

論文目録

氏名 牛山 素行



学位論文

題目 近年の水害の特徴とその防災力向上に関する研究

学位論文の基礎となる学術論文

題目 簡易雨量計の試作と比較観測

著者名 牛山 素行・松山 洋

学術雑誌名 水文・水資源学会誌に発表

(巻・号・頁) (8・5・492~498)

発行年月 1995年9月

題目 パソコン通信による双方向災害情報利用に関する提言  
—台風9313号を事例として—

著者名 牛山 素行・北澤秋司

学術雑誌名 自然災害科学(日本自然災害学会誌)に発表

(巻・号・頁) (14・2・147~159)

発行年月 1995年10月

題目 1991年3月23日長野県中部で発生した雨水現象の特徴

著者名 牛山 素行・宮崎 敏孝

学術雑誌名 天気(日本気象学会誌)に発表

(巻・号・頁) (40・1・47~54)

発行年月 1993年1月

近年の水害の特徴とその防災力向上に関する研究

1996年

岐阜大学大学院  
連合農学研究科  
生物環境科学  
(信州大学)

牛山素行

②

近年の水害の特徴とその防災力向上に関する研究

1996年

岐阜大学大学院連合農学研究科

生物環境科学

(信州大学)

牛山 素行

## 目 次

第1章 緒言	1
1.1 はじめに	2
1.2 防災ポテンシャルの構成要素	5
1.3 防災ポテンシャル向上に災害科学が今後果たす役割	6
1.4 本研究で取り扱う「災害」について	7
第2章 最近約20年間の水害の経年的特徴	8
2.1 はじめに	9
2.2 災害統計の質的検討及び解析手法	10
2.2.1 一般的に利用可能な災害統計の概況	10
2.2.2 異常気象報告MT資料からの必要情報の抽出	13
2.2.3 警察庁資料と気象庁資料の対応	14
2.2.4 経年変化の検討方法	16
2.3 経年的な傾向	16
2.3.1 被害高の推移	16
2.3.2 災害規模別の推移	18
2.3.3 都道府県別の特徴	20
2.3.4 都道府県別の増減傾向	22
2.4 被害経年変化に関する考察	23
第3章 降水観測とその情報伝達体制の現況と問題点	26
3.1 はじめに	27
3.1.1 防災情報における降水情報の位置付け	27

3.1.2	降水観測に関する一般論	27
3.1.3	各機関による降水観測・情報伝達体制概観	29
3.2	天竜川上流域における降水観測・情報伝達体制の変化	32
3.2.1	調査手法	32
3.2.2	観測所分布状況	34
3.2.3	観測値の通報方法	36
3.2.4	観測施設の設置状況	37
3.2.5	観測値の一般への伝達体制の変化と現況	39
3.3	降水情報受信者の認識と問題点	40
3.3.1	降水情報受信者の認識に関する懸念	40
3.3.2	調査手法	41
3.3.3	降水観測に関する経験	43
3.3.4	降水情報に対する認識	43
3.4	現在の降水観測体制に見られる課題と対応策	46
3.4.1	組織別観測網間連携の問題	46
3.4.2	局地的豪雨の際の問題	48
3.4.3	防災情報の観点から見た問題と対応	54
第4章	防災情報ツールとしての簡易雨量計の試作	57
4.1	はじめに	58
4.1.1	気温と降水量	58
4.1.2	簡易雨量計の意義	59
4.1.3	雨量計の構造に関する一般論	60
4.1.4	既往の簡易雨量計に関する検討事例	61
4.2	研究手法	61
4.2.1	簡易雨量計の試作	61

4.2.2	比較観測手法	64
4.3	比較観測結果	66
4.3.1	簡易雨量計と転倒ます式雨量計の観測値相関	66
4.3.2	簡易雨量計と転倒ます式雨量計の観測値差	67
4.3.3	簡易雨量計の観測精度	68
4.4	簡易雨量計に関するまとめ	69
4.4.1	簡易雨量計の評価	69
4.4.2	簡易雨量計の活用方法	71
4.4.3	簡易雨量計の問題点	72
第5章	防災ポテンシャル向上面でコンピューターネットワークが持つ可能性	73
5.1	はじめに	74
5.2	台風9313号接近時における事例	74
5.2.1	コンピューターネットワークの概要	74
5.2.2	台風情報等の臨時電子掲示板	76
5.2.3	台風9313号の概要	76
5.2.4	台風9313号電子掲示板	77
5.2.5	時間帯ごとの発言数・参照数	79
5.2.6	発言者数と地域分布	80
5.2.7	発言の量	81
5.2.8	発言内容の特徴	82
5.2.9	発言タイトルと参照の傾向	83
5.2.10	台風9313号電子掲示板に見られた注目点と問題点	84
5.3	鉄道フォーラム「列車運行状況」電子会議室における事例	85
5.3.1	NIFTY-Serve鉄道フォーラムと防災情報	85

5.3.2 「列車運行状況」電子会議室開設前後の変化	85
5.3.3 「列車運行状況」電子会議室の効果	86
5.4 コンピューターネットワークを利用した防災情報受発信の可能性	88
5.4.1 コンピューターネットワーク上の既存の防災関連情報	88
5.4.2 Nifty-Serveの電子会議室機能を用いた提案	89
5.5 防災情報WWWの試行	93
5.5.1 Internet上の防災情報の現況	93
5.5.2 防災情報WWWの内容	94
5.5.3 防災情報WWWの参照方法	96
5.5.4 防災情報WWWの利用状況	96
5.5.5 防災情報WWWの評価と今後	98
第6章 終章	99
謝辞	104
参考文献	105

## 第1章 緒言



## 1.1 はじめに

日本列島は、太平洋の西縁に位置している。年降水量は1000～3000mmと、中緯度地方としては多めであり、熱帯地方で発生する台風が恒常的に通過する地域でもあり、中緯度地方の先進国としては、アメリカのメキシコ湾周辺と並び、激しい降雨に見舞われやすい地域である。また、河川は総じて河床勾配が急であり、少ない平地に高密度に人口が集中していることから、水害をはじめとする気象災害に関する災害ポテンシャルの高い地域であるともいえる。日本の沖積平野はおおむねどこでも水害に対する危険性を持っており、たとえば、中野(24)は図1の地帯が洪水危険地帯であると指摘しており、図2に示すように、実際これらの地帯を中心に過去に大きな水害が発生している。大規模な水害がまったく同じ場所で発生することはまれだが、数都道府県程度の広がりで見ると、南関東、伊勢湾周辺、大阪・京都、山陰西部、西九州などの地帯で、大規模な水害がたびたび発生している。また、表1に示すように、新聞社等が作成する一般的な年表をみても、ほぼ毎年のように水害に関する記述が取り上げられており、水害に対する社会的な関心・影響も少なくないものと思われる。

近年我が国においては、水害による被害が減少傾向にあるとの印象があるが、具体的にどのような被害が、どの程度減少しているかについては、まだ十分な検討が為されていない。また、近年ますます発達しつつある水害に対する防災力向上のための手法・技術について、その効果や課題の検討を行っていく必要がある。



図1 中野(24)による日本の洪水危険地帯

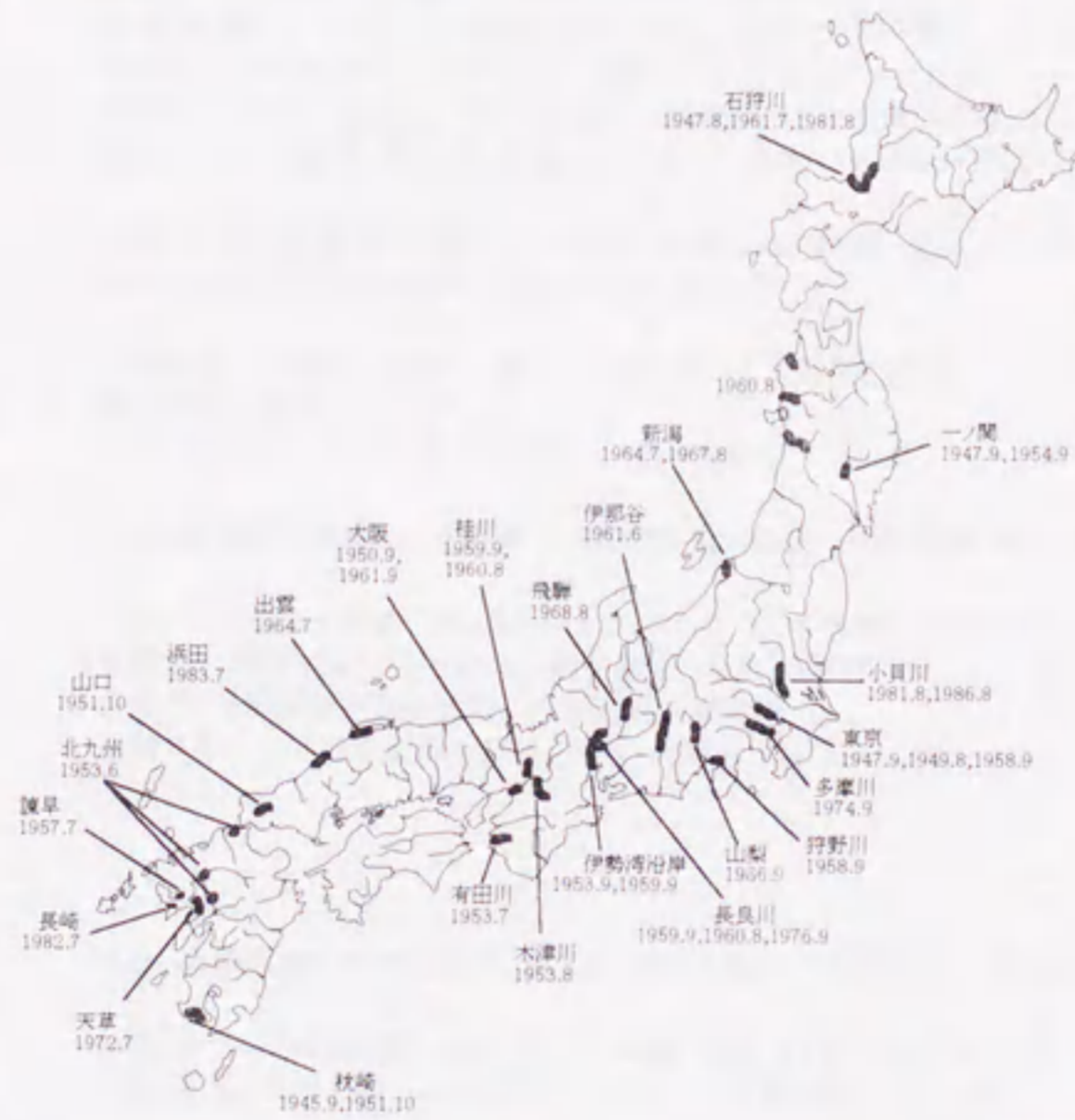


図2 過去50年間(1945~1994)に発生した主な気象災害の発生場所

町田・小島(19)を元に、都道府県単位で1事例当たり100人以上の死者を記録した事例を筆者が加筆

表1 一般的な年表にみられる水害関係の記述

朝日現代用語・知恵蔵1995(電子ブック版)収録の戦後50年表より。表現は一部要約。

1945(昭和 20)年	・西日本を大型台風が襲撃。死者行方不明 2400 人 = 枕崎台風(9・17)
1946(昭和 21)年	
1947(昭和 22)年	・キャスリン台風が大暴れ、関東地方を中心に死者 2247 人(9・14)
1948(昭和 23)年	・アイオン台風が関東、東北地方を襲い、死者行方不明 2368 人(9・15)
1949(昭和 24)年	・キティ台風は関東一円に豪雨被害をもたらし、21 都道府県で死・不明者 140 人に(9・2)
1950(昭和 25)年	・超大型のジェーン台風が上陸。近畿、四国などで家屋倒壊 15000 戸、死者 330 余人(9・3)
1951(昭和 26)年	・ルース台風が九州に上陸。出水、家屋倒壊などで死者・行方不明者は約 1200 人(10・14)
1952(昭和 27)年	
1953(昭和 28)年	九州に豪雨。死者・行方不明 1100 余人(6・25)。 7 月、和歌山・奈良両県下に集中豪雨。 8 月、近畿に大水害。
1954(昭和 29)年	・青函連絡船『洞爺丸』が台風 15 号による暴風のため転覆。死者・行方不明 1155 人(9・26)
1955(昭和 30)年	
1956(昭和 31)年	
1957(昭和 32)年	・九州西部に集中豪雨。死者・行方不明 964 人(7・25)
1958(昭和 33)年	・台風 22 号が伊豆半島から関東を縦断。狩野川本支流が決壊。死者 330 人(9・27)
1959(昭和 34)年	・伊勢湾台風、39 都道府県に及ぶ被害。死者・不明 5098 人、家屋全壊・流失約 4 万戸(9・26)
1960(昭和 35)年	
1961(昭和 36)年	・集中豪雨で大水害。天龍川の決壊で長野県で村落が浸水して孤立。死者 357 人(6・27) ・第 2 室戸台風、近畿地方を猛襲。死者 202 人。(9・16) ・大分市の土砂崩れで電車が埋まり、31 人死亡(10・26) ・九州中心に集中豪雨。山津波などで死者・不明約 100 人(7・8)
1962(昭和 37)年	
1963(昭和 38)年	
1964(昭和 39)年	・山陰・北陸に集中豪雨。死者約 100 人(7・18)
1965(昭和 40)年	・台風 24 号が愛知県に上陸。広範囲に被害。死者・不明 100 人以上(9・17)
1966(昭和 41)年	・台風 4 号が関東・東海地方に豪雨をもたらす。死者・行方不明 66 人(6・28) ・台風 26 号が東日本の各地に被害をもたらす。死者・行方不明は 300 人以上(9・25)
1967(昭和 42)年	・新潟・山形・福島県下で集中豪雨。死者・行方不明 130 人(8・28)
1968(昭和 43)年	・岐阜県白河町の国道 41 号で土砂崩れ。観光バス 2 台飛驒川に転落。104 人が死亡(8・18)
1969(昭和 44)年	・西日本に集中豪雨。鹿児島・宮崎県下のシラス台地で土砂崩れが続発し、犠牲者多数(6・30)
1970(昭和 45)年	
1971(昭和 46)年	・台風 25 号は房総などに豪雨をもたらす。土砂崩れが続発。死者 55 人(9・7)
1972(昭和 47)年	・西日本にゲリラ豪雨。死者・行方不明 436 人(7・3)
1973(昭和 48)年	
1974(昭和 49)年	・台風 8 号、九州から関東へ。豪雨などにより 104 人が死亡(7・9)
1975(昭和 50)年	・東北地方に豪雨。死者 27 人(8・6)
1976(昭和 51)年	・台風 17 号で長良川決壊。岐阜県安 8 町水没(9・9)
1977(昭和 52)年	
1979(昭和 54)年	・台風 20 号が列島縦断。北海道では海難事故が続出。死者・不明 42 人(10・19)
1980(昭和 55)年	
1981(昭和 56)年	・台風 15 号東日本縦断。死、不明 43 人。24 日、茨城県龍ヶ崎市の小貝川決壊(8・23)
1982(昭和 57)年	・長崎で 1 時間 153 ミリを記録する集中豪雨。死者・不明者 376 人(7・23) ・台風 10 号が本州中部を縦断。27 都府県に被害(8・2) ・島根県を中心に集中豪雨が発生。死者・不明者 106 人に(7・23)
1984(昭和 59)年	
1985(昭和 60)年	
1986(昭和 61)年	
1987(昭和 62)年	
1988(昭和 63)年	・広島、島根両県に局地的豪雨。鉄砲水やがけ崩れで死者・行方不明 15 人(7・21)
1989(平成元)年	
1990(平成 2)年	・台風 19 号が和歌山県に上陸。本州を横断。死者・行方不明者 39 人(9・19)
1991(平成 3)年	・台風 19 号、列島縦断。15 府県で死者 44 人、行方不明 6 人(9・27)
1992(平成 4)年	
1993(平成 5)年	・鹿児島県地方に局地的な集中豪雨。土石流やがけ崩れで死者・行方不明 49 人(8・6)
1994(平成 6)年	

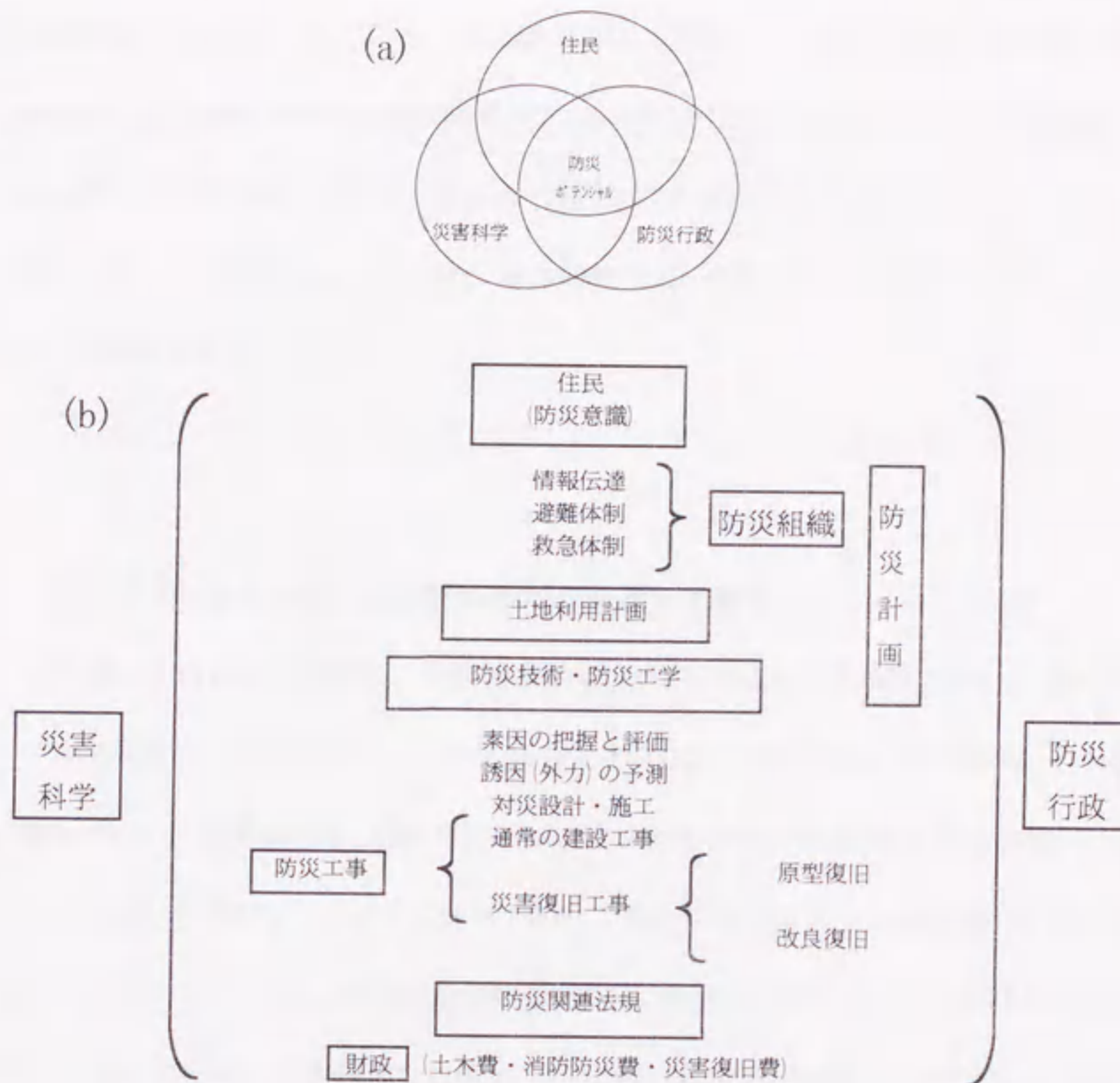


図3 藤本(5)による防災ポテンシャルの概念構成

## 1.2 防災ポテンシャルの構成要素

自然災害による被害は、誘因・素因と、抑止力の差によって生じるという考え方(7)が一般的である。ここから、誘因・素因に経年的な大きな変化がない場合、抑止力が向上すれば被害は減少するという考え方ができる。自然災害に対する抑止力は、一般に防災力と言われることもあり、自然災害科学では防災ポテンシャルとよぶことが多い。また、これと対応する語として、災害に結びつく素因のことを災害ポテンシャルと言う場合もある。防災ポテンシャルの概念については、まだ十分には確立されていない。たとえば、川上(11)は、「防災ポテンシャル」は、対象地域の

「自然的条件」「社会的条件」「防災施設の整備」「災害情報の伝達・収集」「住民の意識」の5つの要因により構成されるとしている。また、藤本(5)は、災害に対する抑止力を自然的抑止力と社会的抑止力とに分け、特に後者を「防災ポテンシャル」として、防災ポテンシャルの高低は、①住民の防災意識の高低、②防災行政水準の高低、③災害科学水準の高低に依存するとして、図3のようなイメージを示した。ここでは、藤本の概念にしたがって、災害科学が果たしうる役割について考えてみる。

### 1.3 防災ポテンシャル向上に災害科学が今後果たす役割

まず、藤本の図3(b)中の「財政」「防災関連法規」は防災行政の専管事項であり、災害科学関与の余地は薄い。「防災工事」についても実施主体は防災行政であるが、技術面や、その効果の検証については災害科学の関わりも大きく、従来研究・報告例も多い。「防災技術・防災工学」は災害科学が主として担当する事項であり、今後もより大きな成果が期待される。「防災計画・防災組織」については、防災行政が計画し住民に提供するという、一方通行型のものが従来はほとんどであった。災害科学の立場からは、避難行動の傾向に関する検討や、効果的な情報伝達に関する研究などがなされている。

これらのいくつかのトピックスのうち、近年特に大きな変化を見せているものとして、「防災計画・防災組織」の範疇に含まれている「情報伝達」の高度化が挙げられる。水害に関連する情報伝達としては、降水観測・予報体制の高密度化や、テレビ等による情報伝達の迅速化、多様化がそれである。また、コンピューターネットワークの発達により、従来一方的な情報の受け手であった「住民」が、主体的な情報収集者あるいは情報の発信者となり、誰もが双方向の情報受発信を行い得るような社会が到来しつつあることも特筆される。このように高度化された防災情報がいかに的確に利用されているかの検証や、双方向情報受発信が防災面でどのような効果を発揮しうるかの検討は、まだ十分なされていない。災害科学の立場からは、これらの新

しい問題について検討することが、防災ポテンシャルの向上に寄与することになるものと思われる。

本研究では、このような背景に鑑み、防災情報に関する近年の現状を検討し、その問題点を把握した上で、防災ポテンシャル向上のための改善策の提案を行うものである。

#### 1.4 本研究で取り扱う「災害」について

自然災害には、その原因により地震災害、火山災害、気象災害などいくつかの種類があり、その発生形態などはかなり異なっていることから、防災ポテンシャル向上を検討する際には、一律に論ずることはできない。本研究では、自然災害の中から、我が国において、その発生頻度等から考えて、もっとも身近なものとして、降雨による災害、すなわち水害を対象とする。なお、「水害」という用語は、狭義には洪水による災害のみを差すこともあるが、山崩れ・土石流など、降雨によって引き起こされた災害全般を差す場合も多い(27)。本研究では、後者の立場を取ることとした。

なお、「災害による被害」と言った場合、量的に表しにくいものも含めた総称的なものとして捉えられる場合がある。自然災害科学の文献では、死者数、浸水戸数などの量的な被害に言及する場合、その被害の量を「被害高」という表現を用いる場合が多いので、本研究では以後、量的な被害に言及する場合は、「被害高」の用語を用いることとした。

## 第2章 最近約20年間の水害の経年的特徴

## 2.1 はじめに

気象災害について考える場合、その被害の経年的な変遷は、重要な情報である。人的被害(死者・行方不明者)の経年的な傾向については、第二次大戦後ほぼ一貫して減少していることが災害関係の教科書(41)、白書(14)等によく指摘されている。しかし、他の被害要素も含めた解析例は少ない。比較的定量的な解析事例として、湯本(49)は、気象庁の資料を用いて、1971～1987年の気象災害による死者・行方不明者数、道路損壊箇所数、橋梁流失箇所数等の被害の経年変化をまとめているが、災害の種類による区別は行っていない。一口に気象災害と言っても、例えば雨によるものと雪によるものでは性質が異なる。経年変化を検討する際には災害の種類による被害の分離がまず必要である。

1.2で触れたように、誘因となる自然的条件が大きく変化しなかった場合で、災害による被害の経年変化に減少傾向が見られた場合、各種防災対策の効果により防災ポテンシャルが向上したとの仮定ができる。高橋(39)は風水害の被害高は

人口×台風のエネルギー×防災対策の程度

で得られるとし、年々の台風のエネルギーと人口をもとに、標準被害を算出し、それと実際の被害高との比の経年変化を示し、第2次大戦前後にこの値が大きく、1970年代頃にはかなり減少していること(防災対策が進んでいること)を考察している。台風による被害の減少傾向については、倉嶋らによる複数の研究(17)(18)があり、ここでは高橋(36)の提唱した台風の強さの指標「工率」を利用し、1960年代以降、台風の規模の割に被害が少ない事例が多くなっていることが指摘されている。また、奥田(31)は、年毎に風水害の被害を受けた都道府県の個数をもとに明治初期～昭和30年代の「風水害被害規模」の経年変化を示し、これと国内3カ所(東京・京都・長崎)の年降水量和の経年変化とを比較し、風水害規模が漸増傾向にある一方で、年降水量に増減傾向はなく、風水害の経年変化は降水量の長期傾向からは説明できないとしている。これら



の研究以後、日本の災害に関するデータ蓄積はますます充実しているが、被害の経年変化そのものの解析例、気象災害と気候変化を関連づけた解析例は近年あまりみられない。アメリカでは、過去約40年ほどを対象とし、気象災害の被害高と気温、降水量の経年変化を関連づけ、温暖年に災害が多かったことなどを指摘する研究(33)がある。我が国でも気象災害と気候の関連についてより多くの角度から検討する必要がある。また、従来の研究の多くは、対象を台風など規模の大きい災害を中心としており、小規模なものまで含んだ解析例はまだ少ない。これについても、資料の蓄積が進んでいる現在、検討する必要がある。

このような検討を行う場合、各種の災害統計を利用することになるが、災害統計は気候値などのように機械計測ができるものではないこともあり、その内容の妥当性に疑問が投げかけられることが少なくないが、具体的な検討の報告はほとんどない。例えば、倉嶋・原(17)の研究では気象庁の資料を中心に利用しているが、他の資料との比較検討を行った結果、結論を変えるような影響はなかったことを述べている。しかし、具体的な検討結果については触れられていない。この問題についても、更に検討をする必要がある。

本章では、これらの点をふまえ、まず国内で利用できる災害統計の種類について概観し、統計間の差異についての検討を行った上で、水害による被害の経年傾向について言及する。

## 2.2 災害統計の質的検討及び解析手法

### 2.2.1 一般的に利用可能な災害統計の概況

我が国で一般に参照可能な形で刊行されている災害統計にはいくつか種類がある。そのうち、他機関の統計を単純に編集したものではなく、何らかの形で独自の調査を行い、その結果をまとめているものとしては、調査主体別に少なくとも表2の4種類がある(以下統計の種類は調査主体の名称で呼ぶ)。表3に見るように、一般に入手できる形で刊行されている主な統計書、年鑑等で利用しているのがこの4種類の統計のいずれかであることから、これらの統計が日本の主要な災害統計であると考えてよかろう。なお、各統計とも浸水戸数等の個数的被害高とともに、

各種の被害額の記載もある。しかし、被害額については経年変化を評価する際の適切なデフレーターの問題や、人為的な意志が入りやすい懸念などがあるため、本研究では対象としないこととした。

各統計とも、おおむね年毎・都道府県毎の被害高が得られる。しかし、都道府県単位での、大雨、地震等の災害の原因別被害高は気象庁資料、消防庁資料でしか得られない。ただし、警察庁資料は、1988年までは気象要覧にも収録されており、これを利用すれば都道府県別の台風・大雨による被害高は得ることができる。

収録されている被害種に着目すると、表4に見るように警察庁資料、気象庁資料、消防庁資料ともおおむね同様の被害種別の被害高が得られるが、家屋被害関係の集計方法に相違が見られる。建設省資料は各種被害額関係のデータは充実しているが、人的被害や、各種被害箇所数などのデータは十分ではない。

統計の利用可能な期間は、対象とする災害や、必要とする地域単位によって異なる。例えば、降雨による災害の都道府県別被害高は、1971年以降であれば警察庁資料、気象庁資料、建設省資料から得られる。1950～1970年の被害高は一部の年を除いて警察庁資料から得られる。なお、1949年以前については、資料の所在を十分把握していないのでここでは触れないこととする。

統計の時間スケールに注目すると、警察庁資料、消防庁資料はいずれも年単位の集計であり、各災害単位で被害高が得られるのは気象庁資料、建設省資料のみである。建設省資料の収録対象被害種が少ないことを考えると、被害種別の災害件数などを評価する際には、気象庁資料が最も有効になる。

これらを考えあわせると、本章の目的である「降雨による災害の被害高の経年変化」を検討するためには、気象庁の異常気象報告が最も好適な資料と判断される。

表2 一般に利用可能な災害統計とその調査主体.

