

# 共通細密レーダ雨量システムに 関する調査

## 1. 研究の目的

レーダ雨量計による下水道用の雨量システムが、首都圏や関西圏の大都市で稼働し始め、雨水排水施設の運転管理や配備体制の充実に活かされつつある。

このことは、近年の急激な都市化による雨水の浸透率の悪化や局地的な異常降雨に対して、下水道が整備された都市部においても、ポンプ施設などの雨水排水施設の対応が間に合わずに、局地的な浸水被害が後を断たないためである。浸水防除のためには、雨水排水施設の拡充と共に、既存雨水排水施設の機能を最大限に活かした運転管理など、きめ細かな対応策が必要であり、そのためには、時々刻々の詳細かつ正確な降雨データを把握する必要がある。

上記の大都市では、より詳細かつ正確な降雨データを入手するために、下水道用細密レーダ雨量計を個別に導入しているが、自ら利用するには十分でも、広い範囲を移動する雨域を連続でとらえるには、不十分であり、全国規模から見ると断片的なものとなっているのが実情である。また、個々の都市ごとに仕様が異なるためにデータの互換性がなく、たがいの情報を交換することができない状態である。さらに、各都市ごとに異なる仕様のシステムを構築してゆくことは全体として経費も割高になるおそれがある。

市民生活を浸水被害から護るため、今後の雨水排水整備には質・量ともに充実した降雨データが必要であり、さらにそれらを広域的かつ詳細にリアルタイムでとらえる必要がある。そのため都市間の降雨

情報の相互融資が必須であり、レーダを持たない近隣都市に対しても、降雨データを配信することも有効であると考えられる。

したがって、それぞれの自治体が、信頼性の高い降雨情報を確保するためには、全国的かつ統一的な方針にもとづいて計画的な整備を図ってゆく必要がある。そのためには、共通の広域的な下水道雨量システムを実現するためのレーダ技術、通信技術、流出解析計算のためのデータ仕様の統一等の標準化を行って、レーダ雨量システムの普及を推進してゆく必要がある。

このような必要性から、全国共通の細密レーダ雨量システム確立に向けて、細密レーダ運用上の技術上の課題を考察し、その課題に対する解決方針、具体的実施事項等を検討し、共通レーダシステム的方式及び構成についての研究を行った。

なお、この調査は建設省より事業調査費による委託を受けて、本機構が実施したものである。

## 2. 各種の気象レーダシステム

レーダによる気象情報の観測は、降雨量ばかりでなく、対流現象、雷、雪、局地的下降気流などの観測にも利用されている。現在、国内で利用されている気象レーダシステムを（表1）に示す。

気象庁及び建設省のシステムは、それぞれ独自の全国ネットワークとなっており、その他の対象地域を必要とする範囲に限定し、1～2、3台のレーダ

表1 気象レーダシステムの利用状況

利用機関	システム名称	観測対象	目的
気象庁	標準気象レーダシステム	一般気象観測	気象予報
	空港気象レーダシステム	局地気象観測 大気じょう乱観測	航空機安全離着
建設省	レーダ雨量計システム	降雨量定量観測	ダム、河川、道路管理、砂防
防衛庁	気象レーダシステム	局地気象観測	航空機安全離着
電力会社	多機能気象レーダシステム	一般気象観測 雷探知 降雨量定量観測	電力安全供給 設備保全 水質源有効利用
自治体	降雨情報システム	局地気象観測 降雨量定量観測	防災情報 下水道管理 土石流防災

を用いた単独の観測となっている。

このうち、多くの自治体で雨量情報を得ている(財)河川情報センターでのシステムは、建設省のレーダ雨量計及び河川情報システムから情報をオンラインで収集し、データ加工を行う防災システムである。配信は、キャプテン方式によりNTT回線を利用した画像イメージ情報で行われ、データの更新は、レーダ情報が15分毎、河川情報(各種テレメータ)は1時間毎となっている。

