

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-139373

(P2014-139373A)

(43) 公開日 平成26年7月31日(2014.7.31)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>E O 3 F</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	E O 3 F 1/00	Z 2 D 0 6 3
<b>E O 3 B</b>	<b>3/03</b>	<b>(2006.01)</b>	E O 3 B 3/03	B
<b>E O 3 B</b>	<b>3/02</b>	<b>(2006.01)</b>	E O 3 B 3/02	Z

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2013-8222 (P2013-8222)  
 (22) 出願日 平成25年1月21日 (2013. 1. 21)

(71) 出願人 390013815  
 学校法人金井学園  
 福井県福井市学園3丁目6番1号  
 (74) 代理人 100124718  
 弁理士 増田 建  
 (74) 代理人 100136216  
 弁理士 増田 恵美  
 (72) 発明者 笠井 利浩  
 福井県福井市学園3丁目6番1号 学校法人金井学園 福井工業大学内  
 (72) 発明者 中城 智之  
 福井県福井市学園3丁目6番1号 学校法人金井学園 福井工業大学内  
 Fターム(参考) 2D063 AA01 AA07 AA09 AA17

最終頁に続く

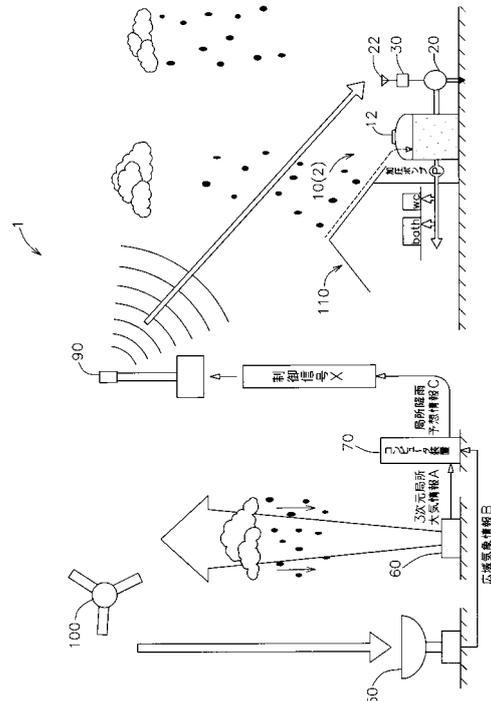
(54) 【発明の名称】 都市型洪水緩和システム

(57) 【要約】

【課題】本発明は、より高精度の局所降雨予想を行い、この局所降雨予想を利用して局所的に雨水活用装置システムを作動させ、現代の局所的ゲリラ豪雨による町の洪水被害を効果的に抑制するための都市型洪水緩和システムを提供することを目的とする。

【解決手段】本発明に係る都市型洪水緩和システムは、受信装置および該受信装置から得た情報を解析する制御装置を備える自動開閉バルブが、一般家庭、事業所および公共事業所等に設置した雨水タンクに取り付けられて構成される雨水活用装置を、広域な町の各所に配置した雨水活用装置システムと、大気の状態を3次元局所大気情報Aとして取得可能なプロファイラと、広域な気象情報Bを受信可能で、該気象情報B及び前記プロファイラから得た3次元局所大気情報Aに基づいて局所降雨予想情報Cを計算可能なコンピュータ装置と、情報を発信する放送局と、を含む。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

受信装置および該受信装置から得た情報を解析する制御装置を備える自動開閉バルブが、一般家庭、事業所および公共事業所等に設置した雨水タンクに取り付けられて構成される雨水活用装置を、広域な町の各所に配置した雨水活用装置システムと、大気の状態を3次元局所大気情報Aとして取得可能なプロファイラと、広域な気象情報Bを受信可能で、該気象情報B及び前記プロファイラから得た3次元局所大気情報Aに基づいて局所降雨予想情報Cを計算可能なコンピュータ装置と、情報を発信する放送局と、

を含む都市型洪水緩和システムであって、

前記コンピュータ装置が、前記放送局から発信される情報に前記局所降雨予想情報Cに基づく制御信号Xを乗せて、前記雨水活用装置システム内の雨水活用装置に送信し、前記雨水活用装置が前記受信装置から受信した情報から、該制御信号Xを前記制御装置が解析して、前記自動開閉バルブを開閉可能な都市型洪水緩和システム。

**【請求項 2】**

前記都市型洪水緩和システムは、

前記広域な気象情報Bを検知して地上に該気象情報Bを発信する人工衛星と、

前記人工衛星が発信した前記広域な気象情報Bを受信するアンテナと、

を更に含み、

前記コンピュータ装置は、

前記アンテナから受信した広域な気象情報B及び前記プロファイラから得た3次元局所大気情報Aに基づいて局所降雨予想情報Cを計算可能な、

請求項1に記載の都市型洪水緩和システム。

**【請求項 3】**

前記広域な町の各所に配置された前記雨水活用装置は、座標系により指定される該雨水活用装置の位置を認識情報Pとして前記制御装置に記憶する、請求項1または2に記載の都市型洪水緩和システム。

**【請求項 4】**

前記制御信号Xは、前記認識情報Pを含む、請求項3に記載の都市型洪水緩和システム。

**【請求項 5】**

前記雨水活用装置において、

前記自動開閉バルブは、

前記受信装置から得た前記制御信号Xを前記制御装置が解析してバルブを開閉する、請求項4に記載の都市型洪水緩和システム。

**【請求項 6】**

前記コンピュータ装置は、

前記アンテナから受信した広域な気象情報B及び上記プロファイラから得た3次元局所大気情報Aに基づいて、局所降雨予想情報Cを計算するコンピュータと、

該局所降雨予想情報Cに基づいて、該コンピュータの発する制御信号Xを含む情報を発信する送信装置と、

から構成される、請求項1に記載の都市型洪水緩和システム。

**【請求項 7】**

前記局所降雨予想情報Cは、

前記座標系により特定される位置における所定の時間後の降雨強度を含む、請求項1、2または6に記載の都市型洪水緩和システム。

**【請求項 8】**

前記局所降雨予想情報Cは、

前記所定の時間後の降雨強度が所定の降雨強度DG以上と予想される、座標系により特定される局所降雨領域CAを指定し得る、

請求項7に記載の都市型洪水緩和システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 9】

前記放送局が発信する情報および前記局所降雨予想情報に基づく制御信号 X は F M 変調方式で送られる、請求項 1 に記載の都市型洪水緩和システム。

## 【請求項 10】

前記コンピュータ装置は、

前記局所降雨領域 C A に含まれた前記雨水活用装置の受信装置に、該雨水活用装置の自動開閉バルブを開閉する旨の制御信号 X を送信し、

該雨水活用装置の制御装置が、該制御信号 X に基づいて該雨水活用装置の自動開閉バルブを開閉する、

請求項 8 または 9 に記載の都市型洪水緩和システム。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、都市型洪水緩和システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、地球温暖化の影響によるゲリラ豪雨や局所的な大雨の発生回数が増加しており、文明の発展に伴う都市化の影響も相俟って、日本国内では各地で都市型洪水が頻発するようになっている。

