

「富士北麓流域の雨天時浸入水の流入傾向の把握について」
調査研究報告書（令和元年度）

公益財団法人山梨県下水道公社
富士北麓浄化センター

1 目的

不明水の増加は、維持管理コストの増加や処理水質の悪化につながる。雨天時浸入水は、不明水の主な発生原因の一つであり、その低減に努める必要がある。

富士北麓流域下水道においても、大雨に伴う流入下水量増加がみられ、雨天時浸入水の低減が望まれる。

そこで、既存の幹線流量計等計測データ及び各気象観測所の雨量データをもとに、流域管内を区分し、雨天時浸入水の流入傾向を把握することで、効率的な不明水対策に必要な基礎情報をまとめることを試みた。

2 富士北麓浄化センターについて

富士北麓流域下水道は、全体計画処理水量49,738m³/日、認可計画処理水量38,174m³/日、現有処理能力42,100m³/日の標準活性汚泥法による下水道終末処理施設を有する。

令和元年度では供用開始区域内の面積は2,429ha、人口は48,053人となっており、流入下水量は年度平均で22,965m³/日である。

流域幹線は、富士北麓1～3号幹線の3系統で、全体計画延長33.5kmの内32.2kmが供用開始されている。また、中継ポンプ場の流量計を含めた幹線流量計設置数は7箇所となっている。

3 雨天時浸入水量の算定方法

本調査では、「事例ベースモデリング技術を用いた雨天時浸入水発生領域の絞り込みに関する技術マニュアル（2007.3、財団法人下水道新技術推進機構）」の付属資料における計算例を参考とした。

この方法は、複数の降雨事例における雨天時流入下水量と、算定した晴天時水量モデルとの差で求める「雨天時浸入水量」と「降雨量」の関係式から、30mm降雨時の雨天時浸入水量を求めるものである。

本調査では、既設7箇所の流量計測点と、流域管内にて公表される3地点での気象データを元に、平成31年3月から令和元年10月までの間の11降雨事例を対象に、30mm降雨時の雨天時浸入水量を算定した。適用した降雨事例を表-1に示す。

なお、ポンプ場の計測値は、汚水ポンプ揚水量であるため、計測単位毎の貯留量変化量を考慮した流入水量を用いた。

4 雨天時浸入水量の算定結果

測点における雨天時浸入水量の算定例を図-1に示す。

本調査では、各測点をA～Gとした。この図は、降雨期間R1.6.10～11の降雨事例のときの測点Aの算定結果である。

上のグラフは、降雨期間付近の晴天時下水量を用いた晴天時モデルが破線で示され、実績値が実線でそれぞれ描かれている。その差が雨天時浸入水量に相当し、このうち算定対象とした範囲を赤で示している。

下のグラフは、雨天時浸入水量のみが描かれており、それぞれ対応する雨量を示している。

この算定結果によると、総雨量39.9mmに対する測点Aの雨天時浸入水量は4,141m³となる。

他の測点においても同様に算定した。

表-1 降雨事例

No.	降雨期間	雨量 mm			平均
		吉田支所	河口湖	山中	
1	H31.3.10～11	59	56	61	59
2	R1.6.7	23	22	23	22
3	R1.6.10～11	35	30	55	40
4	R1.6.11～12	16	14	12	15
5	R1.6.12	23	17	11	17
6	R1.7.4	20	28	54	34
7	R1.7.5～6	25	25	26	25
8	R1.7.18～19	20	22	21	21
9	R1.9.8～9	109	115	107	110
10	R1.10.21～22	84	84	74	81
11	R1.10.24～25	85	95	118	100

