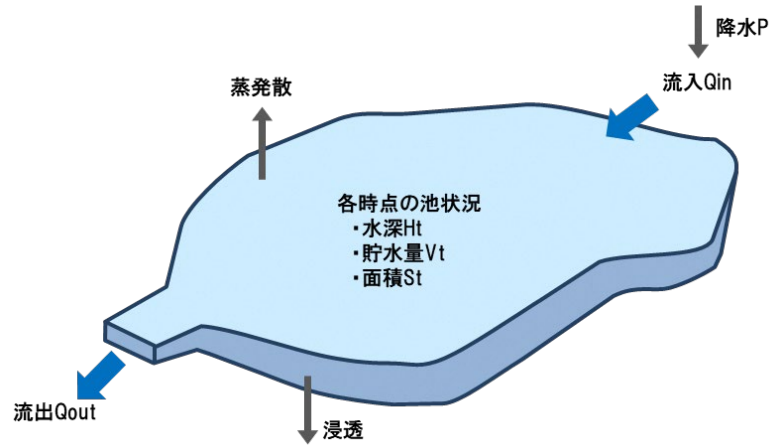


湿地の水環境 現況把握

(ア) 湿地の水収支

1) 概要

湿地の各水域の状態(水深、貯水量、湛水面積)は、水収支(流入:降水由来の流入、流出:越流、蒸発散、土壌浸透)によって日々変化する。そのため、各要素がどのように関係し合っているのか現況把握を行った。



2) 方法

現地調査等から、各時点の水深 H_t 、 H - V (水深と貯水量の関係)、 H - Q (越流水深と流出量の関係)、無降雨期の水位低下速度(蒸発散+浸透)を把握した。

また、各時点の水深 H_t を入力データとした水収支計算を行うことで、流入量の推測を行った。

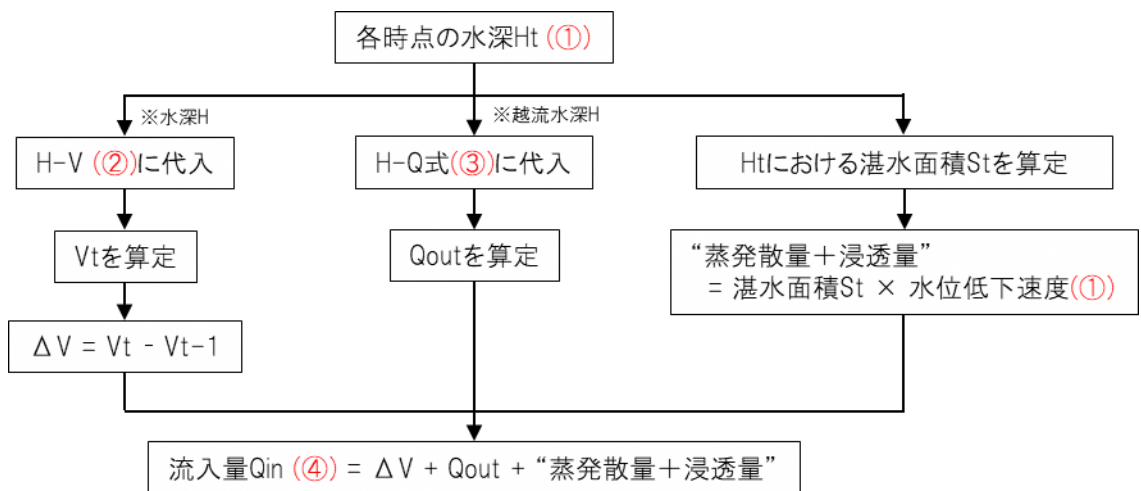


図 1 水収支計算フロー

3) 結果

① 水深の連続観測結果

自記録式水位計を各水域に設置し、連続観測を2021年9月7日以降で実施している。水域②③④で2022年7月に干上がるなど水深は低くなりやすい特徴がある。

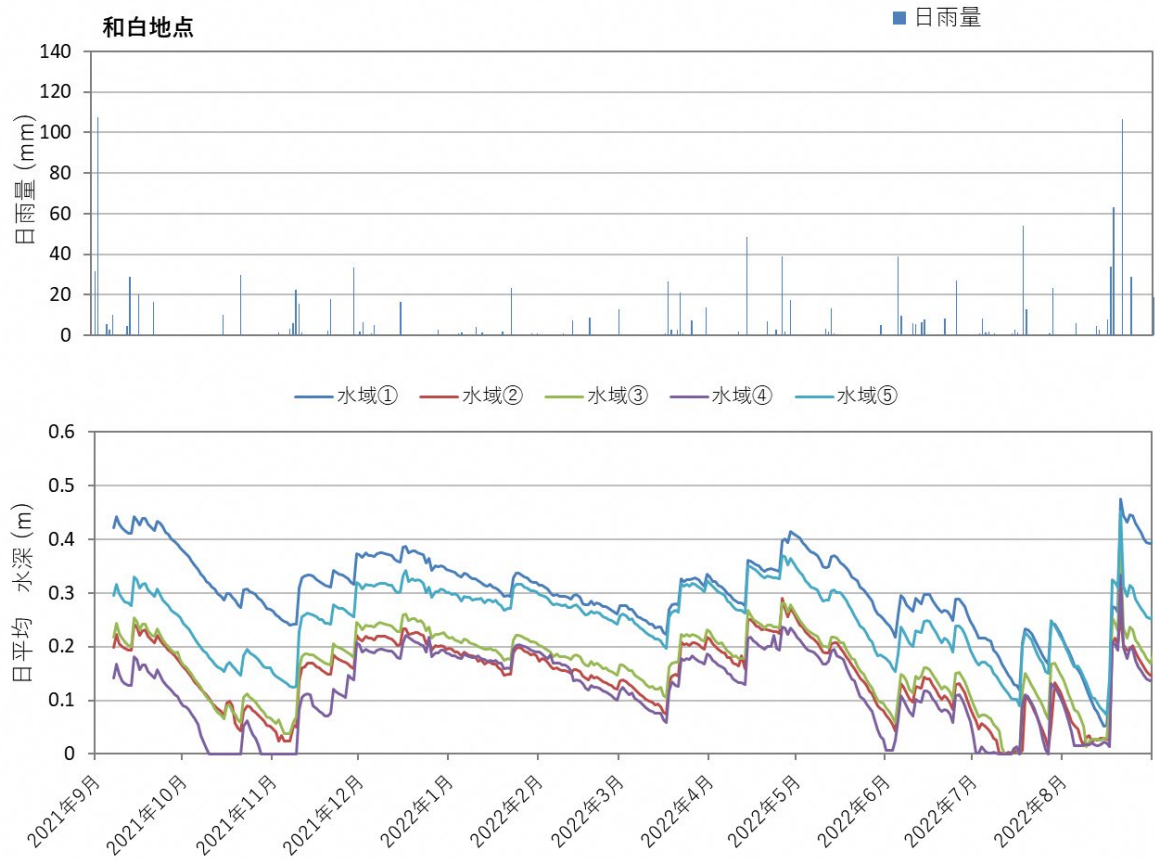


図 2 水深の時系列変化



図 3 自記録式水位計の設定位置(令和4年10月22日撮影)