20

## 【0003】

このような都市型洪水の効率的な防止を図るべく、特許文献 1 では雨水管理システムに関する発明が開示されている。この発明は、雨水の有効利用等を目的として各家庭や事業所に設置使用されている貯水槽を、本来の使用目的を変えないで全体で連携して作動するようにシステム化したものである。

## 【0004】

特許文献 1 の発明によれば、河川の各排水経路に合わせて一定地域ごとに上記貯水槽を区域分けし、各河川を管理する監視センターから一般的である携帯電話等の通信回線を使い、各区域用に割り振られた専用信号を発信することで、その区域内に設置された各貯水槽の排水管に接続された家庭用電源などの動力で開閉する自動開閉バルブを一括して遠隔操作し、素早く何度でも各貯水槽の貯留水の放水や貯留を遠隔操作管理することにより、雨水による災害を防止することができる。

30

## 【0005】

このような貯水槽（以下、「雨水タンク」という。）は、近年、水道代等の経費削減、水資源の確保および CO<sub>2</sub> 削減等を目的として、一般家庭、事業所および公共事業所等に雨水活用装置として普及してきているが、上記のような自動開閉バルブを用いた都市型洪水緩和に関するシミュレーションも報告されている（非特許文献 1 参照）。

## 【0006】

非特許文献 1 に紹介されたシミュレーションは、本願実施例 1 で詳細に説明するが、実際の都市（福井市）内の町約 520ヶ所に設置された雨水タンクに仮想的に自動開閉バルブを取り付け、これらの自動開閉バルブから、大雨警報発令時に予め排水した場合と排水しない場合とを比較し、都市型洪水緩和に対する自動開閉バルブの効果を検証している。なお、以下、雨水タンクに自動開閉バルブを取り付けた装置を「雨水活用装置」という。

40

## 【0007】

このシミュレーションにおいては、雨水活用装置の自動開閉バルブは満水の雨水タンク（2000L）から30分かけて排水可能な設定とし、福井市内の町に関する人口・世帯数データ等として実際の詳細データを用い、また、シミュレーション時の雨水タンクの開閉タイミング設定には気象庁が過去に発令した警報を用いている。

## 【0008】

50

雨水活用装置に取り付けた自動開閉バルブの効果を評価するため、自動開閉バルブ付き雨水タンク（雨水活用装置）と自動開閉バルブ無しの雨水タンクを用いて比較した結果、大雨警報発令時に予め排水して30分後に自動開閉バルブを閉めた雨水活用装置では、一軒当たり平均約800Lの雨水貯水量が増加した。自動開閉バルブ無しの雨水タンクでは、これだけの雨量を受け入れられなかったことになるが、福井市内全体での効果は、約111万m<sup>3</sup>に上った。

【0009】

すなわち、上記シミュレーションによれば、福井市内一般家庭に2000Lの雨水活用装置を設置する場合、自動開閉バルブを気象情報に応じて開閉することにより、平均的に約800Lの雨水貯水量の増加が見込め、豪雨時のピーク流量カットに対する効果を、自動開閉バルブ無しの雨水タンク設置の場合と比較して約1.4倍に増加することができるという結果を得た。

10

【0010】

【特許文献1】特開2006-29045号公報

【非特許文献1】第20回日本雨水資源化システム学会研究発表 前川翔太、笠井利浩 座間味村離島振興総合センター（2012/11/3-4）

【非特許文献2】第20回日本雨水資源化システム学会研究発表 笠井利浩、中城智之、青山隆司 座間味村離島振興総合センター（2012/11/3-4）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0011】

しかし、現在の局所的なゲリラ豪雨の降水パターンから考えた場合、広域的な従来の気象情報やAMeDAS降雨量データを用いた上記非特許文献1のシミュレーション結果は必ずしも現状に合わず、今日、雨水活用装置を町に配置して形成される雨水活用装置システムが豪雨時のピーク流量カットに対して発揮し得る潜在効果は、更に大幅に高いものであると期待される。

【0012】

そして、町全体における上記雨水活用装置システムを更に効率的に稼働させるためには、詳細な局所降雨予想が不可欠となり、この局所降雨予想をどのように効率的に雨水活用装置システムに反映させるかが課題となる。

30

【0013】

そこで本発明は、より高精度の局所降雨予想を行い、この局所降雨予想を利用して局所的に雨水活用装置システムを作動させ、現代の局所的ゲリラ豪雨による町の洪水被害を効果的に抑制するための都市型洪水緩和システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明に係る都市型洪水緩和システムは、受信装置および該受信装置から得た情報を解析する制御装置を備える自動開閉バルブが、一般家庭、事業所および公共事業所等に設置した雨水タンクに取り付けられて構成される雨水活用装置を、広域な町の各所に配置した雨水活用装置システムと、大気の状態を3次元局所大気情報Aとして取得可能なプロファイラと、広域な気象情報Bを受信可能で、該気象情報B及び前記プロファイラから得た3次元局所大気情報Aに基づいて局所降雨予想情報Cを計算可能なコンピュータ装置と、情報を発信する放送局と、を含む都市型洪水緩和システムである。ここで、受信装置とは、空中を往来する例えば電波や音波を捕捉して、例えば電気信号などの情報に変換する装置をいう。

40

【0015】

本発明に係る都市型洪水緩和システムは、前記コンピュータ装置が、前記放送局から発信される情報に前記局所降雨予想情報Cに基づく制御信号Xを乗せて、前記雨水活用装置システム内の雨水活用装置に送信し、前記雨水活用装置が前記受信装置から受信した情報から、該制御信号Xを前記制御装置が解析して、前記自動開閉バルブを開閉可能である。

50

## 【 0 0 1 6 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムは、前記広域な気象情報 B を検知して地上に該気象情報 B を発信する人工衛星と、前記人工衛星が発信した前記広域な気象情報 B を受信するアンテナと、を更に含み、前記コンピュータ装置は、前記アンテナから受信した広域な気象情報 B 及び前記プロファイラから得た 3 次元局所大気情報 A に基づいて局所降雨予想情報 C を計算可能なシステムとしてもよい。

## 【 0 0 1 7 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記広域な町の各所に配置された前記雨水活用装置は、座標系により指定される該雨水活用装置の位置を認識情報 P として前記制御装置に記憶するのが望ましい。

10

## 【 0 0 1 8 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記制御信号 X は、前記認識情報 P を含むのが望ましい。

## 【 0 0 1 9 】

前記雨水活用装置において、前記自動開閉バルブは、前記受信装置から得た前記制御信号 X を前記制御装置が解析してバルブを開閉するのが好適である。

## 【 0 0 2 0 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記コンピュータ装置は、前記アンテナから受信した広域な気象情報 B 及び上記プロファイラから得た 3 次元局所大気情報 A に基づいて、局所降雨予想情報 C を計算するコンピュータと、該局所降雨予想情報 C に基づいて、該コンピュータの発する制御信号 X を発信する送信装置と、から構成される。

