

調査編
第2章 水文・水理観測
第2節 降水量観測

目次

第2節	降水量等観測	1
2.1	総説	1
2.2	降水量等観測の方法	2
2.3	自記雨量計による観測	2
2.3.1	地上雨量観測所の配置	2
2.3.2	地上雨量観測所の設置場所の選定	4
2.3.3	地上雨量観測所が備えるべき設備	4
2.3.4	観測所台帳	6
2.3.5	観測の実施と観測所の維持管理	6
2.4	レーダ雨量計による観測	7
2.4.1	レーダ雨量観測所の配置及び設置場所の選定	8
2.4.2	レーダ雨量観測所が備えるべき設備	8
2.4.3	観測所台帳	9
2.4.4	観測の実施	9
2.4.5	レーダ雨量観測所の維持及び管理	13
2.4.6	レーダ観測降雨の補完	13
2.5	関連気象水文要素の観測	14
2.5.1	関連水文要素観測所の配置及び設置場所の選定	14
2.5.2	関連水文要素観測所が備えるべき設備	14
2.5.3	関連水文要素観測の実施と観測所の維持管理	15

適用上の位置付け

河川砂防技術基準調査編は、基準の適用上の位置付けを明確にするために、下表に示すように適用上の位置付けを分類している。

分類		適用上の位置付け	末尾の字句例
考え方	技術資料	●目的や概念、考え方を記述した事項。	「…ある。」「…いる。」 「…なる。」「…れる。」
必須	技術基準	●法令による規定や技術的観点から実施すべきであることが明確であり遵守すべき事項。	「…なければならない。」「…ものとする。」
標準	技術基準	●特段の事情がない限り記述に従い実施すべきだが、状況や条件によって一律に適用することはできない事項。	「…を標準とする。」 「…を基本とする。」 「…による。」
推奨	技術資料	●状況や条件によって実施することが良い事項。	「…望ましい。」 「…推奨する。」 「…務める。」 「…必要に応じて…する。」
例示	技術資料	●適用条件や実施効果について確定している段階ではないが、状況や条件によっては導入することが可能な新技術等の例示。 ●状況や条件によって限定的に実施できる技術等の例示。 ●具体的に例示することにより、技術的な理解を助ける事項。	「…などの手法（事例）がある。」 「…などの場合がある。」 「…などが考えられる。」 「…の場合には…ことができる。」 「…例示する。」 「例えば…。」 「…事例もある。…もよい。」

関連通知等	関連する通知やそれを理解する上で参考となる資料
参考となる資料	例示等に示した手法・内容を理解する上で参考となる資料

第2節 降水量等観測

2.1 総説

<考え方>

本節は、降水量及び関連気象水文要素の観測を実施するために必要な技術的事項を定めるものである。

降水は、大気から地面に降下する水のことであり、一般に、降雨と降雪に大別される。

降水量は、ある時間内に地表の水平面（又は地表の水平投影面）に達した降水の量であり、降水が平面上にたまったと仮定した場合の深さで表す。測定単位はmmである。

降雨強度は、ある定められた時刻間に測定された降水量を1時間あたりに換算したものであり、単位はmm/hである。

降水量観測は、河川・砂防に関する計画の立案、工事の実施、施設の維持管理、環境の整備及び保全、洪水や渇水等による水災害への対応等を実施するための最も基本的な調査項目の一つである。

関連気象水文要素は、降雪深、積雪量、気温、湿度等をいい、河川流域の水循環や水資源の調査のため観測が行われる。

これらの観測により得られるデータは、近年、地球温暖化の進行に伴う気候変化による洪水や渇水等に与える影響が懸念されており、温暖化に伴う様々な影響への「適応策」を講じるためにも、長期にわたる同一品質の観測データの確保が必要である。

そのため、本節で主に扱うのは、本章 第1節 総説 で説明した3つのカテゴリーのうちのカテゴリー1である（表2-1-1参照）。

また、得られた降水量観測値の照査やデータ整理・保存については、本章 第5節 水文資料の整理・保存と品質管理 によるものとする。

<標準>

降水量及び関連気象水文要素の観測は、関連通知等に従い実施する。

<関連通知等>

- 1) 国土調査法，昭和26年6月1日，法律第180号，最終改正：令和2年3月31日法律第12号。
- 2) 気象業務法，昭和27年6月2日，法律第165号，最終改正：平成29年5月31日法律第41号。
- 3) 水文観測業務規程，平成29年3月31日，国水情第44号，国土交通事務次官通達。
- 4) 水文観測業務規程細則，平成29年3月31日，国水情第45号，国土交通省水管理・国土保全局通達。
- 5) 河川砂防技術基準計画編，令和3年4月28日，国水情52号，国土交通省水管理・国土保全局。
- 6) 河川砂防技術基準維持管理編（河川編），平成27年3月3日，国水情20号，国土交通省水管理・国土保全局。
- 7) 地上気象観測指針，平成14年，気象庁，気象業務支援センター，第7章 降水量及び積雪・降雪の深さの観測 7・2・3 観測条件 p.53。

