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の概要

（財）下水道新技術推進機構
研究第二部長
松 島　 修

1 はじめに

分流式下水道の汚水管路においては、雨天時に浸入下水が急激に増加する現象が多数確認されている。この雨天時浸入水量が現有下水道施設の能力の余裕を越える場合には、汚水管路からの溢水、処理施設における機能低下または機能の停止による公共用水域への影響が懸念される。また、今後、高度成長期以降に布設した大量の下水管路の劣化進行が予想され、老朽化による管路の破損箇所や継ぎ手目開き部分からの浸入水対策も重要となってきている。

これまで、雨天時浸入水の発生箇所の把握のためには、管きょ系統をもとに処理区域を大きな領域に分割し領域ごとに流量計測等を行い、雨天時浸入水の発生領域を順次、小領域に絞り込む方法が一般的であった。しかし、数千haに及ぶ広い流域では、こうした調査方法の場合、多大な費用や労力を要すため、雨天時浸入水の発生領域の把握を困難なものにしている。

本マニュアルは、処理区域の中で雨天時浸入水の発生領域を絞り込む方法として流量計測に拠らず数値解析手法（Dr.TCBM）を用いた技術について、その調査方法、適用範囲、適合性等について整理している。

2 技術マニュアルの概要

本技術マニュアルでは、解析技術の特徴、原理、解析手順、使用データ項目および解析に際しての留意点等を整理し、技術マニュアルとしてまとめた。また資料編に、本解析技術による解析例やその精度確認のための実態調査との比較検討等をまとめている。

