負の水位差の累加曲線[猪島観測井]

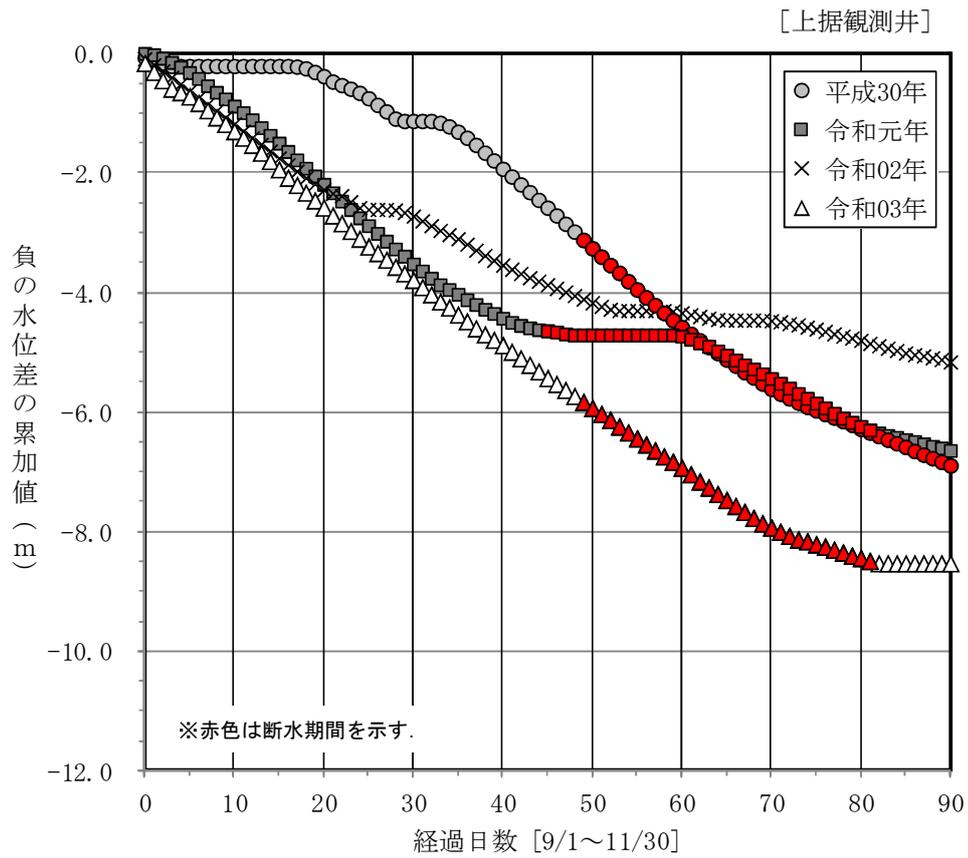


図 3.3(9) 負の水位差の累加曲線[上据観測井]