<参考となる資料>

本節に規定していない降水量観測の詳細な要領については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，（独）土木研究所編著：水文観測，第2章 降水量観測，全日本建設技術協会，2002。

2. 2 降水量等観測の方法

<標準>

降水量観測は、自記雨量計（自動記録装置を備えた雨量計）を用いた地上雨量観測を標準とする。

レーダ雨量計による観測は、空間的な網羅性等、面的な降水量分布を的確に評価するために必要であり、自記雨量計による観測に加えて実施する。

また、関連気象水文要素観測は、対象観測要素に対応した計器により実施する。

2. 3 自記雨量計による観測

<考え方>

降水量観測は、河川・砂防に関する計画の立案、工事の実施、施設の維持管理、環境の整備及び保全、洪水や渇水等による水災害への対応等を実施のため重要である。また、地上雨量計観測は、面的な降水量分布の把握を補完するレーダ雨量観測の精度管理を行う観点からも重要である。

そのため、適切に配置、必要な機能を備え、適切に維持管理された自記雨量計等からなる地上雨量観測所により適切に観測を行う必要である。

また、降水量観測結果が既往の河川計画の基本資料として利用され、今後も継続して用いられることが想定される観測所については、優先して観測を継続することが重要である。

なお、降水量観測は、気象業務法に基づき実施しなければならない。

<関連通知等>

- 1) 気象業務法，昭和 27 年 6 月 2 日，法律第 165 号，最終改正：平成 29 年 5 月 31 日法律第 41 号。
- 2) 水文観測業務規程，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 44 号，国土交通事務次官通達，第 3 章 観測。
- 3) 水文観測業務規程細則，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 45 号，国土交通省水管理・国土保全局通達，第 3 章 観測の実施。

2. 3. 1 地上雨量観測所の配置

<必須>

自記雨量計を設置する地上雨量観測所は、河川等の計画・管理上、適正な観測網となるように配置しなければならない。

<標準>

自記雨量計は、以下の基準に従い、設置することを標準とする。

- 1) 観測対象区域をおおむね均一の降水状況を示す地域に区分して、各地域に 1 観測所を配置するものとする。
- 2) ただし、おおむね均一の降水状況を示す地域に区分することが困難であるときは、観測対象区域をおおむね 50km² ごとの地域に区分して、各地域に 1 観測所を設置するものとする。
- 3) 河川構造物等の管理や急傾斜地の安全確保等のための降水量観測については、上記基準に捉われず、必要に応じて個別に自記雨量観測所を設置することとする。
- 4) 気象庁による観測データ等、河川計画・管理上の目的に適合した属性・品質の降水量観測データが別途得られる場合には、それも考慮に入れた上で観測網を検討するものとする。

<例示>

流出解析を行う観点から、その計算単位となる流域の平均降水量（面積雨量）を精度よく

把握することが重要である。当該流域の面的な降水量分布特性をレーダや密な地上雨量計による観測等から把握し、流域平均としての降水量を精度よく把握できる観測網を設定することが望ましい。面的降水量分布特性が把握できる資料が存在しない場合、ある流域面積と地上雨量計設置密度に対して、把握できる面積雨量としての観測精度を簡易的に推定する手法として、橋本(1977)の研究事例がある。

それによると、面積雨量としての降水量観測の誤差は、次式で表される。

$$E_s = \frac{e_s}{\mu} = \frac{\sigma}{\mu} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \quad (2-2-1)$$

- ここに、 σ : n個の観測所で得られた観測値の標準偏差
- μ : " 平均値
- e_s : 標準誤差 (= σ / \sqrt{n})
- C_v : 変動係数 (= σ / μ)
- E_s : 標準相対誤差

変動係数 C_v は、降雨特性や流域特性（大きさ、地形）によって異なる。

上式と利根川流域等における一雨連続雨量での C_v の実測値から、雨量観測所数と観測誤差の関係を図2-2-1に示す。この図から、50km²に1台程度の雨量計の設置密度で一雨連続雨量の面積雨量誤差を10%程度以内に抑えることができるのは、流域面積が1,000km²程度以上の場合であることが読み取れる。流域内の降水分布に関する知見がなく雨量計をおおむね均一に配置しているなどの前提条件の下での結果であるが、支川や中小河川の河川管理におけるレーダ雨量による補完の必要性を示唆している。