河川情報システムは、広域的な降雨情報を得るものとして、既に下水道用のレーダシステムを導入した都市においても併せて利用しているところである。後述のように、下水道用のレーダシステムは主として下水道のポンプ排水区域をもつ都市において配置されるため、全国的な降雨情報をカバーするものではない。従って、下水道用のレーダシステムは、河川情報システムなどの広域システムとあわせて効果を発揮するものである。

### 3. 共通細密レーダ雨量システムに期待する効果

現行の細密レーダの運用上の課題は、観測範囲の限定、データの非互換、システム仕様の相異、電波割合の困難にある。従って、本調査ではこれらの課題に対し、広域的な計画配置、観測技術及びシステムの仕様標準化や電波申請等の手続の統一を図り、広域システムを組み上げた場合の効果について検討した。

#### 3.1 基本システム形態の仮定

細密レーダを広域的に建設した場合、全国を一つの単位として考えるのは現実的でなく、運用上関連

の強い地域を1単位としたブロックをいくつか考える必要がある。ブロックの考え方としては、レーダサイト(例えば5ヶ所)と、そのデータを共通利用するユーザ(例えば20ヶ所)と、共通データの管理と集配信を行うセンター1ヶ所で1ブロックとする。つまり1ヶ所のセンターで管轄する地域を1ブロックとして考えた。同様の形態(サイト・ユーザの数は異なる)のブロックを計画的に配置して広域的に結ぶ。またブロックの境目にもデータがあるので、各センター間の集配信も行う。このようなシステム形態を前提に検討を進める。(図1)

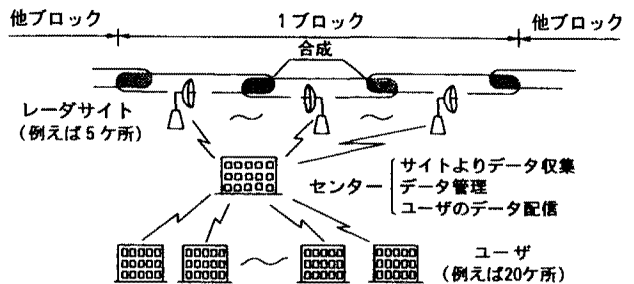


図1 基本システム形態概念図

#### 3.2 具体的な改善と期待する効果

システム構築の基本方針として、

- 広域的な計画配置
- 観測技術の標準化
- システム仕様の標準化
- 申請手続きの統一と省力化

を挙げて、それぞれに期待する効果を検討した。

##### 3.2.1 広域的な計画配置

###### (1) 観測データの相互補完

雨量レーダを広域的に配置し、データを融通することで、単独システムで生じた遮蔽部等の補完ができる。また、観測範囲外のデータも得ることができ、雨域等の情報をいち早く入手することができる。(図2)

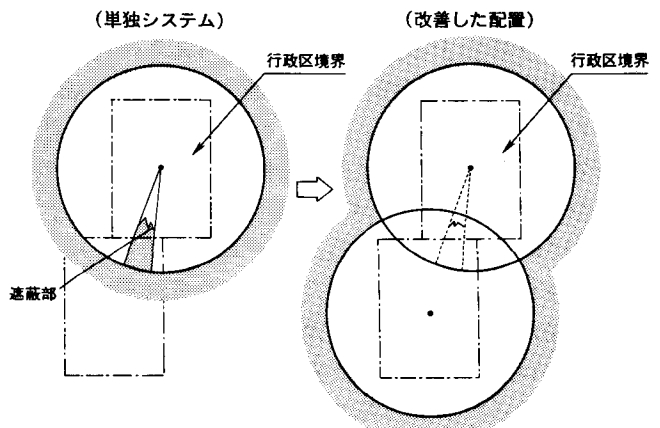


図2 細密レーダの配置

(2) 広域的なキャリブレーション

現状では、個々の自治体が単独で入手できる地上雨量計のデータが少なく、キャリブレーションの範囲はレーダの観測範囲に比べて狭い。しかし広域的な計画配置を行えば、センター経由で周囲の都市の地上雨量計データも入手可能となり、広域的なキャリブレーションを実現できる。