降水による水位変動の影響を除くために、無降雨期を対象として水位低下速度 (mm/日)を集計した。なお、水域②～⑤は水深が高くなるとつながって一体化する関係にあるため、代表として水深が最もある水域⑤に着目して整理した。水位低下は蒸発散と土壌浸透に起因するため、蒸発散が起りやすい夏季に大きな値を示している。年平均の水位低下速度は約 5.7～5.8mm/日である。

表 1 水位低下速度

	無降雨期の水位低下速度 月平均 (mm/日)													平均
	2021 年				2022 年									
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月		
水域①	6.2	6.1	4.0	1.0	3.3	3.3	4.3	4.3	6.9	9.4	9.8	9.9	5.7	
水域⑤	5.4	6.0	4.1	0.8	2.4	3.3	4.3	5.0	8.1	10.6	10.3	9.5	5.8	

② H-V

各時点の水深から貯水量を算定するために、ドローン測量データを用いて、水深 H と貯水量 V の関係を把握した。

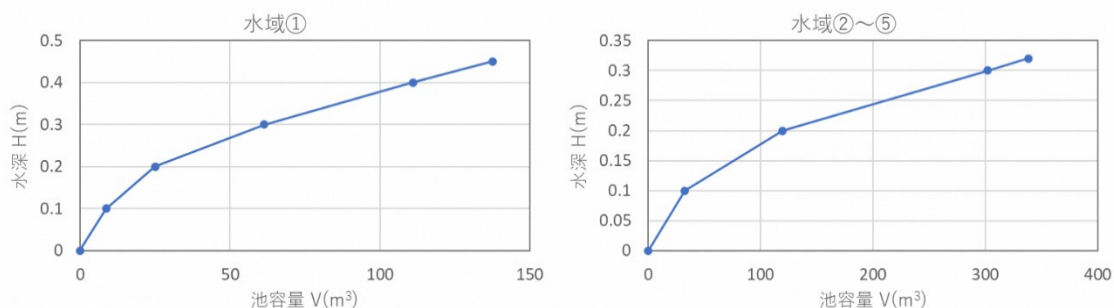


図 4 H-V の関係

③ H-Q

水域からの越流量を把握するために、越流箇所となる水域①、水域⑤の排水路を対象とした流量観測を2022年9月に行い、越流水深Hと流出量Qの関係式(H-Q式)を作成した。

対象水路	H-Q式
水域①	$Q = 2.826 \times (H + 0.0000841)^2$
水域⑤	$Q = 3.350 \times (H + 0.000492)^2$

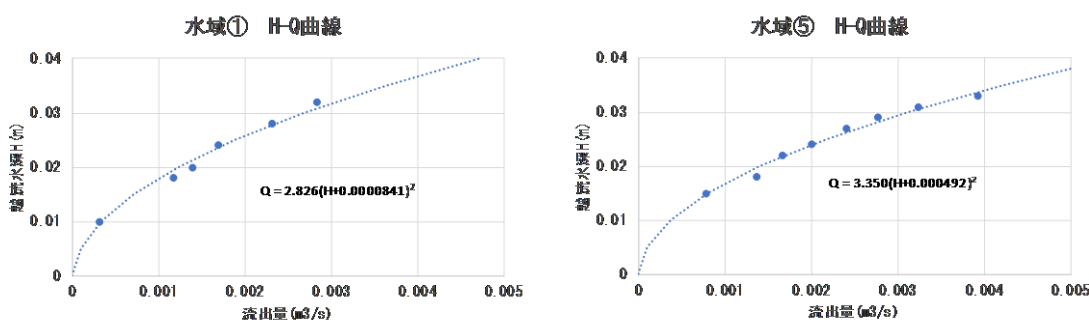


図 5 H-Q式

④ 流入量の算定結果

上記で把握した水深Ht、各月の水位低下速度、H-V、H-Qを用いて水収支計算を行い、流入量を算定した。なお、水域②～⑤は水深が高くなるとつながって一体化する関係にあるため、一まとまりの水域として扱った。

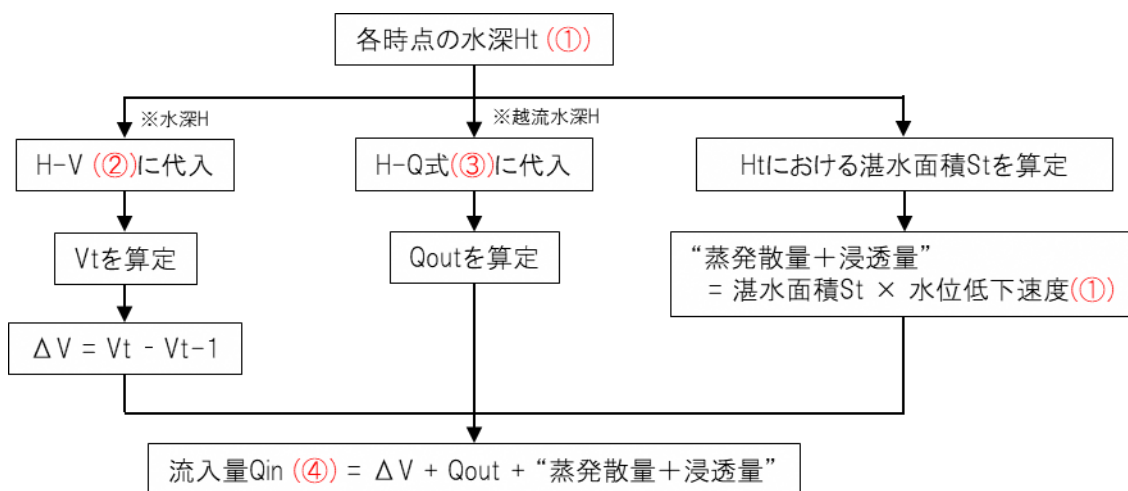


図 6 水収支計算フロー(図 1再掲)

◆水域①

計算で求めた日流入量について、日降水量との相関式が得られ、「日流入量 $m^3 = 0.83 \times$ 日降水量 mm 」の関係が見られる。日降水量 $10 mm$ に対して平均的な日流入量は約 $8.3m^3$ に相当する規模感である。