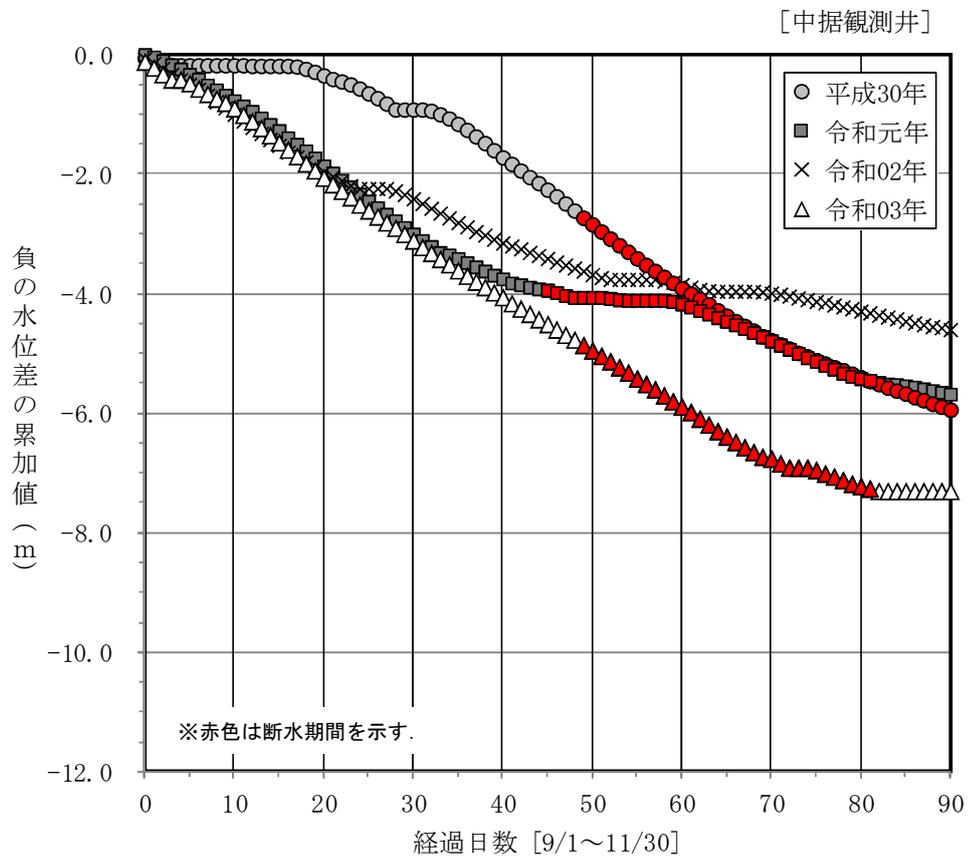


図 3.3(10) 負の水位差の累加曲線[中据観測井]

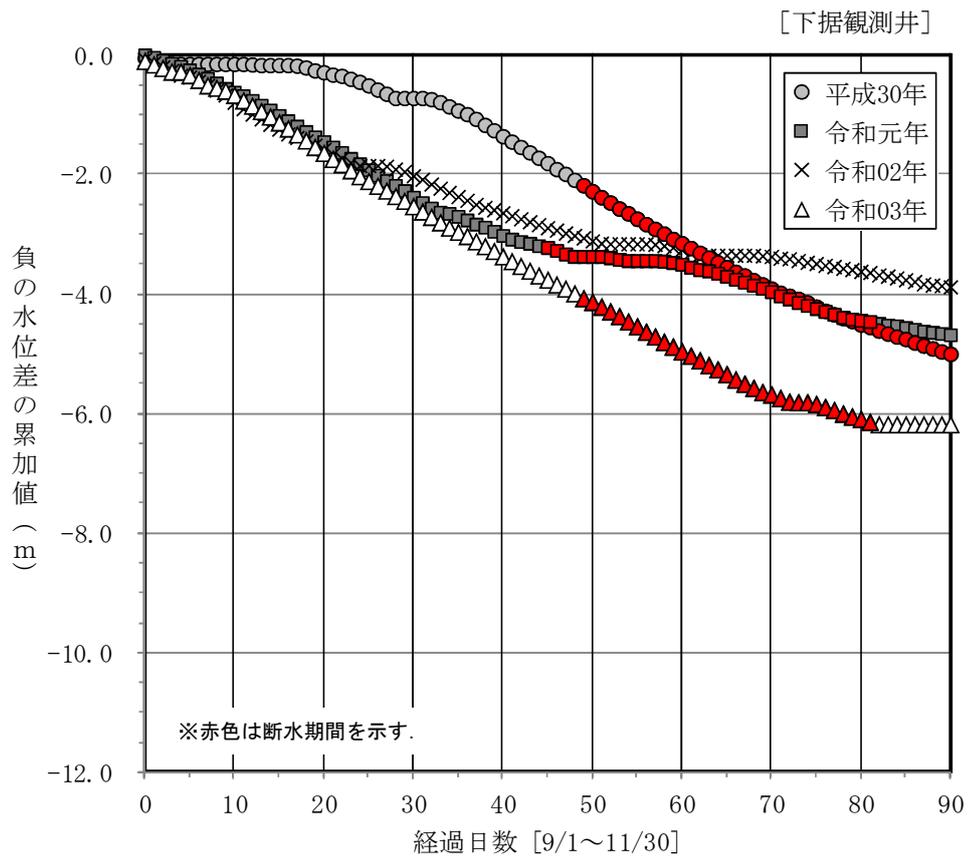


図 3.3(11) 負の水位差の累加曲線[下据観測井]