調査主体	一次資料的刊行物	収録災害						時間	最小集計単位
		大雨	強風	高潮	大雪	地震	津波		
警察庁	日本統計年鑑	●	●	●	●	●	●	各年	都道府県
気象庁	異常気象報告	●	●	●	●			各災害	都道府県
建設省	水害統計	●		●			●	各災害	流域等
消防庁	消防白書	●	●	●	●	●	●	各年	都道府県

警察庁独自の刊行物はなく、日本統計年鑑(総務庁統計局発行)が最も一次資料に近いと思われる。異常気象報告はMTによる利用も可能。水害統計は市町村、都道府県等の単位での集計もある。

表3 各種統計書等の利用統計.

出版物名	編集元	利用統計
日本統計年鑑	総務庁統計局	警察庁資料
日本の統計	総務庁統計局	警察庁資料
防災白書	国土庁	警察庁・消防庁資料、水害統計等
建設統計要覧	建設省経済局	水害統計、警察庁資料
朝日年鑑	朝日新聞社	消防白書
読売年鑑	読売新聞社	警察庁資料
時事年鑑	時事通信社	国土庁調
理科年表	国立天文台	気象要覧(気象庁資料)
気象年鑑	気象庁	気象要覧(気象庁資料)

年によって利用統計が異なることもあるため、1992年発行版で比較。時事年鑑の「国土庁調」の資料は、内容から見て消防庁資料と思われる。「利用統計」欄は各統計書での呼称を記載。

表4 統計別の主要収録項目.

被害項目	日本統計年鑑	異常気象報告	水害統計	消防白書
死者・行方不明者	●	●		●
負傷者	●	●		●
住家全壊	●	●※1	●※2	●※2
半壊	●	●※1	●※2	●
流失	●	●※1	●※2	●※2
一部破損		●※1		●
床上浸水	●	●	●	●
床下浸水	●	●	●	●
道路損壊箇所	●	●		●
橋梁流失箇所		●		●
山崖崩れ箇所	●	●		●
堤防決壊箇所		●		

都道府県単位の値が得られるもの。被害額関係は省略。

※1 全壊・流失、半壊・一部破損がそれぞれ合計値で示されている

※2 全壊・流失が合計値で示されている

## 2.2.2 異常気象報告MT資料からの必要情報の抽出

異常気象報告MT資料の各レコードには表5のような項目が収録されている。このうち、「異常気象名」のフィールドに、その災害の原因となった気象名が含まれる。異常気象名には表6に示す種類があり、「異常気象名」フィールドにはこの中から4種類以内が選ばれ、収録されている。本研究では、水害を対象とするため、「異常気象名」フィールドに「大雨」「強雨」「長雨」のいずれかが含まれるレコードを抽出し、解析対象とすることとした。なお、収録項目の詳細については気象庁(12)、湯本(49)に詳しい。

解析対象期間は、資料の整備されている1971～1993年の23年間とした。解析対象域は、この期間中に連続的な資料の得られない沖縄県を除く全国とした。解析対象被害種は、他統計との比較検証が容易なことから、死者・行方不明者数、浸水戸数(床上、床下浸水戸数の合計)、道路損壊箇所数、山・崖崩れ箇所数、堤防決壊箇所数の5種類とした。なお、各種災害統計でいう山・崖崩れ箇所数とは、斜面の崩壊によって人間活動に何らかの被害をもたらした箇所数のことであり、航空写真等から判読した崩壊地数とは性質の異なるものである。

表5 異常気象報告各レコードの収録項目。

項目名	備考
府県区番号 年	北海道・沖縄は支庁(地方气象台)単位
原簿番号	
期日・期間	始年月日、終年月日
異常気象名	4種類まで
気象災害名	5種類まで
発生規模	
発生地域	
総観気象状況	3種類まで
異常気象値	特筆される気象値、12種類まで
被害状況	被害種と被害高、25種類まで

表6 異常気象報告で使われる異常気象名

区 分	異常気象名
風	強風, たつ巻, その他
雨	大雨, 強雨, 長雨, 少雨, その他
雪	大雪, 融雪, 雪崩, 着雪, 降雪又は積雪, 少雪, その他
気温	異常低温, 異常高温, その他
湿度・日照	異常乾燥, 多照, 寡照, その他
大気現象	雷, ひょう, 霜, 濃霧, 濃煙霧, その他
海象	波浪, 高潮, 海水, 着氷, 異常潮, 赤潮, 水温異常, その他

### 2.2.3 警察庁資料と気象庁資料の対応

抽出した資料をもとに、災害統計間の差異を検討するため、警察庁資料との比較を行った。警察庁資料は、全国集計値のほかに災害の原因別に「台風」「大雨」「強風」「高潮」「地震」の各被害高がまとめられており、1973～1988年については各年の集計値が気象要覧に収録されている。このなかから、先に異常気象報告から抽出した被害と対応するものとして、「台風」と「大雨」による被害高の合計を算出し、異常気象報告の被害高と比較することとした。

各被害種別の両統計の相関図、相関係数等を図4、表7に示す。各被害種とも相関係数は高く、相関係数の有意性を検定すると、いずれも危険率5%で統計的に有意である。しかし、各被害種毎に、それぞれの統計の平均値を求め、両平均値の差の検定を行うと、死者・行方不明者数、山・崖崩れ箇所については有意な差が認められ、ことに道路損壊箇所についてはその差が大きかった。

今回取り扱う被害種の中では、死者・行方不明者数、浸水戸数、山・崖崩れ箇所数については、経年的な傾向に注目する場合であれば、統計による差異をそれほど重要視しなくてもよいものと思われる。しかし、実数では例えば浸水戸数の場合年数千～数万戸単位の相違がある。被害高の絶対値を見る場合は注意が必要であろう。道路損壊箇所については被害高にかなりの相違が見られるので、解析の際は複数統計を用いるなど、十分な注意が必要であろう。

このような差異の生じる原因にも興味を持たれるが、この問題については今後の課題としたい。

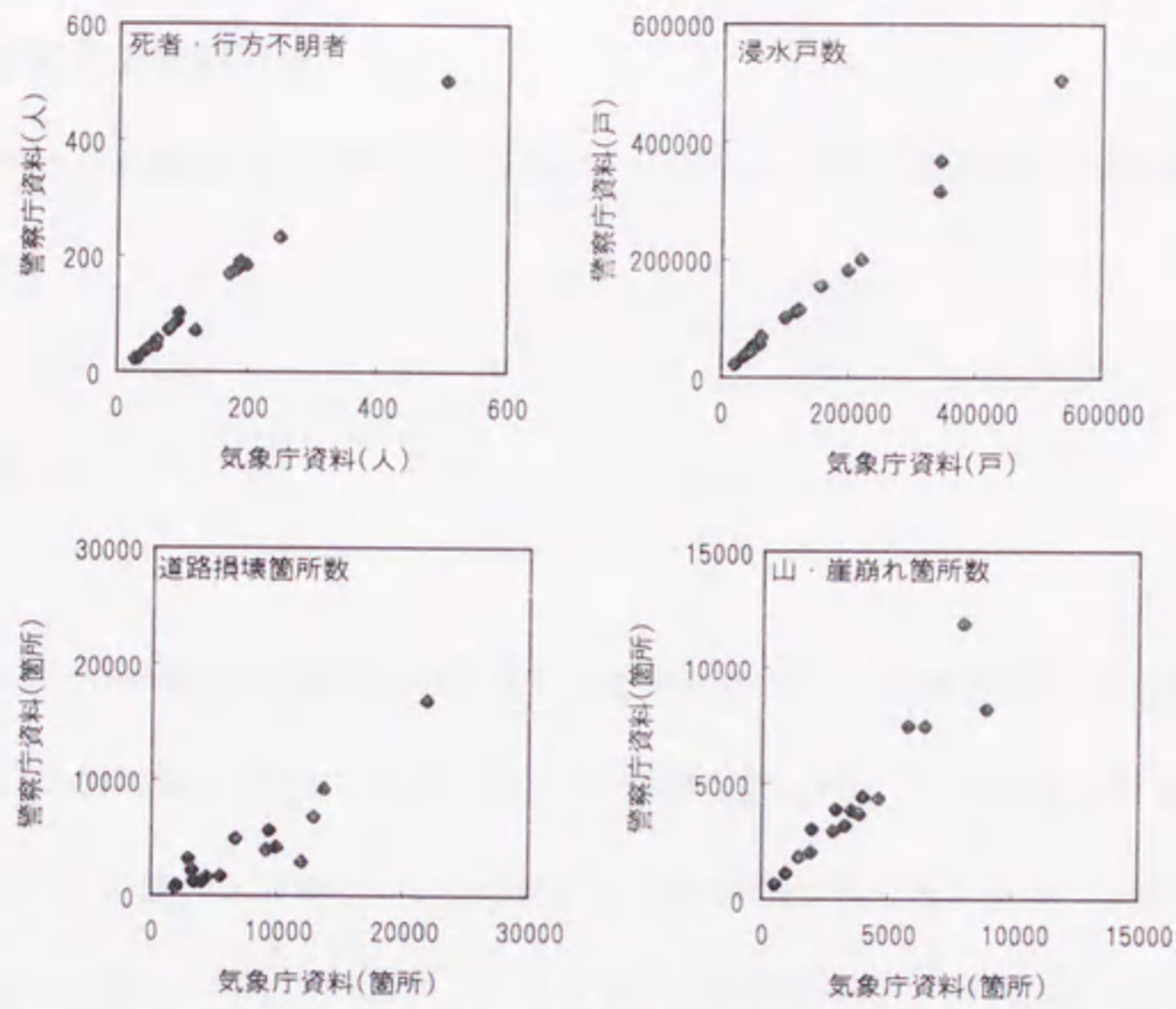


図4 気象庁資料と警察庁資料の相関。

表7 気象庁資料(Dm)と警察庁資料(Dp)の比較。

被害種	平均被害高		平均の比率 (Dp/Dm, %)	Dp/Dmの標 準偏差(%)	相関係数
	Dm	Dp			
死者・不明者	136*	127*	90.0	11.9	0.9946
浸水戸数	153231	149297	100.0	6.8	0.9965
道路損壊箇所	7696*	4249*	53.2	22.4	0.9127
山崖崩れ箇所	3819	4387	116.2	18.8	0.9413

1973~1988の沖縄を除く全国集計値。\*の値は、平均値の差の検定をした結果、危険率5%で差が認められた。

## 2.2.4 経年変化の検討方法

得られたデータの経年的な特徴については、データを $D_c$ 、統計初年からの経過年を $Y_n$ として、一次回帰式

$$D_c = AY_n + B$$

に当てはめ、回帰係数 $A$ を危険率5%で検定し、回帰係数 $A$ が正で回帰係数に有意性が認められた場合には「増加傾向が認められた」ものとし、回帰係数 $A$ が負で回帰係数に有意性が認められた場合は「減少傾向が認められた」ものとした。回帰係数に有意性が認められなかった場合は、「増減傾向は認められない」ものとした。以下では、特記以外はこの方法で増減傾向について論ずる。

## 2.3 経年的な傾向

### 2.3.1 被害高の推移

まず、全国の各被害種別被害高の経年変化を調べた。また、各被害高の経年変化を一次回帰式に当てはめた。結果をそれぞれ図5、表8に示す。死者・行方不明者数、浸水戸数は経年的な減少傾向が認められ、ことに浸水戸数は、1970年代と1980年代以降の差が明瞭である。道路損壊箇所数と、山・崖崩れ箇所数には特に増減傾向は認められない。道路損壊箇所数の1981～1983年の被害が相対的に多いのが特徴的である。道路損壊箇所数については、警察庁資料との差が大きかったので、警察庁資料も用いて同様な解析を行ってみた。なお、この警察庁資料は、先に用いた気象要覧収録の資料に、日本統計年鑑収録の資料(1989～1992)を加えたものである。その結果、警察庁資料では1983年の被害がかなり多めに出るものの、その他の年の変化の傾向には大きな相違は認められなかった。

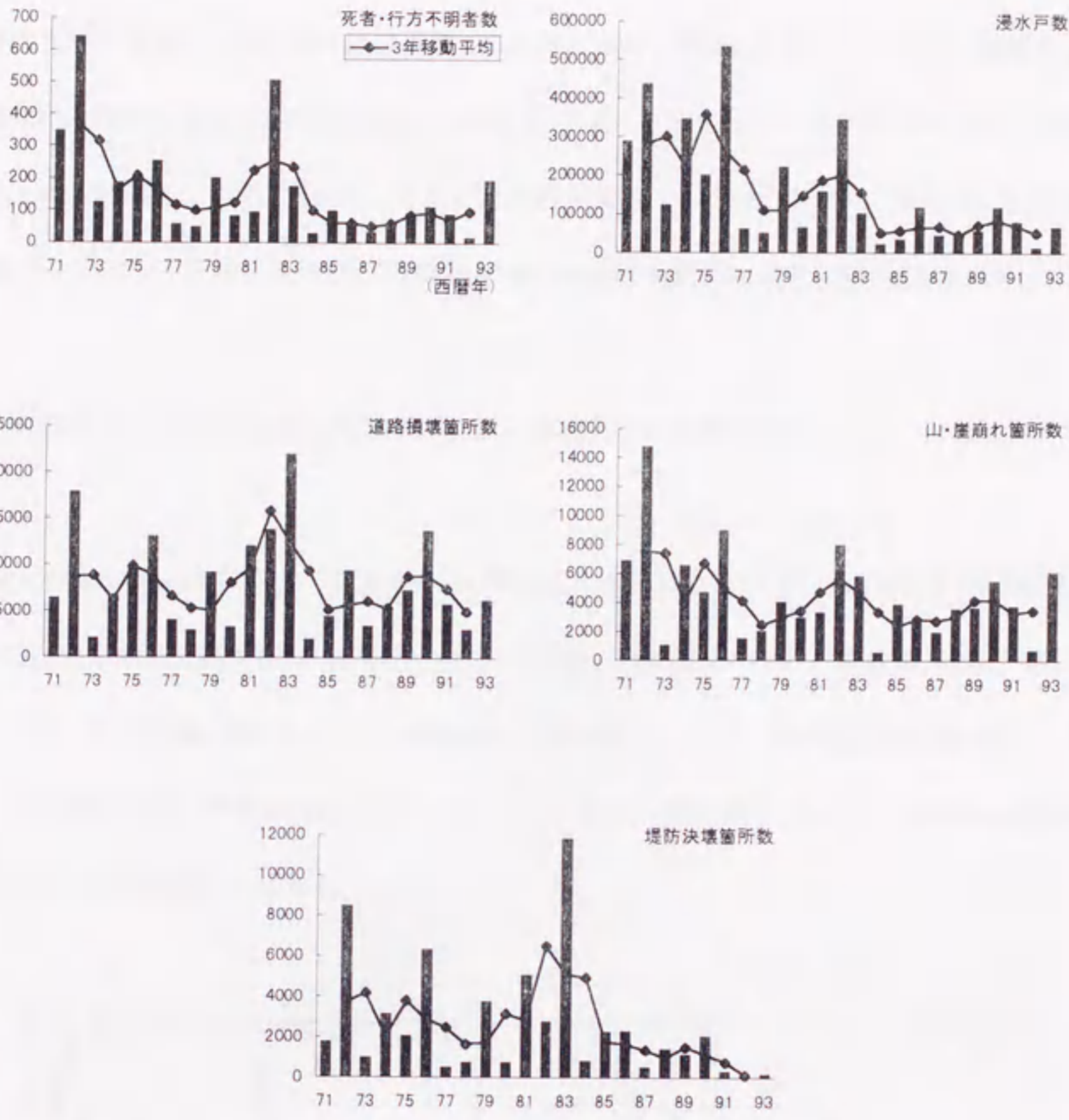


図5 各被害高の経年変化.

表8 各年被害高の一次回帰式への当てはめ.

被害種	回帰係数
死者・不明者	-11.00*
浸水戸数	-13168.13*
道路損壊箇所	-105.17
道路損壊箇所(警察庁)	-172.31
山崖崩れ箇所	-167.08
堤防決壊箇所数	-141.83

\*の係数は危険率5%で統計的に有意.



### 2.3.2 災害規模別の推移

自然災害の被害は、大規模な災害が発生した年に集中して現れる場合があり、この影響により経年的な傾向を検討することが困難になる場合もある。そこで、ここでは災害を事例毎に大規模なものと同様でないものに分類し、それぞれの経年変化の傾向を検討した。事例は、異常気象報告の1レコードを最小単位とし、各被害種毎の都道府県別に次式でしきい値を求めた。

$$\text{災害規模のしきい値} = \text{被害高の23年平均値} + \text{被害高の23年標準偏差}$$

しきい値より大きな被害の生じた事例を「大規模被害事例」とし、それ以外の事例を「標準的被害事例」とし、年別に集計した。結果を図6および表9に示す。死者・行方不明者数、浸水戸数については、災害規模に関わらず、経年的な減少傾向が認められた。道路損壊箇所数については災害規模に関わらず増減傾向が認められず、山・崖崩れ箇所数については、標準的被害事例に経年的な減少傾向が認められた。

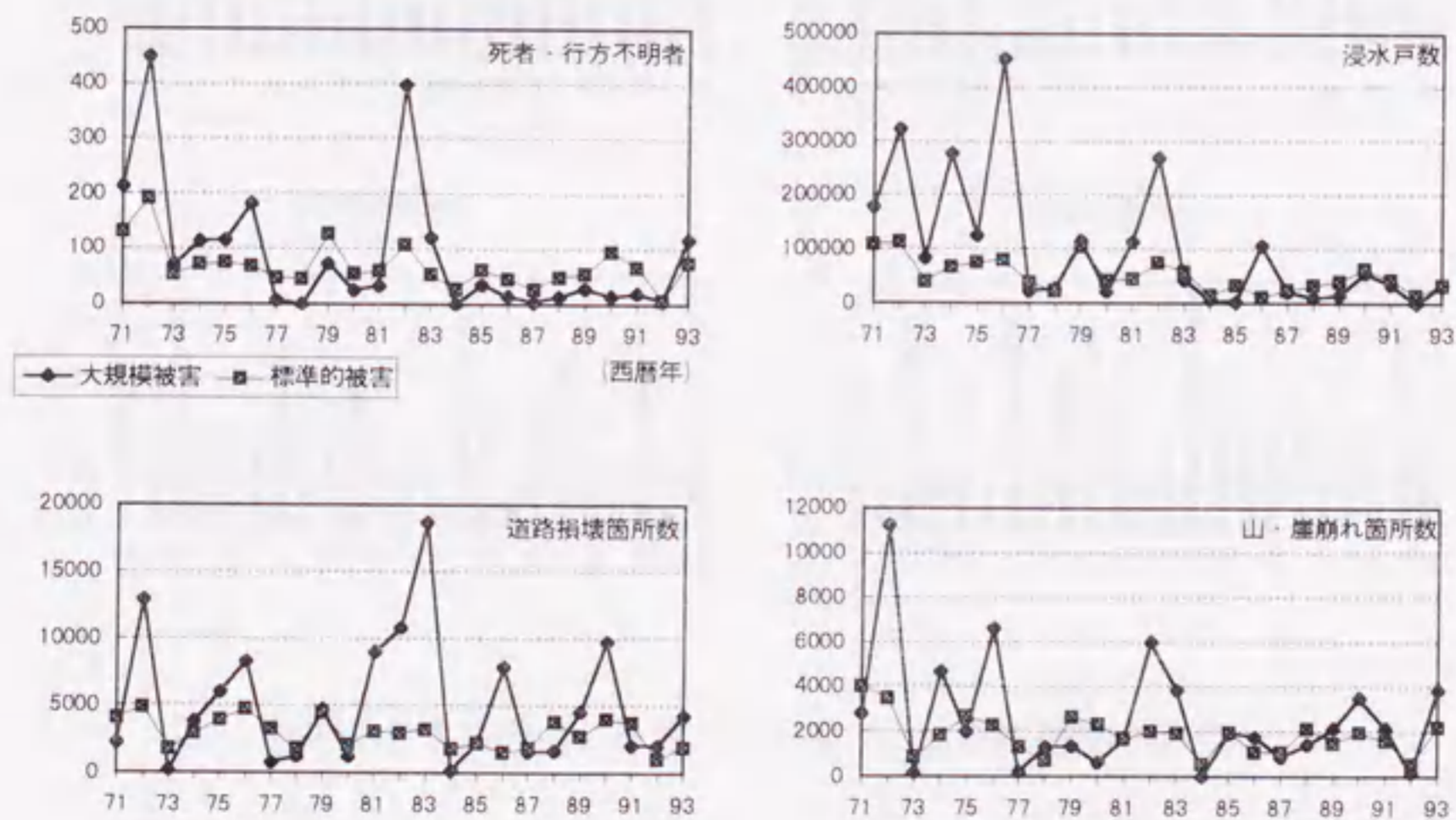


図6 災害規模別被害高の経年変化

表9 災害規模別被害高の一次回帰式への当てはめ

被害種	回帰係数	
	大規模事例	標準的事例
死者・不明者	-8.3*	-2.7*
浸水戸数	-10489.6*	-2677.1*
道路損壊箇所	-40.8	-64.4
山崖崩れ箇所	-111.9	-55.2*
堤防決壊箇所数	-116.0	-25.9

\*の係数は危険率5%で統計的に有意。

次に、標準的被害事例による被害が、全被害に占める比率の経年変化を検討した。結果を図7に示す。浸水戸数については標準的被害事例による被害の比率が増加する傾向が認められ、他の被害種については増減傾向が認められなかった。ただし、死者・行方不明者数については、1971～1976年の間では比率が低く、1977年以降は全般に高くなる傾向が見られた。

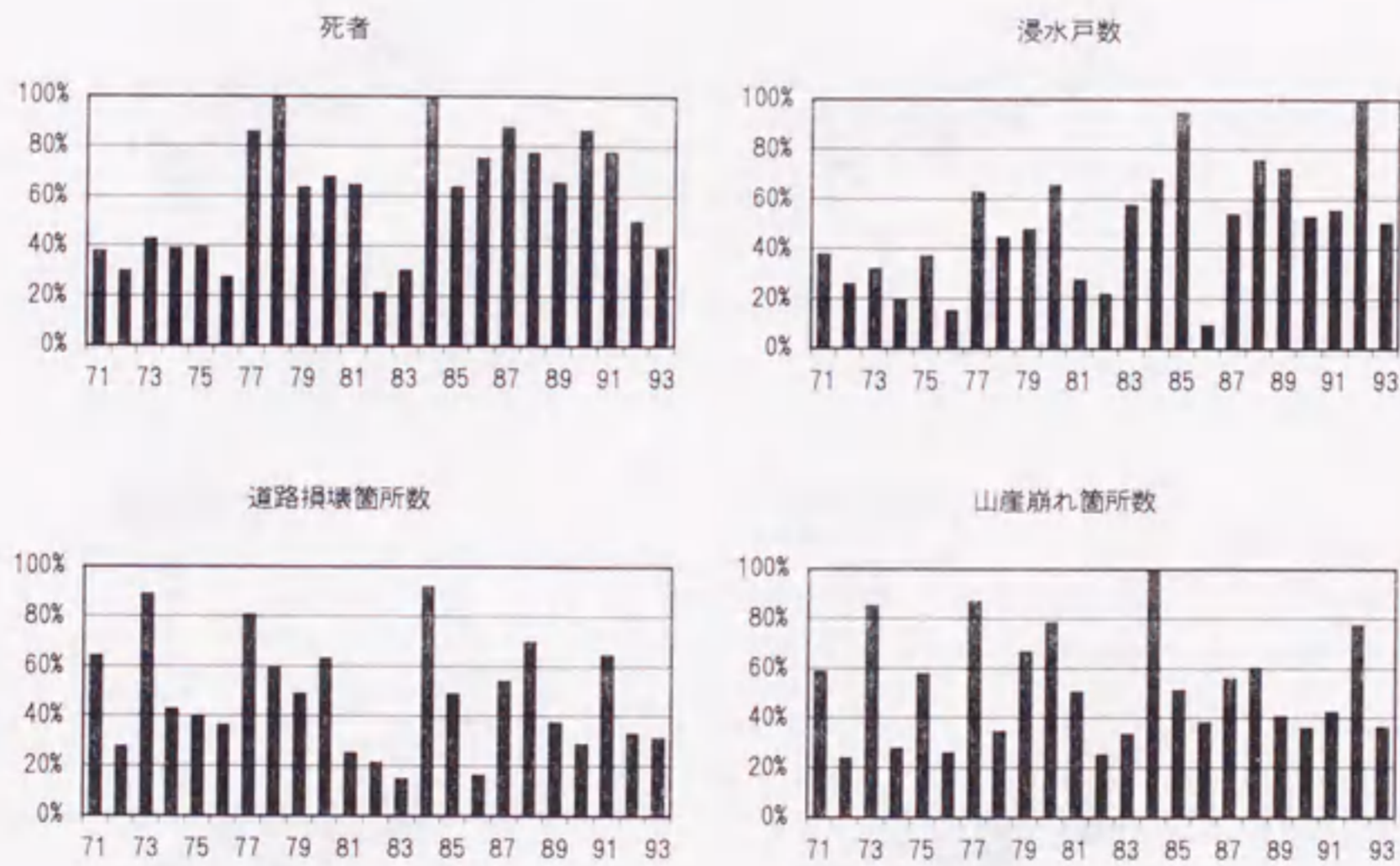


図7 標準的被害事例による被害が全被害に占める割合の経年変化

### 2.3.3 都道府県別の特徴

次に、都道府県別の被害の傾向を検討した。まず、各被害種毎に都道府県別の23年平均被害高を調べた。都道府県毎の比較を容易にするために、死者・行方不明者数および浸水戸数については人口百万人当りに換算し、道路損壊箇所数および山・崖崩れ箇所数については面積1000km<sup>2</sup>当りに換算した。結果を図8に示す。各被害種とも、東北、北海道で被害が少なくなっている。変動係数で見ると、死者・行方不明者数は都道府県毎のばらつきが大きく、浸水戸数はばらつきが少ない。