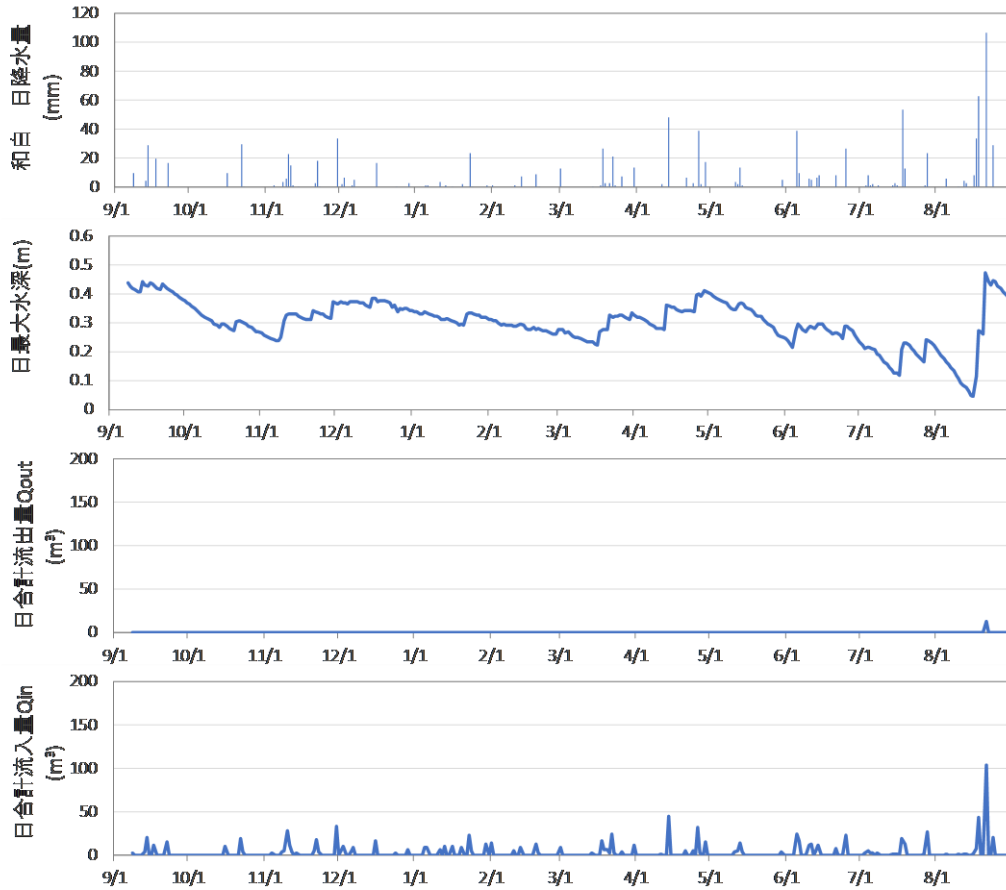


図 7 水収支計算結果 (水域①)

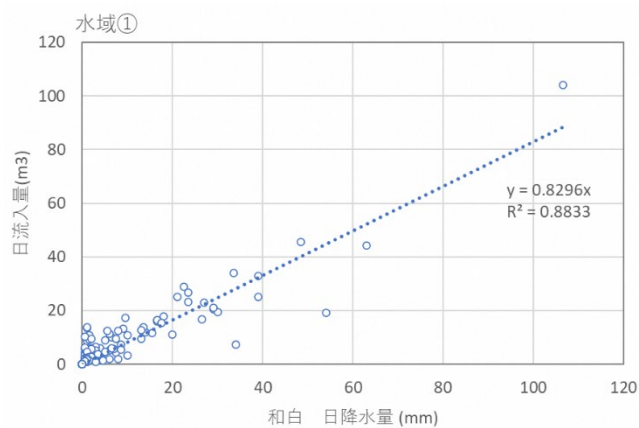


図 8 日降水量と日流入量の相関 (水域①)

注) 回帰式の傾きは日降水量に対しての平均的な日流入量を表している。

◆水域②～⑤

計算で求めた日流入量について、日降水量との相関式が得られ、「日流入量 $m^3 = 4.1 \times$ 日降水量 mm 」の関係が見られる。日降水量 $10 mm$ に対して平均的な日流入量は約 $41m^3$ に相当する規模感である。

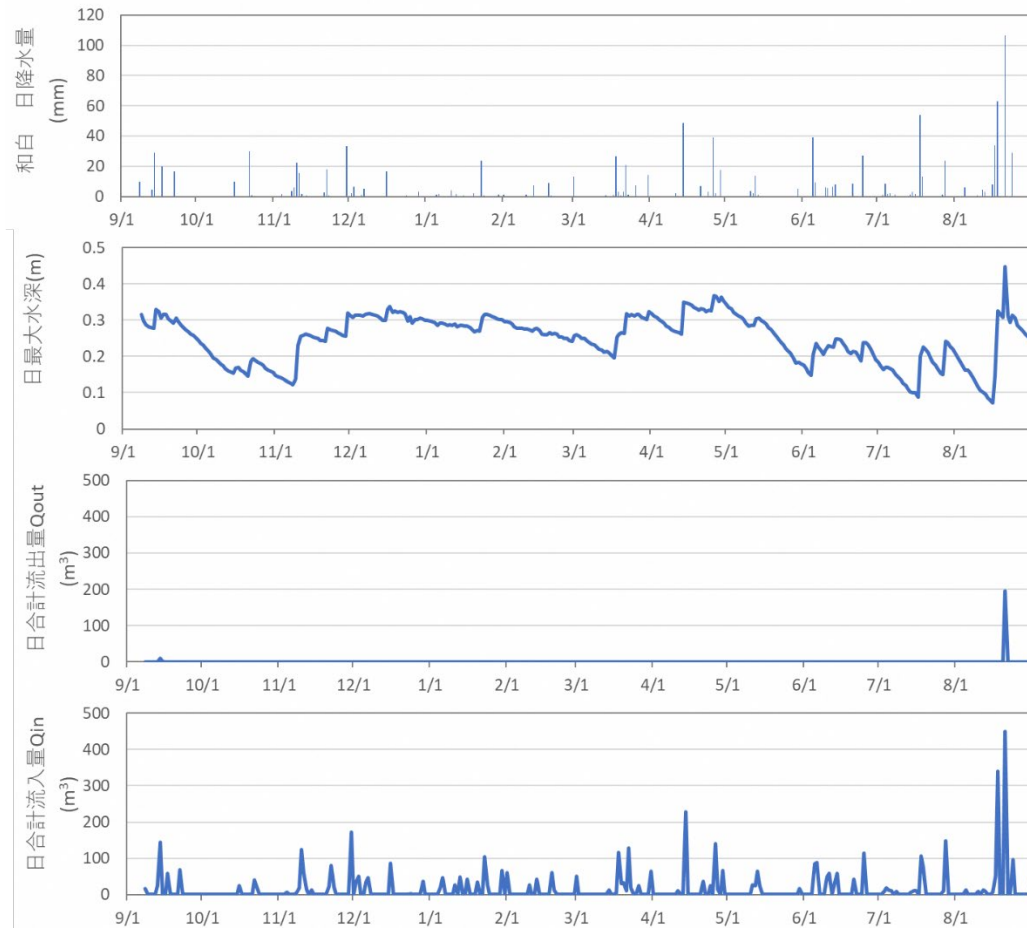


図 9 水収支計算結果 (水域②～⑤)