3.4 降水量と地下水位の関係

ここでは、令和3年度に生じた地下水位の異常な低下と降水量の関係について、主に上庄地区に設置された5ヶ所の地下水位観測井(下五条方・猪島・上据・中据・下据)の観測記録について再度検討を加える。

前述した過去4年間の地下水位変動グラフ(図3.3(3)～(6)参照)をみる限り、水田落水後の地下水位は、無降雨の状態が続くと一方的な低下傾向を示し、連続した降水量が20mmを超えるような場合には、明らかに地下水位が上昇している状況が読み取れる。

このような地下水位の低下と降水量との関係をより明確化することを目的に、令和3年9月1日～11月30日までの日降水量の累計値と、負の水位差の累加値の関係をグラフ化して図3.4(1)～(5)に整理した。

作成したグラフをみると、累計降水量の増加が停止(無降雨に相当)した場合、何れの観測井も鉛直方向に向かって累加値が増加(地下水位が低下)し、累計降水量が増える(降水に相当)と、累加値の増加が緩やかになったり、水平になる状況(地下水位が上昇)が現れている。このことは、無降雨時はほぼ一定の速度で地下水位が低下し、降雨時は低下しない(地下水位の上昇を含む)状況を現す結果と考えられる。また、プロットされたデータを多項式近似した場合、その重相関係数が0.95前後の強い関連性を示すことから、地下水位の低下速度は累計降水量の影響を強く反映するものと考えられる。よって、令和3年10～11月の異常な地下水位の低下は、10月の降水量が70年に1回しか起こらないような極端な少雨(渇水)に見舞われたことが大きく影響したと考えられる。

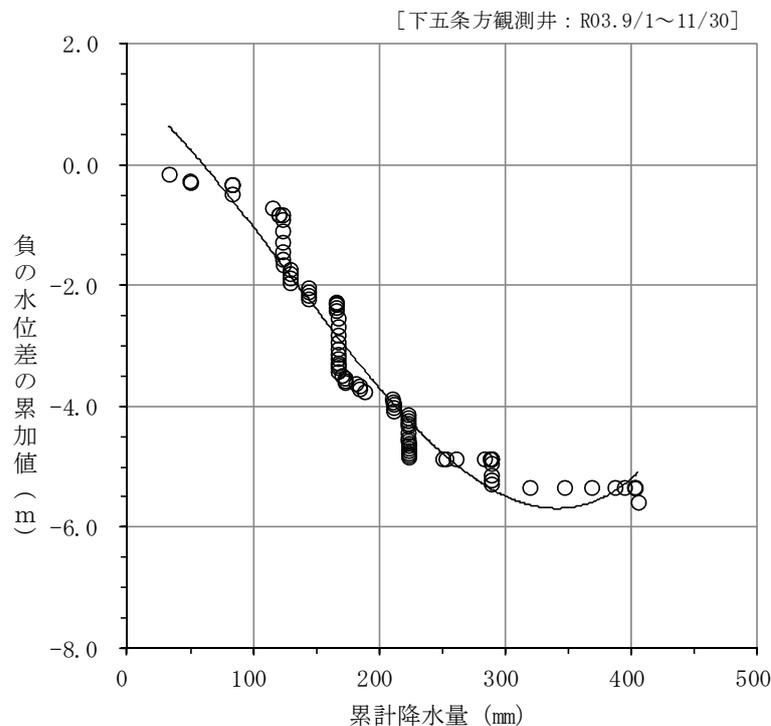


図 3.4(1) 累計降水量と負の水位差の累加値の関係[下五条方観測井]