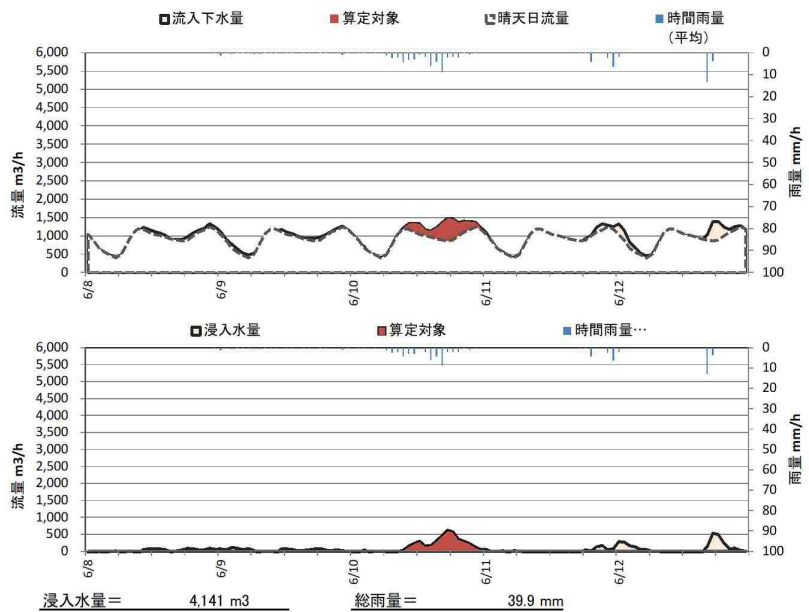


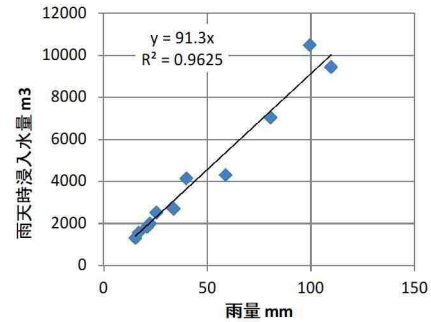
図-1 雨天時浸入水量の算定例 (R1.6.10～11、測点 A)

次に、30mm 降雨時の雨天時浸入水量の算定例を図-2に示す。

測点 A は、処理場流入水量に相当する流量計測点である。ここにおいて11降雨事例を用いた相関式が R^2 値が0.9625として求められた。

この式形より30mm 降雨時の雨天時浸入水量を求めると、2,739m³となる。この値は、調査期間の平均流入水量の12%程度に相当する。

他の測点においても同様に算定し、54~2,739m³ (R^2 値:0.6645~0.9625)の範囲の結果を得た。



単回帰直線式の傾き: 91.3
30mm降雨時の雨天時浸入水量m³: 2,739

図-2 30mm 降雨時の雨天時浸入水量の算定例 (測点 A)

5 雨天時浸入水の比較評価

ここでは、各測点により分けて計測される流量を元に、上下流の関係で配置されている計測値を差引計算することで①~⑦の区分に分けて比較評価した。結果を表-2及び図-3に示す。

浸入水量は、各区分にてその規模に応じ、54~743m³となった。

浸入水量の割合は、7.6~11.1%の範囲に5区分がまとまっている一方、区分②が23.5%と群を抜いて高く、次いで区分⑤が15.7%であった。

この高い割合を示した2区分は、差し引き計算で求めているため、単一の流量計測値より求めたものと比較して誤差を含みやすいことは留意する必要がある。

本調査では、30mm 降雨条件にて、処理場平均流入下水量の12%程度が雨天時浸入水として流入する結果を得た。

また、同条件にて12%を超える浸入水量の割合を示した区分を把握することができた。

表-2 各区分の評価

区分	対象面積 ha	対象人口 人	期間平均 流入水量 m ³ /d	30mm降雨時 浸入水量 m ³	浸入水量 の割合 %
①	615.88	19,075	6,692	743	11.1
②	472.91	5,367	2,471	581	23.5
③	446.17	3,456	4,862	491	10.1
④	105.43	1,121	713	54	7.6
⑤	331.93	6,903	2,109	331	15.7
⑥	68.00	1,503	947	89	9.3
⑦	381.48	10,428	5,082	451	8.9