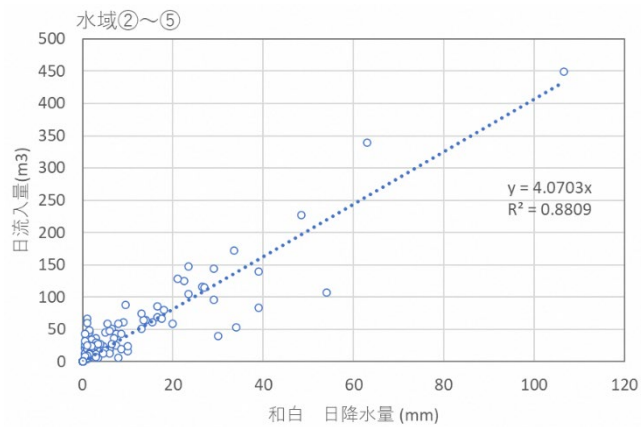


図 10 日降水量と日流入量の相関 (水域②～⑤)

注) 回帰式の傾きは日降水量に対しての平均的な日流入量を表している。

◆水域①

水域①の集水域は約 1,200m²であり、日降水量 10 mmのときの集水域に入る水量は 12m³である。これに対して、日降水量 10 mmのときの平均的な日流入量は約 8.3m³と概算され、全量の約 69%が池内に当日のうちに流入していることになる。

◆水域②～⑤

水域②～⑤の集水域は約 8,100m²であり、日降水量 10 mmのときの集水域に入る水量は 81m³である。これに対して、日降水量 10 mmのときの平均的な日流入量は約 41m³と概算され、全量の約 50%が池内に当日のうちに流入していることになる。

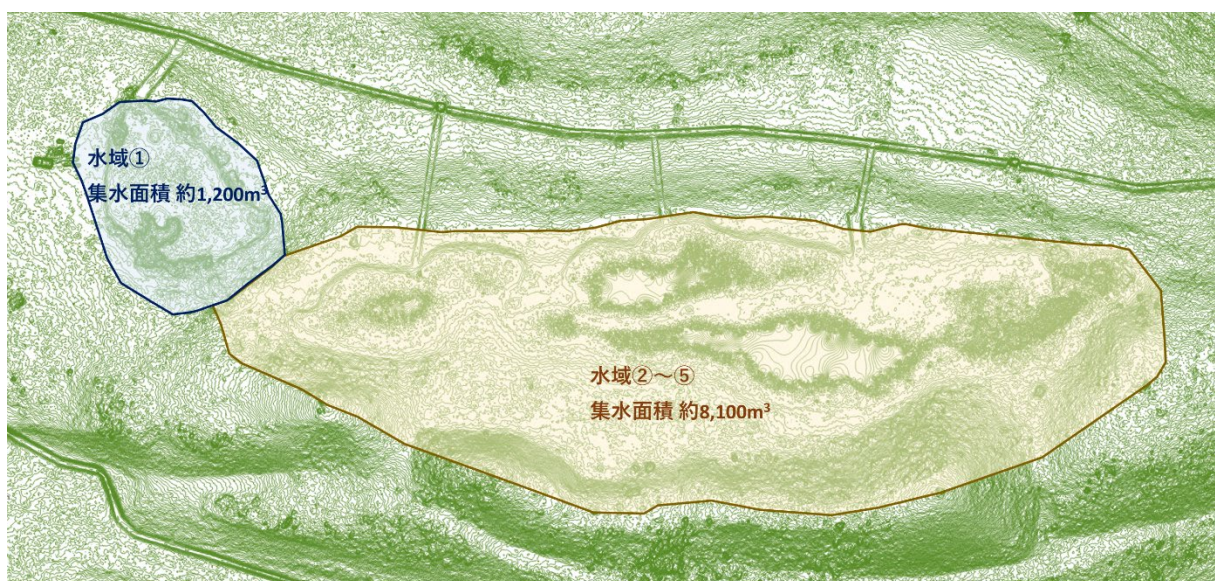


図 11 湿地の集水域

<参考①>

水利計算の結果に基づいて、降雨による水位上昇幅、池水が希釈される目安となる降水量を推定した。

- ・日降水量 10 mm に対する水位上昇幅は、降雨前の水深状況によって異なるが、水域①で 0.016～0.051m、水域②～⑤で 0.023～0.047m と推定される。
- ・水域の水質は降水の影響を受けて希釈される。そのため、水域①、②～⑤の各水深における貯水量が、2 倍、3 倍に希釈される場合の日降水量を参考に示す。例えば、水域②～⑤が水深 0.3m の状態であった場合、池水は日降水量 72 mm で 2 倍に希釈され、日降水量 144 mm で 3 倍に希釈されるという概算になる。

表 2 降雨で想定される応答

水域①

降雨前の池状況			降雨で想定される応答		
水深 m	湛水面積 m ²	貯水量 m ³	日降水量 10mm での 水位上昇幅 m	希釈の目安となる 降水量 mm	
				2 倍希釈	3 倍希釈
0.1	105	9	0.051	11	21
0.2	265	25	0.023	30	60
0.3	465	61	0.017	74	148
0.4	526	111	0.016	134	268

水域②～⑤

降雨前の池状況			降雨で想定される応答		
水深 m	湛水面積 m ²	貯水量 m ³	日降水量 10mm での 水位上昇幅 m	希釈の目安となる 降水量 mm	
				2 倍希釈	3 倍希釈
0.1	673	32	0.047	8	15
0.2	1,382	119	0.022	28	57
0.3	2,528	302	0.023	72	144

注) 降雨で想定される応答の数値は、日降水量に対する平均的な日流入量を表した回帰式に基づいて算定した、平均的な概算値である。実際には前日までの降雨履歴や降雨強度等に左右されて、異なる応答を示すことも考えられる。

<参考②>

水深の連続観測データ、和白雨量データの相関図に基づいて、降雨による水位上昇量などを確認する。

◆水域①

当日雨量と水位変化の相関図から次のことが読み取れる。

- ・当日雨量が8.5mm以下の範囲では水位変化がマイナスになることがあり、土壌が乾いた状態である場合などに雨水の流入への寄与が小さいことが推察される。
- ・当日雨量10mm分に対する水位上昇は平均的に約0.019mである(回帰式の係数)。
- ・無降雨日の水位低下速度は平均的に約-0.0055mである(回帰式の切片)。

