

降雨情報システムの開発

宮本 章広*、伊藤 修*、青木 隆**

*富士電機株式会社東京工場
東京都日野市富士町1

**富士電機株式会社九州支社
福岡県福岡市中央区天神4-3-30

概要

(財)気象業務支援センターが行っている気象データオンライン配信サービスを利用し、パソコンで降雨監視・降雨予測を行うことのできる降雨情報システムを開発した。本システムは、配信されたレーダーエコー強度情報(レーダー雨量)をNTT専用回線を経由して受信し、500km圏、100km圏、30km圏領域の現在降雨状況の表示、過去24時間の降雨状況の連続履歴再生・指定時刻表示・降雨強度と積算雨量のグラフ表示、移流モデルによる1時間先までの降雨予測と表示、降雨データの保存と復元表示の機能を有している。本システムの降雨予測に用いている移流モデルは、観測時間の異なる複数の降雨強度データを用い、移流ベクトルと雨域の成長・減衰を求めることができ、雨域の移動、回転、成長、減衰の状況を自動的に解析し、予測精度の向上を図ることができる。また、本移流モデルで実データを用いたシミュレーション結果を示す。

キーワード

降雨予測、移流モデル、レーダー雨量計

1. はじめに

下水道分野でのレーダー雨量計の実用化が大都市を中心に進み、処理場やポンプ場の雨水排水施設の運用支援から雨水流入予測によるポンプ運転計画への適用など、その応用開発が進められている。従来の地上雨量計による特定ポイントの降雨計測から、広域の降雨状況を瞬時に計測でき、下水処理施設の運用の高度化に果たす役割は大きい。そこで課題となるのは、レーダー施設の建設を含めた導入費用が高額であるという点である。そのため、(財)気象業務支援センターが行っている気象データオンライン配信サービスを利用し、パソコンで降雨監視・降雨予測を行うことのできる降雨情報システムを開発したので報告する。

2. 全体システム概要

降雨情報システムは、気象庁が観測し、(財)気象業務支援センターが気象データオンライン配信サービスとして提供しているレーダーエコー強度情報(レーダー雨量)をNTT専用回線を経由して受信し、以下の機能を実現している。

- ① 500km×500km、100km×100km、30km×30km領域の現在降雨状況の表示
- ② 過去24時間の降雨状況の連続履歴再生・指定時刻表示
- ③ 過去24時間の降雨強度と積算雨量のグラフ表示

- ④ 移流モデルによる1時間先までの降雨予測と表示
- ⑤ 降雨データの保存と復元表示

その概略を図1に示す。レーダーエコー強度情報は、気象庁の雨量レーダーによって得られた2.5km×2.5kmメッシュ間隔の領域における15段階降雨強度レベルである。一般には複数のレーダー観測値を合成して得られ、500km×500km領域の情報として最小10分間隔で配信される。降雨情報システムは、この情報を全国に配置された(財)気象業務支援センターのアクセスポイントに接続することにより受信し、降雨監視・降雨予測を行う。