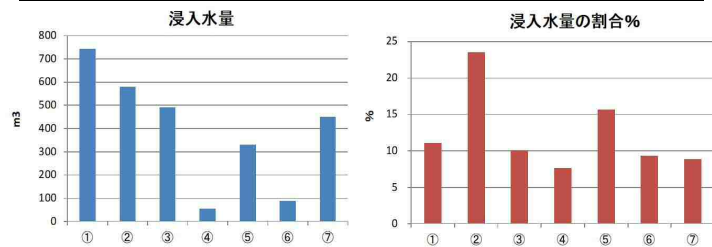


図-3 各区分の比較 (左:浸入水量、右:浸入水量の割合)

ただし、今回適用した降雨事例は11例にとどまるため、今後の事例蓄積により精度向上をはかった上で評価することが望ましい。

6 雨天時計画汚水量への応用

調査期間中、国交省より「雨天時浸入水対策ガイドライン(案)(2020.1)」が策定された。

それを受け、本調査にて用いた既設設備による流入水量計測値及び雨量データ等が、雨天時計画汚水量の算定に必要な基礎データとなるかまとめた。

ガイドラインでは、分流式下水道における雨天時浸入水に起因する事象に対し、効果的かつ効率的な対策を立案するための基本的な考え方を示すものとしており、その中で「雨天時計画汚水量」を次式のとおり定義し、能力が不足する箇所について雨天時計画汚水量の排水等に必要な対策を実施するとしている。

$$\text{雨天時計画汚水量} = \text{計画汚水量} + \text{雨天時浸入地下水量}$$

本式における雨天時浸入地下水量の算定方法は、前章までの雨天時浸入水量の算定方法と基本共通している。ただし、適用する雨量及び雨天時浸入地下水量が異なる。その比較を表-3に示す。

表-3 算定方法の比較

項目	技術マニュアル例	ガイドライン例
雨量	全降雨時間中の影響範囲の総計	1日(又は1時間)単位での最大値
雨天時浸入水量	全降雨時間中の影響範囲の総計	1日(又は1時間)単位での最大値
基準とする雨量	30mm	計画降雨強度式から得られる24時間(又は60分)雨量

これらの相違を踏まえ、処理場及び各中継ポンプ場を対象に雨天時浸入水量と雨量の関係をまとめた。

平成30年9月から令和元年10月までの間の13降雨事例を対象に、各施設の関係式を算定した。

各中継ポンプ場の算定結果を図-4に示す。

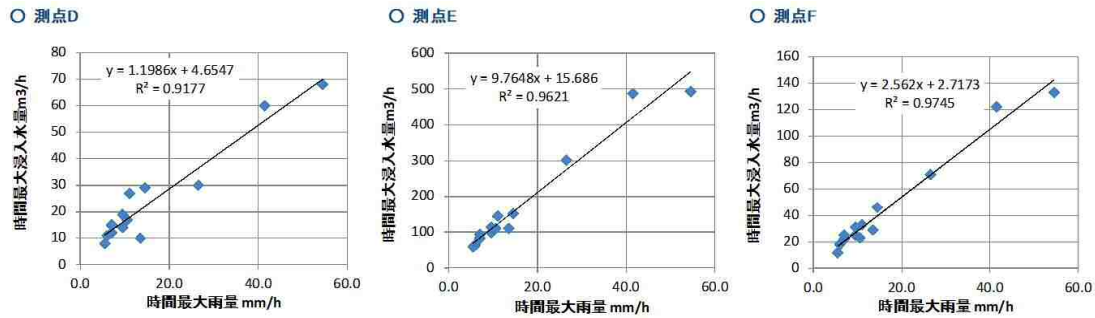


図-4 各中継ポンプ場の算定結果(左から順に測点 D, E, F)

各降雨事例での時間最大雨量は、7.0～54.5mm/hの範囲であった。それぞれのポンプ場にて、時間最大雨量と時間最大浸入水量は、 R^2 値として0.9177～0.9745の範囲にて線形性を示した。