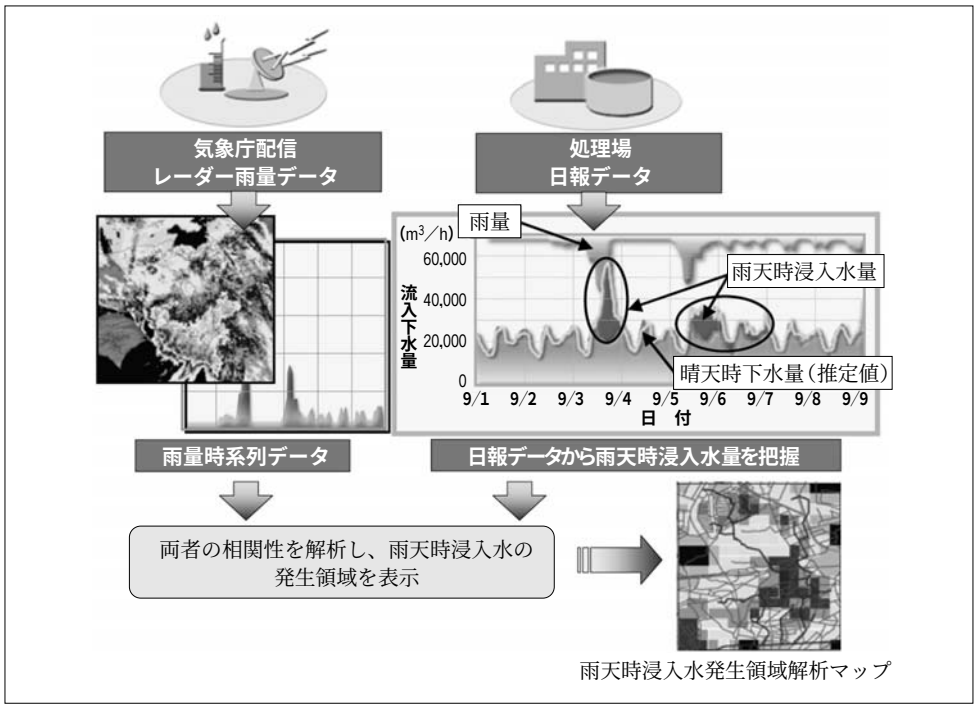
3 技術の概要

3.1 事例ベースモデリング技術の概要

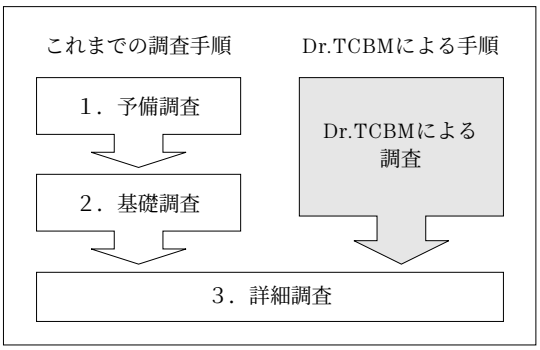
本技術は、処理場等で常時計測してきた３年間の流入下水量データ（日報等）と気象庁等のレーダー雨量データを用いて、解析により25ha（500ｍ×500ｍ）程度の区画ごとに雨量と雨天時浸入水量の相関性の程度を示す影響度を算出し、詳細調査が必要な領域を抽出する解析技術である。図－１に本技術の概要を示す。

これまでの雨天時浸入水発生箇所の調査では、

図－１　本技術の概要



図－２　削減対策における位置付け



まず、予備調査として処理場やポンプ場における常設流量データをもとに、雨天時浸入水量が多い処理区域等を抽出する。そして、実態調査として管きょ系統を大きなブロックに分割し流量調査を行い、雨天時浸入水の発生の可能性が高いブロックについて、さらに小ブロックに細分割して調査を行い、順次、小領域に絞り込む方法が一般的であった。本技術を用いた雨天時浸入水発生領域の絞り込みの業務は、これまでの雨天時浸入水の削減対策の予備調査、基礎調査に相当するものである。**図－２**に雨天時浸入水削減対策における本技術による調査業務の位置付けを示す。

3.2　本技術の特徴

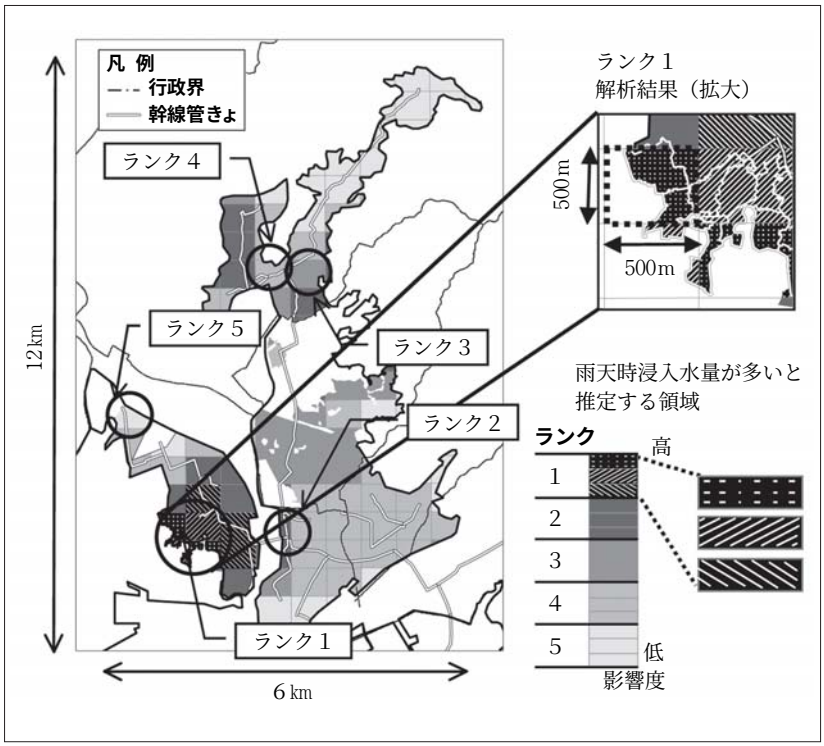
本技術は、処理区域で常時計測してきた流入下水量データ（日報等）とレーダー雨量データを用いて、数値解析により、処理区域の中に対策が必要な領域に優先順位を付ける解析技術である。このため、これまでの雨天時浸入水調査と比べ、時間的および経済的な費用や労力が軽減されるため、雨天時浸入水調査を計画的かつ効率的に実施することができる。