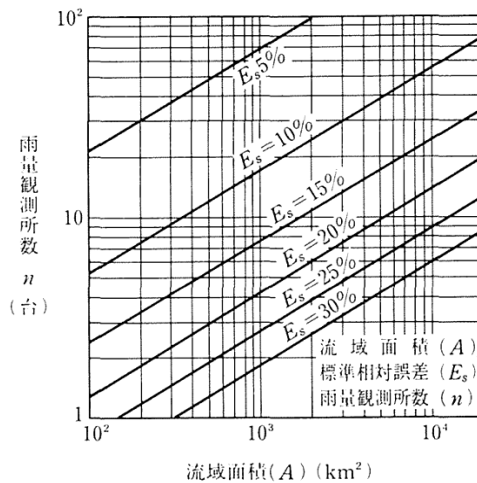


図2-2-1 雨量観測所数と観測誤差精度の関係

出典：橋本健，佐藤一郎：面積雨量の精度と雨量観測所数，土木技術資料，Vol.16，No.12，pp.631-637，1974.

<参考となる資料>

自記雨量計の設置密度と面積雨量としての精度・信頼度との関係については、下記の資料が参考となる。

- 1) 橋本健：標本計画法による面積雨量の精度及び信頼度の評価に関する研究，土木研究所報告，No149，1977.

2.3.2 地上雨量観測所の設置場所の選定

<標準>

地上雨量観測所は、その観測所が代表することを期待される当該地点並びにその周辺領域の降水量を適正に計測できる場所に設置することを基本とする。

原則として、以下の事項に掲げる条件に適合することを基本とする。

- 1) 地形の狭窄や急変等により気流や降水が特殊な値を示すようなことがない地点であること。
- 2) おおむね 10m 四方以上の広さの開放された土地であって、局所的な気流の変化が少ないこと。
- 3) 豪雨時に浸水や崖崩れのおそれがないこと。
- 4) 観測や巡回点検に便利であること。

<関連通知等>

- 1) 地上気象観測指針，平成 14 年，気象庁，気象業務支援センター，第 7 章 降水量及び積雪・降雪の深さの観測 7・2・3 観測条件 p. 53.

<参考となる資料>

本項に規定していない詳細な要領については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，(独)土木研究所編著：水文観測，第 2 章 降水量観測 2・2・2 観測所の位置選定，全日本建設技術協会，2002.

2.3.3 地上雨量観測所が備えるべき設備

(1) 自記雨量計

<必須>

降水量観測用の自記雨量計は、求められる時間の降水量を的確に無人・自動で観測でき、「気象業務法」及びこれに基づく「気象測器検定規則」に適合したものでなければならない。

また、雨量計は、以下の事項に対応しなければならない。

- 1) 雨量計の受水口は水平に設置するとともに、風の影響が著しいと思われる観測所では、受水口に風よけを付けること。
- 2) 凍結が生じるおそれのある地点では、凍結防止機能の付いた雨量計（たとえば、温水式雨量計、ヒータ付雨量計等）を用いること。
- 3) 降雪による降水量を観測する観測所では、温水式雨量計若しくは溢水式雨量計を用いるとともに、常に積雪面上に受水口が出ているように設置すること。

<標準>

雨量計の受水口の直径は 20cm を標準とする。

設置地点の制約により観測局舎の屋上等に雨量計を設置する場合には、たとえば屋上の中央部に雨量計を設置するなど、局所的な気流の影響を受けないように配慮するものとする。

<関連通知等>

- 1) 地上気象観測指針，平成 14 年，気象庁，気象業務支援センター，第 7 章 降水量及び積雪・降雪の深さの観測 7・3 転倒ます型雨量計による観測 pp. 53-55.

<参考となる資料>

雨量計の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，(独)土木研究所編著：水文観測，第2章 降水量観測 2・3 雨量観測器械，全日本建設技術協会，2002.

(2) 自動記録装置**<標準>**

地上雨量観測所には、自記紙やデータロガー等の自記記録装置を設置することを標準とする。

自動記録装置は、無人・自動での確実な観測データ記録と定期的なデータ収集に支障のないように設置することを標準とする。

(3) 自動データ伝送装置**<必須>**

河川管理・施設管理上、リアルタイム観測が必要な自動雨量観測所は、求められる時間の降水量を的確に伝送できる自動データ伝送装置（テレメータ等）を備えなければならない。

<標準>

自動データ伝送装置は、10分以下の観測間隔の機能を有するものを標準とする。

自動データ伝送装置は、「電気通信施設設計要領（案）（通信編）」に基づき設計されたものを標準とする。

<関連通知等>

- 1) 電気通信施設設計要領（通信編），令和4年3月30日，国技電第90号，国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室長通知。

(4) 標識**<必須>**

地上雨量観測所には標識を設置しなければならない。

標識には、観測所名、水系・河川名、設置者名、設置年月日、観測所所在地、緯度・経度（世界測地系）、標高、観測所記号を記載する。

(5) 観測小屋**<必須>**

地上雨量観測所には、観測小屋、柵を設置することとし、観測小屋は雨量計による観測の障害物とならないように設置しなければならない。ただし、設備の特性や設置条件等により、不要と判断できる場合は設置しなくてもよい。