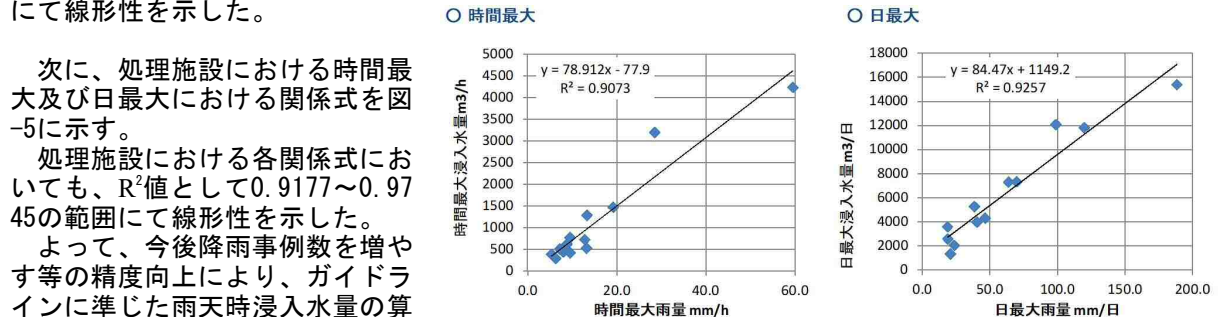


図-5 処理施設の算定結果(測点 A、左:時間最大、右:日最大)

次に、処理施設における時間最大及び日最大における関係式を図-5に示す。

処理施設における各関係式においても、 R^2 値として0.9177～0.9745の範囲にて線形性を示した。

よって、今後降雨事例数を増やす等の精度向上により、ガイドラインに準じた雨天時浸入水量の算定が可能となることが期待できる。

なお、仮にガイドラインの例で適用された計画雨量(時間最大44mm/h、日最大134mm/日)を本調査で求めた関係式に用いると、各施設において計画汚水量と比較して大きな値を示した。

それは、算定した値に直接浸入水及び雨天時浸入地下水が相当量含まれることが原因と予測され、大雨に対してポンプ場及び処理場の能力不足等のリスクを招く可能性を示すものである。

また、ガイドラインでは雨天時計画汚水量の策定において、発生源対策の実施により、直接浸入水はゼロを目標に、雨天時浸入地下水は最小限度にすることとしている。

これらへの対応として、効果的かつ効率的な発生源対策の実施が喫緊の課題と言える。

7 まとめ

1) 雨天時浸入水量の算定方法について

- ・算定方法は、技術マニュアルⅡ 付属資料の例を参考とした。
- ・複数地点の雨量計測データを用いることで、各測点の降雨状況に応じた算定を行った。
- ・各中継ポンプ場の貯留量を把握することで、ポンプ場水量から流入水量の推計を行った。
- ・各測点での雨量と浸入水量の線形性は、11降雨事例にて R^2 値0.6645～0.9625の範囲を示した。

2) 雨天時浸入水量の流入傾向について

- ・評価方法として、事例適用期間の平均流入水量に対する、30mm 降雨時浸入水量の比較評価を用いた。
- ・各測点間において、30mm 降雨時浸入水量による増加割合は、測点 A の12%を平均とみなし、他の測点にて7.6～14.6%の差が示された。
- ・対象面積を約68～616ha とする各区分間において、30mm 降雨時浸入水量による増加割合は、7.6～23.5%の差が示された。

3) 雨天時計画汚水量への応用について

- ・算定方法は、ガイドラインの設定方法を参考とした。
- ・計画雨量の設定は、ガイドラインの参考資料1の設定例を引用し、24時間雨量を134mm/日、1時間雨量を44mm/hとした。
- ・各中継ポンプ場及び処理施設に対し、それぞれ雨天時浸入水量の試算を行ったところ、大きな値を示し、施設能力が逼迫する可能性があることが示された。

8 今後の課題

○雨天時浸入水量の算定精度・効率の向上

本調査における降雨事例は11事例にとどまる。比較評価を目的とした算定においてはより精度の高いことが求められる。そのためには取り扱う事例数を増やすことが必要となる。

また、各区分の評価は、計測値の差し引き計算を行っているため、計測値そのものと比較して誤差が生じやすいため、比較評価においては留意が必要となる。

○雨天時浸入水の発生源対策の必要性について

雨天時浸入水による事象の発生抑制や対策計画のため、効果的かつ効率的な発生源対策の実施が望まれる。