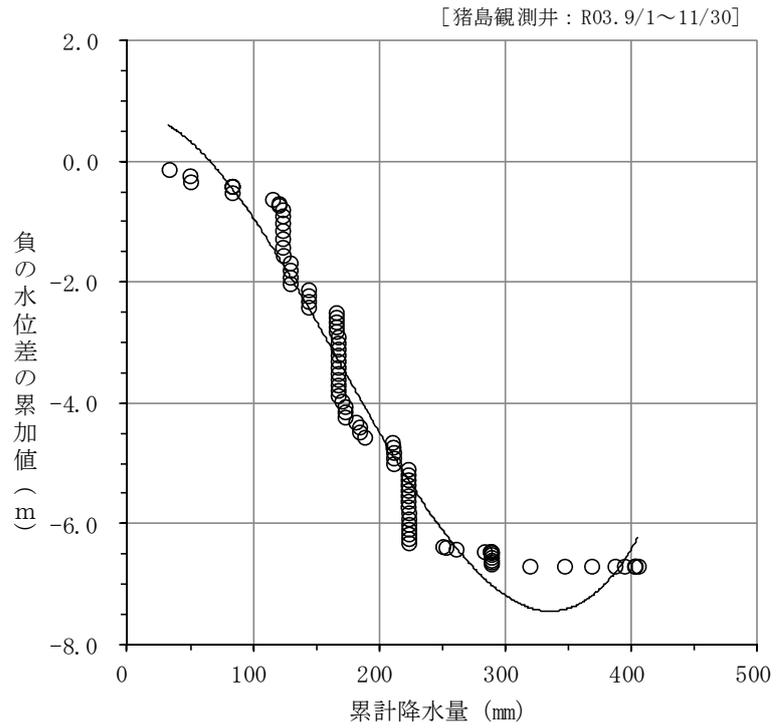


図 3.4(2) 累計降水量と負の水位差の累加値の関係[猪島観測井]

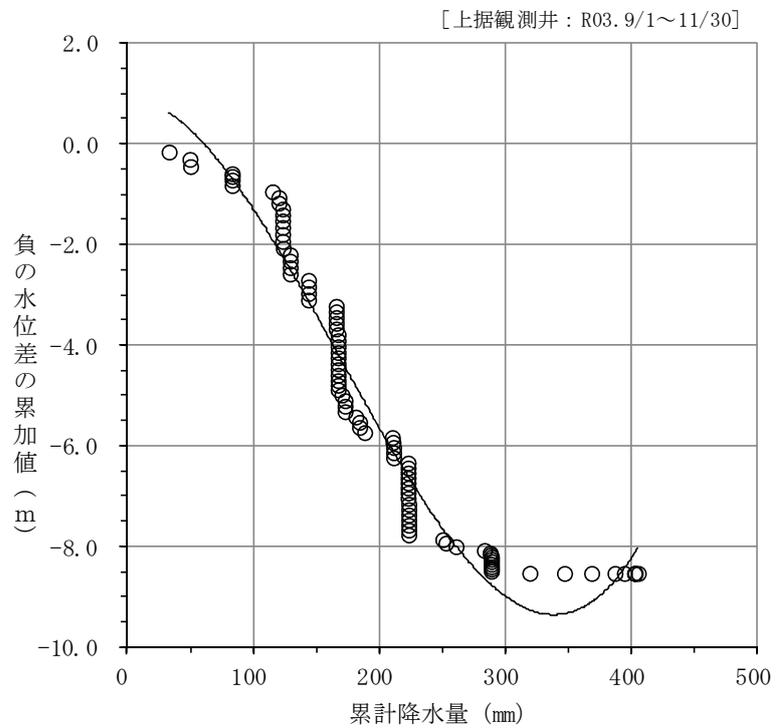


図 3.4(3) 累計降水量と負の水位差の累加値の関係[上据観測井]