(3) 建設費・維持管理費の低減

細密レーダを計画的に配置することで、観測範囲の重複等が避けられ、建設費が低減できる。また、現状の維持管理費は細密レーダを建設した自治体の負担となっているが、広域配置の場合はデータを共有する各自治体に分散できるため、個々の自治体として維持管理費の大幅な低減が図れる。

3.2.2 観測技術の標準化

計測方式・解析方式を統一することによって以下のような効果が期待できる。

(1) 雨量レーダ構築の時間短縮、費用低減

標準仕様を定めることにより、メーカーによる差異も防止でき、設計、製造、調達の時間短縮につながる。また、構築費用も低減でき、早く安く規格・機能が同じものを製造することができる。

(2) データの相互融通

データ仕様を統一し、共通のデータとして融通し合う。この結果、単独計画に比べ隣接都市間での観測範囲重複部に於てデータの相互融通によりデータの有効活用が可能となる(図3)

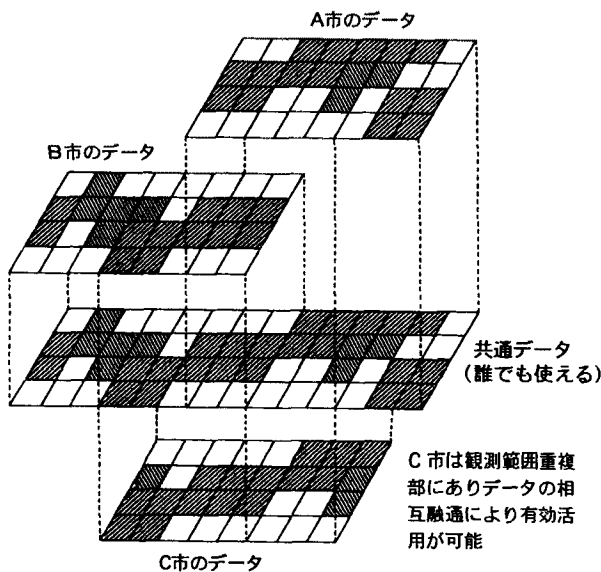


図3 データの相互融通

3.2.3 システム仕様の標準化

ハードウェア・ソフトウェアの仕様を標準化することによって以下のような効果が期待できる。

(1) システム構築の時間短縮、費用低減

システム仕様を標準化することにより、任意の計画に係るシステム構築の時間短縮、費用低減が図られる。

(2) 開発アプリケーションの流用

開発アプリケーションを流用でき、ソフト開発後はシステム構築の時間が大幅に削減できる。

(3) 下水道施設運転管理に必要な雨量情報の取得

雨量レーダを所有しない自治体でも、センターを介してデータを入手することができる。従って、どの自治体でも共通仕様で降雨情報が取得でき、自治体個々に最適な下水道施設の運転管理が行える。

(4) 維持管理の省力化、費用低減

仕様の標準化によって、レーダシステム自身の維持管理の項目、時期が明確になり、作業依頼などの手配が簡素化できる。標準作業なので費用も安価であり、作業時間も節約できる。

3.2.4 申請手続きの統一と省力化

電波割当等の各種申請・手続き統一を図り、レーダサイトを計画的に配置することにより、許認可時間や作業の短縮と省力化を図る。

4. 共通細密レーダ雨量システムの検討方式

4.1 サブシステムの定義とレベル設定

共通細密レーダ雨量システムの方式検討の前提として、ユーザの利用形態を定義する。サービス対象となるユーザは、利用形態によって以下の4つのレベルに区分する。

レベル0：レーダ雨量計システムを持ち、自前レーダの観測範囲外のデータが必要となるユーザ（フルセット・ユーザ）

レベル1：自前のキャリブレーションシステムで、特定の範囲の降雨データ精度を向上させ、活用したいユーザ（個別キャリブレーション・ユーザ）

レベル2：降雨データをそのまま応用分野へ活用したり、端末機を何台も設置し、活用していきたいユーザ（データ活用・ユーザ）

レベル3：降雨データをそのまま表示するだけのユーザ（データ利用・ユーザ）

#### 4.2 レーダサイトとセンターの設置箇所の検討

全国的な広域のレーダ網を構築するためには、レーダの設置数を極力少なくし、レーダ間の相互干渉等が発生しないように計画する必要がある。また、センターから多くのユーザーに降雨データを配信するために、その管轄範囲なども含めて検討を行った。