図－３に処理面積1,700ha、南北12㎞、東西６㎞の流域に適用した本技術の解析例を示す。

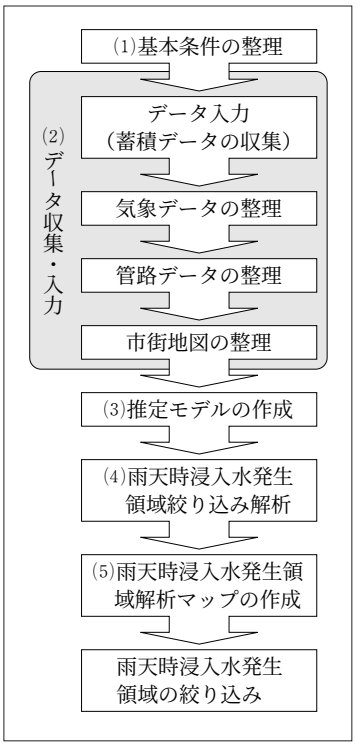
3.3　適用範囲

雨天時浸入水発生領域の絞込み技術は、分流式下水道の集水区域500ha以上１万ha以下を対象に、25ha（500m×500m）程度まで絞り込む業務に適

図－３　本技術による解析結果（例）



図－４　業務フロー図



用する。

3.4　業務手順

図－４に本技術による雨天時浸入水発生領域の業務の流れを示す。

(1)　基本条件の整理

処理場やポンプ場等で記録している流入下水量、管きょ情報、気象情報、地理情報を整理し、調査対象区域における本技術を用いた雨天時浸入水発生領域の絞り込みの方針を決定する。

(2)　データ収集・入力

流入下水量データ、レーダー雨量データ、管路データ、市街地図の収集および、入力を行う。

この時、下水流入量データとして処理場・ポンプ場の下水量日報データを使い、データ期間と時間間隔は、３年間分の１時間ごとの電子データを基本とする。

(3)　推定モデルの作成

事例ベースモデリング技術（過去の実績を事例化し事例ベースに蓄え、最も近い事例から推定するモデル）により、晴天時下水量の推定モデルを作成する。推定モデルの精度は、３年間のデータのうち、２年間分のデータで作成した晴天時下水量推定モデルによる下水量の推定値と残り１年間の実績で検証を行う。