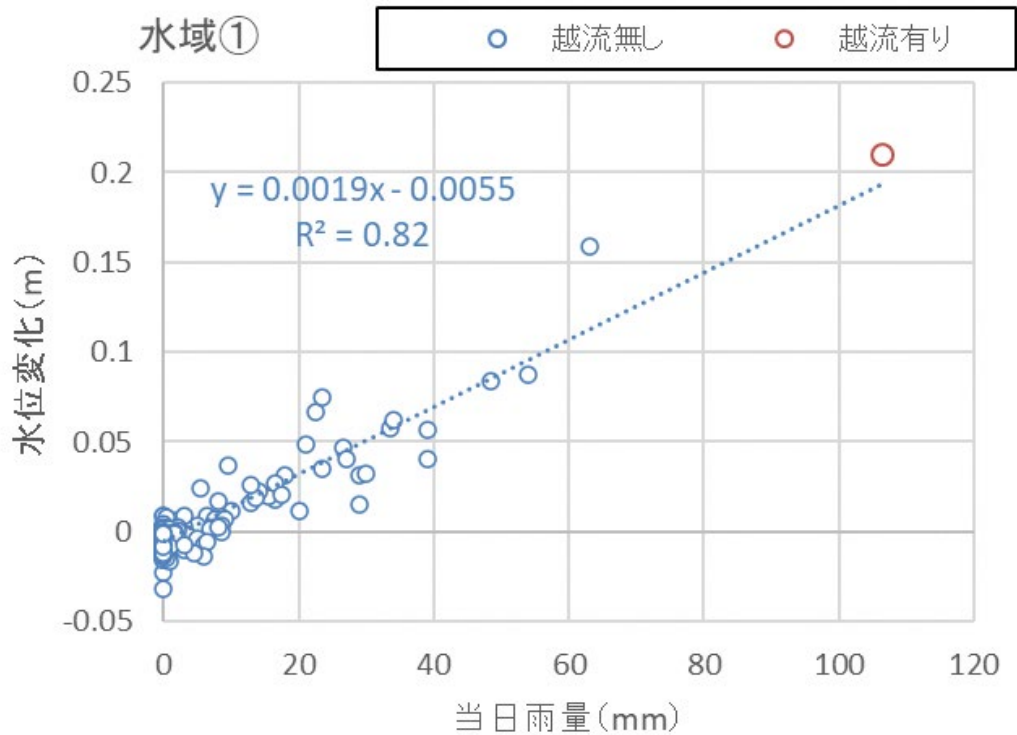


図 12 当日雨量と水位変化(当日-前日)の相関 水域①

注) 2021年9月7日～2022年8月31日までのデータで作成

注) 回帰式の傾きは日降水量に対しての平均的な水位変化量、切片は無降雨日の平均的な水位低下量を表している。

◆水域⑤

当日雨量と水位変化の相関図から次のことが読み取れる。

- ・当日雨量が8mm以下の範囲では水位変化がマイナスになることがあり、土壌が乾いた状態である場合などに雨水の流入への寄与が小さいことが推察される。
- ・当日雨量10mm分に対する水位上昇は平均的に約0.022mである(回帰式の係数)。
- ・無降雨日の水位低下速度は平均的に約-0.0060mである(回帰式の切片)。

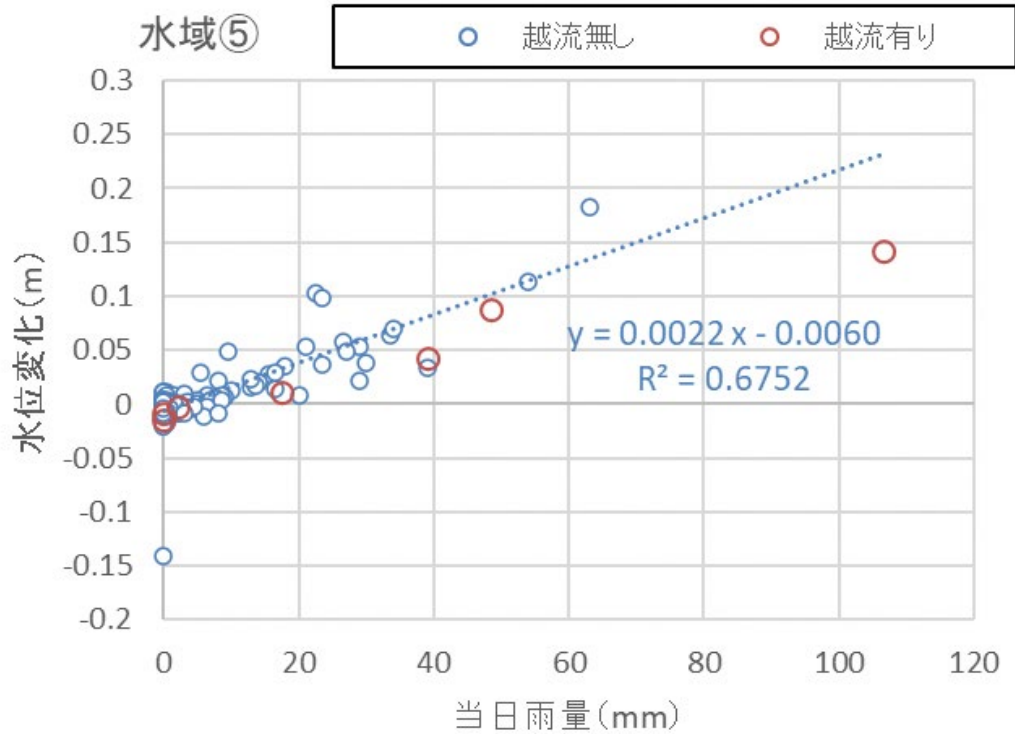


図 13 当日雨量と水位変化(当日-前日)の相関 水域⑤

注) 2021年9月7日～2022年8月31日までのデータで作成

注) 回帰式の傾きは日降水量に対しての平均的な水位変化量、切片は無降雨日の平均的な水位低下量を表している。

(イ) 降水量と水質の関係

1) 概要

水域の悪化した水質は、降水の希釈・交換効果によって濃度が下がることが考えられるため、相関図から確認する。

2) 方法

代表的な水質項目について、降水量と水質濃度の相関図を確認する。

降水量は、相関関係が見えやすい前30日間の合計降水量を用いた結果を示す。

3) 結果

水域①について、前30日間降水量が0~200 mm程度の範囲では水質濃度のばらつきが大きく、水質が悪化した状態も見られる。一方で約200 mm以上の範囲では水質はいずれも相対的に低い水準にある。これらから、降水が少ない期間に悪化した水質は、1カ月の間に少なくとも200 mm程度以上の降水があれば濃度が下がることが読み取れる。