図8 都道府県別年平均被害高(1971~1993)

c.v.は変動係数

単純な年平均被害高では、統計期間中に特に大きな災害が発生した場合、結果に影響を受けることも考えられる。そこで、コンスタントに大きな被害を受けやすい都道府県を抽出するために、各都道府県別に、

各年の被害高 > その年の全国平均被害高 + 標準偏差

であった年数を計算したところ、図9に示すように都道府県別の特徴がより明瞭になった。各被害種とも、東北・北海道では被害の少ない県が多く、四国東部、九州西部に被害の多い県が目立った。このほかの地域では、道路損壊箇所数は関東や長野・岐阜などの内陸部に被害の多い県が目立ち、山・崖崩れ箇所数では神奈川の被害の多さが目立った。

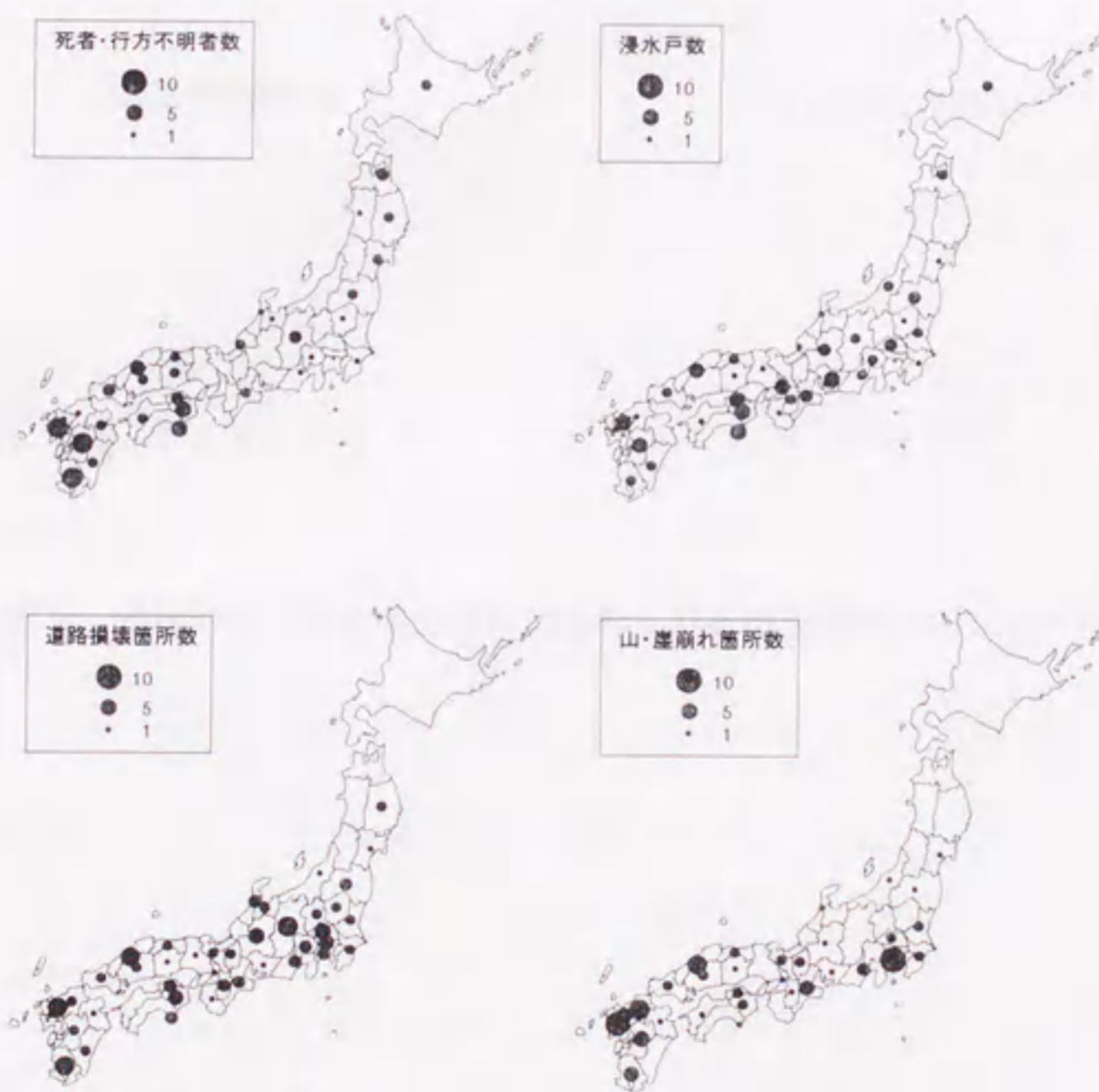


図9 都道府県別被害高(人口百万人・面積1000km<sup>2</sup>当)が「全国平均被害+標準偏差」より大であった年数(1971~1993)

#### 2.3.4 都道府県別の増減傾向

都道府県別被害高の増減傾向を、全国と同様な方法で検討したところ、各被害種とも、有意な増加傾向が認められる都道府県は存在しなかった。結果を図10に示す。有意な減少傾向が認められる都道府県は、各被害種ともいくつか存在したが、最も多い浸水戸数についてでも12県程度であり、都道府県単位では水害による被害高の増減傾向は明瞭ではない。

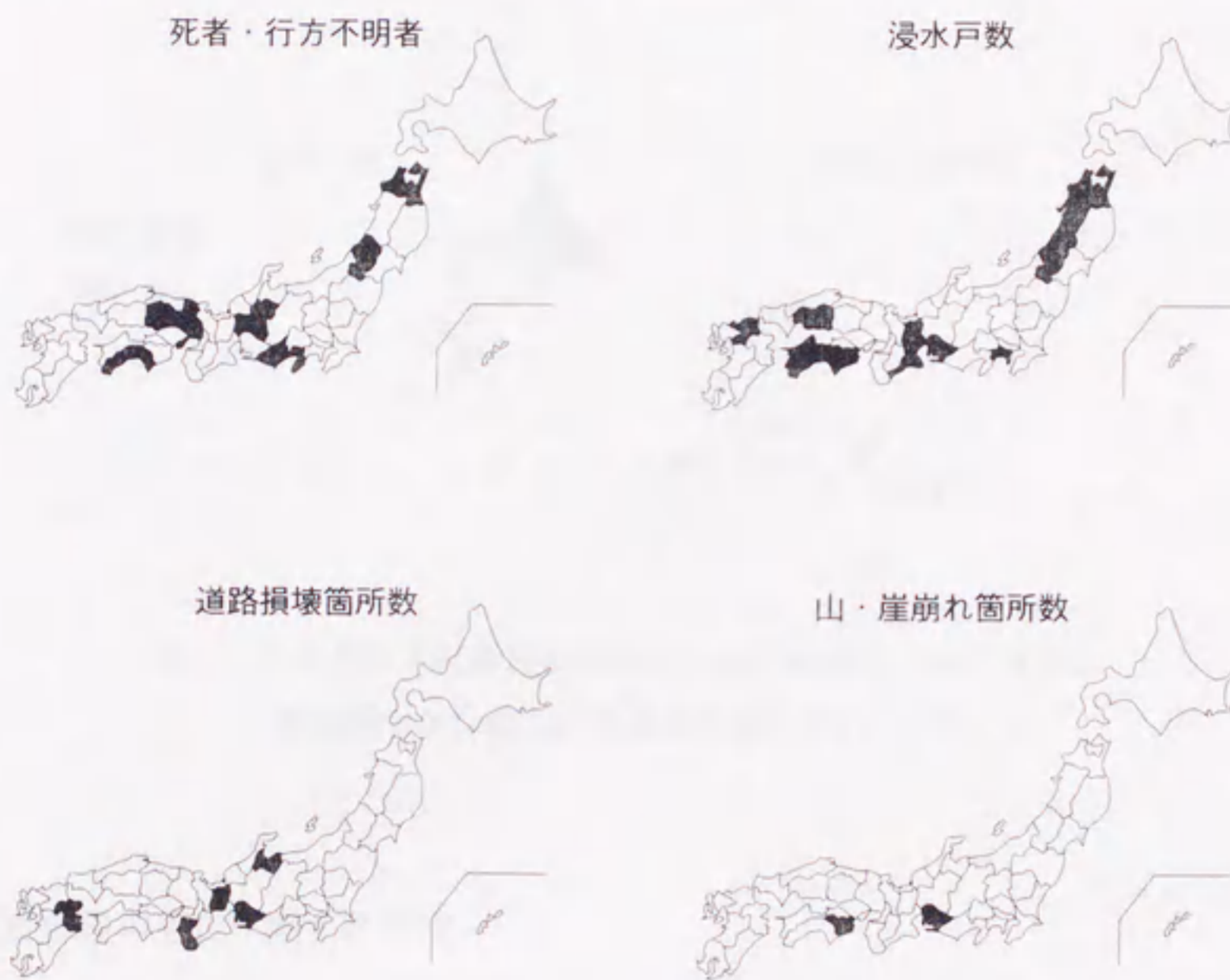


図10 経年的に有意な減少傾向が認められる都道府県(1971～1993)

次に、各年の都道府県別被害高が、各年の全国被害高に占める比率の経年的な増減傾向を検討した。結果を図11に示す。死者・行方不明者数、山・崖崩れ個所数については、増減傾向が認められる都道府県は存在せず、浸水戸数、道路損壊個所数についてはそれぞれ数県で増減傾向が認められた。しかし、これらの県はいずれも年平均被害高の少ない県であった。このことから、特定の都道府県で水害による被害が増加、あるいは減少しているといった傾向は特になくとも考えられる。



図11 各年の都道府県別被害高が全国に占める比率に有意な増減傾向が認められる都道府県(1971～1993)

#### 2.4 被害経年変化に関する考察

水害による被害高の全国の単純な経年変化を見たところ、死者・行方不明者数、浸水戸数については1971～1993年の間で経年的な減少傾向が認められ、道路損壊個所数、山・崖崩れ個所数については増減傾向は認められなかった。この傾向は、災害をその被害高により大規模な事例と標準的な事例に分けて検討した場合にも同様であった。ただし、被害高は減少傾向にあるものの、標準的被害事例による被害高が、全被害高に占める比率は、浸水戸数については増加傾向が認められ、死者・行方不明者数については1976年以降全般に比率が高めであった。このことから、この2つの被害種については、近年は大規模な被害を生じるような事例が起りにくくなっていること、比較的小規模な被害を生じるような事例に対する対策が重要になってきて

いることなどが指摘できる。

大規模な浸水は、大型河川の破堤、ダムによる洪水制御システムの不備などに起因する洪水によって引き起こされるものと考えられる。浸水戸数が大きく減少しているのは、堤防改修、ダム建設、排水施設整備等の洪水対策により、洪水に対する防災ポテンシャルが向上し、洪水の規模が小さくなっているためと考えられる。この点に関しては、1973～1992年の期間で、水害面積が減少傾向にあるとの指摘もある(15)。

一方、道路損壊や山・崖崩れといった被害(土砂災害)は、いずれも洪水との直接的な関係が少なく、雨によって直接的にもたらされる被害であるといえる。これらの被害に減少傾向が認められないことから、今後は洪水への対策以上に、土砂災害への対策が重要になってくるものと思われる。

洪水による災害が、広域的に発生するのに対して、土砂災害は、局部的に発生する。洪水に対しては、ダムの整備や大河川の堤防改修など、ある程度拠点的な施設の整備による防災ポテンシャルの向上が期待できる。しかし、土砂災害の場合は、発生箇所が局部的であり、かつ潜在的な危険箇所は全国に点在していることから、対策施設の整備によるだけでは防災ポテンシャルの向上には限界があり、防災情報の的確な伝達などによる、人間を対象にした対策の重要性が増してくる。また、発生箇所が局部的であることは、防災行政による広域的な情報収集・提供と共に、家族・集落といった小さな単位での情報収集・判断が重要になってくるともいえる。

洪水による災害は、強雨の発生から災害の発生までにある程度の時間を経るのに対して、土砂災害は強雨の発生が即災害の発生につながりやすい。土砂災害への対策を考える上では、洪水の場合以上に短時間のうちに防災情報を伝達することが重要になる。災害に結びつくような強雨日数や短時間降水量等の経年的な増減傾向については、まだ十分明らかになっていないが、たとえばIwashima(6)の研究などによれば、日最大降水量の更新頻度が、経年的に増加傾向にあることも報告されている。また、洪水の場合も、その到達時間が短縮傾向にあることがいくつかの流域で報告されており(たとえば千曲川流域に関する荒木らの研究(1)など)、防災情

報の迅速な提供の重要性は増している。

近年の水害の特徴を踏まえた上で、水害に対する防災ポテンシャルの向上を図る上では、なかでも家族・集落等の小さな単位で防災情報を短時間のうちに的確に把握することの重要性が増しているものと考えられる。次章では、この観点から、事例地を設けた検討を行ってみたい。



### 第3章 降水観測とその情報伝達体制の 現況と問題点

### 3.1 はじめに

#### 3.1.1 防災情報における降水情報の位置付け

前章において、近年の水害に対する防災ポテンシャルの向上を図る上では、家族・集落等の小さな単位で、短時間のうちに、的確な防災情報を収集・判断することの重要性が増していることを指摘した。災害発生が予測される時に必要な防災情報としては、大別すると、避難に関する情報(避難勧告、避難場所の指示等)、降水量関係の情報(現在の降水量、今後の降水量予報、大雨警報等)、増水に関する情報等が挙げられる。このうち、避難に関しては、すでにいくつかの検討例があるが、降水量情報に関して、その現状や効果を検討した例はまだ少ない。

水害時の避難行動に関するいくつかの研究では、避難の意思決定の理由として、もっとも上位に挙げられるのは、避難勧告や気象警報ではなく、「降雨の状況を見て」といった回答であることが指摘されている(廣井(8)、加藤ら(9)など)。また、自治体の水害時の対応方針に関するアンケートから、水害に対する早期の警戒体制をとる根拠としては「注・警報等気象情報の発表を見て」という回答が上位を占めるものの、災害対策本部の設置や避難勧告の発令の根拠としては、「降雨の状況を見て」や「被害発生状況を見て」という回答の方が上位を占めるという指摘もある(42)。

これらを考慮すると、水害時の防災情報としては、現在の降水量に関する情報が重要であるものと考えられる。そこで本研究では、特に降水情報に注目し、その観測・伝達体制の現況と、情報受信者の意識について、事例地を設けて検討する。

#### 3.1.2 降水観測に関する一般論

降水量は、測器、設置方法両面にいろいろな問題があり、正確な観測を行うことは簡単ではない。このため、以前から観測手法についてはいろいろな工夫がなされてきている(10)。

1950年頃までの降水量観測では、漏斗状の受水器で降水を集め、これをびんにためてメスシリンダーで測る指示式雨量計(図12)が広く利用されていた。これは捕捉した降水を直接測るものであるため、測器としては最も正確な観測ができるとされているが、観測が人力によるものであるため、日常的に短い時間間隔で観測することは困難であり、気象官署(気象台、測候所)等をの

ぞいては、1日1回程度の観測が多かった。気象官署等では、指示式雨量計と共に、これを改良したサイフォン式雨量計というものも用いられ(図13)、これによって自記記録が可能になり、1時間毎等の降水量も記録可能になっていた。1950年代頃からは、0.5mm分の降水が貯まると貯水ますが転倒してパルス信号を発信し、記録器で自動記録する転倒ます式雨量計(図14)が普及するようになる。この雨量計は自記記録が容易であり、無人観測所に長期放置するタイプの開発も容易であったことから、広範に利用が進み、気象庁でも1970年にほぼ全面的に転倒ます式雨量計による観測に移行している。現在では、公的機関の降水量観測はほぼ例外なく転倒ます式雨量計によって行われており、指示式雨量計は、小・中・高等学校等での教育用としての利用が目立つ程度である。

このように、測器については現在、転倒ます式雨量計にほぼ統一されていると言っているが、記録器については様々な種類が混在している。気象庁などのリアルタイムにデータを回収している観測所では、データを一元管理しているところで電子情報として保管される他、観測所でも電子的に、あるいは記録紙に記録している形態が多い。その他の観測所で多く見られるのは、記録紙に記録する機械を使用している形態である。以前は時計の組み込まれたドラムに記録紙を巻き付け、ここにペンで記録するタイプ(電接記録計)が主流であったが、このタイプは記録紙の交換周期が1日または1週間程度であり、強雨時などは1時間単位の降水量を読み取ることが困難でもあったため、最近はより長期に使える記録紙を使用するものや、記録紙を使用せず電子的に記録するものなどが目立っている。

なお、最近では、降水量を直接観測する方法と共に、レーダー等で広域的な降水強度を観測する方法や、レーダーの観測値と地上の観測所観測値を統合して、詳細な降水分布を把握する方法(レーダー雨量計)も一般的になっている。また、これらのデータ等を元にした、降水量の短時間予報(1時間後、3時間後等)も実用化されており、これらの情報はいずれもテレビ、CATV等で一般に提供されている。

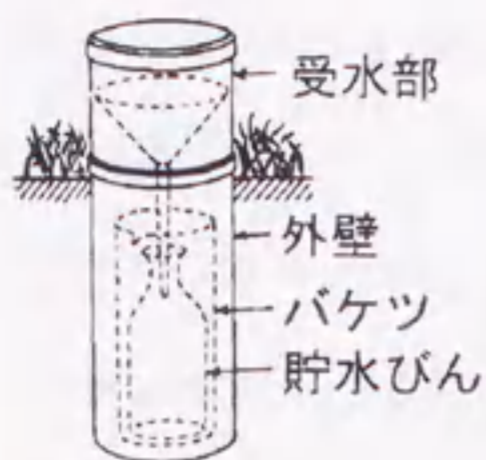


図12 指示式雨量計  
「水文気象学」(10)に加筆

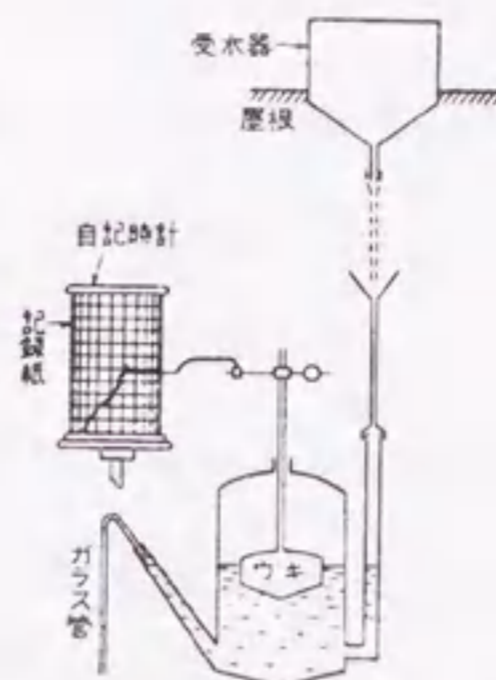


図13 サイフォン式雨量計  
「水文気象学」(10)より

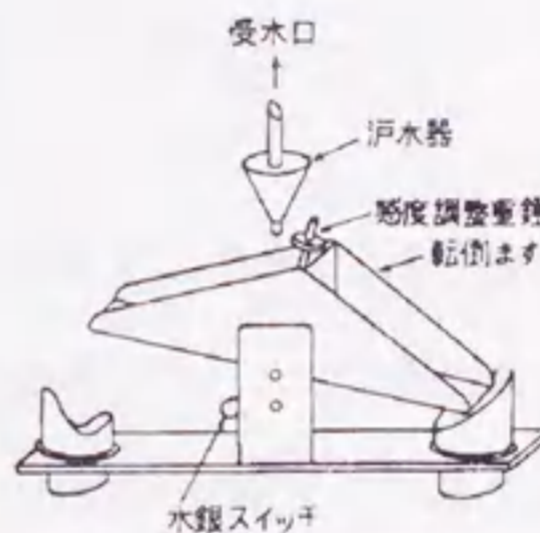
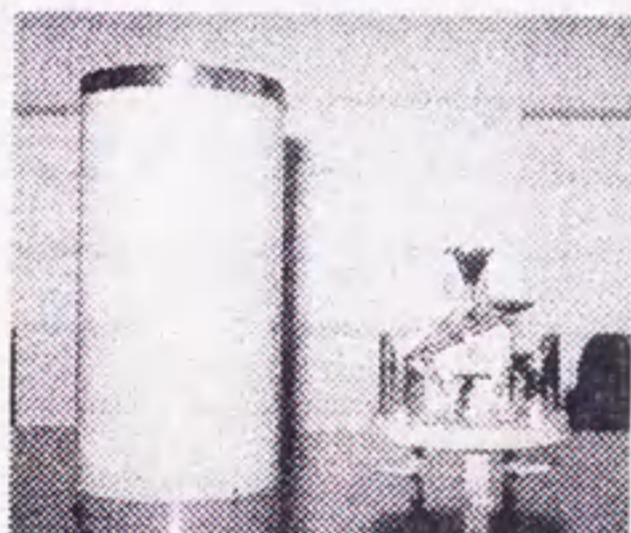


図14 転倒ます式雨量計  
「水文気象学」(10)に加筆

### 3.1.3 各機関による降水観測・情報伝達体制概観

全国的、組織的な降水量観測は、明治期以来中央气象台～気象庁によって行われてきた。1970年頃までは気象官署の他に、甲～丁種観測所というものがあり、これらでも降水量観測を行っていた。地点数において最も多かった甲種観測所は指示式雨量計による1日1回の観測であったが、乙、丙種観測所では転倒ます式雨量計による自記観測を行っていた。1974年11月からは、地域気象観測システム(AMeDAS)の運用が開始され、降水量等の気象要素が毎時自動的に観測され、気象庁にリアルタイムに送信される体制がはじまり、甲～丁種観測所は次第にAMeDASに移行していった。地域によっても異なるが、AMeDASの整備は1978年頃までに完了し、

降水量観測所は全国約1300地点、平均して約17km四方に1地点の割合で設置されている。AMeDAS観測所の一例を図15に示す。現在日常生活に最も身近な気象情報として用いられているのは、このAMeDAS観測網による観測値であり、新聞、テレビ等で目にすることができるほか、気象情報会社が編集してCATVの専用チャンネルで流されていたり、コンピューターネットワーク上で図形式で入手することもできる。また、気象協会等によって開発された専用端末を契約し、リアルタイムに情報を得ることもできる。このように、かなり広範に利用されているAMeDASの観測値であるが、AMeDASの観測値は、NTTの電話回線を使って送信されているため、大災害時に、NTT回線が途絶、または混雑すると、観測値の送信ができなくなるという問題も指摘されており、実際に1983年の山陰豪雨の事例がある(26)。また、平均17km四方に1地点という密度についても、局地的な豪雨などに対して適切であるかとの懸念もある。山岳部に比較的観測所が少ないことも問題の一つである。

気象庁以外で降水観測を全国的に行っている組織としては、まず建設省が挙げられる。建設省の降水量観測に関する歴史的な経緯については知見がないが、観測開始時期を見ると、戦前からの観測所も少なくない。現在では、テレメータ化された観測所だけでも全国で約1600箇所とのことであるが(48)、建設省関係では委託観測所や、非テレメータの無人観測所も少なくないため、観測所数は更に多いものと思われる。テレメータ観測所の例を図16に示す。建設省の観測値は、身近な情報媒体では目にする機会が少ないが、河川情報センターによる専用端末があり、契約すればテレメータ観測所の観測値についてはリアルタイムに情報を得ることができ、これを導入している公的機関もよく目にする。

このほか、JR、電力会社、道路公団がいずれも全国的に観測施設を設置している。JRについては、路線単位での利用が多いようであるが、全国を一元化したり、他機関のデータも組み込んだりしようとする試みもなされている(30)。道路公団については、全国をいくつかのブロックに分けてデータ処理がなされているようであり、例えば中央自動車道では、小淵沢以西の観測所については小牧(愛知県)で管理されている。電力会社については、会社によっても異なるものと思われるが、長野県内に施設を持つ、東京電力、中部電力に関しては、数カ所の観測所を、1箇所の管理事務所で管理する形態が主流で、広域的な観測所の一元的な管理はなされていない

ようである。また、地方自治体による観測網が整備されていることもあり、ことに東京都などはかなり充実していることが知られているが(48)、地域による整備レベルの差も大きい。筆者の調査(43)によれば、長野県では建設事務所単位で整備状況が異なり、諏訪、佐久などではテレメータ化されているが、上伊那、下伊那などでは自記雨量計を数カ所設置しているにとどまっている。



図15 AMeDAS4要素観測所の例  
長野県南安曇郡奈川村 奈川地域気象観測所



図16 建設省テレメータ観測所の例  
長野県下伊那郡大鹿村 沢井雨量観測所

## 3.2 天竜川上流域における降水観測・情報伝達体制の変化

### 3.2.1 調査手法

特定の地域について、実際にどれくらいの降水観測所があり、それらがどのような状況に置かれているかについての情報整備は、まだ十分にはなされていない。本節では、筆者が居住し、情報収集の容易な天竜川上流域を事例地として、降水観測施設の近年の変化と、その課題について検討する。ここで言う天竜川上流域とは、長野県南部の伊那市、駒ヶ根市、飯田市、上伊那郡、下伊那郡をあわせた地域であり、図17に示す。同地域はJR飯田線、中央自動車道が通過しているほか、建設省の多目的ダムが2カ所、中部電力の発電用ダムが20カ所あるなど、降水観測を行っていると思われる機関の関係施設がおおむねそろっており、各種機関による整備状況を検討する上では、好適な地域かと思われる。

近年の状況については、まず国土庁(16)や、長野県(22)によって刊行されている資料から地域内の観測所の概略を把握し、可能な限り各観測所を実際に訪ね、立地条件などを調べた。記録方法など、現地調査だけでは不明な点については、観測所を所管する各機関の担当者からお話をうかがった。資料に掲載されている観測所以外では、観測を行っていると思われる機関(行政機関、交通機関、教育機関等)を直接訪ね、観測実施の有無を確認した。調査した観測所は、2.5万分の1地形図上にその位置を記入し、ここから標高を読み取った。得た情報はパソコン上のデータベースに入力し、各種の解析を行った。現地調査は1989年1月～1992年6月の間に主として実施したが、その後一部補足調査も行っている。

過去の状況については、天竜川上流域では、昭和36年梅雨前線豪雨時に、多くの記録が残されており、そのなかに当時の各種機関による降水観測施設の分布状況と、その観測値を収録した資料(47)を確認することができた。この資料に収録されている観測所の採択基準ははっきりしないが、近年の調査で対象とした機関の観測所がほぼ網羅されていることを考えると、当時利用可能な観測施設をおおむね収録してあると考えてよいのではないかと思われる。この資料の他、昭和36年当時の長野県気象月報、建設省中部地方建設局発行の雨量年報も参考にした。また、長野地方気象台、建設省天竜川上流域工事事務所に対しては、当時の観測施設の状況について文書で照会した。

1961年は、戦後の混乱期が終わり、各機関による降水観測施設が、人力に頼るところは多かったものの、かなり整備された時期と位置づけられる。1992年は、前項で触れたように、建設省による観測所のテレメータ化や、気象庁のAMeDAS観測網の整備などが一段落し、地上の降水観測網に大きな変化が見られなくなった時期と位置づけられる。一例として、「長野県気象年報」「長野県気象月報」の記述を元に、長野地方気象台管内の降水観測所について、形態別の観測所数推移を調べてみると図18のようになり、上記の時代背景の一端がうかがえる。このように対照的な2つの年代を比較することは、降水観測施設の変化を知る上で有益なものと思われる。