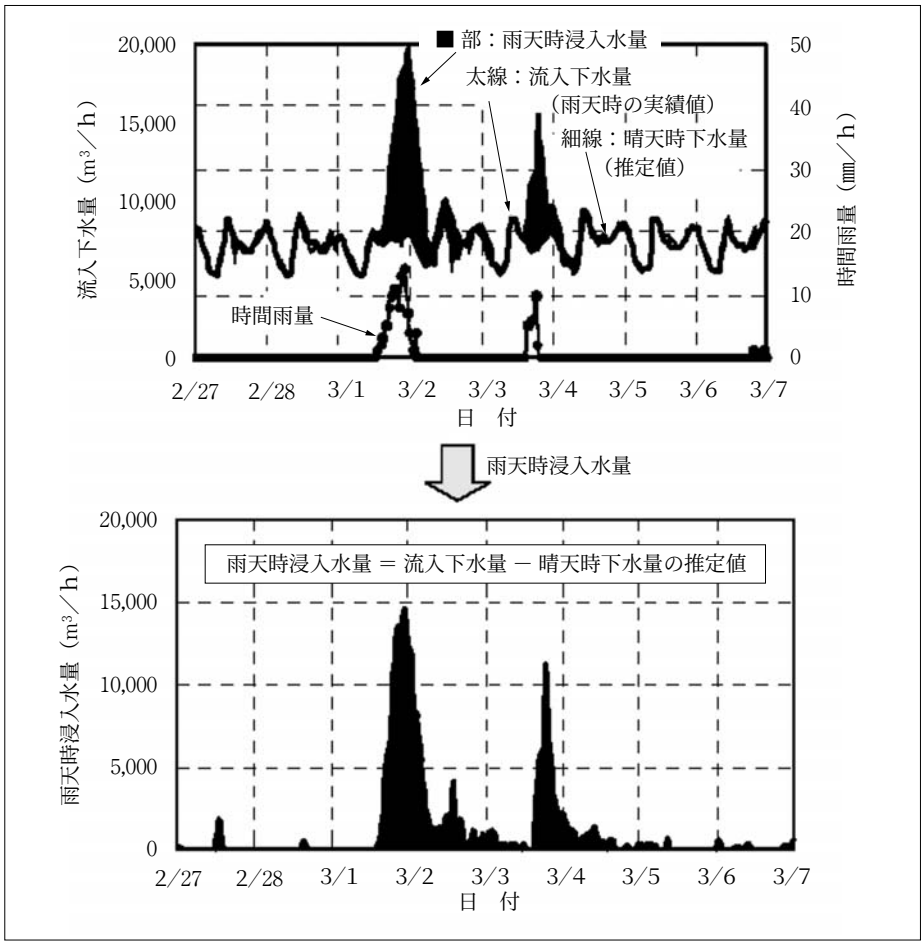
(4)　雨天時浸入水発生領域絞り込み解析

雨天時浸入水発生領域絞り込み解析では、晴天時下水量推定モデルで推定した晴天時下水量と処理場、ポンプ場で計測された雨天時流入下水量から雨天時浸入水量を求め、この量とレーダー雨量データにより、雨天時浸入水パターン解析を行う。

①　雨天時浸入水量の算出

雨天時浸入水量は観測地点の流入下水量から、晴天時下水量の推定量を差し引いて求める。これを時間間隔ごとに行い、雨天時浸入水量時系列デ

図－５　雨天時浸入水量時系列データの算出



ータを生成する。**図－５**に雨天時浸入水量時系列データの算出について示す。

②　雨天時浸入水パターン解析

処理区域内で影響度の高い領域を絞り込むために、処理区域を500ｍメッシュに分割し、そのメッシュごとに降雨波形と雨天時浸入水量時系列データ波形とのパターン解析を行う。解析の出力結果として、影響度が算出される。**図－６**に影響度の算出の概念図を示す。

影響度の最大値から最小値の範囲を15段階に分けマップを作成する。さらに、３段階ごとを１ランクとして、合計５つのランクを付ける。

図－７に影響度の結果とランク分けの図を示す。

⑸　雨天時浸入水発生領域解析マップの作成

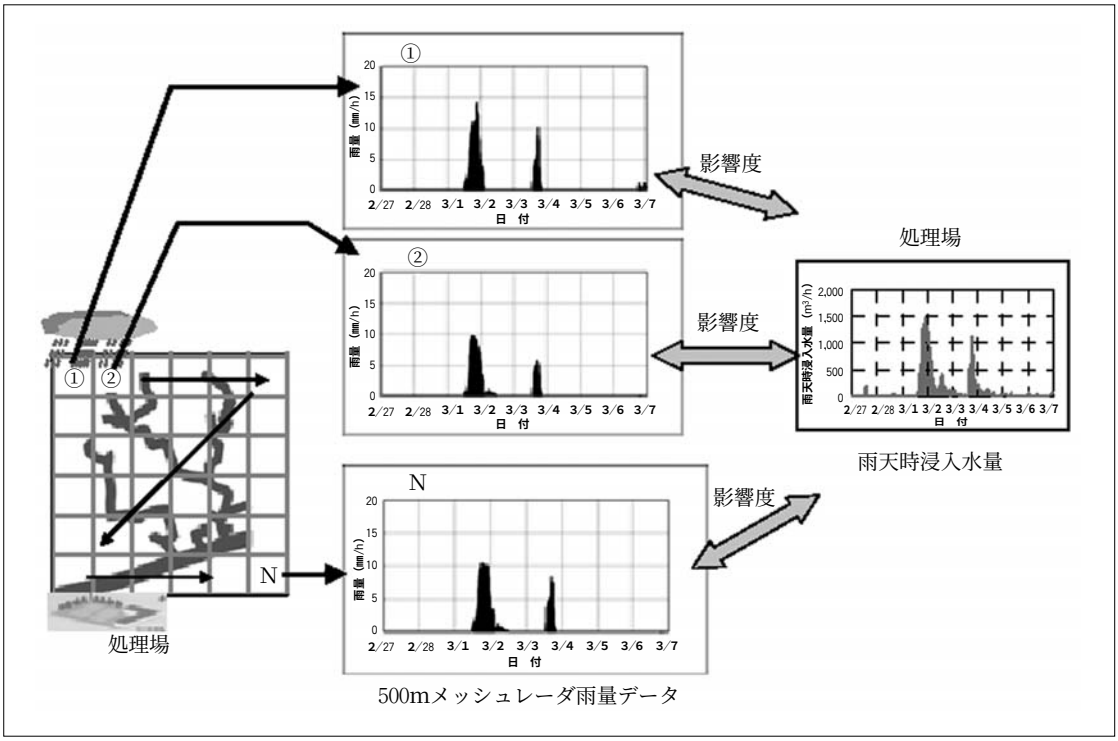
影響度と河川、市町村界、道路等の地図データ、管きょ、幹線をGISにより重ね合わせ、雨天時浸入水発生領域解析マップを作成する。**図－８**に雨天時浸入水発生領域解析マップの図を示す。