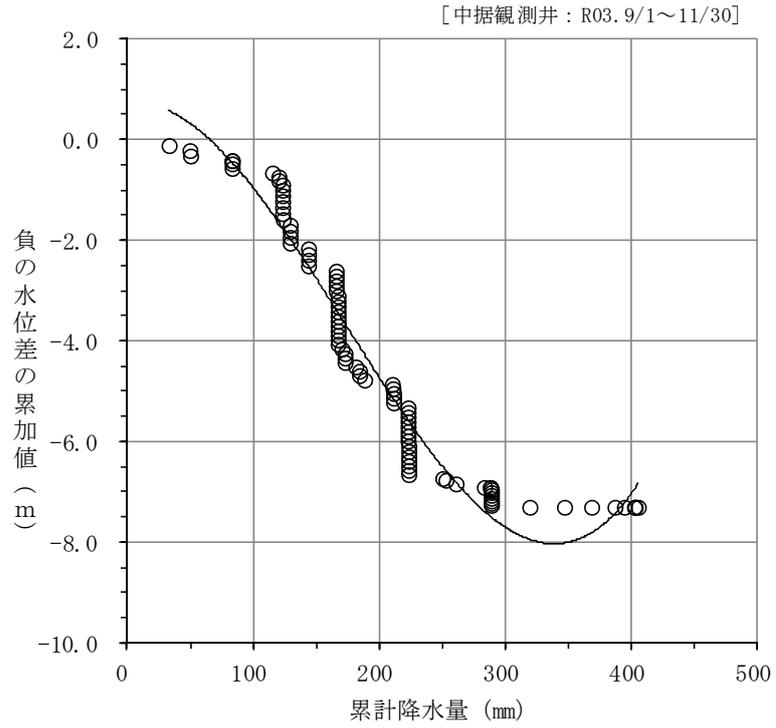


図 3.4(4) 累計降水量と負の水位差の累加値の関係[中据観測井]

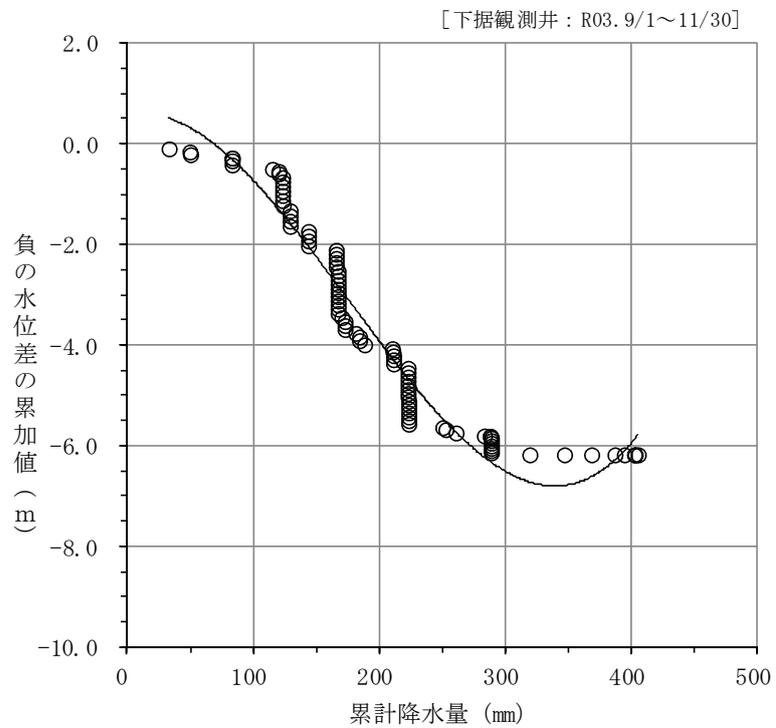


図 3.4(5) 累計降水量と負の水位差の累加値の関係[下据観測井]

4. ま と め

(1). 地下水位の低下誘因

令和3年10月～11月に発生した地下水位の低下について、これまでに想定され得る誘因を検討した結果、水田落水後の非灌漑期間中の10月に、70年に1回しか起こらないような極端な少雨(57mm)に見舞われたことが最大の誘因であったと考えられる。また、同時期に農業用水の断水が行われているが、地下水位の変動状況から検討した限り、農業用水の断水は、下五条方や猪島などの限られた地域の水位低下に寄与したと考えられるものの、その他の地域の地下水位低下に対しては直接的には関与しなかったと推察される。

(2). 地下水障害の発生状況

令和3年10～11月に発生した異常な地下水位の低下により、大野市街地では約50件の井戸枯れが発生したとされる。しかしながら、井戸枯れをはじめとする地下水障害の発生に対する大野市の対策計画が策定されていないため、その発生位置や井戸諸元などの詳細は把握できておらず、現状では図4.1(1)に示す資料が残されるのみである。