20

## 【 0 0 2 1 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記局所降雨予想情報 C は、前記座標系により特定される位置における所定の時間後の降雨強度を含むのが好適である。

## 【 0 0 2 2 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記局所降雨予想情報 C は、前記所定の時間後の降雨強度が所定の降雨強度 D G 以上と予想される、座標系により特定される局所降雨領域 C A を指定し得る。

## 【 0 0 2 3 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記所定の時間は 3 0 分であり得る。

30

## 【 0 0 2 4 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記所定の降雨強度 D G は、5 0 m m / 時であり得る。

## 【 0 0 2 5 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記放送局が発信する情報および前記局所降雨予想情報に基づく制御信号 X は F M 変調方式で送られてもよい。

## 【 0 0 2 6 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記コンピュータ装置は、前記局所降雨領域 C A に含まれた前記雨水活用装置の受信装置に、該雨水活用装置の自動開閉バルブを開閉する旨の制御信号 X を送信し、該雨水活用装置の制御装置が、該制御信号 X に基づいて該雨水活用装置の自動開閉バルブを開閉する。

40

## 【 0 0 2 7 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記コンピュータ装置は、前記局所降雨領域に初めて含まれた前記雨水活用装置の受信装置に、該雨水活用装置の自動開閉バルブを開く旨の制御信号 X を送信し、該雨水活用装置の制御装置が、該雨水活用装置の自動開閉バルブを開くことができる。

## 【 0 0 2 8 】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記コンピュータ装置は、前記雨水活用装置の自動開閉バルブを開いた前記雨水活用装置の受信装置に、一定の時間経過後、該雨水活用装置の自動開閉バルブを閉める旨の制御信号 X を送信し、該雨水活用装置の制御

50

装置が、該雨水活用装置の自動開閉バルブを閉めることができる。

【0029】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、前記一定の時間は30分であってよい。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明に係る都市型洪水緩和システムの概略図。

【図2】(a)本発明に係るコンピュータ装置の概略図、(b)本発明に係る自動開閉バルブの概略図。

【図3】本発明に係る福井市内の町データの調製図。

10

【図4】本発明に係る警報および注意報データの調製図。

【図5】本発明に係る雨水活用装置に付けた自動開閉バルブの効果を表す比較図。

【図6】本発明に係る10mパラボラアンテナで受信した衛星画像図。

【図7】本発明に係るウインドプロファイラで捉えた大気中の雨水滴粒子の動きを表す画像図。

【図8】本発明に係る都市型洪水緩和システムの前段階の都市型洪水緩和システムの概略図。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、図面を参照しながら本発明に係る都市型洪水緩和システムの実施形態について説明する。なお、以下各図面を通して同一の構成要素には同一の符号を使用するものとする。

20

【0032】

図1に示すように、本発明に係る都市型洪水緩和システム1は、受信装置22および受信装置22から得た情報を解析する制御装置30を備える自動開閉バルブ20が、一般家庭、事業所および公共事業所等110に設置した雨水タンク12に取り付けられて構成される雨水活用装置10を、広域な町の各所に配置した雨水活用装置システム2と、大気の状態を3次元局所大気情報Aとして取得可能なプロファイラ60と、広域な気象情報Bを受信可能で、当該広域な気象情報B及び上記プロファイラ60から得た3次元局所大気情報Aに基づいて局所降雨予想情報Cを計算可能なコンピュータ装置70と、情報を発信する放送局90と、を含む都市型洪水緩和システム1である。

30

【0033】

本発明の都市型洪水緩和システム1は、コンピュータ装置70が、放送局90から発信される情報に局所降雨予想情報Cに基づく制御信号Xを乗せて、雨水活用装置システム2内の雨水活用装置10に送信し、雨水活用装置10が受信装置22から受信した当該制御信号Xを制御装置30が解析して、自動開閉バルブ20を開閉可能である。

【0034】

あるいは、都市型洪水緩和システム1は、上記広域な気象情報Bを検知して地上に当該気象情報Bを発信する人工衛星100と、当該人工衛星100が発信した上記広域な気象情報Bを受信するアンテナ50と、を含んで構成してもよい。この場合、上記コンピュータ装置70は、上記アンテナ50から受信した広域な気象情報B及び上記プロファイラ60から得た3次元局所大気情報Aに基づいて、局所降雨予想情報Cを計算することができる。

40

【0035】

上記広域な町の各所に配置された雨水活用装置10は、例えば緯度と経度などの座標系により指定される当該雨水活用装置10の位置を認識情報Pとして上記制御装置30に記憶している。ここで、広域な町とは、一つの県、市、町、村ないし複数の都道府県あるいは市町村を含む規模の範囲であってよい。また、上記のようにコンピュータ装置70が局所降雨予想情報Cに基づいて発信する制御信号Xは、前記認識情報Pを含むものとする。

【0036】

50

雨水活用装置 10 は、図 1 のように、受信装置 22 と、受信装置 22 から得た上記認識情報 P を含む情報を解析する制御装置 30 と、を備える自動開閉バルブ 20 を、一般家庭、事業所および公共事業所等 110 に設置した雨水タンク 12 に取り付けて構成される。そして、図 2 (b) に示すように、自動開閉バルブ 20 は、受信装置 22 から受信した情報を、例えば FM チューナー 24 を介した後、波形整形器 (26) により波形を整えて上記制御信号 X を含む受信信号に変換し、当該変換された受信信号を制御装置 30 (例えば PIC (Peripheral Interface Controller)) が解析してバルブ (例えば電磁バルブ) 28 を開閉する。この際、制御装置 30 (PIC) は、上述のように自己の認識情報 P を記憶しており、受信信号の制御信号 X に含まれる認識情報 P と自己の認識情報 P とを照合して、当該制御信号 X が自己の雨水活用装置 10 に対する自動開閉バルブ 20 の開閉命令であるか否かを判断する。

10

#### 【0037】

一方、コンピュータ装置 70 は、図 2 (a) で示すように、アンテナ 50 から受信した広域な気象情報 B 及びプロファイラ 60 から得た 3 次元局所大気情報 A に基づいて、局所降雨予想情報 C を計算するコンピュータ (パーソナルコンピュータ PC を含む) 72 と、当該局所降雨予想情報 C に基づいて、該コンピュータ 72 の発する制御信号 X を含む情報を発信する送信装置 76 とから構成される。より具体的には、コンピュータ装置 70 は、コンピュータ 72 と、当該コンピュータ 72 の発する上記認識情報 P を含む制御信号 X に基づいて、例えば FM 変調信号を発信する発信器 (例えば DDS (ダイレクト・デジタル・シンセサイザー)) 74 と、当該変調した制御信号 X を発信する送信装置 76 と、から構成される。上記コンピュータ装置 70 において、コンピュータ 72 は、例えば上記人工衛星 100 からアンテナ 50 を介して受信した広域な気象情報 B 及び上記プロファイラ 60 から得た 3 次元局所大気情報 A に基づいて、局所降雨予想情報 C を計算することができる。