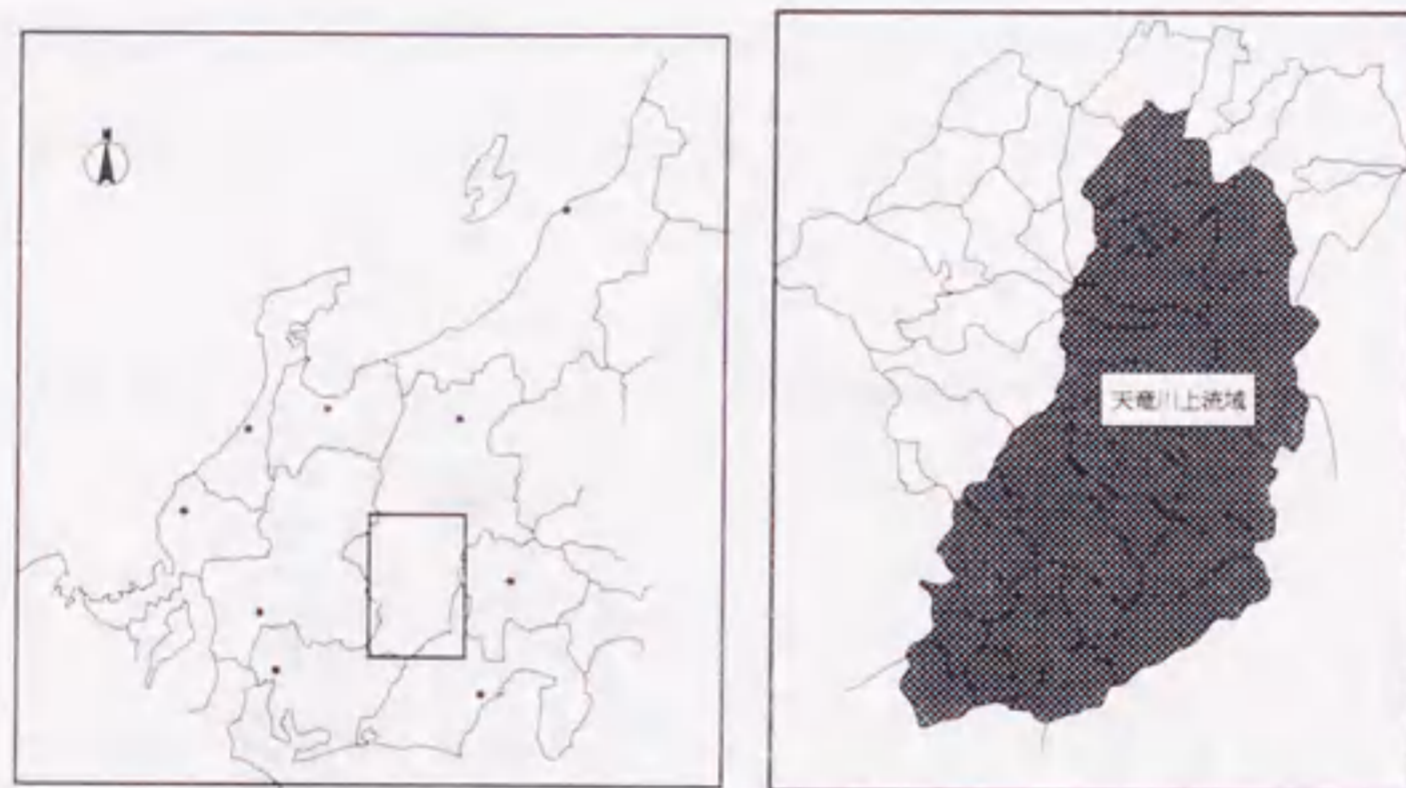


図17 事例地(天竜川上流域)

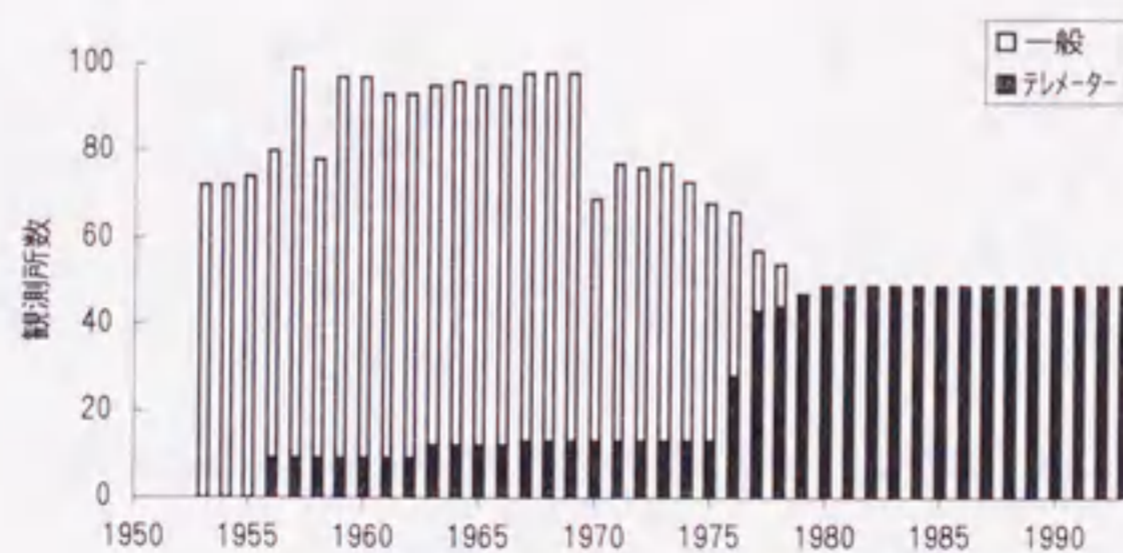


図18 長野地方気象台管内の形態別降水観測所数  
ここで「テレメータ」とは、観測値を有線又は無線で自動的に伝送可能な観測所を言う。「一般」とは、その他の観測所を言う。



### 3.2.2 観測所分布状況

今回の調査の結果、1961(昭和36)年時点では90地点、1992(平成3)年時点では130地点の観測所を確認することができた。分布状況を図19に示す。事例地の面積は3277.25km<sup>2</sup>であるので、単純に面積1km<sup>2</sup>あたりの観測所密度を計算すると、1992年が0.03967カ所、1961年が0.02746カ所となる。適切な降水観測所密度については、いくつかの提案があるが、よく引用される中央気象台の茨城県磯原地区での調査(4)によれば、面積雨量の観測誤差を10%以内にするためには、70km<sup>2</sup>当たり1カ所以上の降水観測所が必要とされている。これを理想的な観測所密度として、70km<sup>2</sup>あたりの観測所密度を事例地について計算してみると、1992年が2.7767カ所、1961年が1.9223カ所と、いずれもこの条件は満たされていると言える。地域別に見ると、事例地東部の山岳部では1961年と1992年の観測所分布にあまり変化がないのに比べ、西部の天竜川本川沿いの平地部で大きく増加しているのが特徴的である。

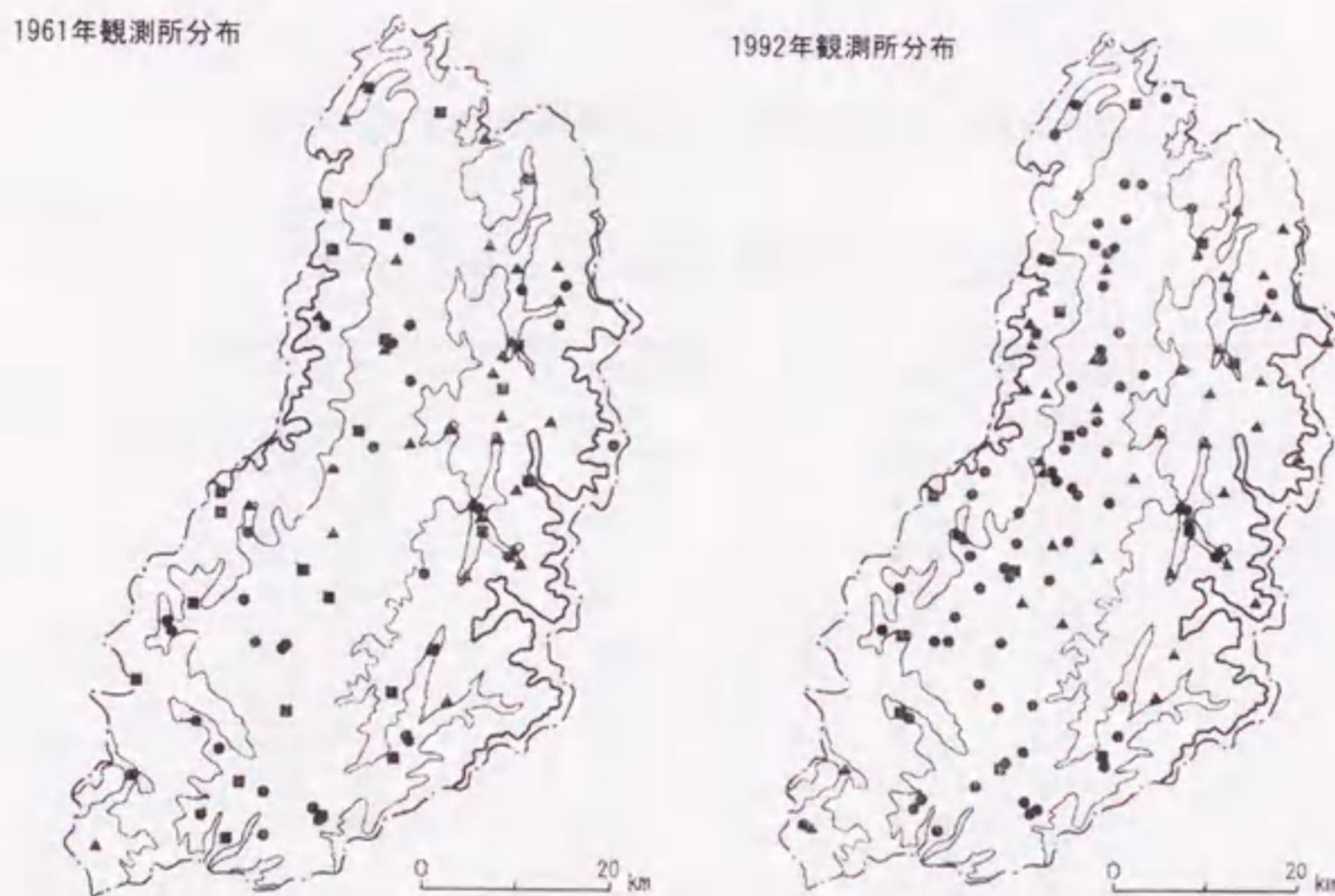


図19 天竜川上流域の降水観測所分布図 (左:1961年 右:1992年)

次に標高帯別の観測所数を集計したところ図20のようになり、1992年、1961年ともに、事例地において市街地が集中する600～800mの標高帯に観測所が集中している傾向が見られた。国土地理院の数値地図を元に、事例地の標高帯別面積を調べ、標高帯別に70km<sup>2</sup>あたりの観測所数を計算すると表10のようになり、1992年で見ると、おおむね2000m付近まで理想的な観測所密度の条件が満たされていることになり、1961年当時に比べ山岳部の観測所が充実しつつあるとも言える。なお、1992年時点で1400m以上に設置されていた13観測所の内、建設省関係の7カ所が、1993年に廃止されてしまっており、1995年現在は山岳部の観測所はかなり減っている。

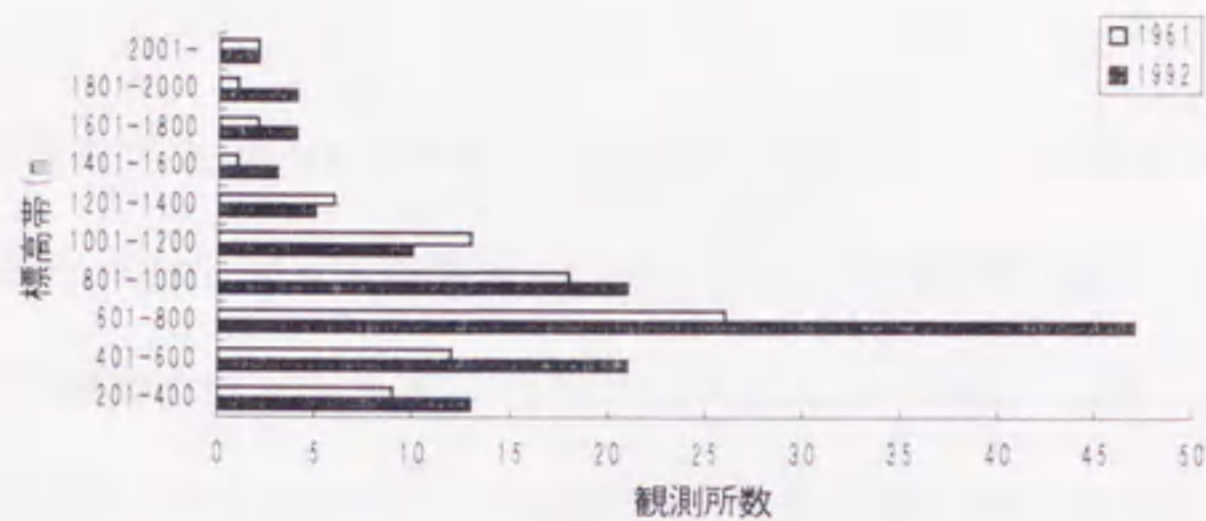


図20 天竜川上流域における標高帯別降水観測所数

表10 天竜川上流域の標高帯別降水観測所数

標高帯 (m)	観測所数		面積70km <sup>2</sup> 当観測所数	
	1992	1961	1992	1961
201- 400	13	9	22.2	15.4
401- 600	21	12	5.2	3.0
601- 800	47	26	6.0	3.3
801-1000	21	18	2.7	2.3
1001-1200	10	13	1.3	1.7
1201-1400	5	6	0.9	1.1
1401-1600	3	1	0.9	0.3
1601-1800	4	2	1.3	0.7
1801-2000	4	1	2.3	0.6
2001-	2	2	0.8	0.8

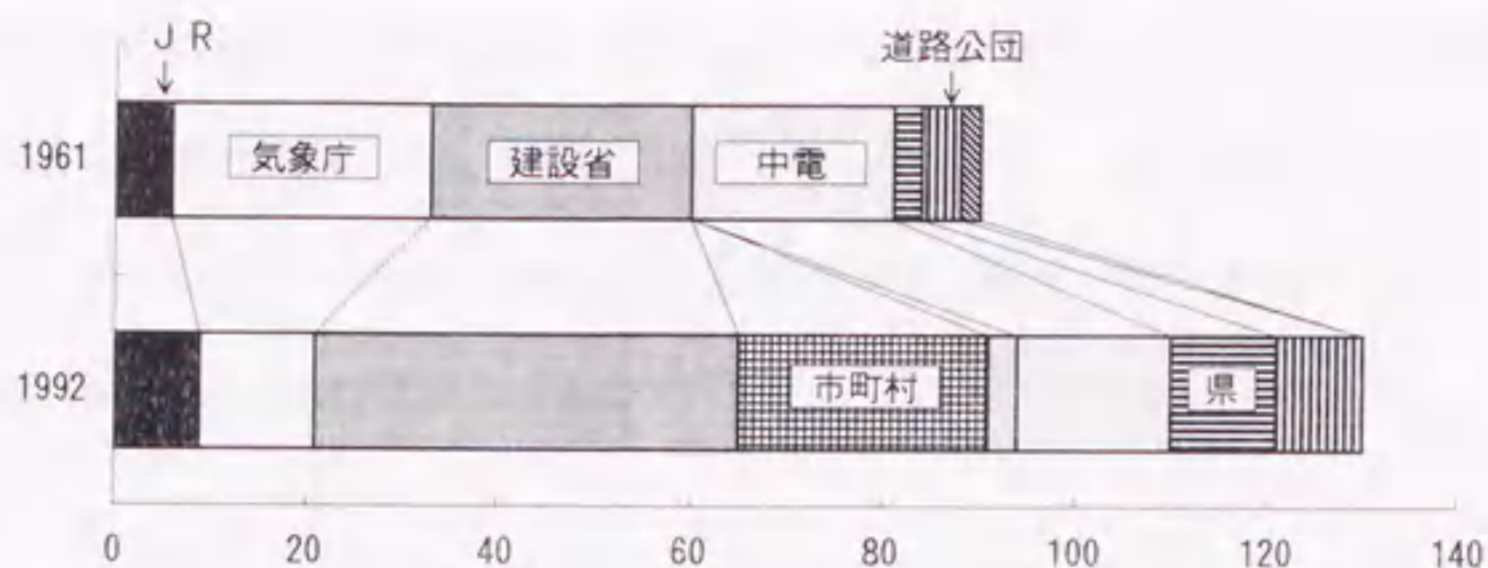


図21 所管別降水観測所数の変化

所管別の観測所数では、図21に見るように1992年は1961年に対し、気象庁の観測所数がかなり減り、その減少分以上に建設省観測所が増加しているのが特徴的である。1961年の資料では、市町村関係の観測所が1カ所も確認できなかったが、これは資料に収録されなかっただけなのか、実際に存在しなかったのかについては不明である。市町村関係分を除いても、1992年は101カ所と、1961年よりやや増加している。1992年時点では、市町村関係の観測所が相当数に上り、ほぼすべての市町村役場に降水観測施設が設置されている状況である。

### 3.2.3 観測値の通報方法

1992年の観測所別の観測値の通報方式を調べてみると図22のようになり、全観測所のほぼ半数が無線、もしくは有線で観測値を自動的に通報できる観測所となっている。「有人」という観測所は、事務所、役所等で防災担当者が直接観測値を確認できる観測所であり、これを含めると全体の76%が何らかの形でほぼリアルタイムにデータを活用できる観測所であるとも言える。これらの中には、中部電力関係のように、数カ所の降水観測所を1カ所の管理事務所で管理し、管理事務所間はネットワーク化されていないという形態の、小規模なシステムも含まれる。

1961年当時の各観測所別の通報方式については詳細な資料が得られていない。気象官署、建設省関係の事務所・出張所ではそれぞれ観測値を活用することができたが、これらはあわせても5、6カ所にすぎない。防災担当者の詰める事務所から遠隔の観測所でリアルタイムに観測

値を得られたのは気象庁関係で数地点あったロボット雨量計設置の観測所のみであった。気象庁関係では、乙種観測所(事例地内に8カ所)については、基準値以上の降水量が観測された場合長野地方気象台に対して電報で知らせることになっていたが、観測所担当者のところにて特別の回線があったわけではなく、公衆の電報を使用していた模様である。建設省関係の委託観測所では、出水時には毎時観測値を報告することとなっていたが、詳細は不明である。

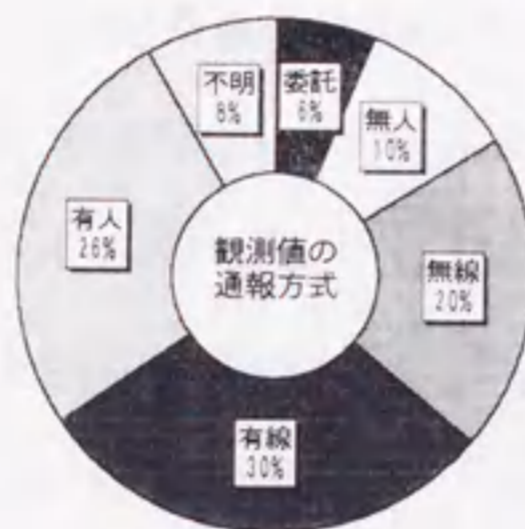


図22 観測所別観測値通報方式(1992年)

### 3.2.4 観測施設の設置状況

降水量は、雨量計の精度を均一にただけでは均質な観測値を得ることは困難であり、雨量計の設置方法によってその精度が大きく変化する。理想的な設置条件については種々の指摘があるが、川畑(10)などのまとめによれば、

- ①周囲の地物の高さの1～4倍程度はなすこと
  - ②地表面からの雨滴跳ね返りによる誤差を防ぐため、受水面の高さは周囲が草地の場合は30cm以上が望ましいが、高く置きすぎると風による影響が大きくなる。1mの高度では、風速3m、並の強度の雨で地表面設置の雨量計に対する誤差15%など
  - ③風による影響を受けやすい建物の屋上などへは設置しないこと
- 等の条件が示されている。

1961年の各観測所の設置条件については資料が得られないので、以下では1992年の調査の

みを示す。

まず、設置場所については、図23に示すように、地表面、雨量観測用の小屋の屋上等が半数以上であったが、数階建ての建物の屋上に設置されているものも18%ほどあった。次に、受水面高度については、図24に示すように、1m以下はわずか21%に過ぎず、高所に設置している観測所が目立った。周囲の地表面状態については、図25に示すようにコンクリート等の跳ね返りやすい状態のところは38%と、かなり多かった。

このように、事例地の観測所の雨量計設置条件は必ずしも良好なところが多い状況ではなかった。ことに、設置高度が全般にかなり高いことから、風による影響を受け、捕捉率が全般に低下することが懸念される。今回は、周囲の地物による影響度については評価できなかったが、天空写真等による客観的な指標での評価を今後試みたい。また、これら諸条件を複合し、観測所別の総合的な観測条件の評価についても今後の課題である。

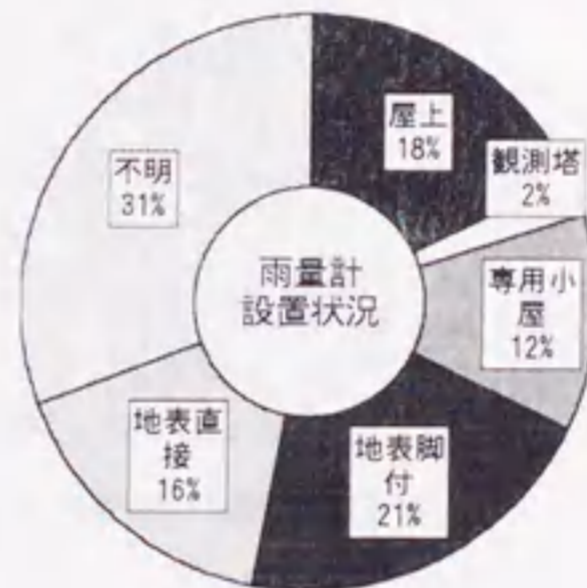


図23 雨量計設置状況

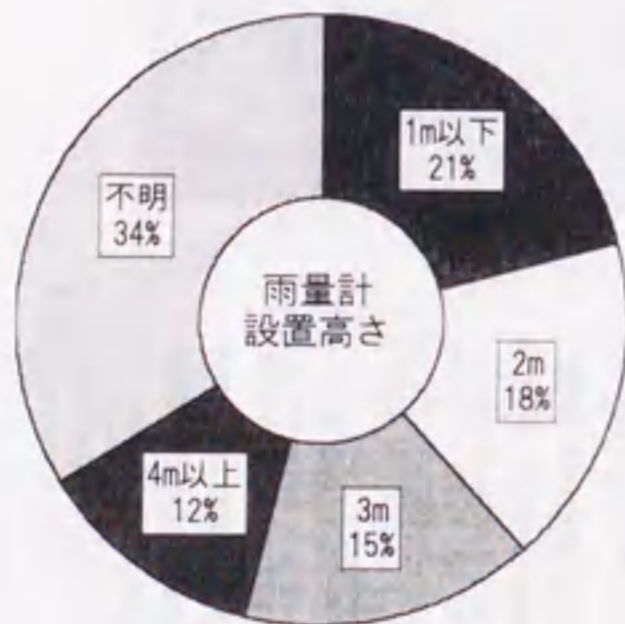


図24 雨量計設置高さ

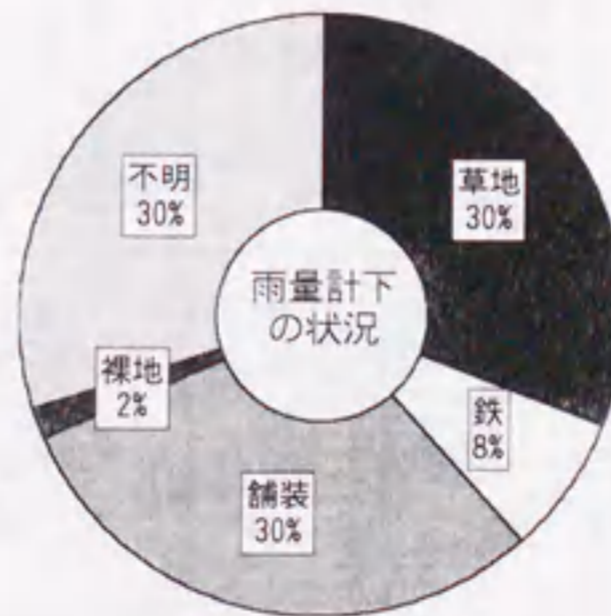


図25 雨量計下の地表面状態

### 3.2.5 観測値の一般への伝達体制の変化と現況

まず、長野県の地元紙である信濃毎日新聞について見ると、1961年の紙面では図26のように実況天気図と前日の気温・天気の一覧を中心とした情報になっているのに対して、現在(1996年)の紙面では図27のように気象衛星画像や予想天気図、AMeDAS観測所の気温などの情報が加わり、情報量はかなり多くなっている。しかし、降水量に関する情報はいずれも少なく、各地の実況値は両紙面ともまったく触れられていない。