なお、表2から、約200 mmの降水量では約2~3倍程度の希釈効果が得られていると推測される。

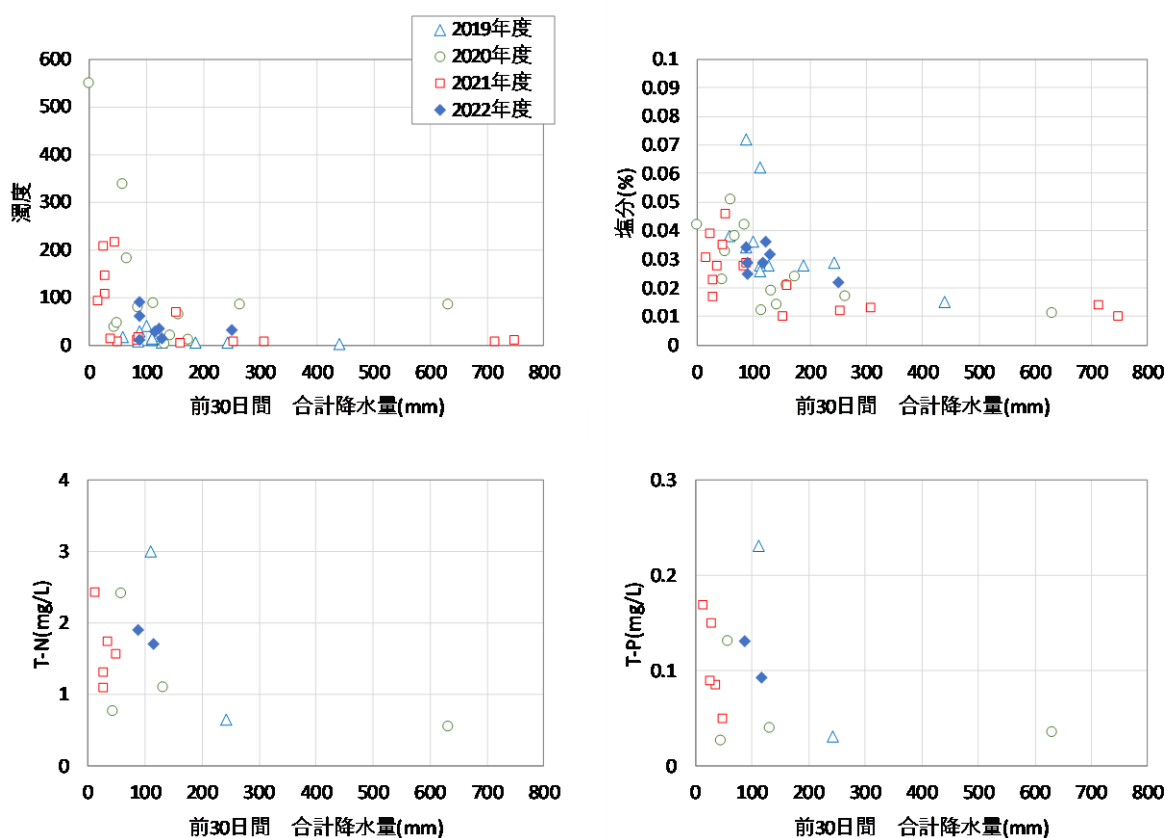


図 14 前30日間降水量(和白)と水質の関係(水域①)

水域⑤について、前30日間降水量が0~200mm程度の範囲では水質濃度のばらつきが大きく、水質が悪化した状態も見られる。一方で約200mm以上の範囲では水質はいずれも相対的に低い水準にある。これらから、降水が少ない期間に悪化した水質は、1カ月の間に少なくとも200mm程度以上の降水があれば濃度が下がることが読み取れる。なお、表2から、約200mmの降水量では3倍以上の希釈効果が得られていると推測される。

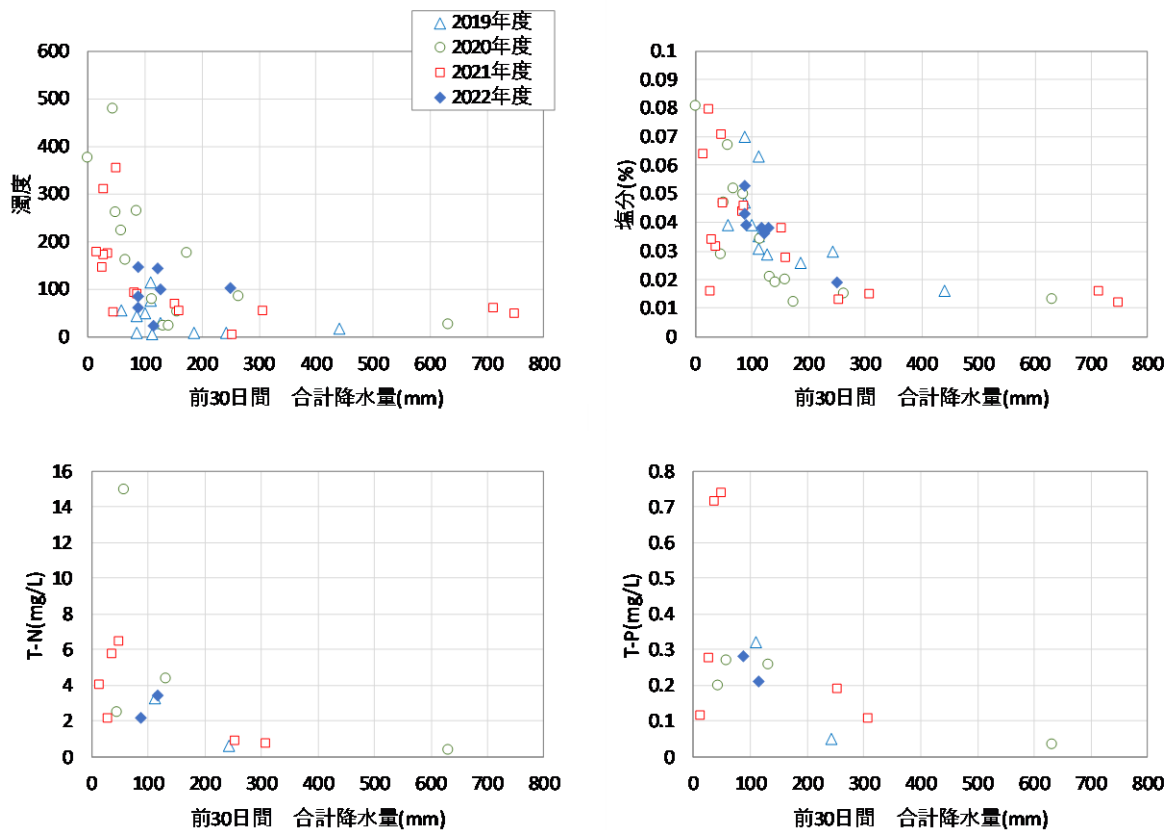


図 15 前30日間降水量(和白)と水質の関係(水域⑤)

以上から、現在までのところ、水質は降水が少ない時期に悪化することがあるが、まとまった量の降水で水質は低下する、ということを繰り返していると考えられる。なお、前30日間降水量が概ね200mmを超える頻度は年間で2~3回程度である。