現状では将来の気象状況を予測することは困難であるが、少なくとも地球温暖化の影響を受け、極端な気候(大雨・大雪・干ばつなど)が頻発する可能性が高いことは推測される。このことは、令和3年10月～11月に発生したような地下水位の異常低下が再び発生する危険性も高いことを意味しており、このような状況に対処するためには、今後、国土交通省が策定している「渇水対応タイムライン」などを参照しながら、大野市特有の水利用の実態を踏まえた対策マニュアル等を策定するなど、リスク管理型の地下水マネジメントを推進していくことが望ましいと考えられる。

なお、最低水位や渇水位の経年的な低下に係わる地下水障害の発生は、これまでに特に報告されてはいないが、中野清水の湧水量の観測記録をみる限り、平成27年頃から渇水流量の経年的な低下現象が認められる(図4.1(2)参照)。今後も市街地の湧水を保全していくためには、経年的な地下水位の変動状況を注視しながら、地下水位の維持を図ることが肝要と考えられ、冬期水田湛水事業のような施策は今後も継続すべき内容と考えられる。

令和3年度 井戸枯れ被害発生状況 (R311.27現在)

〈凡例〉 ● 井戸枯れ(「出にくい」含む)
● 濁り

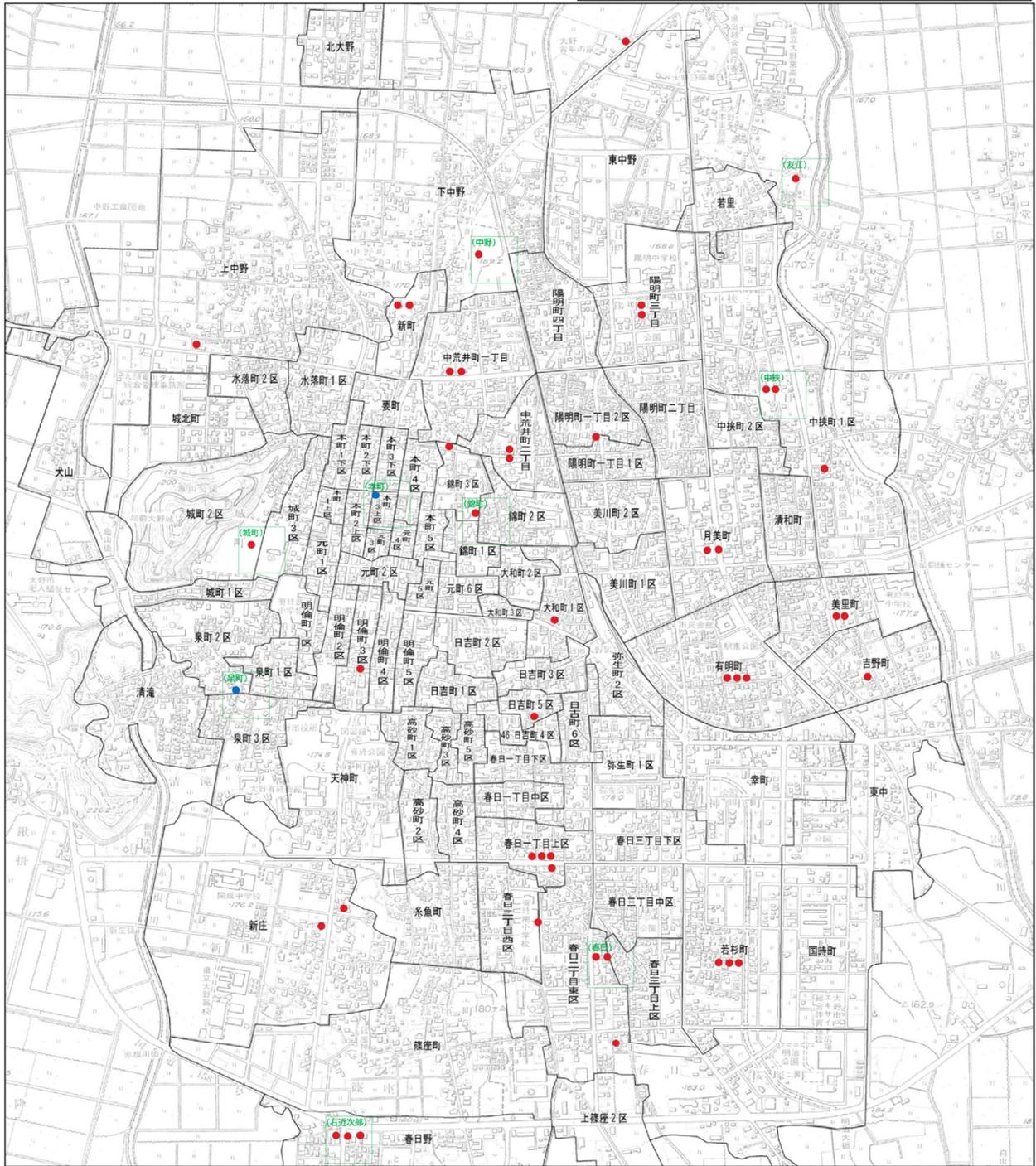


図 4.1(1) 令和3年度の井戸枯れ発生状況の概略

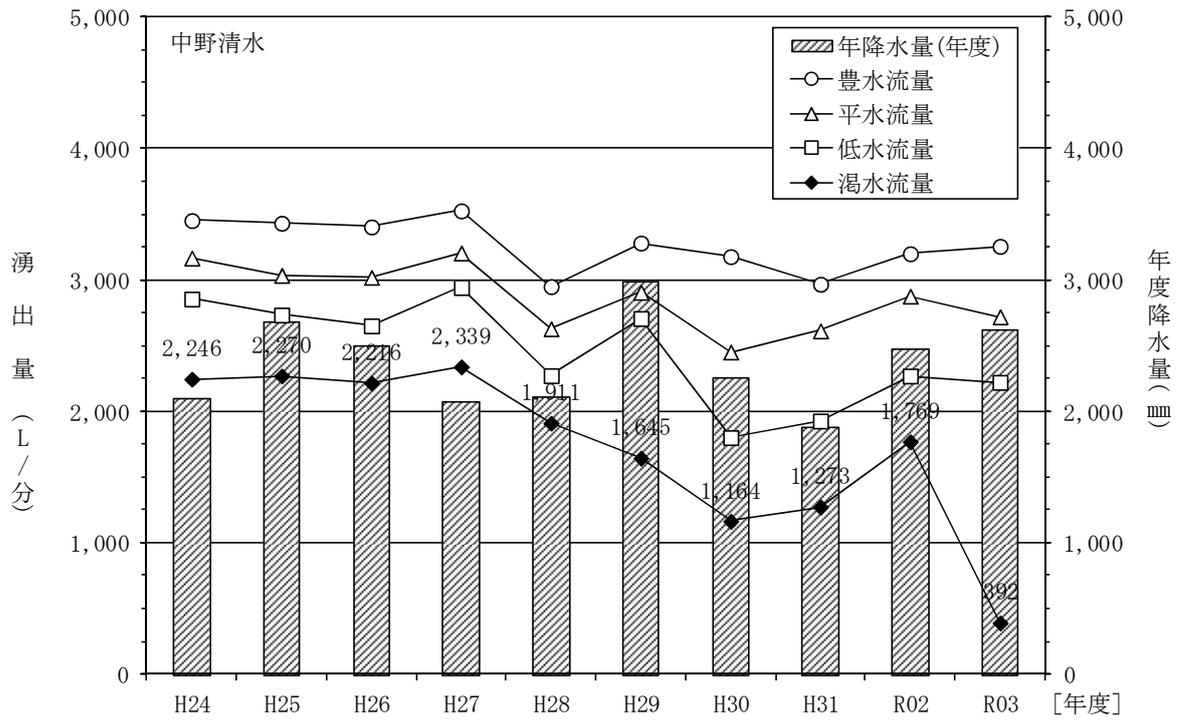


図 4.1(2) 中野清水における湧水量の経年変化