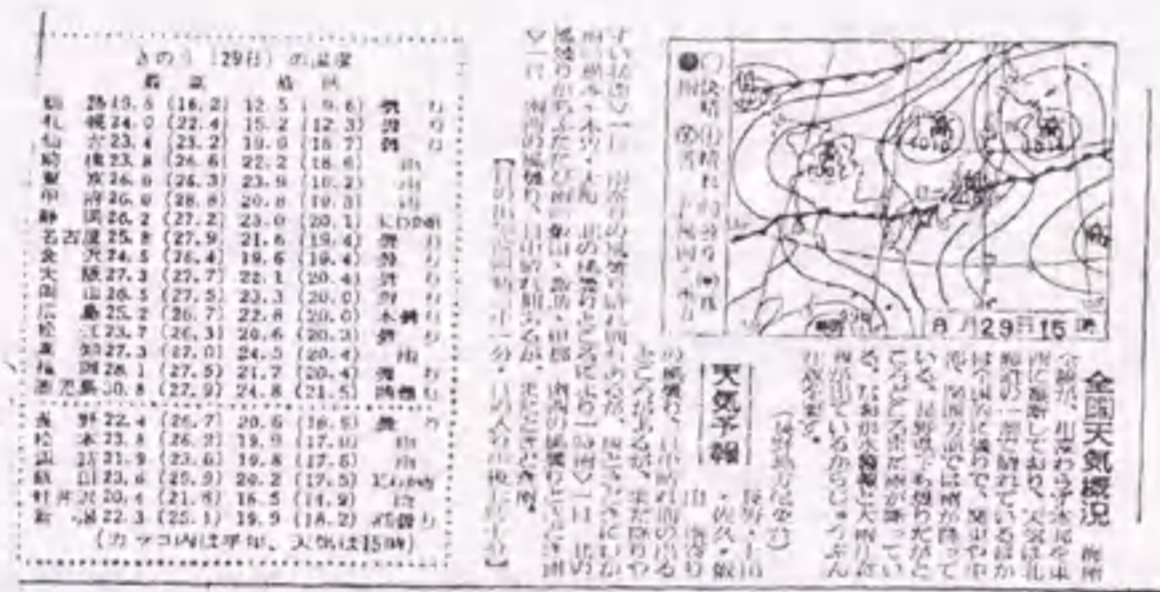


図26 1961(昭和36)年6月30日の信濃毎日新聞気象情報記事

信濃毎日新聞 1996/6/18

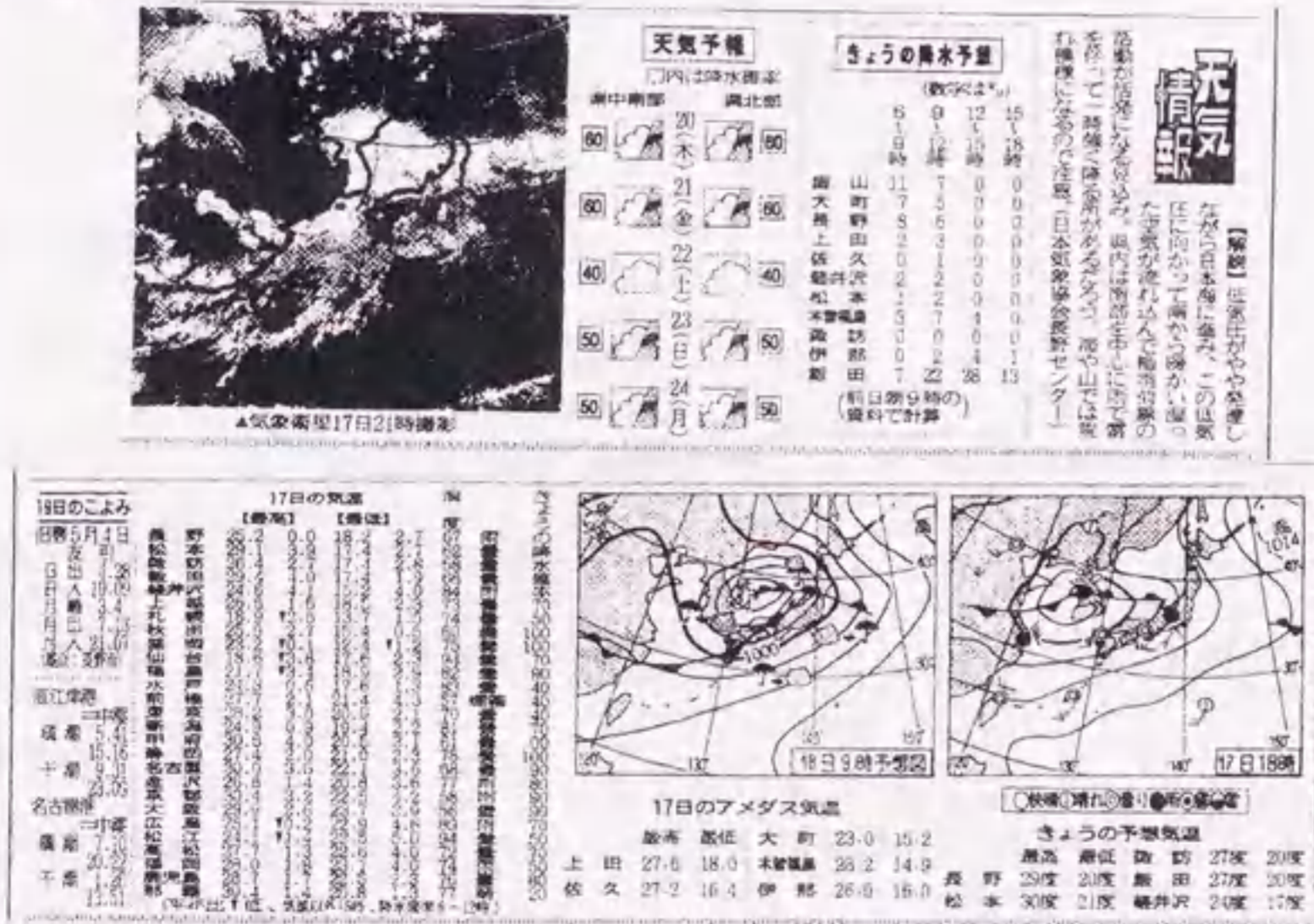


図27 1996(平成8)年6月18日の信濃毎日新聞気象情報記事

降水量等の迅速な情報伝達は新聞より、テレビ・ラジオ等の放送系メディアが中心かと思われる。1961年当時、テレビはすでに放送を開始していたが、1965年度末のNHKの受像契約者数と1965年国勢調査の世帯数を元に計算されたテレビの普及率で見ると、全国で35.1%、長野県では24.2%とかなり低く、まだ一般に身近なものとなっていなかったと考えられる。テレビ・ラジオが、事例地において具体的にどのような情報を伝えていたかについては十分な資料が得られなかったが、既に述べたように、降水観測値をリアルタイムに伝達することが可能な観測所がほとんど存在しなかったことから、伝えうる情報は限られたものであったものと思われる。現在では、テレビ、ラジオともに一般的なものとなり、ことにテレビでは、気象衛星画像、全国・県単位のAMeDAS実況図、レーダーアメダス合成図をもとにした5kmメッシュの解析雨量など、豊富な情報が提供されており、事例地でも同様である。なお、AMeDASの実況値等は、基本的に観測から1時間以内にはこれらの放送系メディアによって一般への伝達が可能になっているようである。

気象庁関係以外の観測所の観測値が一般に伝達されることはほとんどない。事例地においては、松川町、飯島町が独自の降水観測施設を持っており、これらの観測値をCATVを通じて住民に提供している例があるが、他の機関の観測値が、リアルタイムに一般に伝えられている例は確認できていない。

### 3.3 降水情報受信者の認識と問題点

#### 3.3.1 降水情報受信者の認識に関する懸念

前節にて示したように、降水情報の観測・伝達体制は、近年大きな進歩を遂げており、防災行政による情報提供の面では防災ポテンシャル向上に寄与しているものと考えられる。しかし、提供された情報が、正しく情報受信者に伝わっていないければ、全体としての防災ポテンシャルは向上しない。

気象要素にも多くの種類があるが、テレビの天気予報で実況値として触れられるのは気温と降水量であることが示すように、一般に身近な存在としてはこの2要素が群を抜いていると思われる。しかし、気温に対して降水量は一般の理解が思いのほか十分ではないのではないかという

懸念が持たれている。たとえば、気象庁の天気相談所によせられる電話相談の中で、降水量の「ミリメートル」という単位がよく理解されておらず、容積単位だと思われているケースがよくあることなどが紹介されているが(29)、このような観点からの具体的な調査例は少ない。そこで、本研究では、事例地内の長野県上伊那郡南箕輪村にある信州大学農学部(以下「信大」)の学生、ならびに事例地とは別の場所にある東京都立大学(以下「都立」)の学生を対象に、アンケート調査を実施し、降水情報に関する受信者の認識について検討した。

### 3.3.2 調査手法

アンケート内容は、図28に示すように、降水情報に関するものを中心に17問を設定し、基本的に選択肢をもとに数字で回答する形式とした。

アンケートは、信大では1996年5月13日(月)～15日(水)の3日間に渡って実施した。配布方法は、信州大学農学部生協食堂前で、昼食時前後の12～13時の約1時間の間に通学する学生・教職員に配布し、その場で記入してもらった。この他、同時期に学部内のメーリングリストへの掲示も行い、電子メールでも回答を受け付けた。これらを合わせて、95件の回答を得ることができた。また、都立では、1996年6月18日～7月2日の間に、講義等を通じて実施し、80件の回答を得た。以下では、複数回答の設問を除いて、結果を比率(%)で示す。



## 気象観測に関するアンケート

回答は特記を除き「回答→」の後に数字で書いて下さい。

A.あなたの住んでいるところを教えてください

(1)伊那 (2)伊那部 (3)手良 (4)美郷 (5)富県 (6)西春近 (7)東春近 (8)西箕輪 (9)南箕輪

B.あなたの職業を教えてください

(1)農林業 (2)建設業 (3)製造業 (4)運輸・通信業 (5)卸・小売・飲食店 (6)金融・保険・不動産業  
(7)その他サービス業 (8)医療・教育関係 (9)官公庁 (10)学生 (11)その他

C.あなたの家には気温(屋外の温度)をはかるための温度計がありますか

(1)ある (2)ない

D.[C.で「ある」とお答えになった方のみ]その温度計はどのような時(用途)に使われていますか

E.あなたは気温をはかったことがありますか(自宅・学校を問わず)

(1)ある (2)ない

F.あなたは雨量をはかったことがありますか(自宅・学校を問わず)

(1)ある (2)ない

G.あなたは雨量計を見たことがありますか

(1)ある (2)ない

H.テレビなどでは「昨日からの降水量は50ミリです」としか言ってくれませんが、この単位は正確には何なのでしょう

(1)ミリグラム[mg] (2)ミリリットル[ml] (3)ミリメートル[mm]

I.テレビなどで気象庁のアメダス観測所の気温・雨量などが紹介されていますが、アメダス観測所は上伊那・下伊那地区だと何ヶ所くらいあるのでしょうか

(1)2, 3ヶ所 (2)10ヶ所くらい(数市町村に1ヶ所=20km四方に1ヶ所程度)

(3)30ヶ所くらい(全市町村に最低1ヶ所以上=10km四方に1ヶ所程度)

(4)100ヶ所くらい(5km四方に1ヶ所程度)

J.たとえば、テレビで「7時からの1時間に伊那市で10ミリの降水を観測しています」と言っている場合、それは市内のどのあたりの値なのでしょう

(1)中心部 (2)竜西地区 (3)竜東地区 (4)市内の平均値

K.自分の身の回りの雨量を自分で測ってみたいと思ったことがありますか (1)ある (2)ない

L.自分の住んでいる所は、伊那市の中心部に比べ雨の降る量が多い、あるいは少ないと感じますか

(1)多いと思う (2)少ないと思う (3)変わらないと思う (4)わからない・考えたことがない

M.洪水や土石流など、雨による災害に対してどう感じていますか

(1)まったく心配していない (2)多少の不安はある (3)非常に不安である (4)わからない

N.1時間に何ミリくらいの雨が降ったら災害が発生しやすいと思いますか、10ミリ単位で書いてください。

O.大雨が降っている、あるいは予想されているとき、どのような情報が知りたいですか(3つまで)

(1)これまでに降った降水量 (2)今後の降水量予報 (3)天気図 (4)気象衛星画像

(5)「大雨警報」などの警報・注意報の発令状況 (6)災害の発生状況 (7)その他

P.そのような情報は、どのような方法で伝えられるとよいと思いますか(3つまで)

(1)テレビ・ラジオ (2)ケーブルテレビ (3)有線放送 (4)コンピューターネットワーク

(5)地区単位のスピーカー(夕方のチャイムなどが流されているもの)による放送

(6)役場や消防などの広報車による巡回放送 (7)口伝え (8)その他

Q.あなたの居住地での災害時の避難場所を知っていますか

(1)知っている (2)知らない

図28 実施したアンケートの内容(信大向けのもの)

### 3.3.3 降水観測に関する経験

降水観測の経験に係る設問の結果を図29に示す。自宅に屋外の温度を測る為の温度計があるかどうかを問う設問では、信大で24%、都立で11%が「ある」と答えている程度であり、日常的に気温を計っている人は少ないものと思われる。雨量観測の経験については、信大では「ある」という解答は13%程度であり、都立でも26%であった。気温観測の経験があるという回答が信大で81%、都立で94%に上っているのとは対称的であり、雨量計を見たことがあるという回答が、信大で41%、都立で61%となっていることも考え合わせると、降水量がどのように測られているかという知識は、あまり身近なものではないといえそうである。

降水量の単位である「ミリ」は正確には何であるかという設問に対しては、重量単位である「mg」を選択した回答はなかったが、正しく「mm」を選択した回答は信大で71%、都立で91%であり、容積単位である「ml」を選択した回答が少なからず見られた。

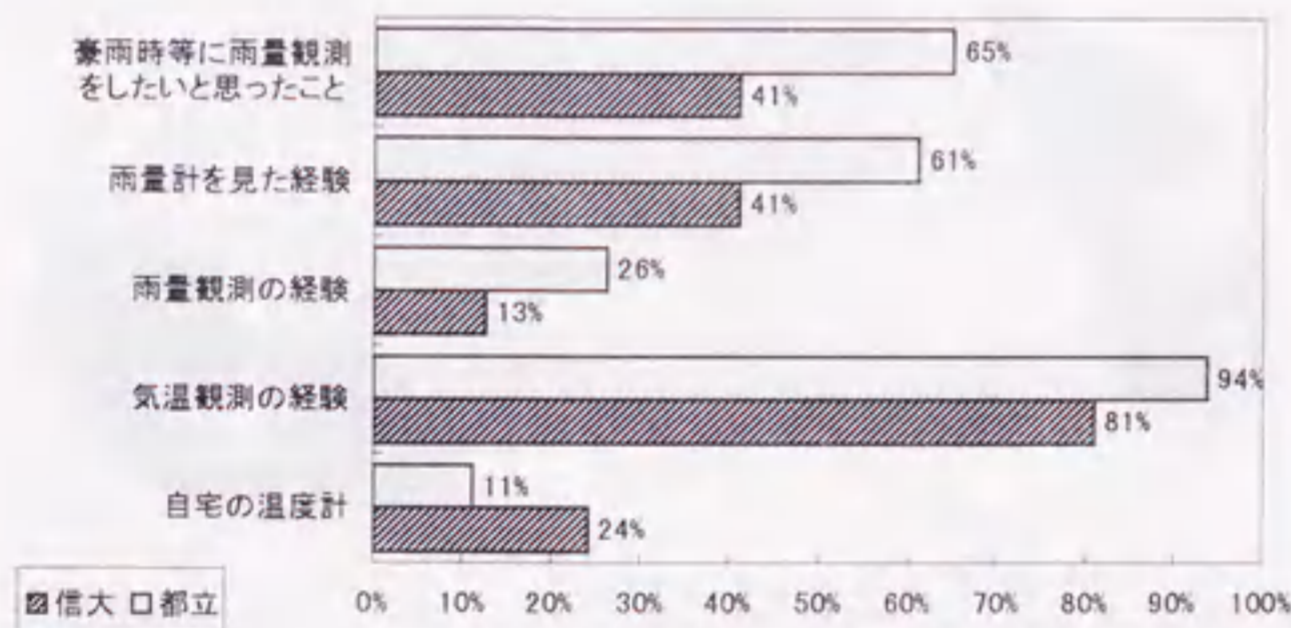


図29 降水観測の経験関係の回答  
「ある」と答えた解答者の割合

### 3.3.4 降水情報に対する認識

上伊那・下伊那地区のAMeDAS観測所数(補足的に密度)を問う設問では、図30に示すように、「10ヶ所くらい(20km四方に1ヶ所程度)」という、おおむね実際に近い回答が42%と最も多く、これに次ぐ回答は「2, 3ヶ所」が35%と、実際より少なめに捉えている人が少なくないことが示された。東京都内の場合は、実際には約10ヶ所であるが、半数以上の人々が実際より多くの観測所が設

置されていると考えていることが示された。

テレビ等で「伊那市の降水量は〇〇ミリ」が報じられた場合、それはどこの値であるかを問う設問に対しては、図31に示すように「市内の平均値」という回答が41%、「市の中心部」という回答が37%で、この2つの選択肢で78%になった。都立では、「八王子市の降水量」に置き換えた設問をしたが、「市役所付近」という回答が51%、「市内の平均値」が27%であった。「××市の降水量」と伝えられた場合、市の中心部付近の観測値、あるいは平均化など何らかの加工をされた観測値であると考えられる人が多いことが示されている。実際にはAMeDAS伊那観測所は市の中心部の南東約5キロの地点、AMeDAS八王子観測所は八王子市役所にある。八王子の場合はたまたま市役所に観測所があるわけだが、このようなケースはむしろ希である。降水量が局地的に大きく変化しうることを考慮すると、「××市の降水量」といった表現でAMeDAS観測値を報じることは一考の余地があるものと思われる。

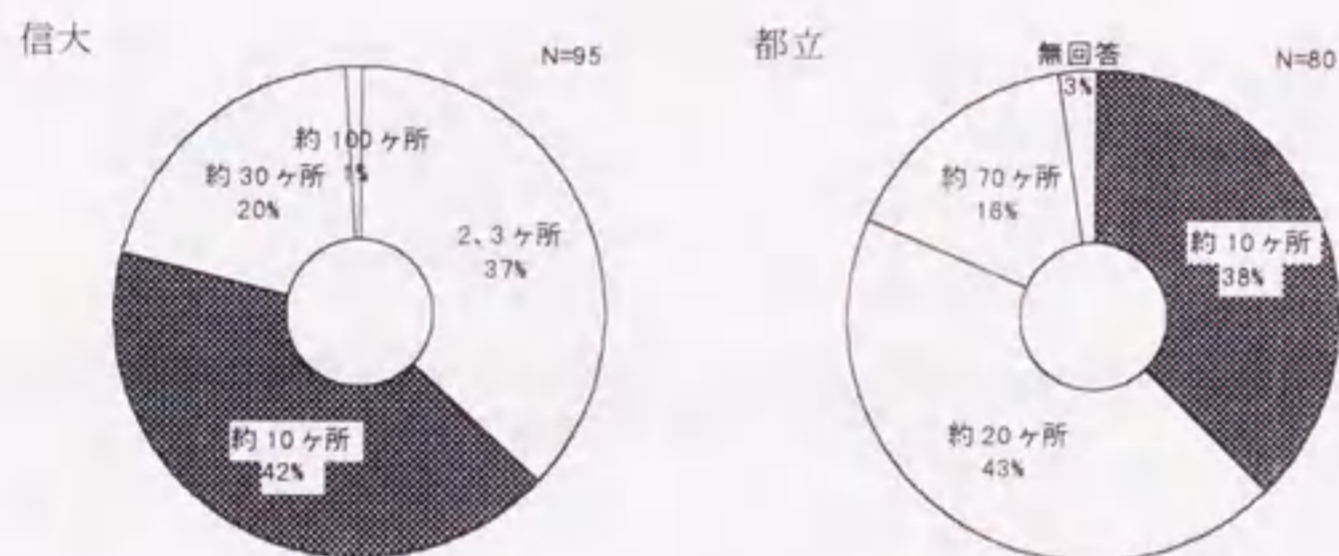


図30 上・下伊那地区(信大), および東京都内(都立)のAMeDAS観測所数についての回答

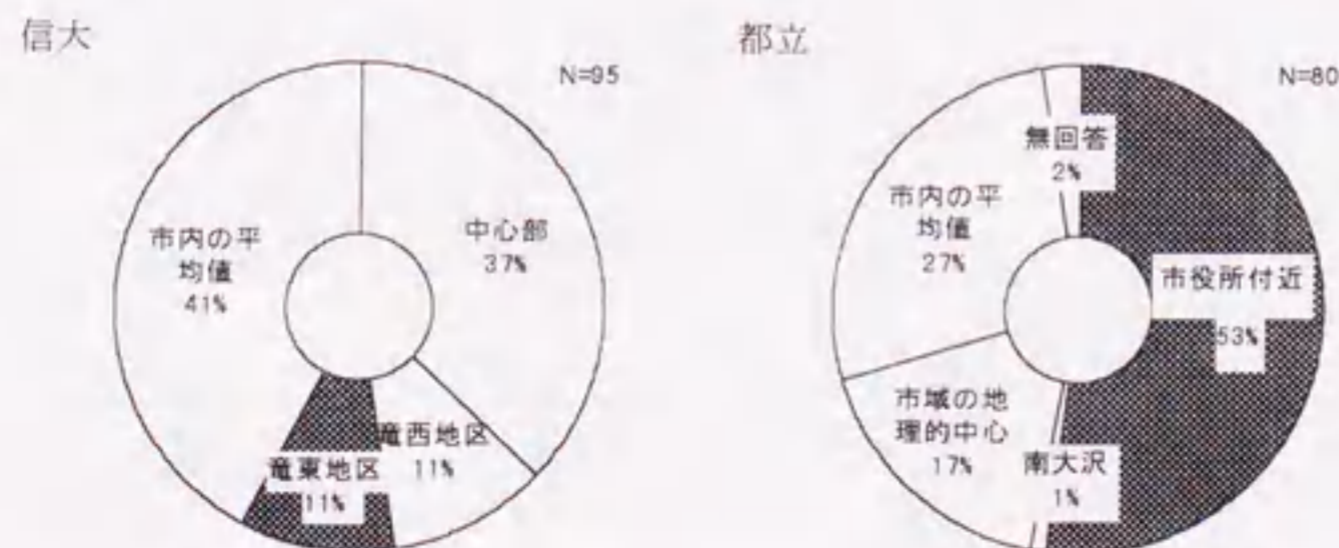


図31 設問『伊那市(八王子市)で××ミリの降水量』と報じられた場合、それは市内のどのあたりの値だと思いますか』に対する回答 (左:信大, 右:都立)

「1時間に何ミリくらいの雨が降れば災害が発生しやすいか」という設問に対しては、図32のような回答結果となった。災害が発生しやすくなる時間降水量のしきい値は、地域によっても異なり一概には言えないが、たとえば事例地の長野県南部における大雨警報の発令基準は1時間降水量で50mm、長野県中部の場合は同じく40mmであり、これは一つの目安になるであろう。これに対して結果を見ると、61mm以上の値を回答した人が信大で半数以上、都立でもほぼ同様であり、災害に結びつく降水量のしきい値がかなり多めに認識されていることがわかった。このことから、防災情報として、単に時間降水量を示すだけでは、受信者に災害発生に対する警戒感を十分持ってもらえない可能性が高いことが懸念される。

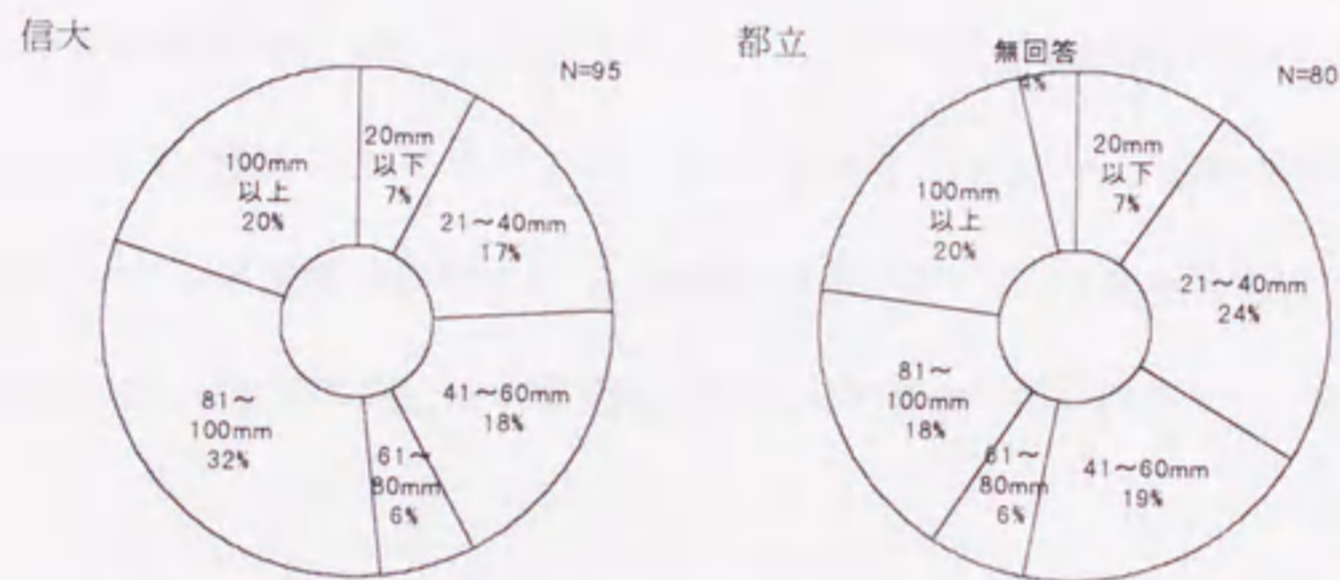


図32 設問「1時間に何ミリくらいの雨が降ったら災害が発生しやすいと思いますか」に対する回答(左:信大, 右:都立)

### 3.4 現在の降水観測体制に見られる課題と対応策

#### 3.4.1 組織別観測網間連携の問題

前節の検討では、事例地とした天竜川上流域においては、現在では観測所密度において、理想的に近い程度で観測所が設置され、その多くがリアルタイムに観測値を把握する事が可能なネットワークに組み込まれていることが示された。しかし、これらのネットワークは相互には接続されておらず、リアルタイムには各ネットワーク毎の観測所のデータしか参照することができない。

また、各機関が独自の判断で観測所を設置しているため、観測所が集中的に設置される地域が生じる一方で、観測所密度が粗になる地域も生じる。観測所密度は、必ずしも市街地で密となり、山岳部で粗となるとは限らない。例えば、先に事例地とした天竜川上流域では、図33に示すように、伊那市南東部に、特に山岳部でもないにもかかわらず観測所の空白域が存在する。一方、松川町付近では、図34に示すように、特に市街地ではないが、複数機関の観測所が集中的に設置されている地域が存在する。各機関が連絡を取り合って観測所を設置していれば、同じ観測所数でも、より効率的に降水観測を行うことが可能かと思われる。

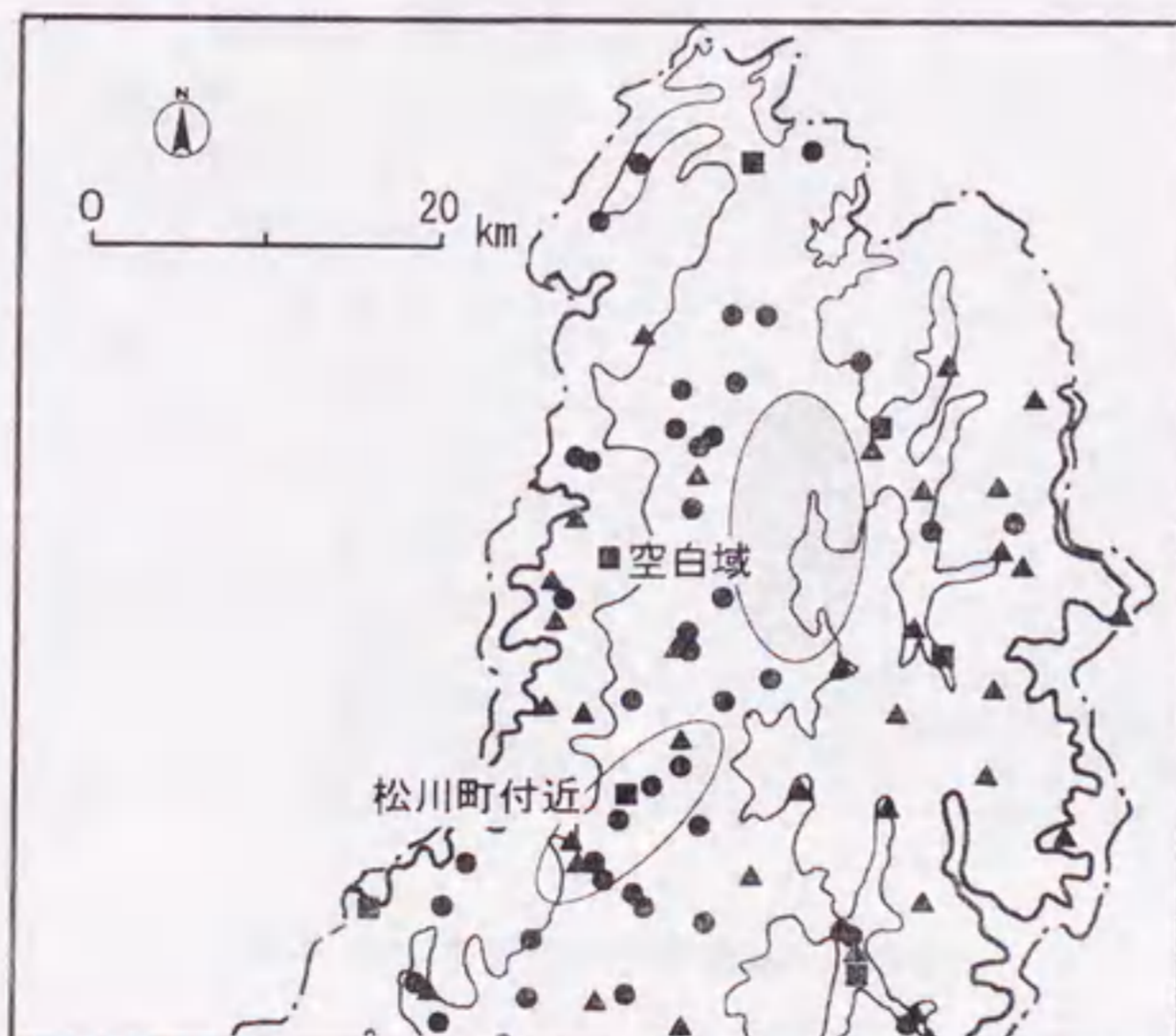


図33 天竜川上流域における降水観測所空白域と高密度域



図34 松川町付近の降水観測所分布状況

### 3.4.2 局地的豪雨の際の問題

先に、理想的な降水観測所密度について、 $70\text{km}^2$ に1ヶ所という指標を用いたが、これは対象とする降雨現象によっても変わってくる。また、実際にネットワーク化されて一元的に参照できる観測所の密度は、例えばAMeDASでは $290\text{km}^2$ に1ヶ所であり、レーダー雨量計などの解像度にしても現状では $25\text{km}^2$ である。このような密度で実用的な場合もちろん多いが、把握できない現象もある。局地的な集中豪雨などが典型的な例であろう。一例として1988年8月27日の伊那市における事例を挙げる。発生域の概要を図35に示す。