20

#### 【0038】

ここで、人工衛星 100 としては、近年、大学や民間企業による質量 50 Kg 以下の低価格の超小型衛星の打ち上げが現実のものとなっており、国家が運用するような大型衛星を含めて、全国で多数の人工衛星 100 を利用できる状況となっている。そして、衛星通信システムは衛星と地上局とで構成されるが、地上局の仕様で人工衛星 100 のスペックが決まるといわれており、中でもアンテナ 50 の性能が地上局の仕様に決定的な役割を果たす。より詳細で広域な気象情報 B を得るために、アンテナ 50 は、現状では直径 10 m 級のパラボラアンテナを使用するのが望ましく、このような大直径のパラボラアンテナを使用することにより、人工衛星 100 との間で高速のデータ通信が可能となり、高精度の広域な気象情報 B を得ることができる。

30

#### 【0039】

また、プロファイラ 60 は、大気の運動を観測して 3 次元局所大気情報 A を取得可能な装置である。その一例として、現在、ウインドプロファイラ (Wind Profiler) が用いられている。ウインドプロファイラは、一般的に表現すると上向きに設置されたドップラー・レーダーであり、観測地点上空の限られた範囲内の風向や高度方向の風速分布をリアルタイムに観測できる装置である。この装置には多数の小型アンテナが設置されており、このアンテナから天頂方向と東西南北方向に例えば 75 ~ 80 度の仰角で約 1.3 GHz の電波が発射される。この散乱波のドップラー効果による周波数変化から、上空の空気や降雨水粒子の 3 次元速度が観測できる。従って、一般的な気象レーダーが現在の降雨状況を捉えるためのものであるのに対し、ウインドプロファイラは局所的な降雨予想が可能となる特徴を持つ。このような高性能のプロファイラ 60 (ウインドプロファイラ) は、本発明が提案する都市型洪水緩和システム 1 の稼働時に必要となる局所降雨予想情報 C を得るための中心的な装置であり、上記アンテナ 50 から得られる積乱雲発生状況に関する情報と共に、本発明の都市型洪水緩和システム 1 を効率的に稼働させる上で重要な役割を果たす。その他にも、プロファイラ 60 として、レーザー光を用いたライダーなどがあり、プロファイラ 60 の解析手段は特に限定されない。

40

50

## 【0040】

すなわち、一般的に降雨予想情報を得る場合、大気の大気力学および熱力学に関する時間発展的な方程式系を、ある与えられた初期条件と境界条件の下に解き、対象とする地域内の任意の場所および時刻における大気の状態を推定することにより、降雨の予測を行う。しかしこのとき、方程式系のカオス的な性質により、時間の経過にしたがって予測精度が低下する。この対策として、本発明に係る都市型洪水緩和システム1においては、プロファイラ60（ウインドプロファイラ）および人工衛星100、その他の気象測器によって得られる気象観測データを用いて予測計算の結果を順次修正していくことによって誤差の拡大を抑え、予測精度を向上させる。このように、プロファイラ60（ウインドプロファイラ）等を用いて従来一般的な降雨予想情報を高精度化し、局所的な予測精度を向上させた降雨予想情報を、本明細書において局所降雨予想情報Cといい、本発明の都市型洪水緩和システム1は、上記局所降雨予想情報Cを用いて局所的に雨水活用装置システムを作動させ、現代の局所的ゲリラ豪雨による町の洪水被害を効果的に抑制することができる。

10

## 【0041】

局所降雨予想情報Cは、上記緯度と経度などの座標系により特定される位置における所定の時間後の降雨強度を含むことができる。したがって、局所降雨予想情報Cは、所定の時間後の降雨強度が所定の降雨強度DG以上と予想される、上記座標系により特定される局所降雨領域CAを指定することができる。

## 【0042】

ここで、所定の時間とは、満水の雨水タンク12から全ての水を排水可能な時間、例えば30分であるが、自由に設定することができ、特に限定されない。また、上記所定の降雨強度DGは、例えば50mm/時であるが、これも自由に設定可能で、特に限定されない。

20

## 【0043】

また、上記放送局90とは、情報を発信する送信器とアンテナとで構成される任意の装置をいい、個人的な装置であってもよく、その範囲は特に限定されない。放送局90が発信する上記局所降雨予想情報Cに基づく制御信号Xを含む情報は、例えばFM変調方式の電波として発信されるが、特に限定されず、他の変調方式の電波を用いてもよく、その周波数なども特に限定されない。

## 【0044】

本発明に係る都市型洪水緩和システムにおいて、上記コンピュータ装置70は、上記局所降雨領域CAに含まれた雨水活用装置10の受信装置22に、雨水活用装置10の自動開閉バルブ20（バルブ28）を開閉する旨の制御信号Xを送信し、当該雨水活用装置10の制御装置30が、当該制御信号Xに基づいて雨水活用装置10の自動開閉バルブ20（バルブ28）を開閉する。

30

## 【0045】

例えば、コンピュータ装置70は、上記局所降雨領域CAに初めて含まれた雨水活用装置10の受信装置22に、当該雨水活用装置10の自動開閉バルブ20（バルブ28）を開く旨の制御信号Xを送信し、当該雨水活用装置10の制御装置30が、当該雨水活用装置10の自動開閉バルブ20（バルブ28）を開くようにする。

40

## 【0046】

そして、コンピュータ装置70は、上記雨水活用装置10の自動開閉バルブ20（バルブ28）を開いた当該雨水活用装置10の受信装置22に、一定の時間経過後、当該雨水活用装置10の自動開閉バルブ20（バルブ28）を閉める旨の制御信号Xを送信し、当該雨水活用装置10の制御装置30が、当該雨水活用装置10の自動開閉バルブ20（バルブ28）を閉めるようにする。ここで、上記一定の時間とは、上記所定の時間と同一にするのが望ましく、例えば30分であるが、状況や環境に応じて自由に設定することができ、特に限定されるものではない。

## 【実施例1】

## 【0047】

50

上記、非特許文献 1 のシミュレーションを、以下に詳細に紹介する。このシミュレーションは、本発明に係る都市型洪水緩和システム 1 の基礎となるシステムに関するもので、図 8 を参照して、

「受信装置 2 2 および受信装置 2 2 から得た情報を解析する制御装置 3 0 を備える自動開閉バルブ 2 0 が、一般家庭、事業所および公共事業所等 1 1 0 に設置した雨水タンク 1 2 に取り付けられて構成される雨水活用装置 1 0 を、広域な町の各所に配置した雨水活用装置システム 2 と、

広域な気象情報 B および警報・注意報データを受信可能で、当該気象情報 B および警報・注意報データに基づいて局所降雨予想情報 C を計算可能なコンピュータ装置 7 0 と、情報を発信する放送局 9 0 と、