##### 4.2.1 レーダサイト設置基準

レーダサイト設置位置は、レーダ建設候補地点を定め、山岳や近隣の構想建築物等による遮蔽を考慮し、必要な観測高度を保てるかどうか検討する。設置箇所は以下の仮定に基づき検討した。

##### (1) 観測高度を2000m以下に保てる地域

観測半径におけるビーム幅を考慮し、標高1500m以下の地域とする。

##### (2) 1つのレーダから観測可能な地域を極力広くするため、標高の高い地域から遠い地点を選定する。

##### (3) レーダの数が極力少なくなる様に建設

##### (4) 以上の原則からはずれる場合

標高の高い盆地で雨水観測が重要なとき、または、山間の谷間に人口密度の高い都市があるときなど、必要に応じて、個別に設置位置等の検討を行った。

これらを仮定した上で、全国での設置個数は83箇所以上という検討結果となった。

##### 4.2.2 センター設置基準

センターの管轄範囲は、データ管理・配信費用、センターの設置数、要求される観測範囲の広さ等を検討して決定する。ここでは、以下の仮定に基づき設置箇所の検討を行った。

##### (1) 回線費用が急激に高価とならない(240km)範囲

##### (2) 回線費用が有利な地理的中心となる都市

センターは管轄範囲の極力中心となる都市とする。

これらを仮定した上で、全国での設置個数は16箇所以上という検討結果となった。

#### 4.3 データベース検討

共通細密レーダでは、種々のデータが大量に発生する。これらのデータをどのように管理していくのがシステム上最も有利となるか検討を行った。項目としては、データの保存内容、保存場所、保存媒体、保存期間、フォーマット等である。

#### 4.4 ネットワーク検討

下水道施設の運転管理に必要な各システム間のデータ入手スピードや、ランニングコストの観点からネッ

トワーク形態、伝送路、伝送方式を検討した。

#### 4.5 レーダ雨量計主要諸元検討

レーダ雨量計の主要諸元を下水道の運転管理、気象の性質、レーダ雨量計の能力から検討した。

##### 4.5.1 観測メッシュサイズ

メッシュサイズとしては雨水排水区毎の十分な運用管理を実現できるきめ細かさが要求される。方位方向のメッシュは10km地点で約250m、20km地点で約500m、40km地点で約1000m、距離方向の分解能は250~500mとする。(図6)

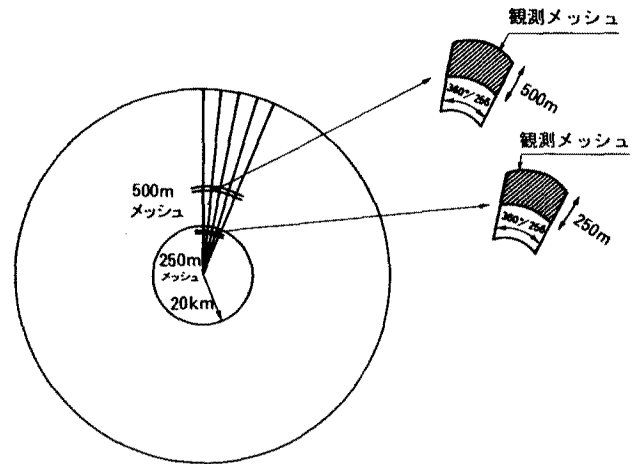


図6 観測メッシュサイズ

##### 4.5.2 観測周期

雷雨等の発生から消滅までの短い現象も正確に観測できるように観測周期は極力短くする必要があるが、観測周期を2.5分より短くすると高価なシステムとなり、コストパフォーマンスが急激に悪化する。従って、観測周期は最もコストパフォーマンスが良いと考えられる2.5分とする。