この事例は、1988年8月27日深夜から翌28日未明にかけて長野県伊那市の市街地付近で特に集中的に降った豪雨である。当日は、日本付近にいくつかの低気圧は存在したものの、広域的に雨が降る状況ではなく、伊那市付近も日中は晴天であった。

筆者は当日豪雨域を自動車で移動しながら状況を観察し、後日付近でできるだけ多くの機関の資料を集めて豪雨域を把握した。総降水量分布を図36に、時間毎の降水量分布を図37に示す。図36に見るように、この事例はほぼ6時間ほどの間に、最も多いところでは $180\text{mm}$ 以上の大雨となり、一方でその2～3km南では $20\text{mm}$ に満たないという、きわめて集中性の強い豪雨であった。特に激しかったのは27日22時30分頃から28日01時30分頃であり、この間に伊那市役所では $50\text{mm}/\text{時}$ という豪雨も記録した程であったが、その強雨域は狭く、例えば $10\text{mm}/\text{時}$ 以上の区域は、伊那市街を中心に5km四方程度の範囲内であった。この結果、伊那市中心部で床下・床上浸水123戸(新聞報道による)の被害を生じ、伊那市内の山麓部、南箕輪村の一部などで計9ヶ所の道路損壊が生じた。被害状況を図38に示す。また、伊那市街の目抜き通りである県道南箕輪・沢渡線では、伊那北駅付近で一時数十cm程度の道路冠水が発生し、車の走行が困難になった(筆者の観測による)。「長野県の災害と気象」(23)の各年版の記録によれば、この伊那市の浸水戸数は、先に全国の水害の経年変化を調べた1971～1993年の期間中では、1972年7月9日の梅雨前線による豪雨時に次いで2番目の大きな被害であった。

この豪雨はAMeDAS観測網では十分とらえることができなかった。当時伊那市に至近のAMeDAS観測所は高遠であるが、図39に見るように高遠の27～28日の総降水量は $84\text{mm}$ であり、それほど多いものではなかった。後日の調査結果からは、長野県南部における大雨・洪水警報発令

基準に相当する降雨があったことがわかるが、当日は28日03時40分に、大雨・洪水・雷注意報が発令されているものの、警報は発令されなかった。例えば、総降水量100mm以上の区域内には、道路公団、JRなどの観測所があり、仮にこれら観測所が気象庁によって一元的に利用されていれば、また違った対応方法も可能であったとも思われる。

しかし、このような局地性が強く、かつ短時間のうちに急激に豪雨がもたらされるようなケースでは、仮に有効な降水観測網が展開され、的確な予報によって警報が発せられたとしても、現地で有効であるかは疑問も残る。今回は、図40に見るように、先行雨量が特に大きい状況下でもなかったためか、市街地での浸水以外は特に目立った災害は発生しなかったが、状況によってはより大きな災害を引き起こされた可能性もある。また、前章の検討では、このような比較的被害の小さな災害の事例が、相対的に重要度を増していることも示唆されている。このようなケースに備える意味で、より小さな集落・家族単位で活用できるような対策を検討する必要があるのではなかろうか。

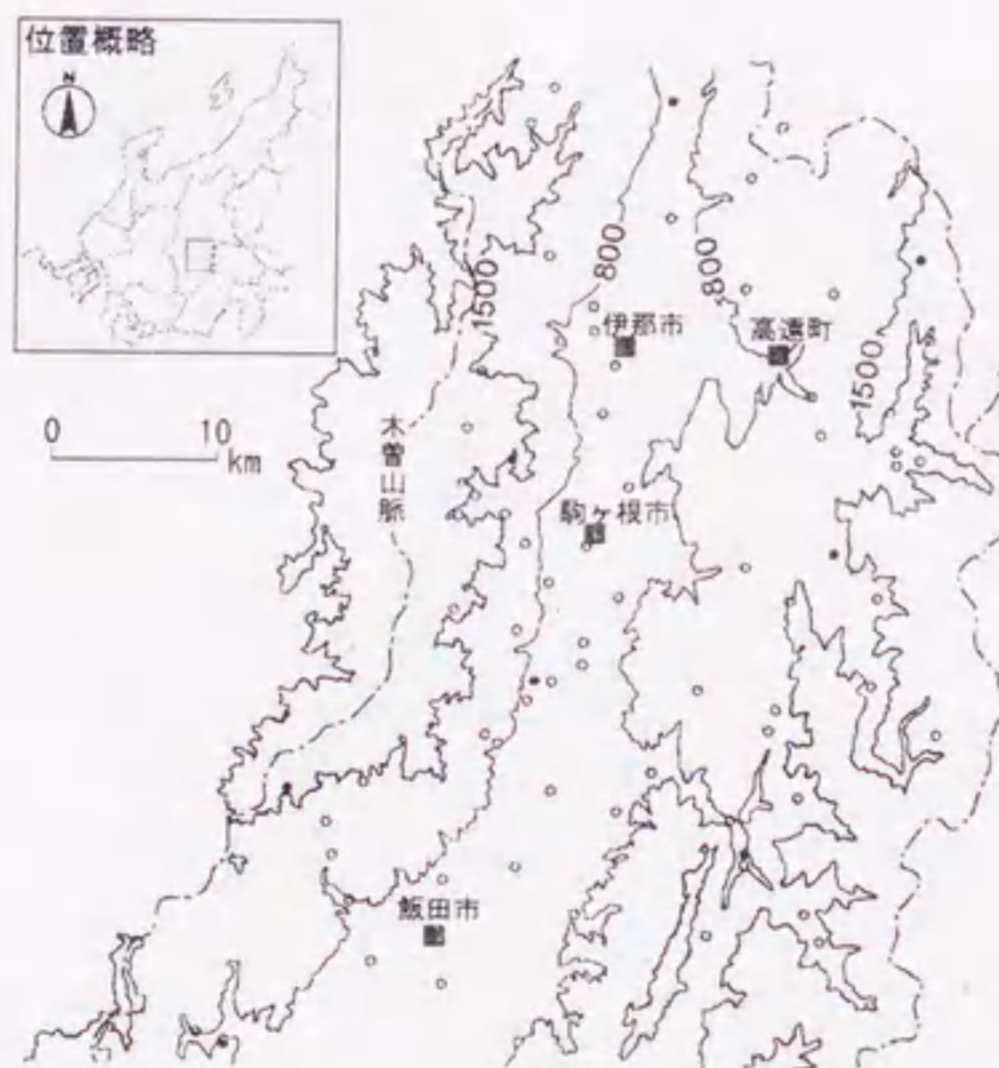


図35 1988/08/27～28の豪雨発生域概略





図36 1988/08/27~28の伊那市付近の降水分布(総降水量)

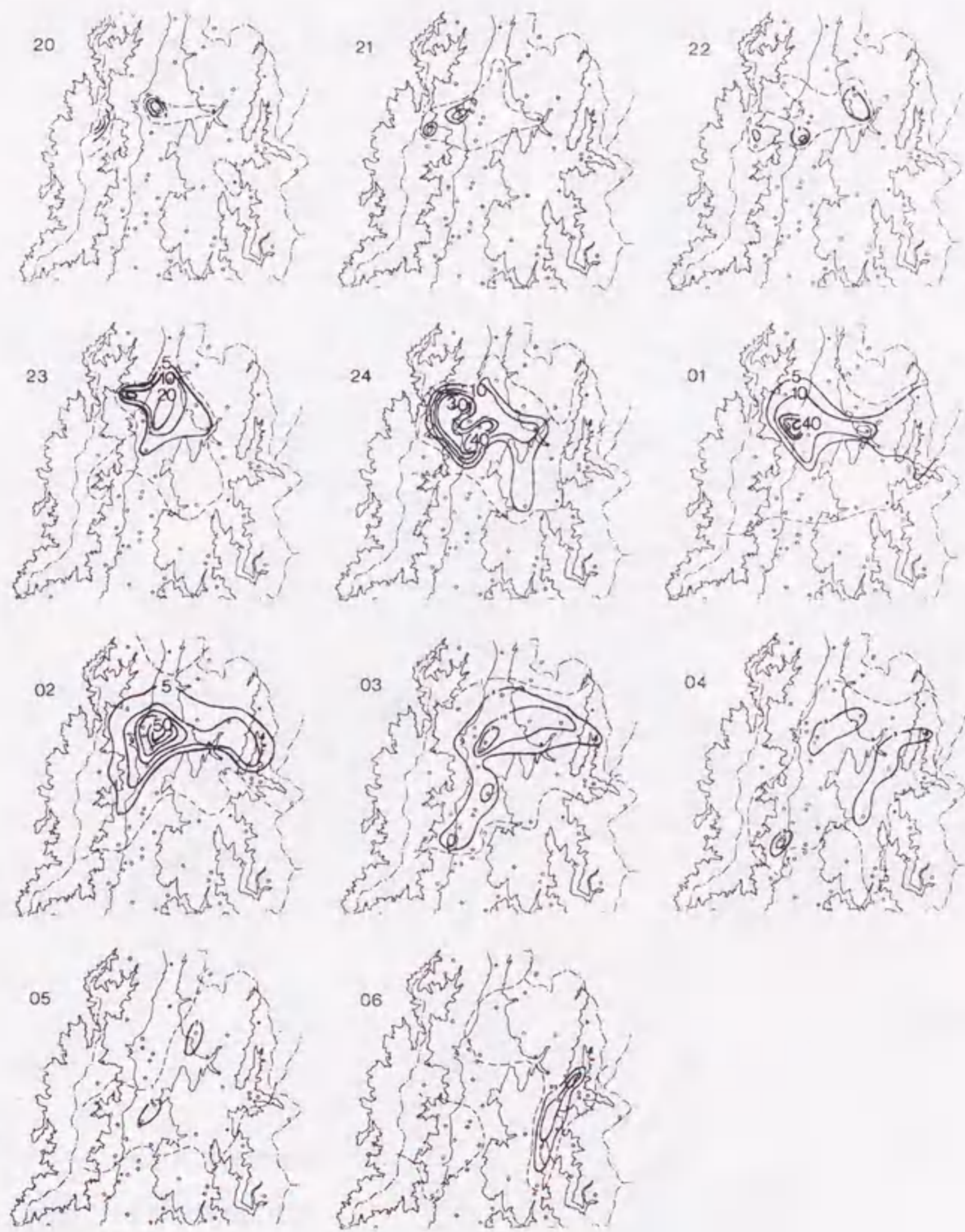


図37 1988/08/27 20時～08/28 06時の降水分布

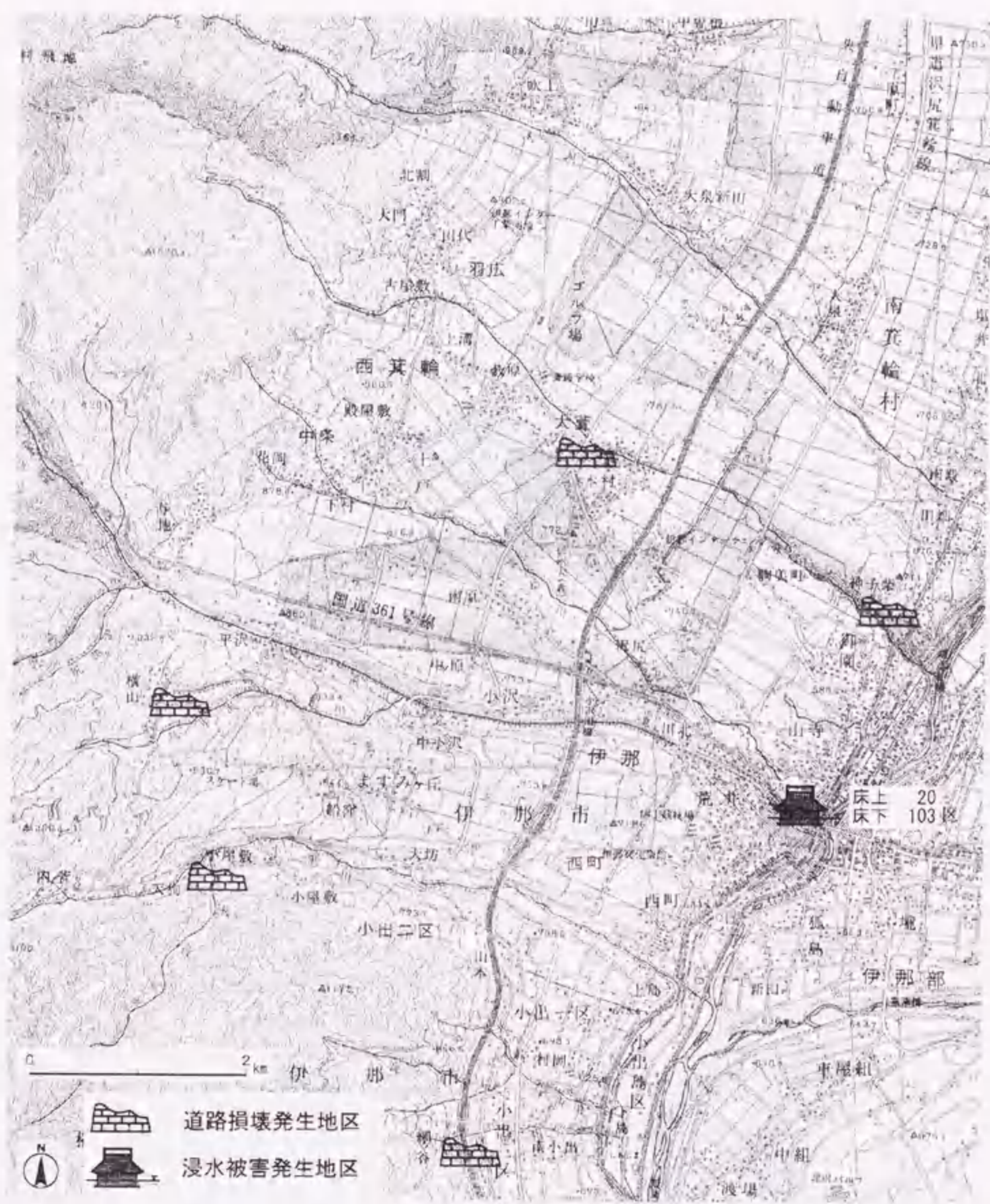


図38 1988/08/27~28の豪雨による被害  
被害高とその位置は新聞報道(伊那日報、伊那毎日新聞)による

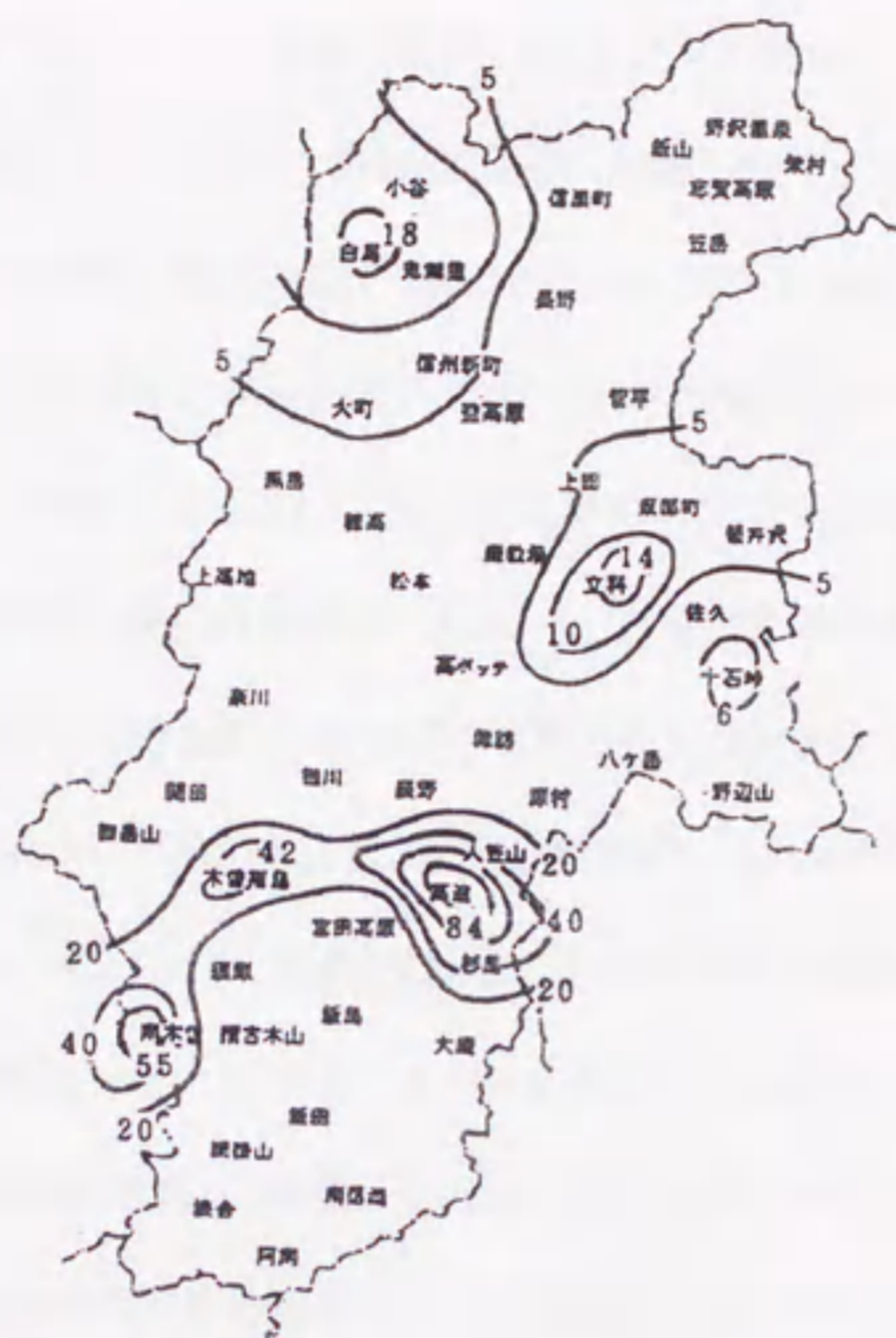


図39 1988/08/27-28のAMeDASによる降水分布  
「昭和63年 長野県の災害と気象」より

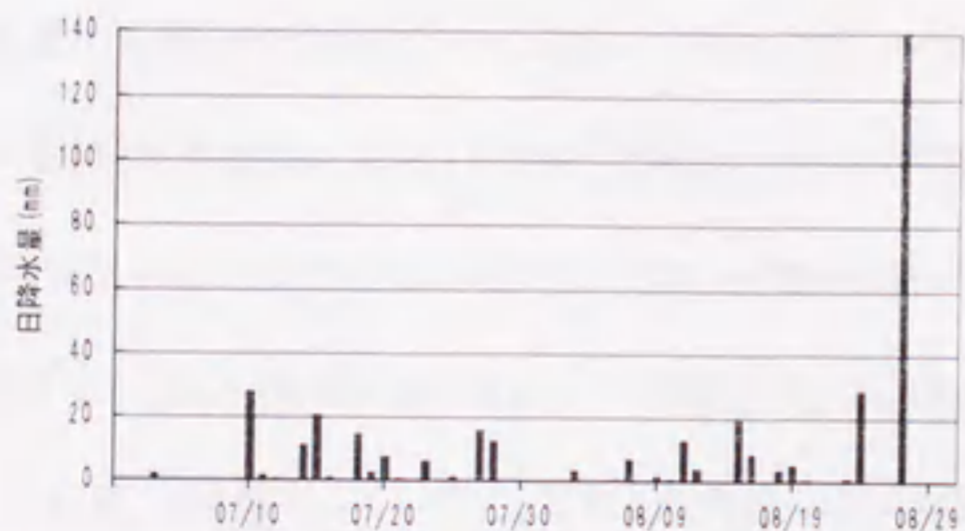


図40 1988年8月の長野県伊那地区の降水量  
建設省伊那雨量観測所の値による



図41 天竜川上流域における  
市町村別降水観測所の状況

### 3.4.3 防災情報の観点から見た問題と対応

防災情報の観点から見た適切な降水観測所密度はどの程度が望ましいのかについては、まだ明確な見解は示されていない。水害時の避難の意思決定の理由として、「降雨の状況を見て」が上位に挙げられるといういくつかの報告(廣井(8)、加藤ら(9)など)から考えると、情報受信者は少しでも身近な地点の降水情報を欲するものと思われるが、たとえば各集落に1箇所ずつ降水観測所を設置するというのは、初期投資的には可能であるかもしれないが、降水観測所は日常的な保守に多くの手間がかかることを考えると経費的に現実的とは思えない。多くの人が降水情報に関心を持つのは、豪雨時が中心であるから、日常的に高密度な観測網が展開されている必要は必ずしもないとも言える。この観点から考えると、誰もが必要な時に身の回りの降水量を簡単に計測できるような手法があれば、既存の観測網からの降水情報を補助する役割を果たせるのではないかと考えられる。次章では、この手法についての検討を行う。

防災情報は、なるべく誤解のないように伝えられる必要がある。現在、テレビなどでもっとも一般的に伝えられている降水情報は、気象庁のAMeDASデータであるが、このデータは観測所名で伝えられるため、観測所名が自治体名と同じである場合、そのデータは自治体の中心部、あるいは自治体内の平均値として捉えられやすいことが、3.3.4のアンケートの結果から示唆された。実際のAMeDAS観測所の位置は、諸般の理由から決まってくるため、必ずしも自治体の中心部付近に配置していない。たとえば、長野県内では48ヶ所のAMeDAS観測所(降水観測所含む)のうち、31ヶ所が自治体名と同じ観測所名となっているが、それらの観測所について、一つの目安として、市町村役場からの距離と標高差を測定してみたところ、図42のようになった。どの程度の距離内であれば「中心部」になるかは難しいが、たとえば長野県内の多くのDID(人口集中地区)が半径2km程度の広がりであることを考えると、2km以上離れていれば「中心部」とはイメージしにくいのではなかろうか。なお、実際にDID内に所在するAMeDAS観測所は、6ヶ所に過ぎなかった。5km以上も離れている場合は、局地的な豪雨時に限らず多くの場合に降水量が「中心部」とは異なっていることも考えられる。AMeDASの観測所位置は、防災情報としての観点だけで決められるものではないので、このような問題が生じることはやむをえない面もある。しかし、このような問題点が十分周知されておらず、また専門家以外ではどこに観測所があるのかと

いう情報を得ることすら容易でないという状況は、改善の必要があるのではなかろうか。

3.3.4のアンケートのからは、警戒すべき降水量の大きさについて、かなり大きめに認識されていることも示された。先のAMeDAS観測所の位置の問題とともに、このような認識を改善することが、防災ポテンシャルの向上に寄与するものと思われる。しかし、このような認識の改善は、「防災教育・啓蒙」といった観点からの一過的なキャンペーンや出版等、従来の手法のみでは十分な効果が期待できないのではないかと思われる。水害に対する警戒心や、迅速な避難の意思決定が、災害の経験の有無によって変化したり、大きな災害を受けた地域でも年月の経過とともに警戒心が薄れたりすることはよく指摘されている(廣井(8)、加藤ら(9)など)。一過性のキャンペーンも、時間経過とともに効果が薄れるという意味では同様であろう。出版物も、マイナーな分野のものはすぐに絶版となってしまったり、手に入れるのに時間がかかったりする現状を見ると、一過性のキャンペーンと大同小異であると思われる。これらを考慮すると、災害に対する警戒心を誰もが常に持ち続けることは困難であり、むしろ、災害発生が予想される時(梅雨期、台風接近時など)など、災害に対する関心が高まる時に、関心を持った人が必要な情報や知識を、容易に引き出せるようなシステムを作っておくことの方が有効ではなかろうか。出版物と同程度、あるいはそれ以上の情報提供力・表現力を持ち、常時多くの情報を蓄積可能で、必要な時に必要な情報だけを容易に参照可能なメディアとして、近年発達しているコンピューターネットワークが挙げられる。コンピューターネットワークの防災面での活用可能性については、次々章で検討する。

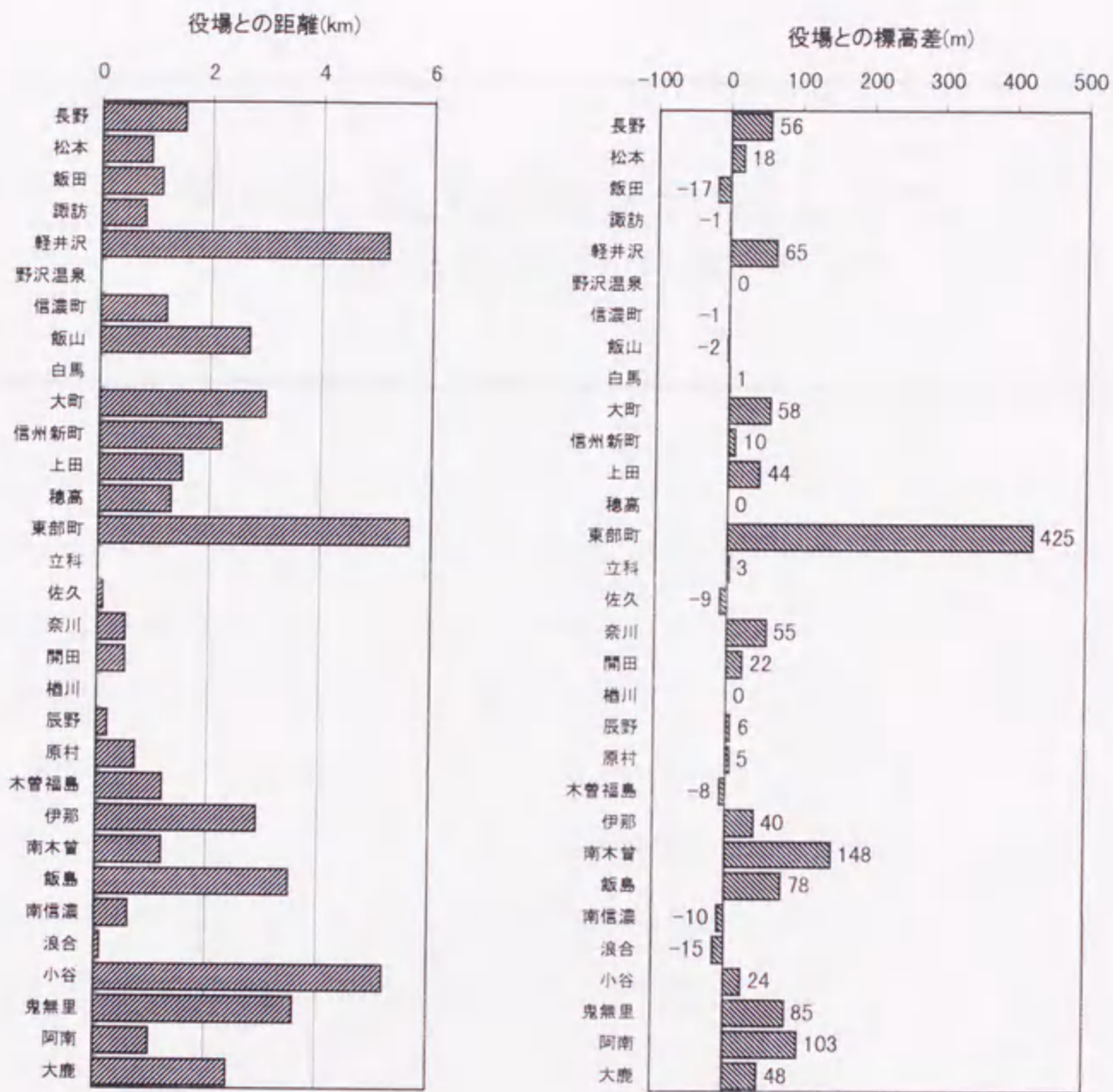


図42 市町村名と同名のアメダス観測所と市町村役場の距離と標高差(長野県内)