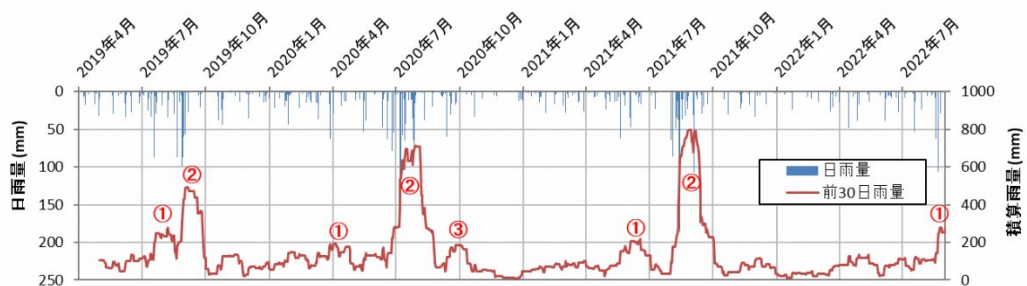


図 16 前30日間降水量(和白)

(ウ) 過年度に遡った水深推定

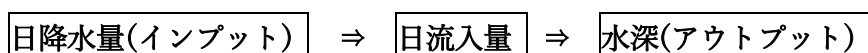
1) 概要

水域①、水域②～⑤の浅瀬の現出状況等を把握するために、過年度に遡った水深の頻度分布を検討した。

2) 方法

「日降水量と流入量の相関式」に基づいて、日降水量から日流入量を算定し、さらに水収支計算を行うことで水深の現況計算を行った。

日降水量は過年度に遡って取得可能であるため、湿地完成当初の2019年4月以降を対象として、水深の現況計算を行った。



4) 結果

① 水深の現況計算結果

自記録式水位計の実測値がある期間について、概ね誤差数cm内の精度で再現している。なお、水域②～⑤は水深が高くなるとつながって一体化する関係にあるため、代表として水深が最もある水域⑤に着目して整理した。

(今回構築した計算方法を用いることで、天気予報の日降水量を入力データとして、例えば1週間後の水深を概算可能である。)



図 17 水深の現況計算結果

② 水深の頻度分布

水域①は 0.2m～0.4m の割合が約 7 割であり、安定して、比較的深い状態となっている。

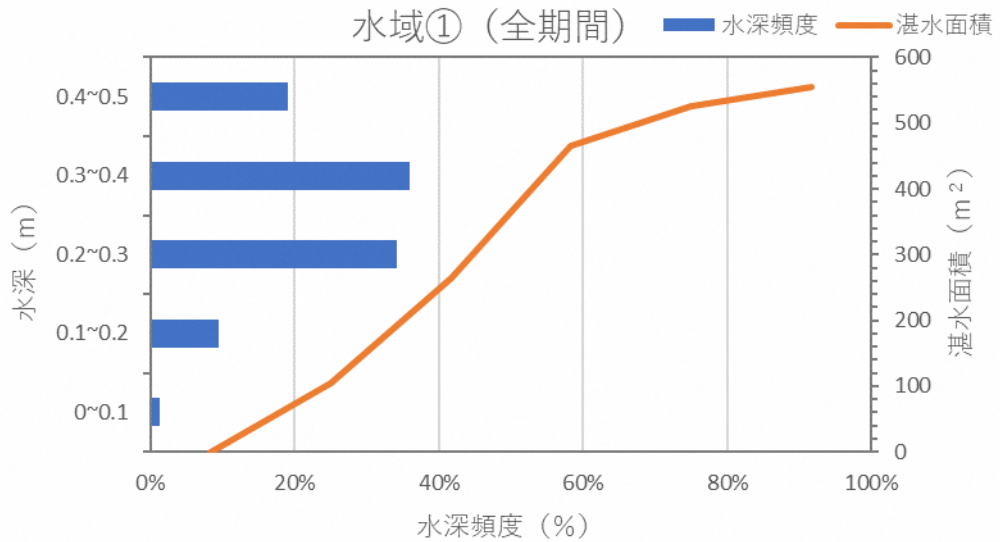


図 18 水域① 水深頻度分布（2019 年 4 月～2022 年 8 月の推定）

表 3 水域① 各水深の状況

水深 15cm 程度	水深 30cm 程度	水深 40cm 程度

水域②～⑤は水深 0.2m 以下が全体の約 2 割程度であり、干上がりやすい期間も多い状況である。

なお、水域②～⑤は水深が高くなるとつながって一体化する関係にあるため、代表として水深が最もある水域⑤に着目して整理している。

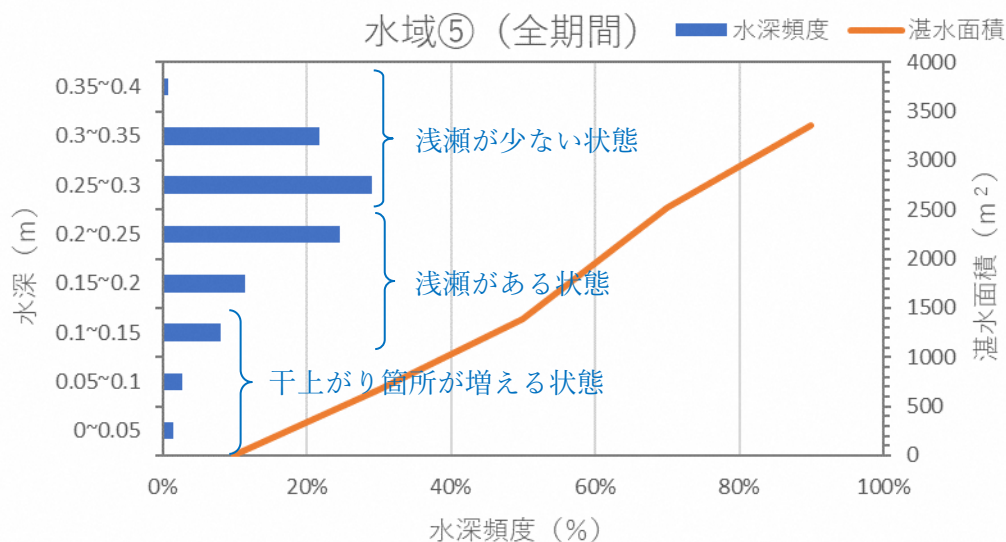





図 19 水域②～⑤ 水深頻度分布 (2019 年 4 月～2022 年 8 月の推定)

表 4 水域②～⑤ 各水深の状況

水深 15cm 程度	水深 25cm 程度	水深 33cm(土嚢で堰上げ)
 <p>水域②～④は数cmしか水深が無く、晴天が 10 日間程続けば干上がる状態 水際の浅瀬はある状態</p>	 <p>水際の浅瀬(水域③⑤の間の中州など)があり、シギ・チドリの休息場が形成された状態</p>	 <p>満水位であり、水域②～⑤が全てつながって一体化しており、中州などの浅瀬が少ない状態</p>