<標準>

観測小屋は、地震等の自然災害時や停電時における機能確保を考慮して設計し、非常用発電設備など必要な設備を設置することを標準とする。

2.3.4 観測所台帳

<必須>

地上雨量観測所を設置した場合には、雨量観測所台帳及び付図を作成しなければならない。台帳には、雨量観測所の位置や施設構造等に関する諸元を記載する。雨量計等の移設や交換等の変更が生じた場合には、気象業務法上の届け出とともに、台帳への記載加筆を速やかに実施しなければならない。

様式については「水文観測業務規程細則」に従わなければならない。

地上雨量観測所には、雨量観測所台帳及び付図の写しを備え付けなければならない。ただし、観測小屋を設置していない場合はその限りではない。

雨量観測所を新設・変更・廃止する場合は、気象業務法上の届け出を行う。

<関連通知等>

- 1) 水文観測業務規程，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 44 号，国土交通事務次官通達，第 2 章 観測所の配置及び設置.
- 2) 水文観測業務規程細則，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 45 号，国土交通省水管理・国土保全局通達，第 2 章 観測所.

<参考となる資料>

標識・観測小屋・観測所台帳の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，(独)土木研究所編著：水文観測，第 2 章 降水量観測 2・4 観測施設，全日本建設技術協会，2002.

<標準>

観測所台帳及び付図は電子的に保管、編集が可能なものとし、電子的方法により管理することを標準とする。

2.3.5 観測の実施と観測所の維持管理

(1) 観測の実施

<必須>

降水量の観測の実施に当たっては、「水文観測業務規程」及び「水文観測業務規程細則」の定めに従わなければならない。

<関連通知等>

- 1) 水文観測業務規程，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 44 号，国土交通事務次官通達，第 2 章 観測所の配置及び設置.
- 2) 水文観測業務規程細則，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 45 号，国土交通省水管理・国土保全局通達，第 2 章 観測所.

<参考となる資料>

本項に規定していない観測の実施の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，(独)土木研究所編著：水文観測，第 2 章 降水量観測 2・5 観測，全日本建設技術協会，2002.

(2) 地上雨量観測所の維持及び管理**<必須>**

地上雨量観測所の維持及び管理の実施に際しては、「水文観測業務規程」第 8 章 観測所の維持及び管理、「水文観測業務規程細則」第 8 章 観測所の維持管理等 の定めに従わなければならない。自動データ伝送装置は、「電気通信施設点検基準（案）」に基づき点検を実施しなければならない。

また、観測所ごとに維持管理上必要な事項を記入した点検記録簿を備えなければならない。

<標準>

観測所の点検は、観測所の維持管理において最も重要である。点検については、以下に示す総合点検及び定期点検を組み合わせることを基本とする。

- 1) 総合点検は、年 1 回以上（出水期前等。必要に応じて回数を増やす。）とし、対象とする施設・設備において特に器械類の内部に対して詳細点検を実施し、擬似テスト等による点検を含めた総合的な保守及び校正を行う。この点検は、測定部（受水部）、記録部、器械類の故障の有無を確認し、観測データの精度向上を図ることを主たる目的としている。
- 2) 定期点検は、月 1 回以上（総合点検を除いた月）とし、対象とする施設・設備において特に器械類の外部に対して目視による点検を中心に行う。この点検は、測定部（受水部）、記録部、器械類の機能障害等の異常を早期に発見し、観測データの欠測や異常値を生じさせないことを主たる目的とする。

<関連通知等>

- 1) 水文観測業務規程，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 44 号，国土交通事務次官通達，第 8 章 観測所の維持及び管理。
- 2) 水文観測業務規程細則，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 45 号，国土交通省水管理・国土保全局通達，第 8 章 観測所の維持管理等。
- 3) 電気通信施設点検基準（案）の一部改定について，平成 21 年 12 月 18 日，国技電第 26 号，国土交通省大臣官房技術調査課長通知。

<参考となる資料>

本項に規定していない観測所の維持管理の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，(独)土木研究所編著：水文観測，第 2 章 降水量観測 2・6 観測所の維持管理，全日本建設技術協会，2002。

2. 4 レーダ雨量計による観測**<考え方>**

レーダ雨量計は、即時性や空間的な網羅性等、降水量の時空間的な把握が容易であるなどの長を有しており、面的な降水量分布や面積雨量を把握するのに重要である。

そのため、適切に配置、必要な機能を備え、適切に維持管理されたレーダ雨量計により適切に観測を行う必要である。

ただし、レーダ雨量計は、数百 m から数 km 程度上空にある雨滴を計測対象としており、地上雨量計と観測対象が異なることに留意する必要がある。

<標準>

レーダ雨量観測は、適切に配置、必要な機能を備え、適切に維持管理されたレーダ雨量計

システムにより適切に観測を行う。

<関連通知等>

- 1) 水文観測業務規程，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 44 号，国土交通事務次官通達。
- 2) 水文観測業務規程細則，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 45 号，国土交通省水管理・国土保全局通達。