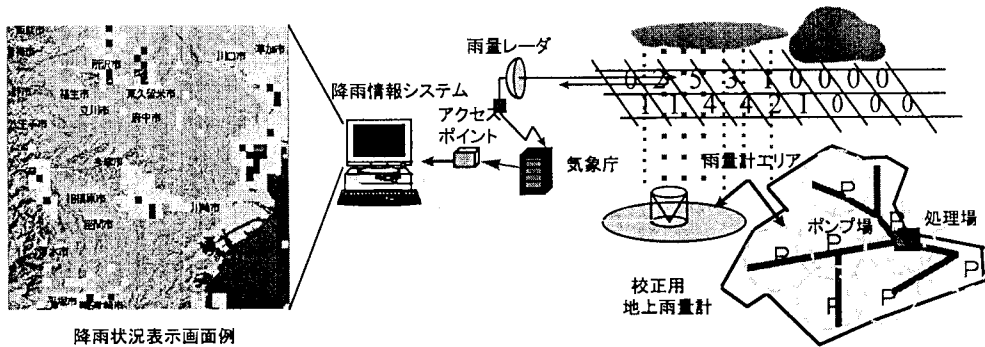


図1 全体システム構成と降雨状況表示画面例

本システムは、図2のハードウェア構成に示すように2つのタイプがあり、目的に応じた運用が可能である。

- ① パソコンで動作するコンパクトなスタンドアロンタイプ。
- ② 監視制御システムに組み込まれた柔軟性のある高信頼性タイプ。

例えば、地上雨量計の計測情報をオンラインで収集して、レーダーエコー強度情報の校正を行い、降雨予測の精度向上を図ることもできる。また、部分排水区の懸案点における流出量を求める修正RRL法と下水幹線モデルを用いた雨水流入予測を行うことも可能である。そして、ポンプ場情報を取り込むことにより、ポンプの運転計画や複数ポンプ場群の広域最適運用を行うこともできる。

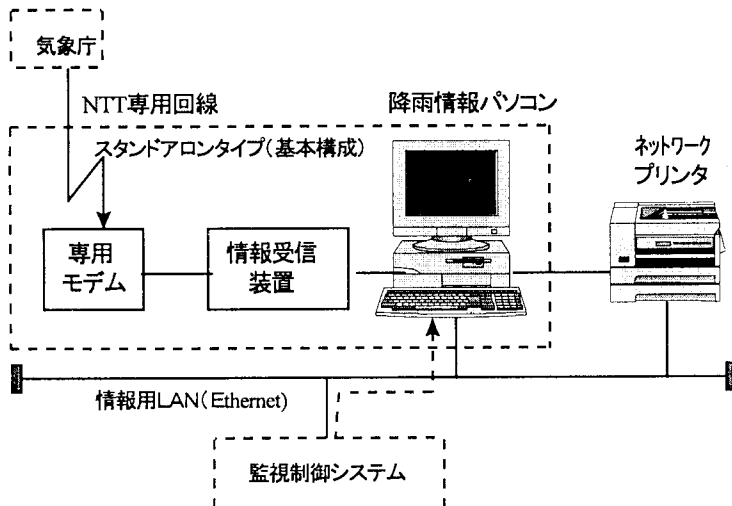


図2 ハードウェア構成

3. システムの画面例

降雨情報システムの画面例を示す。

- (1) 状況表示画面・・現状の雨域の状況を表示する画面で、図3は500 km圏の状況を表示している画面例である。その他100 km圏、30 km圏がある。
- (2) 履歴表示画面・・過去1ヶ月間の降雨状況を100 km圏の地図を使って雨域の状態を連続的に見ることができる。また、保存しておいたデータを復元再生することもできる。図4にその画面例を示す。
- (3) トレンド表示画面・・過去24時間の、時間毎の降雨強度、降雨量を表示できる。図5にその画面例を示す。
- (4) 降雨予測画面・・地図上の地点を選択して表示すると過去3時間の降雨強度と降雨量の表示と、この先1時間までの予測を10分間隔で表示できる。図6にその画面例を示す。