を含む都市型洪水緩和システム 1 0 0 0 であって、

前記コンピュータ装置 7 0 が、前記放送局 9 0 から発信される情報に前記局所降雨予想情報 C に基づく制御信号 X を乗せて、前記雨水活用装置システム 2 内の雨水活用装置 1 0 に送信し、

前記雨水活用装置 1 0 が前記受信装置 2 2 から受信した情報から、該制御信号 X を前記制御装置 1 0 が解析して、前記自動開閉バルブ 2 0 を開閉可能な都市型洪水緩和システム 1 0 0 0。」

に関するシミュレーションである。

#### 【 0 0 4 8 】

上記都市型洪水緩和システム 1 0 0 0 は、本願において新規性喪失の例外を受ける上述の非特許文献 1 におけるシミュレーションと略同一内容であるが、本発明に係る都市型洪水緩和システム 1 と比較して、「大気の状態を 3 次元局所大気情報 A として取得可能なプロファイラ」が構成要素として欠けており、本発明の前段階に関するシミュレーションである。しかし、プロファイラ等以外は本発明の都市型洪水緩和システム 1 と構成要素が略共通しており、本発明の前段階とはいえ、従来技術と比較して大きな効果を奏することが分かっているので、以下にそのシミュレーションの方法と結果を記載する。

#### 【 0 0 4 9 】

##### 1 . シミュレーションの概要

本シミュレーションによる検証を行う都市型洪水緩和システム 1 0 0 0 では、図 8 に示すように、雨水タンク 1 2 に自動開閉バルブ 2 0 を設置し、ゲリラ豪雨などによる洪水が予定される場合には予め雨水タンク 1 2 内の雨水を排水する。これにより、雨水タンク 1 2 で貯水し、ゲリラ豪雨のピーク流量をカットできる量を増やし、その効果を増大させることを狙っている。本シミュレーションでは、実際の都市（福井市）の町面積、建築物面積、人口等のデータを用いて、都市型洪水緩和システム 1 0 0 0 のシミュレーションを行った。なお、本シミュレーションによる結果は、上述した非特許文献 1 の内容を更に更新したもので、結果の細部は非特許文献 1 の結果とは一部異なっている。

#### 【 0 0 5 0 】

##### 2 . 方法

本シミュレーションでは、福井市内の町約 5 2 0 ヶ所の地区別に個別の条件設定を行ってシミュレーションを行った。大雨警報発令時に雨水タンク 1 2 の自動開閉バルブ 2 0 から予め排水した場合と排水しない場合とを比較し、都市型洪水緩和に対する自動開閉バルブ 2 0 の効果を検証した。以下に、シミュレーションに用いた雨水活用装置 1 0 の仕様および各種データの調製方法を示す。

#### 【 0 0 5 1 】

##### 2 . 1 雨水活用装置の仕様

シミュレーションに用いる雨水活用装置 1 0 の設定は、以下のように行った。雨水タンク 1 2 の形状については一般的な円筒型を想定し、タンク高とタンク直径が略等しくなるような形状に設定した（表 1）。また、自動開閉バルブ 2 0 の流出孔径は、満水の雨水タンク 1 2 から排水した際に、3 0 分かけて排水される孔径に設定した。自動開閉バルブ 2 0 は、雨水タンク 1 2 底部に取り付けるものとし、シミュレーション時の各時間あたりの

10

20

30

40

50

排水速度はトリチェリの定理を基に計算して求めた（数1）。

（表1）雨水活用装置の仕様

項目名（単位）	値
雨水タンク容量（L）	2000
雨水タンク高（m）	1.36
雨水タンク直径（m）	1.46
流出孔直径（m）	0.030

【0052】

【数1】

$$Q = C \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \sqrt{2gh} \quad \dots (1)$$

Q：流量（ $m^3$ ） C：流量計数 D：流出孔直径（m） g：重力加速度（ $m/s^2$ ）  
h：雨水タンク高（m）

【0053】

## 2.2 福井市内の町データの調製

福井市内の町に関する詳細データには、地理情報システム「ArcGIS/ArcMAP」（ESRIジャパン（株））を用いて、住宅地図データベース「Zmap-TOWN II」（（株）ゼンリン）から抽出したものをを用いた。福井市内の町の人口・世帯数データは、福井市WEBサイトの「平成23年度版福井市統計書」（福井市HP、2012）からダウンロードした。データの表示形式を、図3に示す。

【0054】

## 2.3 警報および注意報データの調製

シミュレーション時の自動開閉バルブ20の開閉タイミング設定には、気象庁が発表した警報および注意報データを用いた。気象庁が過去に発令した警報および注意報データは、福井地方気象台に紙媒体で保存されている。データの保存期間は10年間であることから、今回は2001年から2011年のデータの提供を受けた。紙媒体の記録情報は持ち出すことができないため、1ページずつデジタルカメラで撮影（約2500枚）した。情報の電子データ化は、データを1件ずつExcelファイルに手入力してまとめた（図4）。本シミュレーションでは、警報および注意報データのうち警報のデータのみを用い、福井市内を対象として行ったため、警報データは福井市のものを使用した。データの一部を、図4に示す。

【0055】

## 2.4 AMeDAS降水量データ

近年の気象は以前と変化しており、古い気象情報を用いても、現在の気象にあったシミュレーションはできないと考える。したがって、年間のデータが揃っている2011年から10年間を遡り、2002年からのAMeDAS降水量データを使用した。

【0056】

## 3. 結果および考察

シミュレーション結果を、以下に示す。雨水活用装置に付けた自動開閉バルブ20の効果を評価するため、排水バルブ（自動開閉バルブ20）付き雨水タンク（雨水活用装置10）と排水バルブ無しの雨水タンクを用いた時のシミュレーションを行った。福井市内の町によって集水面積等の諸条件が異なるため、排水バルブの設置による雨水貯水量の増加量は異なるが、平均では家1軒あたり約1100L増加した（図5）。排水バルブをつけていない雨水タンクでは、これだけの雨量を受け入れられなかったことになる。福井市内全体での効果で考えた場合、約16万 $m^3$ の効果があつた。

【0057】

## 4. まとめ

福井市内一般家庭に雨水タンクを設置する場合、排水バルブを設置して気象情報に応じて開閉することにより、平均的には約1100Lの雨水貯水量の増加が見込める。したが

って、豪雨時のピーク流量カットに対する効果を約1.4倍に増加させる効果があると考えられる。

【実施例2】

【0058】

本発明に係る都市型洪水緩和システム1で用いる、アンテナ50の使用例を以下に示す。本実施例2において、アンテナ50は、上記非特許文献2に記載の直径10mのパラボラアンテナ(10mパラボラアンテナ)である。