<参考となる資料>

レーダ雨量計による降水量観測の特徴と、地上雨量計観測値との関係・差異に関する議論については、下記の資料が参考となる。

- 1) 深見和彦：レーダ雨量計利活用の前提となる観測精度の実態と今後の研究課題，河川，No716，pp.40-46，2006。

2. 4. 1 レーダ雨量観測所の配置及び設置場所の選定

<標準>

Cバンド（MP）レーダ雨量計においては、半径 120km、XバンドMPレーダ雨量計については、半径 60km を目安に定量観測範囲として設定する。

レーダ雨量計の特長を考慮し、対象地域の降水量を精度よく把握することが可能となるように、Cバンド（MP）レーダ雨量計により全国を監視し、特に高度な監視が必要な場合に XバンドMPレーダ雨量計により当該範囲を監視できるよう、適切にレーダ雨量計を配置することを標準とする。

レーダ雨量計は電波を活用した計測器械であるため、以下の事項を考慮する必要がある。

- 1) 既設の他の無線局との電波干渉を可能な限り避けるように配置する。
- 2) レーダの観測距離、レーダビームの減衰や遮蔽並びに観測高度、グラウンドクラッタ等（大地や海面等からの不要反射）を総合的に考慮して配置する。
- 3) XバンドMPレーダ雨量計については、降雨による電波の減衰（降雨減衰）が大きいため、対象地域を複数のレーダによりカバーすることにも留意する。

2. 4. 2 レーダ雨量観測所が備えるべき設備

(1) 総説

<必須>

レーダ雨量計のシステム一式は、空中線装置、空中線制御装置、マイクロ波送受信装置、信号・データ処理・表示装置、データ記録装置、付属装置（レドーム、導波管、避雷器、電源等）から成る。

<関連通知等>

- 1) 電気通信施設設計要領（情報通信システム編），令和 3 年 3 月 30 日，国技電第 89 号，国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室長通知。

<標準>

レーダ雨量観測所を設置する場合、周辺の無線局に与える電波干渉を防止する対策、並びに、ほかの無線局からの混入電波による観測精度低下を防止する被干渉対策を行うことを標準とする。

(2) 標識**<必須>**

レーダ雨量観測所には、標識を設置しなければならない。
標識には、観測所名、設置者名、設置年月日、観測所所在地、緯度・経度（世界測地系）、レーダ設置標高、観測所記号を記載する。

(3) 付帯施設**<必須>**

レーダ雨量観測所には、安全施設として柵等を設置しなければならない。

2. 4. 3 観測所台帳**<必須>**

レーダ雨量観測所を設置した場合には、レーダ雨量観測所台帳及び付図を作成しなければならない。
レーダ雨量観測所台帳には、雨量観測所の位置や施設構造等に関する諸元を記載する。雨量計等の移設や交換等の変更が生じた場合には、台帳への記載を速やかに実施しなければならない。
様式については「水文観測業務規程細則」に従わなければならない。
レーダ雨量観測所には、レーダ雨量観測所台帳及び付図の写しを備え付けなければならない。

<関連通知等>

- 1) 水文観測業務規程，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 44 号，国土交通事務次官通達，第 2 章 観測所の配置及び設置.
- 2) 水文観測業務規程細則，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 45 号，国土交通省水管理・国土保全局通達，第 2 章 観測所.

<標準>

観測所台帳及び付図は電子的に保管、編集が可能なものとし、電子的方法により管理することを標準とする。

2. 4. 4 観測の実施**(1) レーダ雨量計の分類****<考え方>**

レーダ雨量計は、以下に示すような幾つかの観点から分類されることが多い。

1) 用いる電波（マイクロ波）の周波数

我が国では、Cバンド（5GHz 帯）若しくはXバンド（10GHz 帯）が一般に用いられる。Cバンドは、波長が長く降雨減衰の影響が比較的少ないため、広域観測に適している。一方、Xバンドは、波長が短く降雨減衰の影響が大きいため広域観測には適さないが、降水量観測の感度が高く、空中線等のサイズが小さくシステム全体を小型化できるなどの利点がある。

2) 単一の偏波または複数の偏波による測定

我が国では、水平若しくは垂直偏波のみの送信・受信を行う単偏波レーダ、複数の偏波（水

平及び垂直偏波)での送信・受信を行う二重偏波レーダが用いられている。単偏波レーダでは、通常、偏波面に対して雨滴の後方散乱断面積が大きくなる水平偏波が採用される。二重偏波レーダは、それぞれの偏波からのパラメータに加え、偏波間の関係性に関するパラメータを測定可能であり、多数の計測パラメータが得られることからMP（マルチパラメータ）レーダと呼ばれる。1990年代前半までは、全てのCバンドレーダ雨量計は単偏波レーダであったが、現在、Cバンドレーダ雨量計の二重偏波レーダへ更新が進められている。