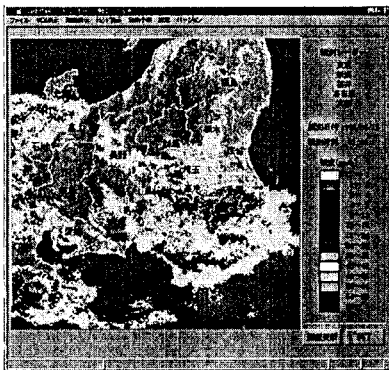


図3 500 km圏の状況表示

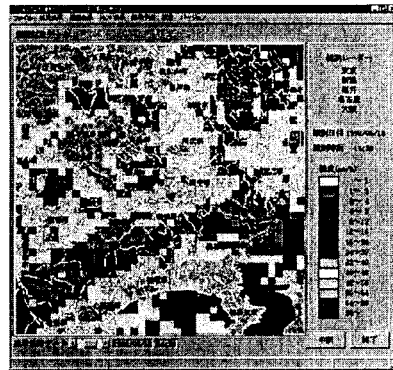


図4 履歴表示

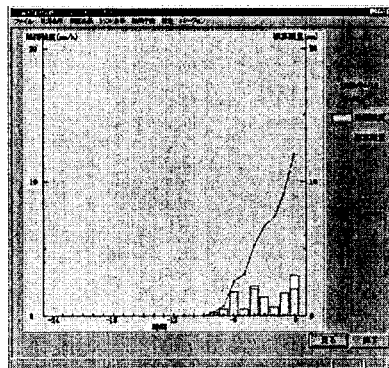


図5 トレンド表示

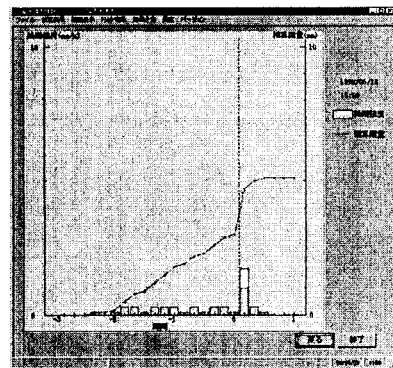


図6 降雨予測表示

4. 移流モデルによる降雨移動予測

下水道分野における降雨予測の特徴は、対象範囲は比較的狭いが、精度の高い予測が求められている点にある。すなわち、降雨が地表面を流下し、ポンプ場や処理場へ流入する雨水の変化に対応するための時間、例えば30分から60分先までの短期降雨予測が求められている。しかしながら、台風、雷雨、梅雨など、種々の降雨によりその予測精度は異なり、次のような現象を記述できる予測モデルが重要と

なる。

- ① 一つの雨域内でも移動方向が異なる。
- ② 雨域により、降雨強度や形状変化、発生消滅の度合いが異なる。
- ③ 降雨強度の変化は地形の影響を受ける。

そこで、本降雨情報システムでは、降雨予測単位 (2.5km×2.5km メッシュの範囲) 毎に降雨移動方向 (移流ベクトル) を求めることのできる移流モデルを採用し、降雨予測精度の向上を図っている。移流モデルでは、(1) 式で表された移流方程式のパラメータを、観測時間の異なる複数の受信降雨強度データを用いて同定し、移流ベクトル (u,v) と雨域の成長・減衰 (w) を各メッシュ毎に求めることができる。これにより、雨域の移動、回転、成長、減衰の状況を自動的に解析し、予測精度の向上を図ることができる。図7にその例を示す。左側のメッシュ内の矢印が移流ベクトルを示し、矢印の方向が移動方向を、矢印の長さが移動速度を表している。

本降雨情報システムでは、雨域がこのベクトルにより移動するとして、10分間隔で1時間先まで予測する。図7右側に、降雨強度と積算雨量のグラフ表示例を示す。この表示はメッシュ毎に行うことができ、表示したいメッシュをマウスで指定することにより表示する。

$$\frac{\partial R}{\partial t} + u \frac{\partial R}{\partial x} + v \frac{\partial R}{\partial y} = w \quad (1)$$

ただし、R : 降雨強度(mm/h)、t : 時間(min)、x,y : 位置 (km)、u : x方向速度(km/min)
v : y方向速度(km/min)、w : 成長・減衰項(mm/h/min)