【0059】

近年、人工衛星開発のコストが下がり、大学や民間企業の参入が始まっている。その中でも、東北大学が中心となって開発した超小型地球観測衛星である「RISING-2」や「RISESAT」は、5m程度の高い分解能を持つ高解像度地球観測望遠鏡等を備え、局所的豪雨に関係する積乱雲の観測等に利用することを目的とした超小型衛星である。このように、近年様々な用途の超小型衛星の打ち上げが計画されている一方、これらの衛星から送信される微弱な電波を受信できる地上局(パラボラアンテナ)の整備が不十分な状況が問題となっている。現在、超小型衛星の継続的な受信局として使用できる局は、福井工業大学の10mパラボラアンテナと和歌山大学の12mパラボラアンテナの2局だけ(日本国内の10m級以上のパラボラアンテナは9機関計25台)である。上記福井工業大学芦原キャンパス設置の10mパラボラアンテナは、総工費4億円をかけて2000年に竣工したアンテナである。また、このアンテナ50は、衛星通信で使用される複数の周波数帯(L、S、X帯)の受信系が並列に存在する構成となっているため、周波数の異なる複数の衛星からの電波を同時受信することができるという特徴を持つ。現在は、これらの特徴を生かし大学宇宙工学コンソーシアム(UNISEC)に加盟し大学等が開発した超小型衛星の受信局として稼働している。

10

20

【0060】

上記10mパラボラアンテナから得られた気象情報受信画像について考察する。福井工業大学設置の10mパラボラアンテナで受信した衛星画像を、図6に示す。この画像は、2012/4/29 10:45に地球観測衛星Terraから送られてきた電波の受信画像であり、1pixelあたり500mの解像度を持つ。この衛星は、米国NASAで開発された衛星であるが、この分解能ではゲリラ豪雨の原因となる空間スケールの小さい積乱雲を検出することは困難である。しかしながら、前述の近年開発の進んでいる超小型衛星(例えば、RISING-2:東北大学、2013年度の運用開始予定)は5m/pixelというさらに高い解像度を持つため、積乱雲の形成過程等を詳細に捉えられると期待されている。本実施例2では、このような衛星からの電波を受信しプロファイラ60(ウインドプロファイラ)から得られる都市上空の詳細な空気の流れ等と合わせて局所降雨予想に利用する。

30

【実施例3】

【0061】

本発明に係る都市型洪水緩和システム1で用いる、プロファイラ60の使用例を以下に示す。本実施例3において、プロファイラ60は、上記非特許文献2に記載のウインドプロファイラ(Wind Profiler)である。

40

【0062】

ウインドプロファイラは、上述したように、上向きに設置されたドップラー・レーダーであり、観測地点上空の限られた範囲内の風向や高度方向の風速分布をリアルタイムに観測できる装置である。この装置には多数の小型アンテナが設置されており、このアンテナから天頂方向と東西南北方向に例えば75~80度の仰角で約1.3GHzの電波が発射される。この散乱波のドップラー効果による周波数変化から、上空の空気や降水粒子の3次元速度が観測できるものである。従って、一般的な気象レーダーが現在の降雨状況を捉えるためのものであるのに対し、ウインドプロファイラは局所的な降雨予想が可能となる特徴を持つ。

【0063】

50

日本国内における現在の設置状況は、気象庁が局地的気象監視システム（WINDAS : Wind Profiler Network and Data Acquisition System）として2001年から全国に33観測所（気象庁、2012/9/24現在）設置している他、同様な施設が幾つかの大学にも設置されている。その中でも、福井工業大学と京大生存圏研究所信楽Mレーダー観測所には、さらに高い分解能（時間分解能1min、高度分解能～30m、観測高度200m～5km）を持つ、3次元イメージング可能なレンジイメージングウインドプロファイラが設置されている。これは、今回提案する都市型洪水緩和システム稼働時に必要となる局所降雨予想情報Cを得るための中心的な装置であり、アンテナ50（10mパラボラアンテナ）から得られる積乱雲発生状況等に関する情報と共に本システムを効率的に稼働させる上で重要な役割を果たす。

10

#### 【0064】

ウインドプロファイラを用いた大気状態イメージングについて、得られた結果を考察する。レンジイメージングウインドプロファイラで捉えた大気中の雨水滴粒子の動きを、図7に示す。この画面では、天頂方向と仰角75度で東西南北方向に電波を発射して得られた観測結果が計5画面表示されている。このように、ウインドプロファイラでは異なった角度方向に発射した電波の周波数変化を計測し、風の流れや雨滴粒子の動きを最終的に3次元化して表すことができる。この図にも雨滴粒子が上空から風に流されつつ落下してくる様子が映し出されており、降雨の着地地点や時間を予測することができる。実際にこのデータが観測された2012/7/13の16時頃には、予測された地区で降水が観測されている。

20

#### 【実施例4】

#### 【0065】

本発明に係る都市型洪水緩和システム1で用いる、雨水活用装置10の使用例を以下に示す。本実施例4において、雨水活用装置10は、上記非特許文献2に記載の洪水緩和用電磁バルブ遠隔制御システム付雨水活用装置である。

#### 【0066】

洪水緩和用電磁バルブ遠隔制御システムの概略図を、図2(b)に示す。このシステムは、前述の局所降雨予想に従って任意の地区に設置されている雨水活用装置10の雨水受水、排水制御を行うためのものである。データ送信部では、PC等によって予め決められた信号をDDS（ダイレクト・デジタル・シンセサイザー）を制御して発生させ、FM波等の電波に乗せてラジオ放送局90等から発信する。一方、データ受信部では、FM番組等の電波と共に送られてきた電磁バルブ遠隔制御信号をPIC（Peripheral Interface Controller：制御IC）で解析し、信号に応じて電磁バルブ28の開閉を行う。以上の動作により、降雨状況に応じて各地区別に洪水防止効果が最大となるように雨水活用装置10の雨水をゲリラ豪雨前に予め排出させたり、逆に電磁バルブ28を閉じて雨水を貯水して豪雨時のピーク流量をカットするように動作させることも可能である。

30

#### 【0067】

以上、本発明の都市型洪水緩和システムについて説明したが、本発明は上記実施形態や実施例に限定されるものではない。

40

#### 【0068】

その他、本発明は、その主旨を逸脱しない範囲で当業者の知識に基づき種々の改良、修正、変更を加えた態様で実施できるものである。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0069】