3)測定可能なパラメータ

a) 強度を測定する機能

全てのレーダ雨量計は、雨滴の後方散乱による受信電力値を計測する機能を有する。単偏波レーダでは水平若しくは垂直偏波のみの受信電力値を計測する。二重偏波レーダでは、水平及び垂直のそれぞれの偏波に対する受信電力値を計測する。受信電力値からレーダ方程式によりレーダ反射因子を求め、Z-R関係式により降水強度が算出される。

b) 位相を測定する機能

① ドップラー速度を測定する機能

ドップラー速度を測定する機能とは、風に流される雨滴からの反射波の周波数がドップラー効果により変化することから、送信電波と受信電波の位相差を計測し雨滴のビーム方向における移動速度成分（ドップラー速度）を測定する機能である。ドップラー速度を測定する機能を有するレーダは、ドップラーレーダと呼ばれる。一部のCバンドレーダ雨量計、全てのXバンドMPレーダ雨量計はドップラー速度を測定する機能を有している。ドップラー速度は、大気の流れ（風）の1成分を表現しているとも考えられ、これまでに様々な大気の流れの解析手法が開発されている。

② 偏波間位相差を測定する機能

偏波間位相差を測定する機能とは、落下に伴う空気抵抗により扁平した雨滴群の中を電波が伝搬する際に、水平、垂直偏波で伝搬経路に差があるために生じる位相差（偏波間位相差）を測定する機能である。偏波間位相差のビーム方向における距離微分は偏波間位相差変化率と呼ばれ、実際の降雨強度と変換式を介して良い対応を示す。一部のCバンドレーダ雨量計、全てのXバンドMPレーダ雨量計は偏波間位相差を測定する機能を有している。

<参考となる資料>

レーダ雨量計による降水量観測の原理や用語の詳細及び国内外における最新の技術開発研究の動向については、下記の資料が参考となる。

- 1) 中北英一：レーダーによる降雨観測と予測の最新動向について，河川，No762，pp. 20-27，2010.
- 2) 吉野文雄著：レーダ水文学，p. 175，森北出版，2002.
- 3) 深尾昌一郎，浜津亨助著：気象と大気のリモートセンシング，p. 491，京都大学学術出版会，2005.

ドップラーレーダによる大気の流れの解析法に関しては、下記の資料が参考となる。

- 4) 石原正仁編：ドップラー気象レーダ，日本気象学会 気象研究ノート，第200号，2001.

(2) 観測・運用モードの設定

<必須>

観測・運用に当たっては、以下の事項を考慮して、仰角、仰角変更、アンテナ回転速度等

を設定しなければならない。

- 1) 降水量観測の時間分解能を考慮した仰角変更、アンテナ回転速度を設定すること。
- 2) 広い観測範囲を確保した仰角を設定すること。
- 3) 山岳等による遮蔽率が小さくなるように仰角を設定すること。
- 4) 大地や海面等からの不要反射（グラウンドクラッタ等）を抑制した仰角を設定すること。
- 5) 低い観測高度となる仰角を設定すること。
- 6) 複数のレーダ雨量計の情報を合成する際の降水強度の不連続性を抑制すること。

<推 奨>

上記の条件を満たすために、必要に応じて複数の仰角による観測を行う。一般に低い仰角による観測は精度が高い一方、山岳等による遮蔽により観測範囲が狭くなるというトレードオフの関係にあり、上述の条件を同時に満たすことが困難な場合、必要に応じて複数の仰角による観測を行い、観測値の平均等による降水強度の算出、遮蔽領域の補間をすることが望ましい。

<参考となる資料>

レーダ雨量計による降水量観測の原理や用語の詳細及び国内外における最新の技術開発研究の動向については、下記の資料が参考となる。

- 1) 中北英一：レーダーによる降雨観測と予測の最新動向について，河川，No762，pp. 20-27，2010.
- 2) 吉野文雄著：レーダ水文学，p. 175，森北出版，2002.
- 3) 深尾昌一郎，浜津亨助著：気象と大気のレーダーリモートセンシング，p. 491，京都大学学術出版会，2005.