水域②～⑤の月別の水深頻度分布を次項に整理した。

1 月、2 月は水深が高く維持される一方で、7 月は干上がりが発生しやすい、など季節別の特徴が見られる。

水深の月別の特徴は、水位管理の方向性等を検討するための参考材料として活用可能と考えられる。

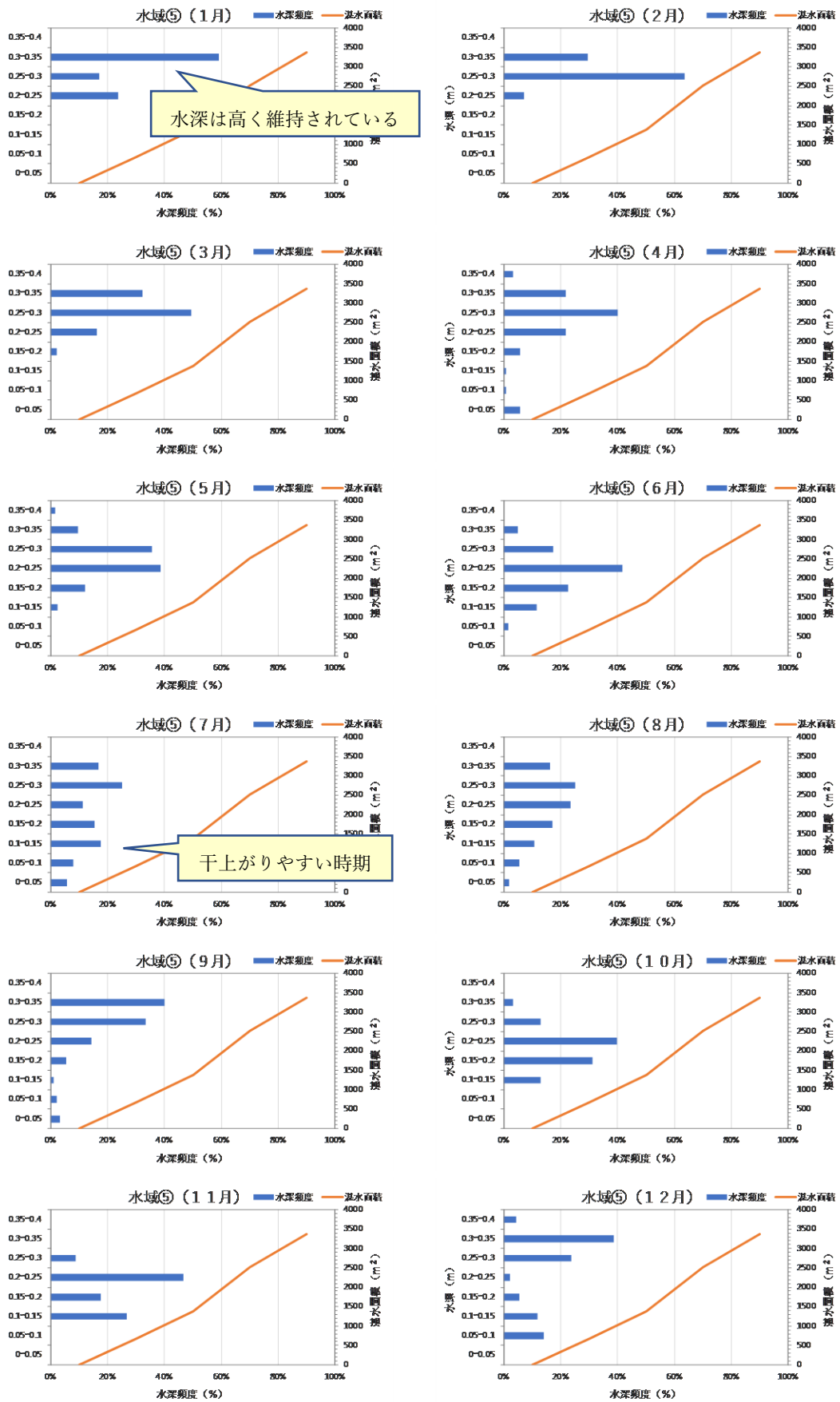


図 20 水域②～⑤ 月別の水深頻度分布 (2019年4月～2022年8月)

(エ) 水位管理の方向性

1) 概要

水位管理の原則的考え方として、はばたき公園ではエコパークゾーンと一体で自然環境を保全していくために「水質改善を目的として、溜まった水を博多湾に排水すること」は行わない方針とし、野鳥の休息場の確保の観点からの適切な水位管理を検討する。

水位管理の方向性は水域②～⑤を対象として検討する。水域①は越流が起こる水深が約0.45mと高く堰による水位管理がしにくく、また池岸が急勾配でシギ・チドリの休息場となる浅瀬ができにくく水位管理の重要性が低いため、本検討の対象外とする。

水域②～⑤の水位管理は、水域⑤及び水域③の排水路から行うことになる。

- ・水域⑤の排水路には木製堰を設置しており、1cm 間隔での水位管理が可能である。ただし、直接に管理可能な水深は、越流が起こる約0.3m以上の範囲となる。

- ・水域③の排水路は令和4年8月に地盤高を下げる掘削を行ったことで越流が起こりやすくなっており、直接に管理可能な水深は約0.25m以上の範囲となる。

水深0.25mより低く水深を下げるには、晴天時の水位低下を見込んだ管理が必要となる。

堰全景 (幅 30cm × 長さ 60cm × 高さ 13cm)



堰板 (3cm～13cm の 1cm 間隔)



図 21 水域⑤の状況

土嚢設置



図 22 水域③の状況

2) 具体の方向性

以下の視点から水位管理を行う。

- ・シギ・チドリの休息場確保の観点からは、水域②～⑤において浅瀬の確保することが大切であり、飛来時期の4～5月、8～9月に、水域⑤を基準として水深0.1～0.25m程度に管理する方針が挙げられる。
- ・空白期間の6月～7月、10月～3月においては、カモ等の野鳥飛来の状況等を見ながら、今後試行錯誤して水位管理を行い、知見を蓄積していく。

表 5 水域⑤の目安水深

目的	方針	時期	管理水深
シギ・チドリの休息場確保	水域②～⑤において浅瀬の確保	4～5月、8～9月	水域⑤を基準として0.1～0.25m程度

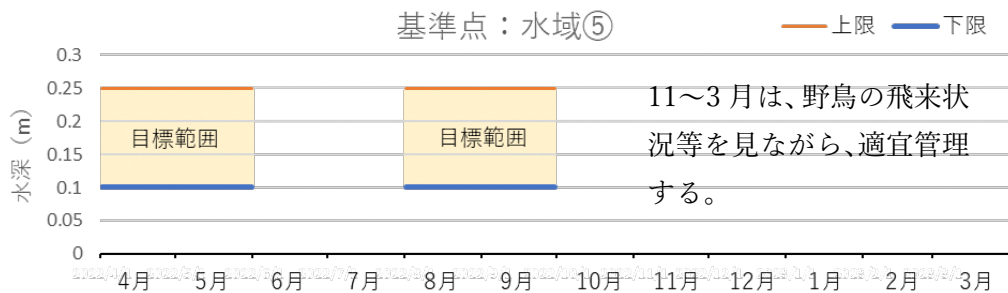


図 23 水位管理の目安