本発明に係る都市型洪水緩和システムは、近年特に顕著に発生する局所的ゲリラ豪雨による都市の洪水被害を、効果的に抑制するために利用することができる。

#### 【符号の説明】

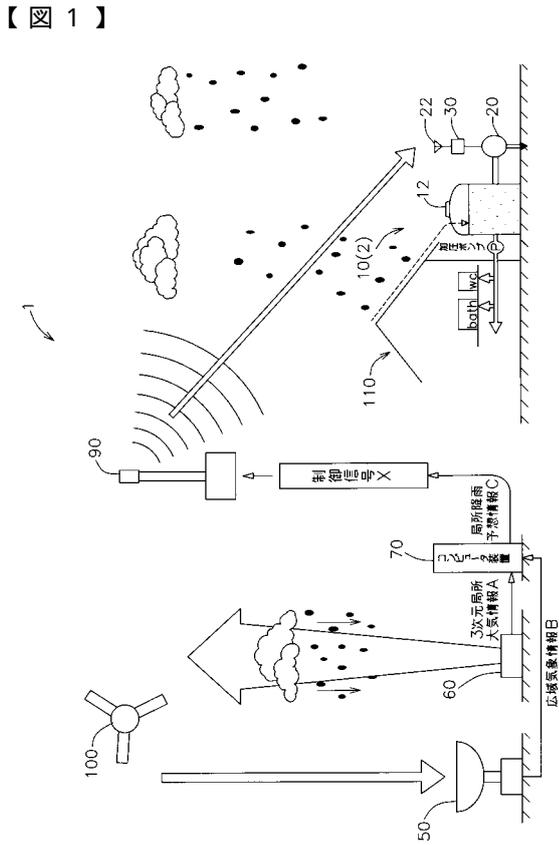
#### 【0070】

50

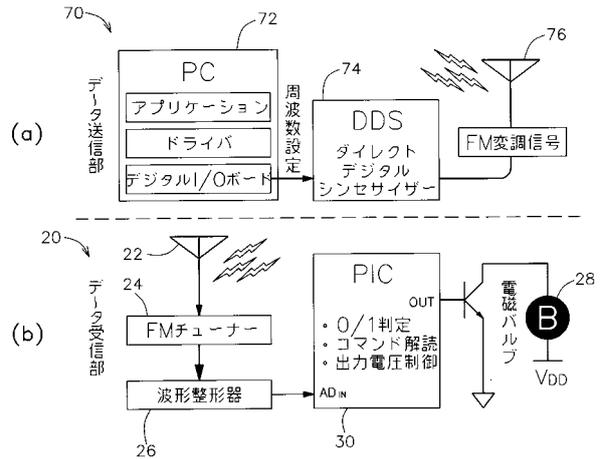
- 1 : 都市型洪水緩和システム
- 2 : 雨水活用装置システム
- 10 : 雨水活用装置
- 12 : 雨水タンク
- 20 : 自動開閉バルブ
- 22 : 受信装置
- 24 : FMチューナー
- 26 : 波形整形器
- 28 : バルブ (電磁バルブ)
- 30 : 制御装置
- 50 : アンテナ
- 60 : プロファイラ
- 70 : コンピュータ装置
- 72 : コンピュータ (PCを含む)
- 74 : DDS (ダイレクト・デジタル・シンセサイザー)
- 76 : 送信装置
- 90 : 放送局
- 100 : 人工衛星
- 110 : 一般家庭、事業所および公共事業所等
- 1000 : 都市型洪水緩和システム
- A : 3次元局所大気情報
- B : 広域な気象情報
- C : 局所降雨予想情報
- DG : 降雨強度
- CA : 局所降雨領域