3.5　適合性の検証

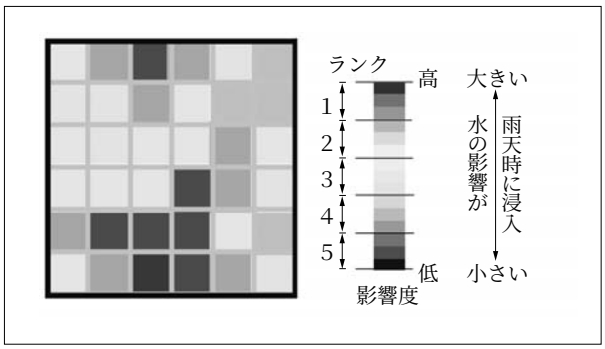
３都市の流域について本解析の適合性を評価した。適合性の検証分析に用いた雨天時浸入水量の実測値は、本技術による解析を行った後に、各都市が独自に調査した結果を借用し評価したものである。

これら３都市の実施事例より、本技術による結果と実測調査の結果は、雨天時浸入水量の順位判

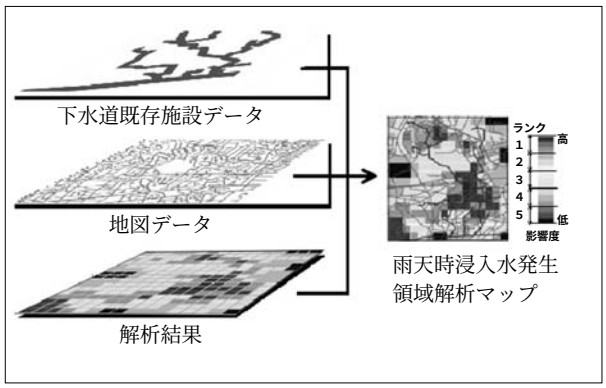
図－６　影響度の算出の概念図



図－７　影響度の結果とランク分け



図－８　雨天時浸入水発生領域解析マップの作成



定の上で、解析マップランクの低い部分においては不整合が生じている部分があったものの、浸入水量の多いと予想されるランク１の領域についてはほぼ一致しており、雨天時浸入水発生領域の絞り込み（ランク１の範囲）の適合性が概ね示された。また、本解析技術の適用条件としては、晴天時下水量の推定値に誤差が生じ易い地域では適用困難な場合がある。そのような例として、本調査では、工業地域など工場の操業の変動が、晴天時汚水量に大きく影響する地域が挙げられた。同様な条件が考慮される地域としては、融雪、潮位により晴天時流入下水量が大きな変動を受ける場合や、汚水管の整備が急速に進められている地域等が挙げられるため、留意する必要がある。