## 第4章 防災情報ツールとしての 簡易雨量計の試作





## 4.1 はじめに

### 4.1.1 気温と降水量

テレビなどの気象情報で実況値として取り上げられる気象要素は、多くの場合気温と降水量であり、この2要素が一般にもっとも身近な気象要素であると考えられる。気温については、簡便な温度計が数多く販売されており、誰にでも容易に観測することが可能であるのに対して、降水量を簡単に観測することは困難であるのが現状である。

温度計について、どの程度容易に入手できるかについて試みに調査を行ってみた。事例地は長野県伊那市とし、NTTタウンページを元に、市内の薬局・薬店、ホームセンター、スーパー、農協の計50店を調査対象として抽出し、1996年4月1日～5月20日の間に全店を訪問し、店頭での確認および店員からの聞き取り(薬局・薬店の場合のみ)によって取り扱い状況を調査した。調査対象店舗の位置を図43に示す。取り扱いの有無は、訪問時の店頭での有無によって判断したが、品名を明記した展示用のスペースがあり、品切れであることが明らかな場合は取り扱いがあるものと判断した。調査対象品目は、寒暖計、乾湿計、最高最低温度計、温湿度計、棒状温度計の5種類とした。調査結果を図44に示す。

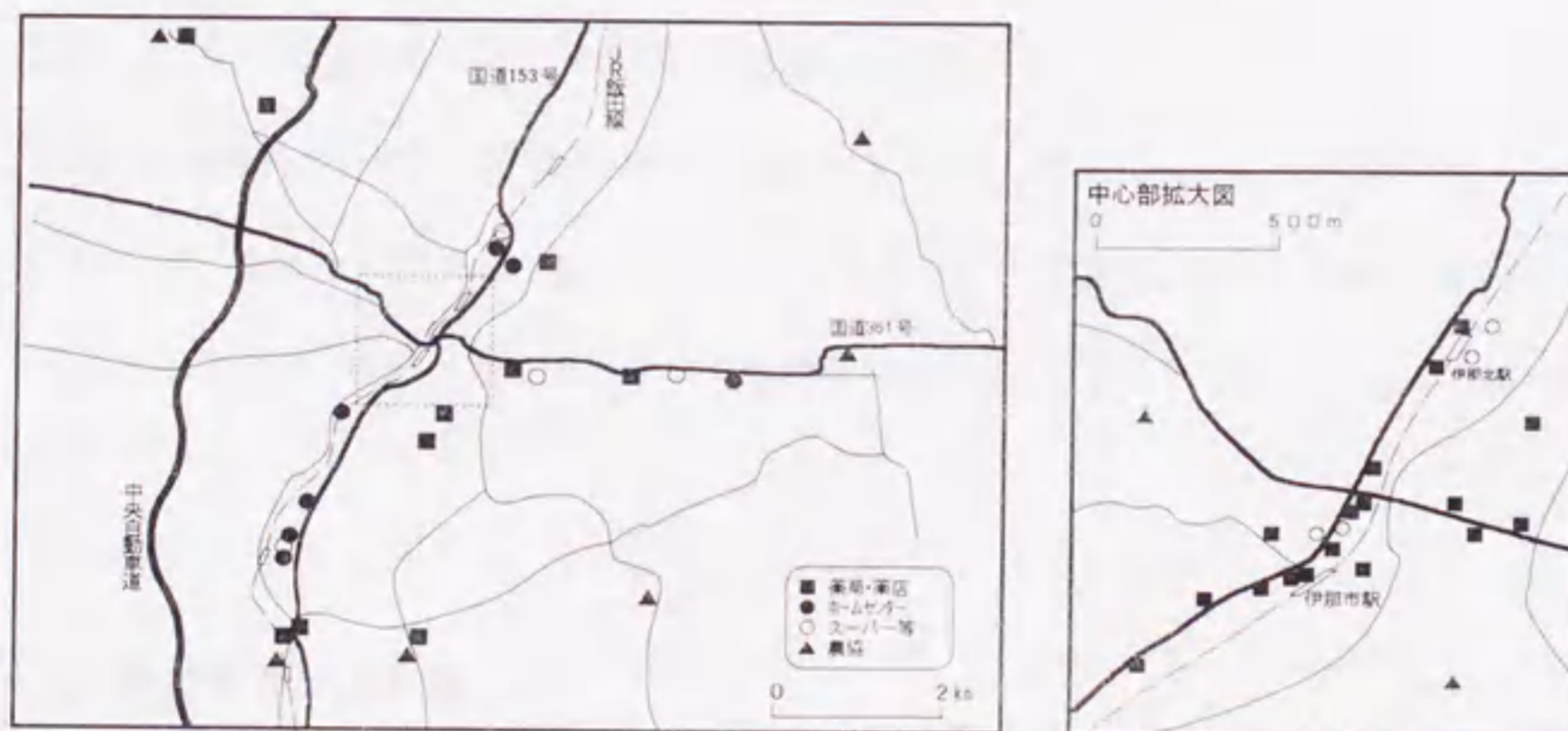


図43 温度計取り扱い状況の調査対象とした店舗

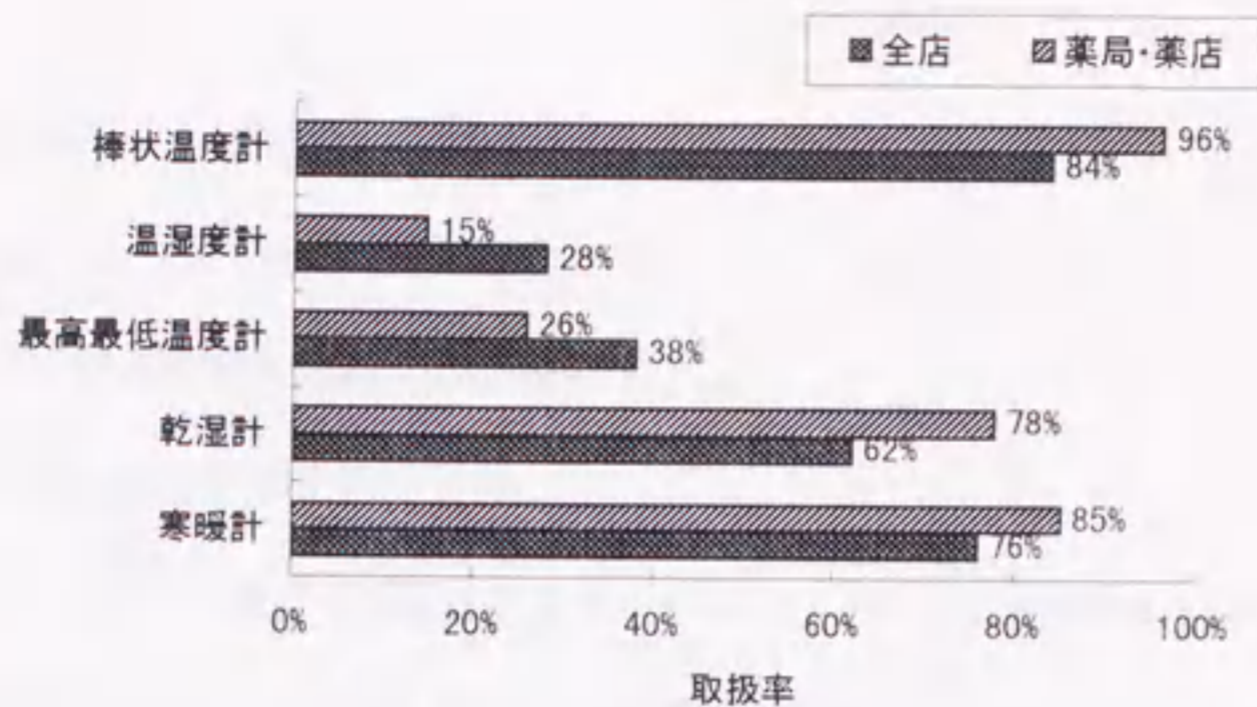


図44 温度計の取扱率

その結果、棒状温度計については薬局・薬店の場合1件を除く全店で、その他の店舗を合わせても8割程度の店舗で取り扱われていた。寒暖計についても全体の8割近い店舗での取扱があり、乾湿計も全体の6割程度の店舗で取扱があった。最高最低温度計はやや取扱率が低く、全体の4割程度であった。気温、湿度、地温、最高・最低温度を測る目的であれば、いずれも市内の複数の店舗で測器を入手することが可能であり、ことに気温のみが目的であれば、ごく気軽に測器を入手することができるようである。なお、この他に同市内には理化学器材専門店が1軒あり、ここでは調査対象品目の全種類が取り扱われていた。

これらの温度計が、すべて気温(屋外での温度の意味で)の観測に使われているかどうかは不明であるが、簡単に入手可能であり、普及しているからこそ、気温については単に「暑い」「寒い」という感覚だけでなく、「\* \*℃」という客観的な指標が広く受け入れられているものと思われる。

#### 4.1.2 簡易雨量計の意義

前章において、災害時など多くの人々が身の回りの降水情報を欲している場合に、誰もが簡単に扱える降水観測機器を開発しておくことが、既存の降水観測網を補完する意味で重要であることを指摘した。以下ではこのような機器を「簡易雨量計」と呼ぶ。普及している温度計を参考に、

簡易雨量計に求められる条件を挙げれば次のようになるであろう。

- ①毎日の記録を残すような機能は必要ない
- ②必要な時に簡単に使用できること
- ③判断を誤らない程度の精度で観測値が得られること
- ④個人で気軽に購入できる価格帯であること

しかし、現在このような条件に合う簡易雨量計を一般に入手することは困難である。本研究では、このような条件に見合う簡易雨量計を試作し、実際のフィールドでの使用に近い条件下で、この簡易雨量計と転倒ます式雨量計の比較観測を行った。ここでは、この簡易雨量計の転倒ます式雨量計に対する観測精度についての検討結果を報告し、簡易雨量計の実用性とその活用方法について論ずることとする。

なお本研究は、試作した簡易雨量計が、各種観測現場において最も一般的に利用されている転倒ます式雨量計に対してどの程度の観測精度を示すかを確認することを主目的とした研究であり、正確な降水量に対する簡易雨量計の観測精度を論ずるものではない。

#### 4.1.3 雨量計の構造に関する一般論

適切な観測値を得るための雨量計の条件については古くから多くの検討がなされている。それらについては川畑(10)がくわしくまとめており、望ましい雨量計の形状に関する主な条件としては以下の点が挙げられている。

まず、雨滴は一様な密度分布で降ってくるわけではないので、雨量計の受水口面積が小さすぎると、これによる誤差が生じることが考えられる。この誤差は、受水口の直径が100mm以上であれば問題にはならないようである。次に、一旦受水口に入った雨滴が跳ね返って外へ出てしまうことによる影響が考えられるが、これは受水口の内壁と雨滴の入射角が常に90°以上となるように雨滴飛び出し防止のための壁を取り付けることで回避される。また、地表面からの雨滴の跳ね返りによる捕捉量の増加も考えられるが、地表面が草地の場合、受水口の高さが300mm以上であれば問題はないようである。雨量計の形状の他、設置条件についてもいくつかの指摘があり、ことに風による捕捉率の変化は大きいとされる。

#### 4.1.4 既往の簡易雨量計に関する検討事例

市販の雨量計とは別に簡易な雨量計を自作することについての研究はほとんど見られないが、各種の普及書の中には身近な素材を用いて雨量計を作成するアイデアが紹介されているものがある。

例えば、浅野・原嶋(3)はサイダーびんとロートを用いた簡易雨量計の作成法を紹介している。この簡易雨量計は、穴を開けたコルク栓にロートを通し、サイダーびんの口に固定するものである。メスシリンダーのない場面での利用を想定し、製作の際ロートの口径に応じて降水量10mmに相当する水をメスシリンダーで測ってビンに入れ、その水面にそってビンの外側へサインペン等で書き込んでおくことによって降水量を観測する方法を紹介している。ロートの口径にもよるが、降水量10mmでも瓶に貯まる水の深さは10～20mm程度であるので、この簡易雨量計でメスシリンダーを用いない方法では1mm単位の観測値を精度よく得ることは難しい。

防災関係の普及書では、茶筒など口径と底面積の同じ形状の容器で降水を受け、物差しでたまった水の深さをはかることによって降水量を知ることができることが紹介されており(宮沢(20)など)、気象庁の「天気相談所」でも一般からの問い合わせに対して、このような観測方法を紹介しているそうであるが(29)、どの程度信頼できる値が得られるかなどについての検討例は見られない。

実際に使われている簡易雨量計の形状については、矢崎(46)によっていくつかの実例が紹介されている。形状、設置両面から問題が懸念される簡易雨量計もあったことが指摘されているが、具体的な値による検討は示されていない。

また、これらの簡易雨量計を使つての観測例や、防災面での活用事例などについての研究・報告は見あたらない。

## 4.2 研究手法

### 4.2.1 簡易雨量計の試作

本研究ではこれらの研究例をふまえ、軽量性、携帯性、製作の容易さなどを考慮した簡易雨量計を試作した。

形態的には浅野・原嶋(3)のサイダーびん雨量計を基本とした。受水部には化学実験用のポリロートを用いた。ロートには何種類もの口径のものがあるが、川畑(10)が挙げた条件から、口径100mm以上のものを検討した。一般的な雨量計の口径は200mmであるが、口径200mmのロートは全体がかなり大きくなってしまい、重量も増して扱いにくいことから、口径150mmのものを使用することとした。貯水部には清涼飲料水の1.5l入りペットボトルを使用した。これにより、約80mm程度の降水量まで計測可能である。浅野・原嶋の簡易雨量計ではロートのビンへの固定にコルク栓を使っていたが、ここでは作業の容易性を考慮し、カーステレオの固定などに使われる粘着テープ付防震材をロート下部に巻き付ける方法をとった。貯留した降水の計測はその都度メスシリンダーで計測することとし、ペットボトルへの目盛書き込みは行わなかった。

先に挙げた望ましい雨量計の形状のうち、受水部の口径については径150mmのロートを用いることで条件を満たしている。また、受水口高さについても、露場は草地であり、ペットボトルにロートを固定した状態での高さが約450mmになるので、問題はないと思われる。しかし、雨滴の飛び出しについてはロートの形状のまま

では問題が残る。そこで、ロートに雨滴飛び出し防止用の板を取り付けることとした。

本研究で使用したロートの形状を図45に示す。B点に入射する雨滴の入射角 $R$ が $90^\circ$ より小さいと、反射により外へ飛び出す恐れがある。雨滴の入射角を常に $90^\circ$ 以上にするためには、 $C-C'$ のような雨滴飛び出し防止板を付ける必要がある。入射角 $90^\circ$ の時の $C-C'$ の長さ $x$ は、正弦定理を用いた次式

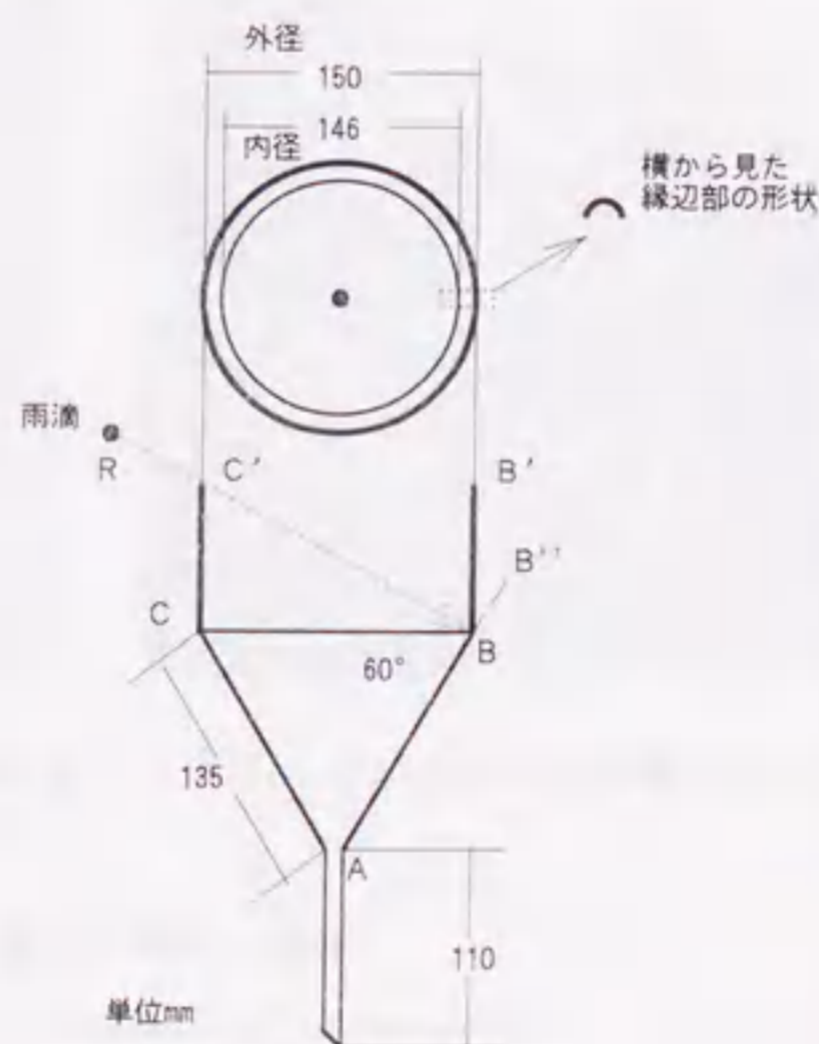


図45 簡易雨量計に使用したロートの形状

$$150[\text{mm}] / \sin 60^\circ = x[\text{mm}] / \sin 30^\circ$$

を解くことで求められ、 $x=86.6\text{mm}$ となる。同様にして入射角 $95^\circ$ について計算すると $x=105.0\text{mm}$ となる。本研究ではやや余裕を見て雨滴飛び出し防止板の高さを $115\text{mm}$ とし、厚さ $1\text{mm}$ の白色プラ板を用いて作成してロートに取り付け、簡易雨量計として完成させた(以下「板付」)。また、比較のため雨滴飛び出し防止板を付けない簡易雨量計(以下「板無」)も合わせて作成した。受水部を図46に、簡易雨量計の全体像を図47に示す。また、簡易雨量計の材料と価格を、表11に示す。

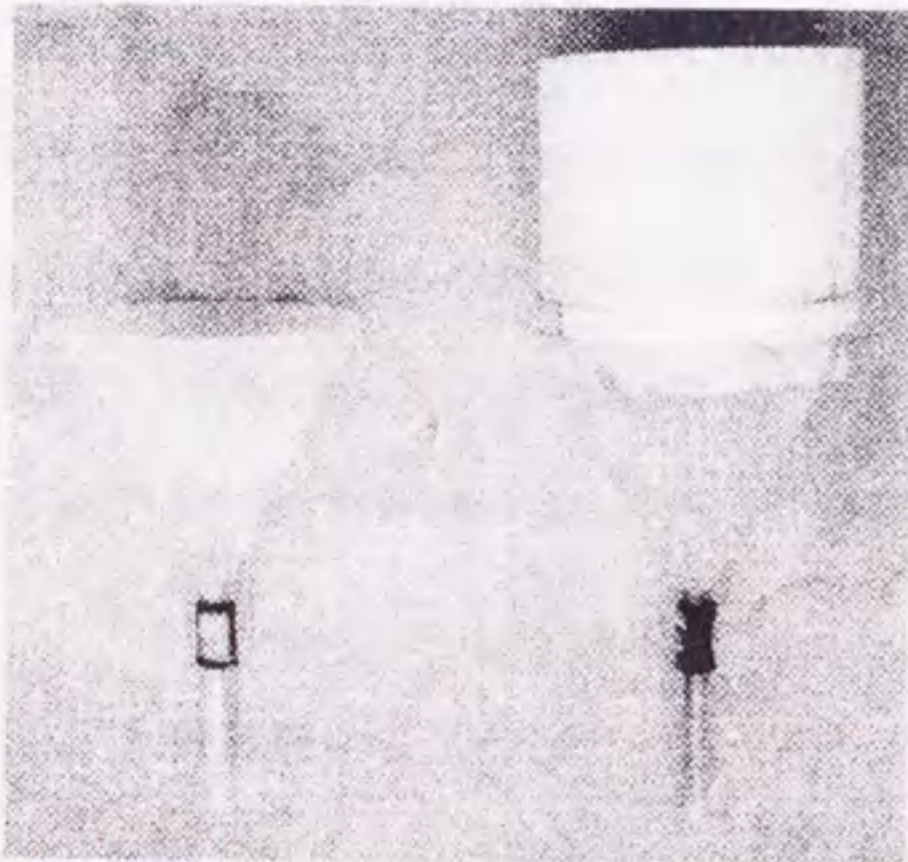


図46 板付(右)・板無(左)簡易雨量計の受水部      図47 完成した板無簡易雨量計

表11 簡易雨量計の材料と価格

材 料 名	価 格
ロート(口径150mm)	¥1000
ペットボトル(1.5l)	¥0
メスシリンダー(100ml)	¥990
粘着テープ付き緩衝材	¥280
合 計	¥2270

より正確な降水量の観測のためには、風による影響の軽減が必要である。しかし、今回の比較観測は簡易雨量計と一般的な転倒ます式雨量計の相対的な比較を行うことを目的としたものであり、また一般的な雨量計の設置では風よけなどはほとんど設置されていないという状況も考慮し、今回は風の影響についてはいっさい考慮しないこととした。

貯留水の計量には市販のメスシリンダー(100ml, 最小目盛1ml)を用いたため、観測値はmlである。受水口の半径が $r$ [mm]のとき、観測値 $V$ [ml]から降水量 $P$ [mm]には次式で換算できる。

$$P = 1000(V / \pi r^2)$$

市販の雨量計は、受水口の縁辺部が先鋭化されているために、縁辺部での雨滴の挙動について特に留意する必要はない。しかし、本研究で用いたロートは縁辺部に厚みがあり、やや丸みを帯びた形状をしている。身の回りの各種ロートを調べたところ、ほとんどの場合このような形状をしているようである。この縁辺部の厚みの外側(外径)をとるか、内側(内径)をとるかでロートの口径は変わってくる。このロートの場合、縁辺部の厚みは2mmであり、外径が $R=150$ mm(半径 $r=75$ mm)、内径が $R=146$ mm( $r=73$ mm)であった。板付簡易雨量計の場合、雨滴飛び出し防止板を縁辺部の外側に付けたので、口径150mmで問題ないと思われるが、板無簡易雨量計の場合はどちらが適切か判断が付きかねるので、観測後に両方の値を用いて比較を行うこととした。

#### 4.2.2 比較観測手法

これら2種類の簡易雨量計を試作後、一般的な転倒ます式雨量計(以下「転倒ます」)に対する観測誤差の程度を調べるために、1993年7月中旬～10月中旬の約3カ月間、信州大学農学部気象観測露場で比較観測を行った。露場内は草地となっており、ここに雨量計を線状に設置した。設置状況を図48に示す。転倒ます式雨量計は杭上にとりつけた板の上へ水平に置いた。簡易雨量計は実際に利用される場面を考慮し、転倒防止用の支柱(園芸用支柱)を立てた上で、地表面上にそのまま置いた。転倒ます式雨量計はデータロガーに接続し、10分毎の記録を取った。簡易雨量計の観測は毎日1回原則として午前9時に行い、2日以上欠測があった場

合その観測値は利用しないこととした。

観測期間の約3カ月中、欠測値等を除いて46回の降水事例を捉えることができた。観測期間中は比較的降水が多く、図49に示すように、10mm以上の降水も22事例捉えることができた。これらの事例を元に検討を進める。