10

20



【図2】

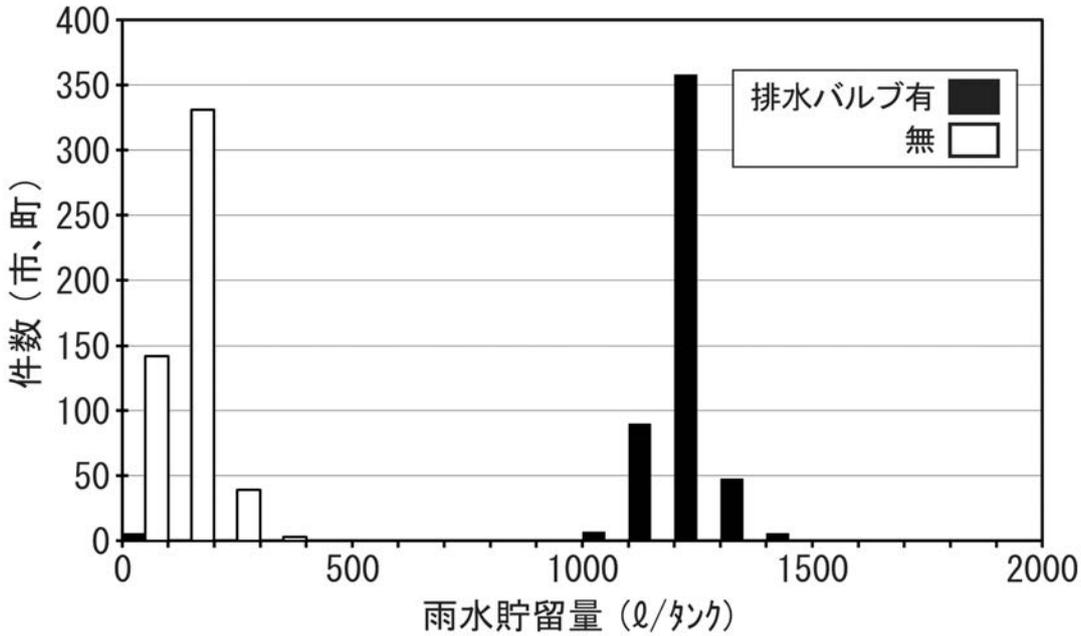




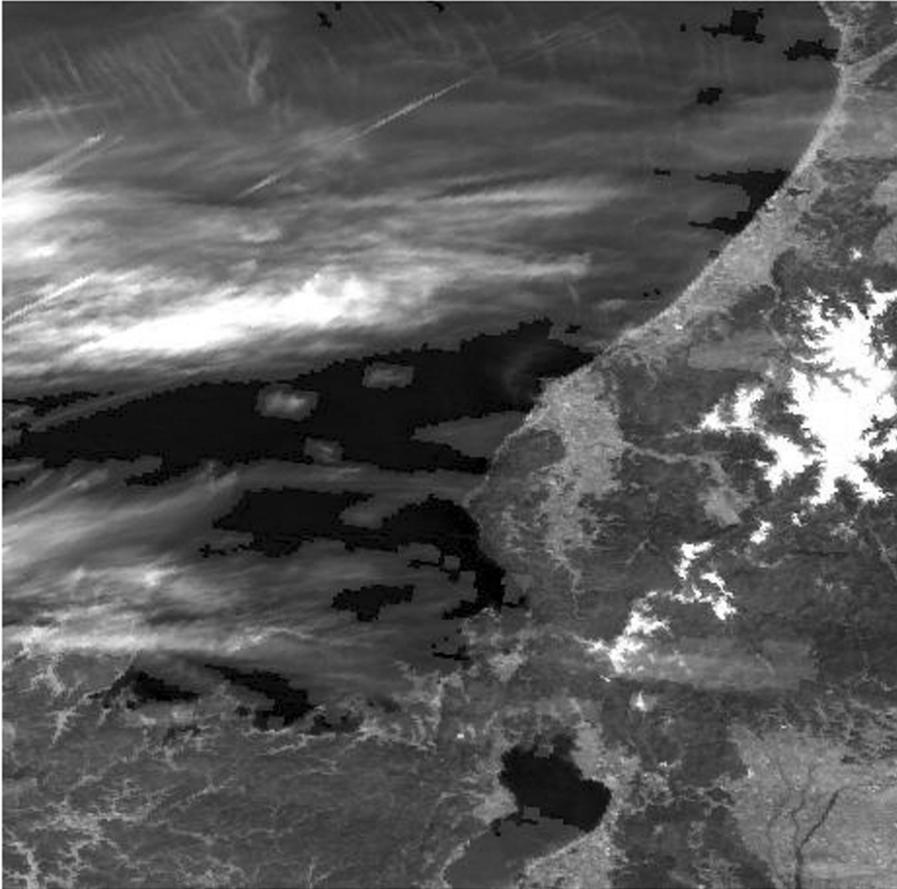
【 図 4 】

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
年	月	日	時	分	大雨警報	洪水警報	大雪警報	暴風警報	暴風雪警報	波浪警報	高潮警報	大雨注意報	洪水注意報	大雪注意報	強風注意報	風雪注意報	波浪注意報	高潮注意報	濃霧注意報	雷注意報	乾燥注意報	なだれ注意報	著氷注意報	融雪注意報	霜注意報	低温注意報	開始時刻	終了時刻	1時間値	3時間値	24時間値	その他時間値	総雨量	
204	2002	02	11	16	50									1	2	2			2				1											
205	2002	02	12	05	00									3		3	2			2		1		3										
206	2002	02	19	05	00											1	2			2		2												
207	2002	02	19	15	30											3	2			3		2												
208	2002	03	05	17	50										1		2																	
209	2002	03	06	05	30										2		2																	
210	2002	03	06	19	30										2		2				1													
211	2002	04	30	21	20							1	1		3		3			3							15:00				70			
212	2002	05	01	03	35							2	2														12:00				80			
213	2002	05	01	09	50							3	3																					
214	2002	05	27	17	15																													
215	2002	05	27	18	25																													
216	2002	06	11	19	12							1	1							1							19:12	00:00	20	40				
217	2002	06	11	22	30							3	3							3														
218	2002	06	14	16	20							1	1							1							16:20	21:00	30	40				
219	2002	06	14	18	40							3	3							2														
220	2002	06	18	08	33															2														
221	2002	06	18	10	50															2														
222	2002	06	18	12	15																													
223	2002	06	30	17	35							1	1							1							21:00	12:00	20	40			80	
224	2002	07	01	20	35							2	2							2							21:00	09:00	20	40			80	
225	2002	07	02	08	35							3	3							3														
226	2002	07	02	23	25							1	1							1							23:25	09:00	20	40				
227	2002	07	02	23	25																													70
228	2002	07	03	03	50							3	3							2														
229	2002	07	03	15	00															2														
230	2002	07	03	19	45															2														

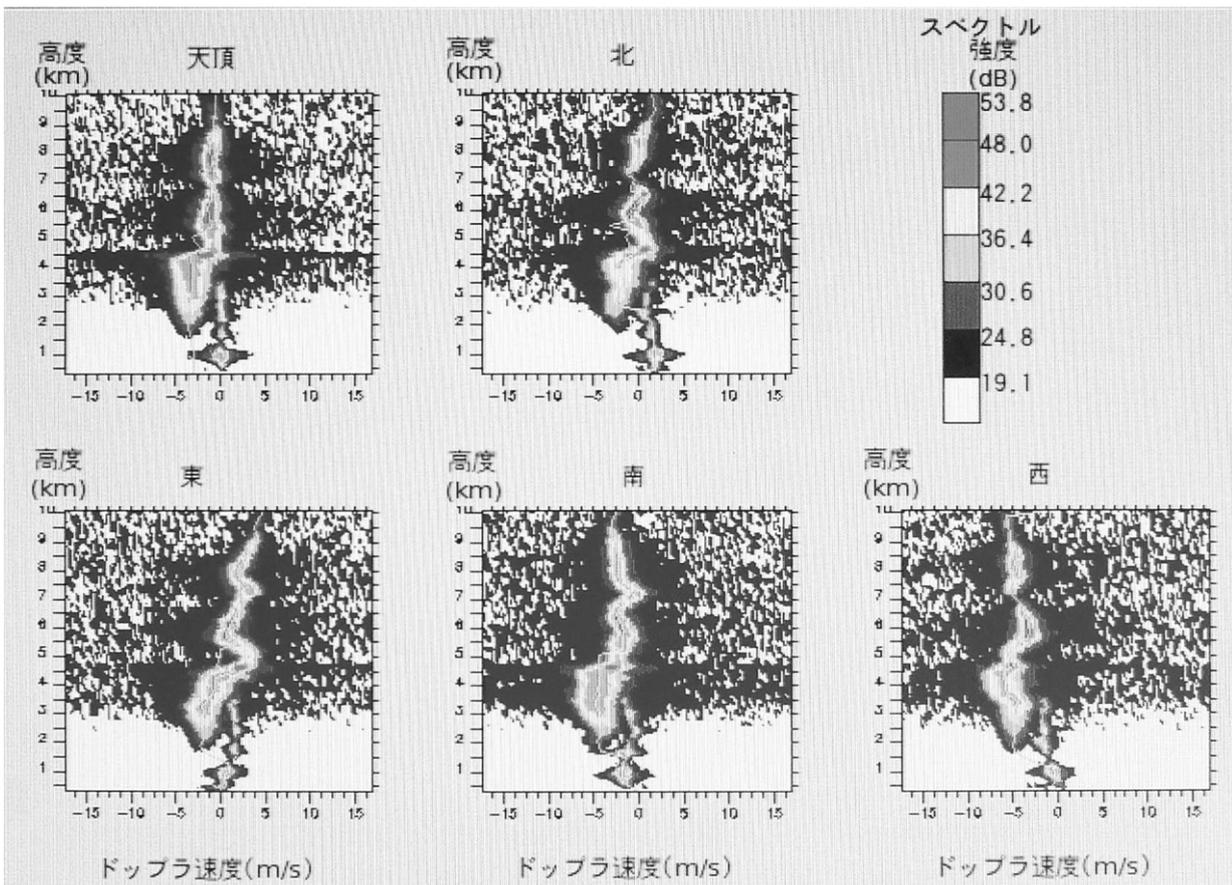
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

特許法第30条第2項適用申請有り 1 発行者名 日本雨水資源化システム学会 2 刊行物名 日本雨水資源化システム学会第20回研究発表会 講演要旨集 3 発行日 平成24年11月3日 4 該当ページ 第19~22頁 [刊行物等] 1 学会名 第20回日本雨水資源化システム学会大会 2 開催日 平成24年11月3日 3 開催場所 座間味村離島振興総合センター [刊行物等] 1 発行者名 日本雨水資源化システム学会 2 刊行物名 日本雨水資源化システム学会 第20回研究発表会 講演要旨集 3 発行日 平成24年11月3日 4 該当ページ 第23~24頁 [刊行物等] 1 学会名 第20回日本雨水資源化システム学会大会 2 開催日 平成24年11月3日 3 開催場所 座間味村離島振興総合センター