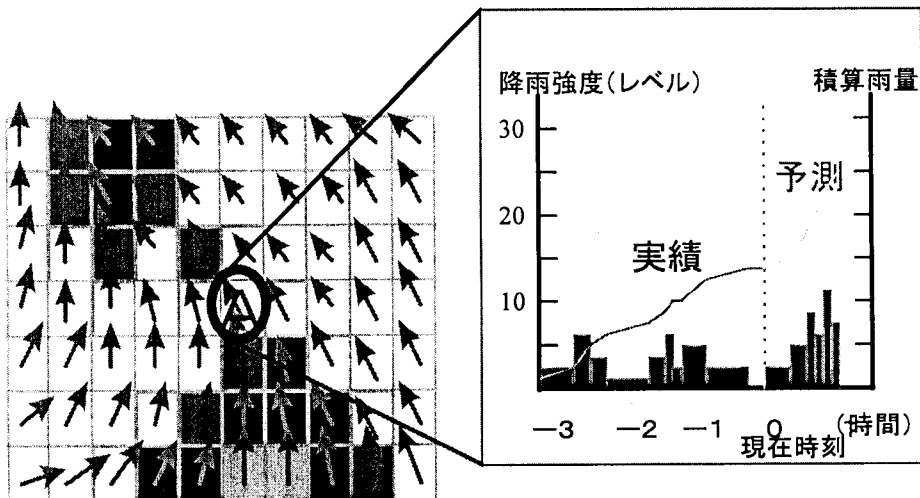


図7 降雨予測の概念と予測結果の表示例

5. 実データによる降雨予測

図8、図9は、80×80メッシュ(200km×200km)領域の移動前の降雨域と10分後の降雨域の状況である。全体の移動は左下から右上の方向へ降雨域が移動している。これらの情報を用いた降雨予測の例を以下に示す。まず、図8、図9に示す10分間のレーダーエコー降雨強度変化のデータを用いて移流ベクトルの同定演算を行う。そして、図9を基点にして降雨予測(降雨域移動)演算を行ったときの10分後、20分後、60分後の結果を、図11、図13、図15に示す。比較のために、その時の実測雨域を、図10、図12、図14に示す。これらの結果より、全体的な雨域の移動と雨域の形状の変

化をほぼ予測していることが分かる。このような現象の記述ができるのは、本予測に用いている移流モデルにより $2.5\text{km} \times 2.5\text{km}$ 領域毎の移動方向が解析でき、その結果（図7の矢印で表わしたもの）を用いて雨域を予測できることによる。従って、地形による雨域移動への影響などの効果を組み込むことも容易である。この点が、従来の雨域追跡法などの基本的考え方である雨域全体の移動方向を解析して降雨移動予測を行う方法との差異である。

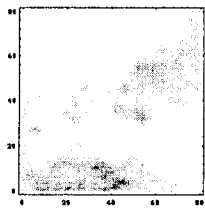


図8 移動前の降雨域

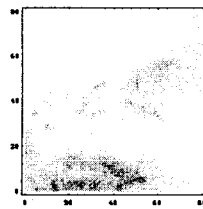


図9 移動後の降雨域

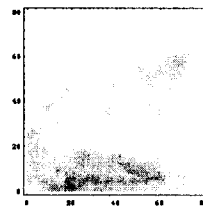


図10 10分後実測域

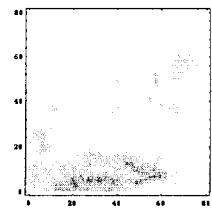


図11 10分後予測域

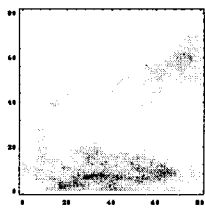


図12 20分後実測域

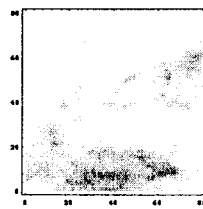


図13 20分後予測域

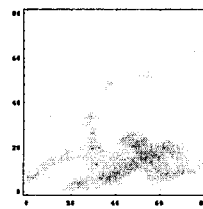


図14 60分後実測域

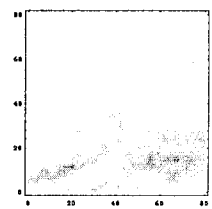


図15 60分後予測域

6. おわりに

気象レーダー降雨情報を用いた降雨情報システムは、降雨監視や降雨移動予測によるポンプ運転支援・運転計画立案から雨水流入予測やポンプ場群の最適運用への展開が望まれている。下水道管渠内への光ファイバー敷設とその利用範囲が広がった現在、情報ネットワークを通じた市民サービス、災害・緊急時の気象情報など、降雨予測情報の利用範囲は更に広がるものと予想している。

本システムは、これらの要求に対応できる簡易な降雨情報システムであり、従来の監視制御システムにも組み込むことができる。この特長を活用し、降雨状況把握から降雨予測そして雨水流入予測による最適運用までの広い機能が要求されるポンプ場の遠隔監視制御に本システムを有効に生かしていく計画である。