(3) レーダ雨量の算出

<必 須>

レーダ雨量計から得られる情報を降水強度に変換する方法については、レーダ雨量計の種類によって幾つかの方法が存在する。いずれの方法を採用する場合も、その方法で必要とされる諸定数については、地上降水量観測値との比較分析をとおして、観測対象としている降水現象の平均的な特性を代表できるように適切に設定しなければならない。

<標 準>

Cバンドレーダ雨量計の場合は、受信電力値からレーダ方程式により求められる反射因子 Z と降水強度 R との関係 (Z - R 関係) を経験的なべき乗式で関係づける $B\beta$ 法により、降水強度の初期算出を行うことを標準とする。

Z - R 関係式の定数 B 、 β は、 Z - R 関係両対数図において、ある Z 値レベル (層) ごとに R 平均値を算出した上で、そのプロット群を最適に表現する直線式の傾きから求める層別平均値法を用いることを標準とする。

XバンドMPレーダ雨量計の場合は、 Z - R 関係に加え、偏波間位相差変化率 (K_{dp}) と降水強度の関係 (K_{dp} - R 関係) により降水強度の算出を行うことを標準とする。

<参考となる資料>

レーダ雨量計による降水量観測の原理や用語の詳細及び国内外における最新の技術開発研究の動向については、下記の資料が参考となる。

- 1) 中北英一：レーダーによる降雨観測と予測の最新動向について，河川，No762，pp. 20-27，2010.
- 2) 吉野文雄著：レーダ水文学，p. 175，森北出版，2002.
- 3) 深尾昌一郎，浜津亨助著：気象と大気のレーダーリモートセンシング，p. 491，京都大学学術出版会，2005.

(4) 合成雨量の作成

<標準>

降水の状況を的確に把握できる降水情報を提供するために、複数のレーダ雨量から合成雨量を作成することを標準とする。

<例示>

合成雨量の作成方法として、全国合成テーブルに基づく方法、重み付き平均による方法がある。Cバンドレーダ雨量計では個々のレーダ雨量を均質化補正した後に、全国合成テーブルに基づく方法により 1km メッシュの直交格子の合成雨量が作成される。XバンドMPレーダ雨量計では、内挿距離、観測高度、レーダからの距離、レーダ雨量の算出方法を考慮した重み付き平均による方法により 250m メッシュの直交格子の合成雨量が作成される。

(5) 観測精度の確保

<標準>

レーダ雨量計から得られる情報を降水強度に変換する方法に必要とされる諸定数の妥当性については、原則として年 1 回は再確認し、必要に応じて見直しを行うことを標準とする。レーダ雨量計の更新を行った場合も同様である。

また、レーダ雨量計周辺への高層ビル、風力発電設備等の構築物の設置など周辺状況の変化について、構築物の設置計画段階等から影響に留意することが重要である。

<推奨>

Z-R 関係式は、降水粒子の形態の粒径分布等の変動等によって定数 B 、 β が変動し、降水量観測の誤差要因となるため、Z-R 関係式のみで降水強度を算出する場合は、それを抑制するために自動データ転送装置（テレメータ）による地上雨量計データを用いた補正処理を行うことが望ましい。

その場合、レーダ雨量計が直接の計測対象としている空間の平均降水量を評価する観点からは、レーダ雨量計観測値だけでなく、地上雨量計観測値にも面積雨量評価値として不確かさが含まれていること（2.3.1 地上雨量観測所の配置 の<例示>を参照）を踏まえた上で、複数の地上雨量計データに適切な重みを加えた補正処理を行うことが望ましい。

<例示>

地上雨量計データを用いたレーダ雨量の補正処理においては、速報性を重視し、それぞれのレーダ雨量の観測時刻において得られる最新の地上雨量計データを用いて補正するオンライン補正と、精度を重視し、レーダ雨量の観測時刻と同時刻の地上雨量計データを用いて補正する同時刻補正がある。

Cバンドレーダ雨量計では、補正処理手法としてダイナミックウィンドウ法を用い、オンライン補正を配信データに、同時刻補正を保存用のデータに適用している。

<参考となる資料>

レーダ雨量計による降水量観測の原理や用語の詳細及び国内外における最新の技術開発研究の動向については、下記の資料が参考となる。

- 1) 中北英一：レーダーによる降雨観測と予測の最新動向について，河川，No762，pp. 20-27，2010.
- 2) 吉野文雄著：レーダ水文学，p. 175，森北出版，2002.
- 3) 深尾昌一郎，浜津亨助著：気象と大気のレーダーリモートセンシング，p. 491，京都大学学術出版会，2005.