##### 4.5.3 観測範囲

レーダの特徴は1台で広範囲の雨量観測を行える事にある。従って、この特徴を活かしつつメッシュサイズの要求を最低限維持できる範囲とする必要がある。下水道施設運転管理のためのメッシュサイズは500m程度が適しており、観測半径50kmとする。

##### 4.5.4 観測高度

観測高度は、ブライツバンドの回避、ビーム充填率の確保、地上雨量計との整合を考慮すると低いほど良いが、低すぎるとグランドクラッタ、遮蔽物の影響を受ける。従って、観測高度はこれらの条件を満足できる上限の2km以下とする。(図7)

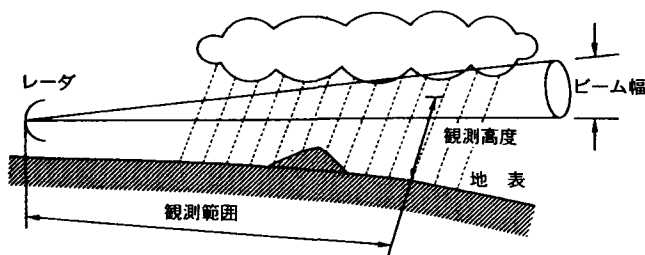


図7 レーダ雨量計の観測高度

#### 4. 5. 5 周波数

本システムでは、電波行政上許可を受けやすいXバンド（周波数9300/9700MHz帯、波長3.2cm/3.1cm）を採用する。

### 5. 今後の普及計画についての提案

#### 5. 1 今後の普及へ向けての準備

雨水排水施設の運転に対して、各自治体で、レーダ雨量システムへの理解度がどの程度あるか、また、雨量データ配信以降のサブシステムをどの程度必要としているかを調査する必要がある。そのため、各自治体にアンケート方式で実態調査を行う。

#### 5. 2 今後の普及へ向けて

##### 5. 2. 1 導入の順位

本システムの普及・展開を図る場合、全国一律に普及を図ることは得策ではない。地域の要求度に応じてランク付けを行い、普及順位を判断する必要がある。

本システムを必要とする都市の導入順位としては、一般的に大都市が早くなり、その後地方の中核都市、さらに地方へと広がる。

##### 5. 2. 1 モデル的事業の計画

雨量レーダシステムの普及展開を図るために、モデル的事業として、大都市からの導入を検討する。これらの発注・設計・施工は県または市が行うことを原則とする。

以後は、モデル事業的にセンターを試運用し、ユーザの加入、事業の拡張を行った結果、事業評価から改良、調整を行い、全国的な展開へとつなげる。

##### 5. 2. 2 既導入都市のシステム統合計画

既導入都市でのレーダの仕様は、それぞれ異なるが、今後の更新時期などにメッシュサイズや座標軸を統一し、ユーザへ標準化したデータの提供が可能な統合システムへ移行する。

## 6. まとめと今後の予定

#### 6. 1 今後の課題

共通細密レーダ雨量システム技術における今後の課題は、どのようにして本システムで得られる情報を高度な雨水排水対策へ結びつけていくかにかかっている。

特に、下水道施設の運転管理に必要と認められるレーダ自体の精度を検討し、現在導入されているレーダ精度を調査、整理した上で、観測精度、キャリブレーション精度などについて実現可能な技術目標を設定し、整合を図る必要がある。そのためには、以下の事項の課題を解決していく。

##### (1) 要求レーダ精度

雨水排水対策上、必要となるレーダ精度を、現在の施設運転管理の観点から設定する。

##### (2) レーダ雨量補正技術

共通細密レーダの広域展開により、可能となる補正技術を確立する。

#### 6. 2 今後の予定

今年度は、全体構想及び基本システムを研究した。今後は、以下の内容について検討していく予定である。

##### (1) 課題の解決手法の検討

##### (2) 設計標準仕様の作成

###### 1) 設計指針の作成

###### 2) 一般仕様書の作成

###### 3) 施工指針の作成

##### (3) モデル的事業の計画設計

#### ●この調査に関する問い合わせは

研究第二部長

藤田 昌一

研究第二部主任研究員

赤石 進

研究第二部主任研究員

田中 一朗

技術部研究員

高岡 俊司