表－１に対象とした３市の流域の特徴をまとめ

表－１　適用事例一覧

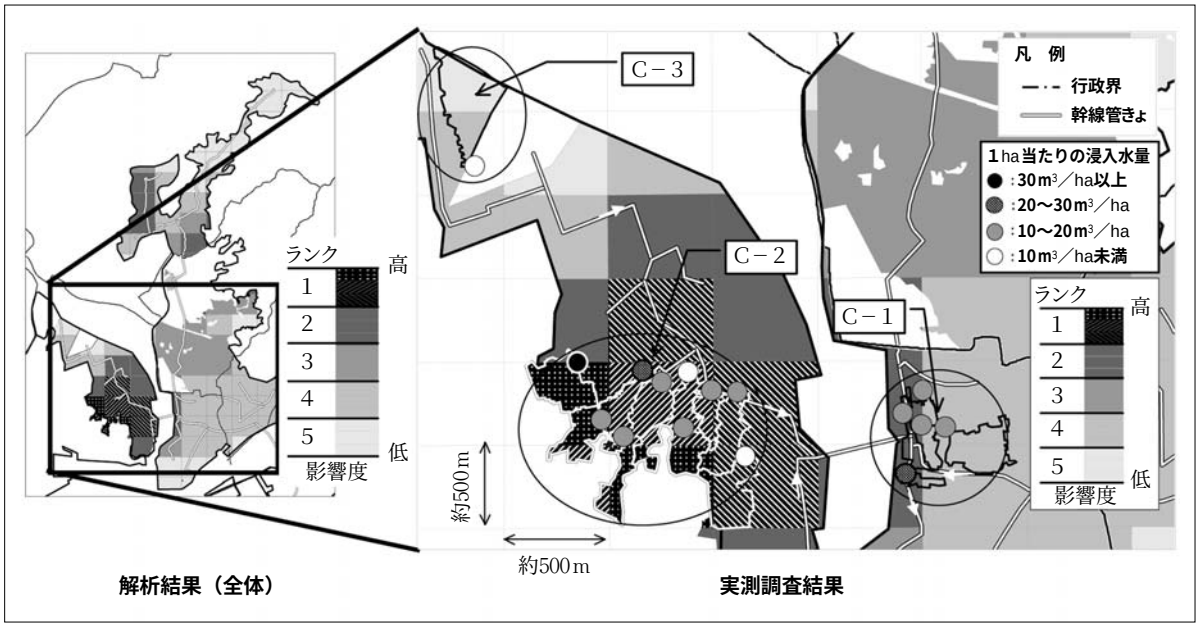
対　象	A　市	B　市	C　市
処理区分	流域関連公共下水道	公共下水道	流域関連公共下水道
対象区域	30ヵ所中、27ヵ所の処理分区	ポンプ場流域	流域幹線および処理場流域
処理面積	3,200ha	800ha	1,700ha

表－２　C市の解析結果と実測調査結果

対　象	解析マップ ５段階ランク	実測調査 ※（30㎜降雨時相当）		特定日の降雨 ７月23日（42.0㎜）	
		順位	１ha当たりの 雨天時浸入水量 ［m^3／ha］	順位	１ha当たりの 雨天時浸入水量 ［m^3／ha］
C－１	2	2	13.2	2	22.9
C－２	1	1	17.9	1	30.2
C－３	5	3	5.4	3	9.7

※観測した降雨より回帰式を求め、概ね１ヵ月に１回程度出現する30㎜降雨時相当の雨天時浸入水量を評価した。

図－９　本技術による解析結果と実測調査結果



た適用事例一覧を示す。

⑴　適合性の検証例

これら都市のうち、C市における検証例を示す。

①　C市についての適合性の検証内容

実測調査は本技術による解析を実施した翌年に、調査領域全体の中でランクが最も高い領域を含む３領域について行った。実測調査の概要は、以下のとおりである。

- 調査期間：約１ヵ月
- 調査エリア：16ヵ所
- 降雨日数：10日間

図－９にＣ市の本技術の解析結果と調査地点ごとの実測調査結果を示す。

本技術の解析結果と流量調査の結果を比較すると、調査区域Ｃ－２は本技術の解析ランク１であり、流量調査による雨天時浸入水量は、調査区域の中で最も高く17.9m^3／ha（流量調査において、各地点の区間面積当たりの雨天時浸入水量で評価した値）であった。Ｃ－３は解析ランク５で影響度は最も低く、流量調査による雨天時浸入水量は5.4m^3／haである。

表－２に本技術による解析結果と実測調査結果を示す。解析マップの結果と流量調査の結果との検証を行った結果、本技術による解析ランクの順位と、実測調査結果による雨天時浸入水量の順位との整合が取れていた。

4 まとめ

本マニュアルでは、広大な都市域における雨天時浸入水の発生領域を絞り込む手法の一つである数値解析手法の結果が、信頼性があるか否かを確認し、その技術内容を整理した。

本技術を用い雨天時浸入水の発生領域を絞り込み、最も課題となる区域の選定を行い、順次、実測調査を実施し、さらに問題箇所を絞り込むことが効果的であると考えられる。

今後、本マニュアルが分流式下水道における雨天時浸入水対策を進める上での一助となれば幸いである。