ダイナミックウィンドウ法の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 4) 河川情報センター：レーダ雨量補正・配信システム，特開 2002-350560，2002-12-4.
- 5) (風力発電施設が気象観測レーダーに及ぼす影響
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/radar/windturbine.html#consid>)

2. 4. 5 レーダ雨量観測所の維持及び管理**<必須>**

レーダ雨量観測所の維持及び管理の実施に際しては、「水文観測業務規程」第 8 章 観測所の維持及び管理、「水文観測業務規程細則」第 8 章 観測所の維持管理等、電気通信施設点検基準（案）の定めに従わなければならない。

また、観測所ごとに点検や維持管理に必要な事項を記入した点検記録簿を備えなければならない。

また、レーダ雨量計システムを構成するレーダ雨量観測所、解析処理装置等の構成要素ごとに点検を実施し、維持管理に必要な事項を記入した点検記録簿を備えなければならない。

<関連通知等>

- 1) 水文観測業務規程，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 44 号，国土交通事務次官通達，第 8 章 観測所の維持及び管理.
- 2) 水文観測業務規程細則，平成 29 年 3 月 31 日，国水情第 45 号，国土交通省水管理・国土保全局通達，第 8 章 観測所の維持管理等.
- 3) 電気通信施設点検基準（案）の一部改定について，平成 21 年 12 月 18 日，国技電第 26 号，国土交通省大臣官房技術調査課長通知.

2. 4. 6 レーダ観測降雨の補完**<考え方>**

レーダ雨量計により観測が不足する地域においては、気象レーダや衛星による降雨観測なども活用して、データを補完することが考えられる。

<例示>

降雨観測網から外れた離島や海上の降雨量が必要となる場合、主に地上雨量計の観測網が不十分な発展途上国等での利用向けに研究開発されている人工衛星に搭載されたレーダやマイクロ波放射計の観測に基づく衛星雨量データを利用することで、部分的補完が可能な場合がある。衛星雨量は、一般に複数の衛星により観測されたデータを一定時間ごとに集計した複合プロダクトとして提供されている。たとえば、JAXA（宇宙航空研究開発機構）の GSMaP や NASA（米国航空宇宙局）の 3B42RT がある。自記雨量計による地上雨量データと異なる特性を十分理解した上で用いる必要がある。

<参考となる資料>

衛星雨量の特徴と利用に当たっての課題の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 深見和彦, 小澤剛, 猪俣広典: 日本の河川情報技術による国際貢献 衛星観測雨量を用いた洪水予測技術の現状と課題, 河川, pp. 63-68, 2010.

2. 5 関連気象水文要素の観測**<考え方>**

降水量観測所においては、降水量とともに、その他の水文気象要素を観測することがある。この場合には観測要素毎に観測方法や観測器械が異なるので、観測要素に対応した施設を設置して観測する。

<標準>

降水量・水位や流量のほか、以下に挙げるような関連する気象水文要素について、必要に応じて選択して観測することを標準とする。

- 1) 降雪深、積雪量
- 2) 降水の pH、溶存成分等
- 3) 蒸発量、蒸発散量
- 4) 気温、湿度
- 5) 風向・風速
- 6) 日射量
- 7) 気圧

2. 5. 1 関連水文要素観測所の配置及び設置場所の選定**<考え方>**

関連水文要素観測の観測所の配置及び設置場所の選定は、気象官署観測業務規程や地上気象観測指針等を参照して検討する。

2. 5. 2 関連水文要素観測所が備えるべき設備**<標準>**

関連気象水文要素の観測を行う場合においても、無人での連続的な観測を可能とするために、自動記録装置（データロガー等）を併置することを標準とする。

観測器械や自動記録装置等の収納や標識の設置、観測所台帳・点検記録簿等については、本節 2.3.3 (5) 観測小屋 及び 2.3.4 観測所台帳 と同様に行うことを標準とする。

また、点検及び維持管理については、本節 2.3.5(2) 地上雨量観測所の維持及び管理 と同様に行うことを標準とする。

(1) 自動データ伝送装置**<必須>**

河川管理・施設管理上、リアルタイム観測が必要な観測所は、必要な観測結果を伝送できる自動データ伝送装置（テレメータ等）を備えなければならない。

2. 5. 3 関連水文要素観測の実施と観測所の維持管理

<必須>

関連水文要素の観測の実施に当たっては、「気象業務法」、「水文観測業務規程」及び「水文観測業務規程細則」の定めに従わなければならない。

<標準>

観測方法については、「地上気象観測指針」に準じることを標準とする。ただし、降雪深、積雪量、蒸発量、蒸発散量については、気象学的な厳密な観測手法だけではなく、水文学的な評価手法（たとえば、蒸発散量を水収支法により推定する方法等）もあり、観測値に求められる精度と利用できるリソースを総合的に判断することで評価手法を選定するものとする。

<関連通知等>

- 1) 地上気象観測指針，平成 14 年，気象庁，気象業務支援センター，第 7 章 降水量及び積雪・降雪の深さの観測 7・2・3 観測条件 p. 53.
- 2) 気象観測の手引き，平成 10 年，気象庁.

<参考となる資料>

本項に規定していない関連気象水文要素の観測方法の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，(独)土木研究所編著：水文観測，第 2 章 降水量観測 2・7 降雪量の観測 2・9 その他の水文気象要素の観測，全日本建設技術協会，2002.