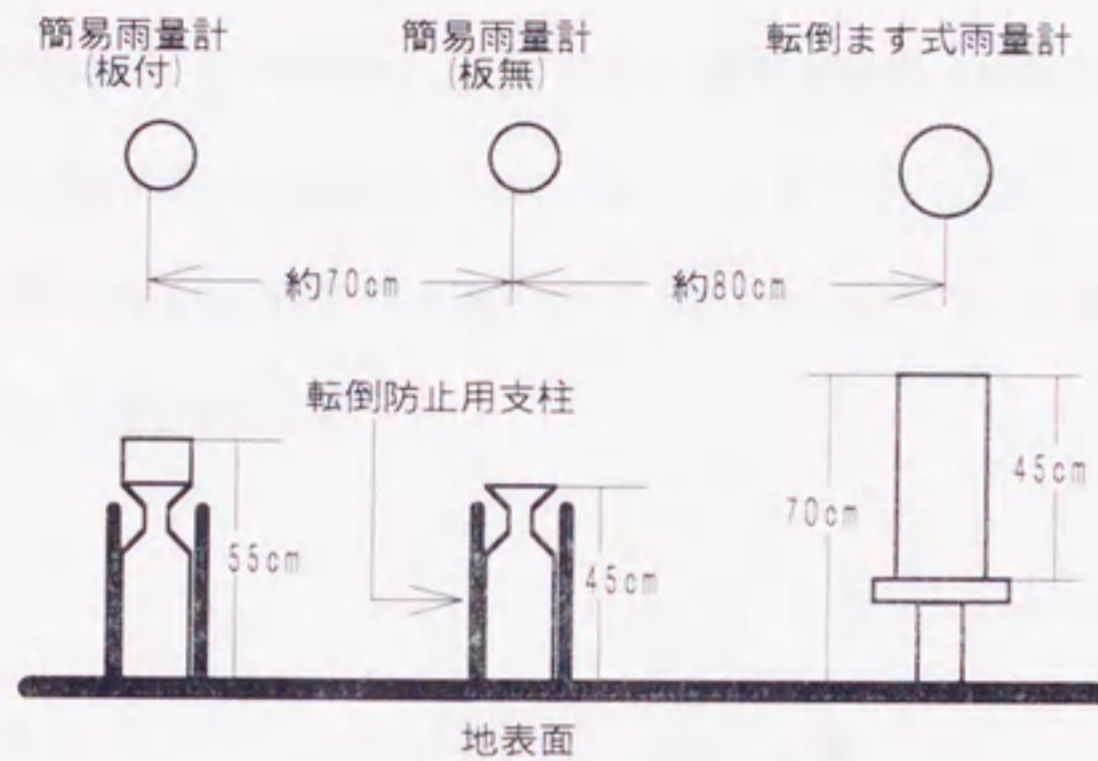


図48 比較観測の際の測器設置状況

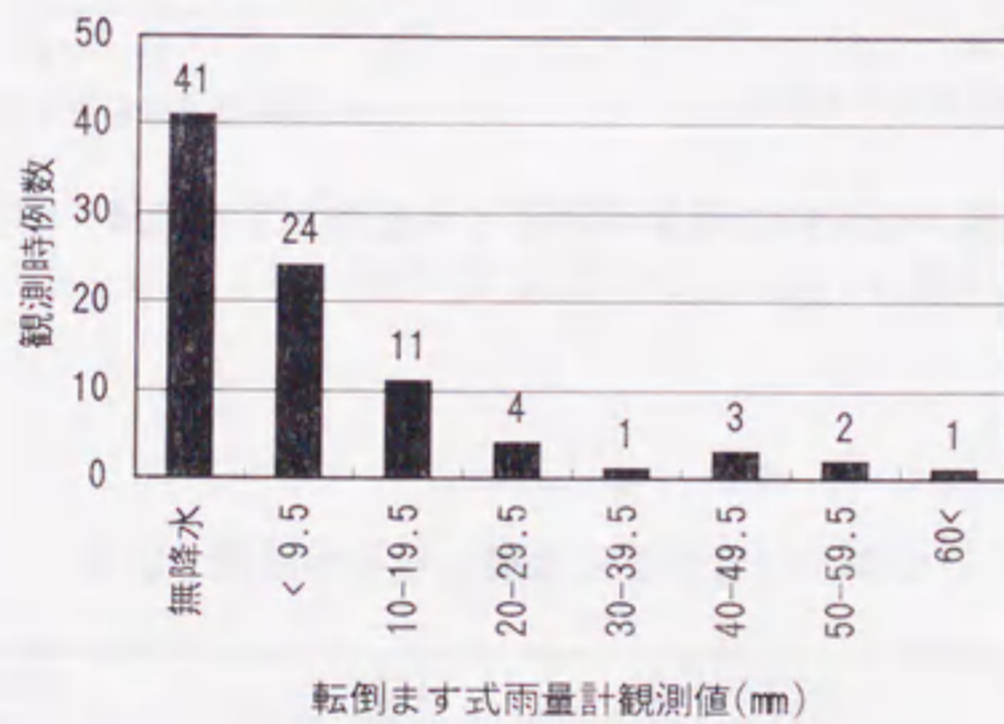


図49 比較観測期間中の日降水量頻度分布  
1993/07/08~10/08 転倒ます式雨量計観測値



### 4.3 比較観測結果

#### 4.3.1 簡易雨量計と転倒ます式雨量計の観測値相関

まず、簡易雨量計と転倒ます式雨量計の観測値の全体的な傾向を比較すると、図50に示すように、板付、板無とも観測値はほぼ一直線上に並び、転倒ますの観測値とは1:1の関係となっているように見える。それぞれの場合について、簡易雨量計観測値を目的変数、転倒ます式雨量計観測値を説明変数として、回帰係数と相関係数を求めると、表12に示すようにいずれもきわめて高い相関が認められる。回帰係数について見ると、簡易雨量計は転倒ます式雨量計に対してやや大きめの観測値を示すことが認められる。板付と板無では、板無の方が転倒ますの観測値に近い観測値を示しており、板無の口径別では、ロートの外径( $r=75\text{mm}$ )を用いて計算した観測値の方が転倒ますの観測値に近い。

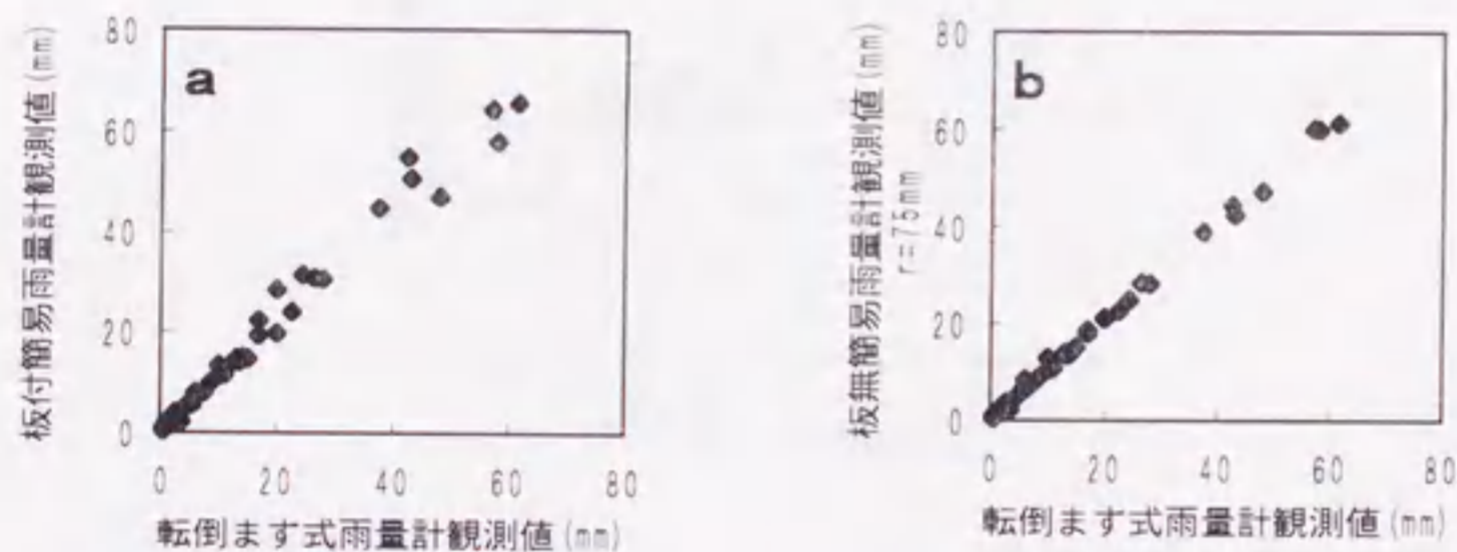


図50 転倒ます式雨量計と簡易雨量計の観測値相関図  
a : 板付 b : 板無(受水口半径 $r=75\text{mm}$ で計算)

表12 簡易雨量計と転倒ます雨量計の相関

簡易雨量計の種類	回帰係数	残差標準偏差	相関係数
板付	1.093	2.408	0.992
板無( $r=73\text{mm}$ )	1.068	0.928	0.999
板無( $r=75\text{mm}$ )	1.012	0.879	0.999

各係数とも危険率5%で有意

#### 4.3.2 簡易雨量計と転倒ます式雨量計の観測値差

更に細かく検討するために、各事例毎に簡易雨量計と転倒ます式雨量計の観測値差を調べた。結果を図51に示す。まず、板付については転倒ますとの観測値差がかなり大きく、5mm以上の大きな値を示す事例もいくつか見られた。また、観測値が大きくなるに従って差も大きくなる傾向は必ずしも見られず、観測値差のばらつきが目立った。板無の場合、ロートの内径( $r=73\text{mm}$ )によって計算した観測値では、全般に転倒ます式雨量計より大きな観測値を示し、観測値の増加とともに差も増加する傾向がある。一方、ロートの外径( $r=75\text{mm}$ )を用いて計算した観測値では、やはり全般に転倒ますより大きな観測値を示しているが、観測値が増加しても差はそれほど増加せず、概ね $\pm 5\text{mm}$ 以内である。

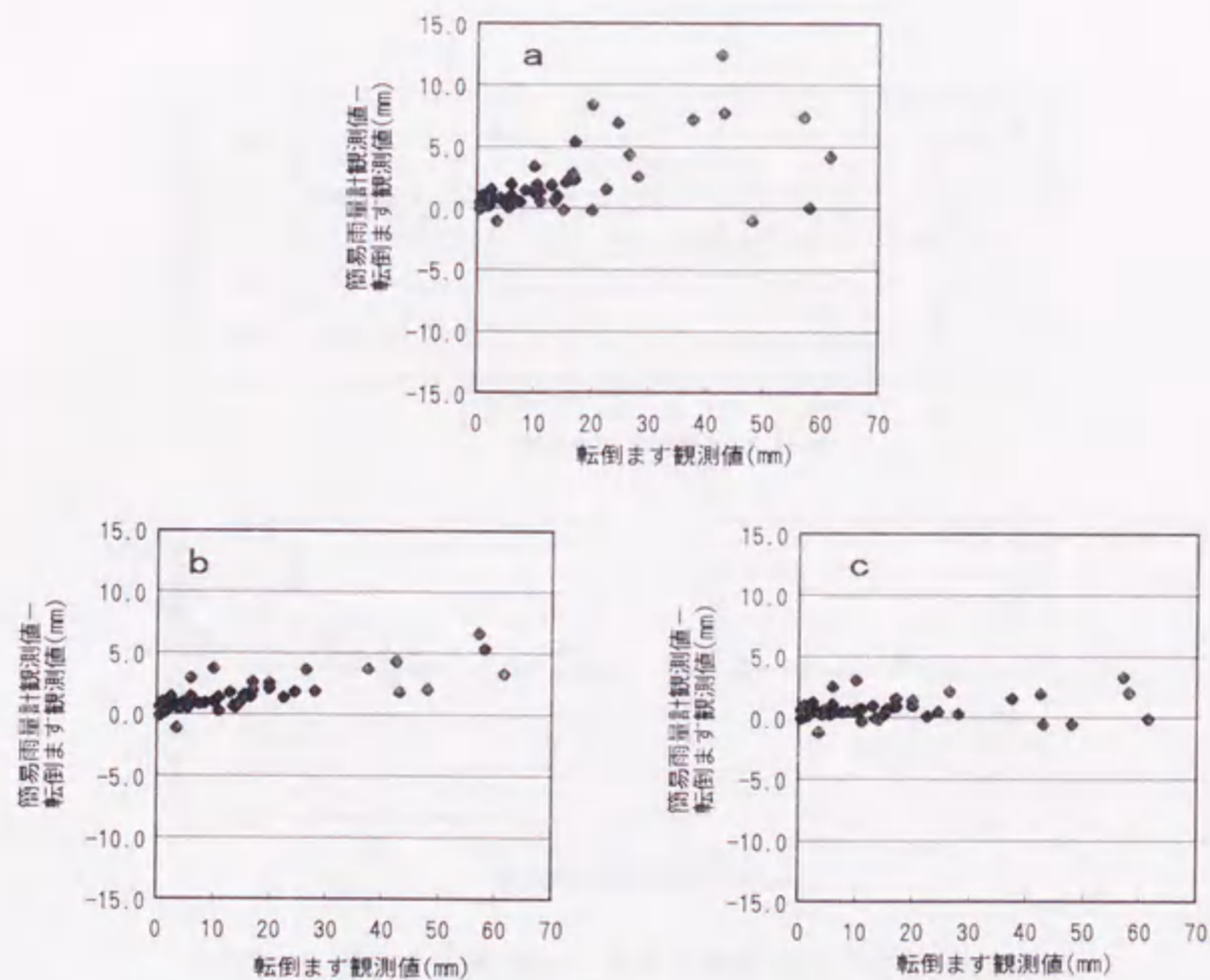


図51 転倒ます式雨量計と簡易雨量計の観測値差  
 a : 板付 b : 板無(受水口半径 $r=73\text{mm}$ で計算) c : 板無( $r=75\text{mm}$ で計算)

### 4.3.3 簡易雨量計の観測精度

各事例毎に、次式により雨量計の転倒ます式雨量計に対する観測精度A(%)を計算した。

$$A(\%) = (P_1 - P_0) / P_0 \times 100$$

$P_0$ : 転倒ます式雨量計観測値(mm)

$P_1$ : 簡易雨量計観測値(mm)

板付では、図52に見るように、観測精度にかなりばらつきがあり、精度自体もよくないという結果になった。板無では、降水量5mm以下ではかなりばらつきが見られるが、それより大きな降水量の場合には $r=73\text{mm}$ ,  $r=75\text{mm}$ いずれを用いても観測精度は安定している。ことに、 $r=75\text{mm}$ を用いて計算した観測値では、降水量10mm以上の場合概ね $\pm 10\%$ 以内であった。

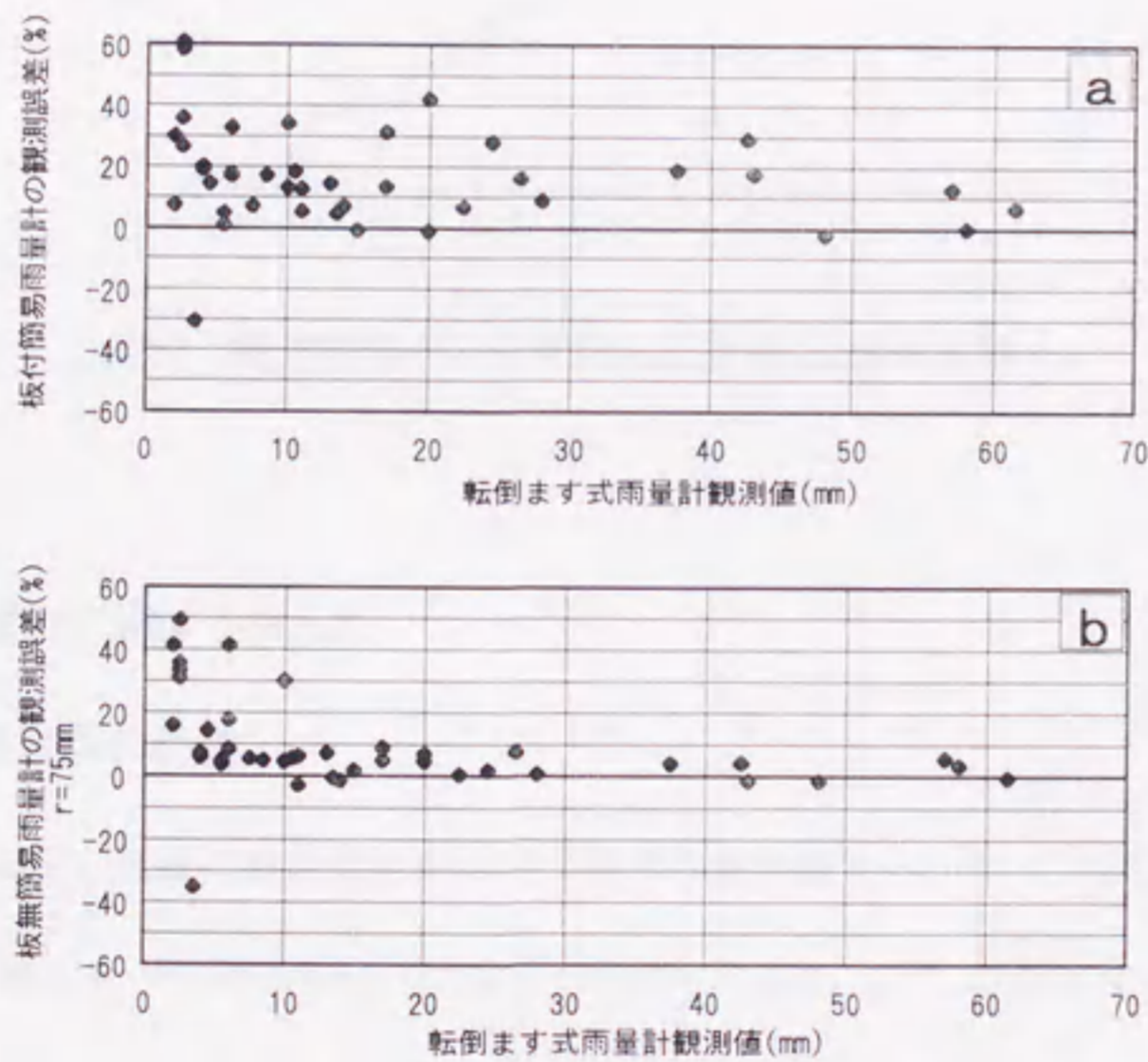


図52 転倒ます式雨量計に対する簡易雨量計の観測精度  
 a : 板付 b : 板無(受水口半径 $r=75\text{mm}$ で計算) 1.5mm以下の観測値は省略

各事例の観測値を用いて観測期間中の積算降水量の推移を見ると図53のようになる。なお、観測値は欠測値等を除いているので、この図は観測期間中の普通の意味での積算降水量とは一致しない。大きな降水量が観測されるとともに、積算降水量の差が開いていく状況が確認できる。最終的な積算降水量は、転倒ます711.0mm、板付809.1mm、板無( $r=75$ )744.7mmとなり、板付の場合転倒ますに対して+13.8%、板無の場合+4.7%の誤差を生じた。

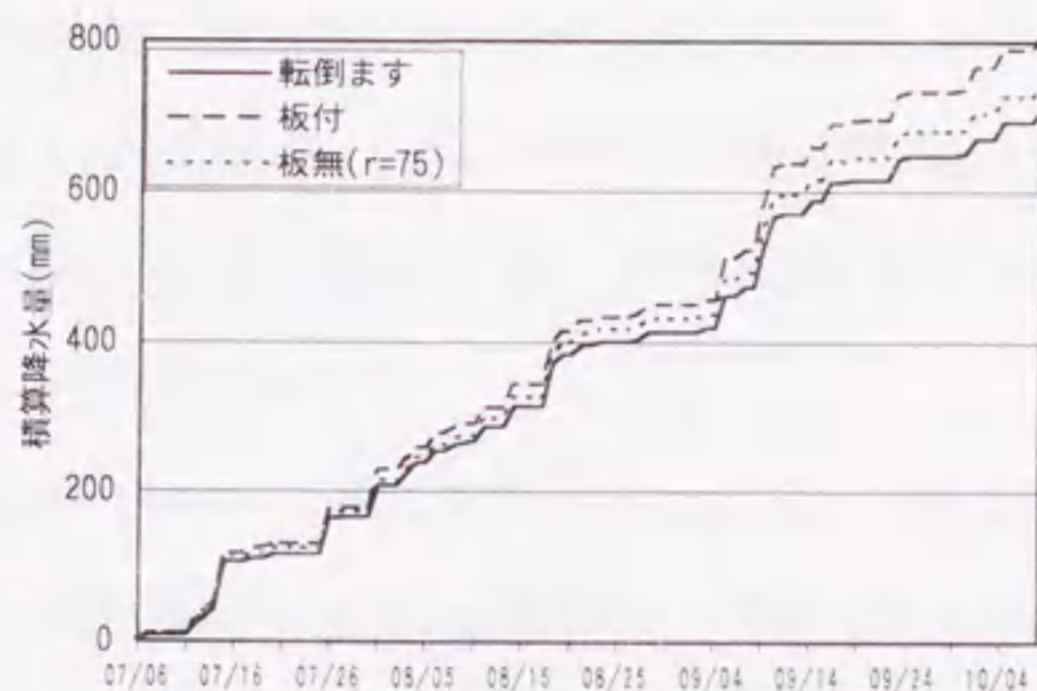


図53 観測期間中の積算降水量推移(欠測値を除く)

#### 4.4 簡易雨量計に関するまとめ

##### 4.4.1 簡易雨量計の評価

比較観測の結果、全般に簡易雨量計の方が多めの観測値を示した。この原因は、転倒ます式雨量計との構造上の相違によるものがいくつか考えられる。まず、転倒ます式雨量計は、転倒ますに残った降水が計測されずに蒸発することなどにより、指示式雨量計に対して一雨一雨間に最大0.5mm強の誤差を生じることが指摘されている(46)。筆者の作成した簡易雨量計も指示式雨量計の一種であり、この影響が考えられる。次に、転倒ます式雨量計の受水部が金属製であるのに対し、簡易雨量計の受水部(ロート)はポリ製であることから、受水部からの蒸発に相違があったことも考えられる。また、転倒ます式雨量計と簡易雨量計の受水部の高さにやや相

違があったため、地表面からの跳ね返りの影響に違いがあったことも考えられる。

受水部に雨滴飛び出し防止板を取り付けた簡易雨量計と、付けない簡易雨量計の比較では、板付の方が観測値差の絶対量、ばらつきともに大きかった。これは、雨滴飛び出し防止板の重量が大きくなってしまったため、受水口の傾斜が変化し、受水口径が不安定となるなどした結果、降水の捕捉率が不安定となったためと考えられる。

雨滴飛び出し防止板を取り付けない簡易雨量計で、受水口の外側、内側の2種類の半径を用いて観測値を比較したところ、外側の半径を用いた場合の方がより安定した値が得られた。これは降水量(P)を算定する際に、観測値(V)を半径(r)の2乗で割るため、半径が大きい方が降水量の値のばらつきが小さくなるためと考えられる。すなわち、僅か半径2mmの違いといえども、降水量の算定に効いてくることを今回の観測結果は示している。また、使用するロートの縁辺部の形状によっても結果は異なると思われる。

全般に、降水量が少ない場合には観測精度が低く、かつばらつきが大きくなる傾向が見られた。しかし、前述のような転倒ます式雨量計の特徴から、このような場合には転倒ます式雨量計自体も観測精度が低くなっていると考えられるので、一概に簡易雨量計の精度が少降水量時に著しく低くなるとは言えない。この点については、指示式雨量計を併用するなどして、更なる検討が必要である。

今回の検討結果では、受水部に雨滴飛び出し防止板は取り付けず、受水口面積の算出には受水口の外側の半径を用いた簡易雨量計が、最も転倒ます式雨量計に近い観測値を得た。雨滴飛び出し防止板の取り付けは、この形状の簡易雨量計ではむしろ逆効果と思われる。

今回は風による観測精度への影響を考慮しなかったが、弱風時と強風時では転倒ます式雨量計に対する簡易雨量計の観測精度が異なることが考えられる。今後、事例数を増やし、風速別の観測精度を検討する必要がある。なお、正確な降水量の観測という観点からは、今回のような設置形態(風よけ等の施設なし)の転倒ます式雨量計自体も観測精度に懸念が持たれる。今回の結果は、あくまでも一般的な設置方法の転倒ます式雨量計の観測値に対する観測精度であることを念頭に置く必要がある。

降水量10mm以上で観測精度が $\pm 10\%$ が得られたことから、ある程度まとまった降水を把握するには十分実用的なレベルに達しているといえよう。しかし、降水量10mm以下の時には観測値のばらつきが大きく、この場合の精度向上には更に検討が必要である。少ない降水量の観測回数が多ければ多いほど、誤差が大きくなることになるので、月降水量、年降水量などの長期にわたるデータを得るための測器としては適さず、豪雨時の降水量分布などを検討するのに適した測器であるといえる。

#### 4.4.2 簡易雨量計の活用方法

今回試作した簡易雨量計は、さほどの予算を必要とせず、誰にでも簡単に作成が可能なものにもかかわらず、まとまった降水量を観測するには十分な精度を持っている事が確認された。当初の目的である、水害発生が予測されるような時に、必要に応じて個人が身の回りの降水量を観測する手段としては十分なレベルに達しているものと思われる。従来もいくつかの文献で各種の簡易雨量計が紹介されてきたことは、4.1.4で述べたが、いずれもその精度についての検討は行われていない。精度に関する裏付けを持ち、どのような用途に適してどのような用途に適さないかの目安を持つ点で、今回試作した簡易雨量計は従来のもより優れたものになっている。

この簡易雨量計の活用場面として、もっとも期待されるのは、前章までにその重要性を指摘した、集落・家族等の小さな単位での豪雨時の観測手段としての利用であろう。このような利用のされかたを可能にするためには、簡易雨量計の材料がセットで入手可能な形で流通されるようになる方策を検討するか、簡易雨量計の制作方法を普及させる必要がある。現実的なのは後者の手法であり、防災関係の講演会、環境教育的行事等で話題として取り上げたり、出版物に掲載するなどの方法が考えられる。従来、自然科学分野の中でも、気象や防災といった分野では、環境教育的行事が少ないようであるが、このような誰にでも製作可能な道具を利用することで、一般向けの行事も行いやすくなるのではないかと考えられる。簡易雨量計的なものを一般に配布する試みとしては、新潟県において、小学5年生を対象に実施した報告(32)があるが、この簡易雨量計は、その精度についての報告が見られない。本研究で試作した簡易雨量計は、一般的な雨量計に対する精度がある程度確認されている分、信頼性も増すのではないかとと思われる。

しかし、このような行事や出版物は一過性のものになってしまう欠点を持つため、必要な時に情報を取り出せるという意味で、コンピューターネットワークを利用した普及も重要と考えられる。これについては次章で言及する。

また、簡易雨量計は、観測者自身が情報を得るための道具であるとともに、他への情報発信のための道具となりうることも指摘できる。「雨が強くなってきた」という情報より、「過去1時間に\*\*mmの雨が降った」という情報の方が、はるかに客観性を持つことは言うまでもない。コンピューターネットワークという双方向情報受発信手法が発達しつつある現在、客観性のある情報を発信するための道具の存在は大きな意義を持つものと思われる。

#### 4.4.3 簡易雨量計の問題点

今回試作した簡易雨量計では、その精度についてさらに検討を重ねる必要があるとともに、いくつかの問題点も指摘できる。

まず、貯留した雨水をメスシリンダーで計測し、換算式で計算する点にやや使いにくさが残る。これについては、貯水部のペットボトルの外面に目盛りを書き込むことでやや使い勝手が向上するが、目盛りを書き込む際の誤差の問題や、手書きでは最小目盛を降水量5mm単位程度にするのが精一杯であるため、読み取り時の誤差も大きくなることが懸念される。あらかじめ目盛りを書き込んだ専用貯水器を制作することも考えられるが、経費的な検討が必要である。

また、簡易雨量計を自作する場合にはその材料入手の容易性も重要である。簡易雨量計の材料のうち、ペットボトルとロート固定用緩衝材については全国的にどこでも容易に入手可能と思われるが、ロートとメスシリンダーについては入手先が限られる。4.1.1で行った伊那市内の薬局等を対象とした調査の際、同時にロートとメスシリンダーの取扱状況に関しても調べてみたところ、これらを常時店頭に置いているのは、薬局の1店と、理化学器材店1店の計2店のみであった。特に入手困難な品目とは言えないが、温度計などよりは入手が容易ではない。簡易雨量計の制作方法について紹介する際には、その材料の入手方法についても触れておく必要がある。

第5章 防災ポテンシャル向上面で  
コンピューターネットワークが持つ可能性



## 5.1 はじめに

近年急速に発達しつつある情報メディアとして、コンピューターネットワークがある。コンピューターネットワークが、放送、出版等の従来の情報メディアに比べて優れている点はいくつかあるが、防災情報という観点からは次の点が注目される。

- ①情報が放送メディアのように一過的でなく蓄積可能であり、かつ蓄積された情報の維持がきわめて容易であること。また、必要な情報を検索するのが容易であること。
- ②情報の発信者、受信者が明確に区別されず、誰もが情報の受発信を行えること
- ③適切な情報交換の「場」を設定すれば、広範囲から、多人数による情報が寄せられ得ること

すでに、コンピューターネットワークを情報収集手段として研究に活用する試みはいくつかなされている。災害科学分野では、パソコン通信で提供される通信社等のニュースを利用し、災害時の情報伝達の特徴を解析した研究(28)や、阪神・淡路大震災時にInternetを用いて行われた情報交換の報告(45)などがあるが、コンピューターネットワークの情報の双方向性に着目した研究はまだ少ない。本章では、上記①～③に関する実例として、大手商用ネットワークNifty-Serve上での事例を検討した上で、コンピューターネットワークを利用した防災情報受発信による防災ポテンシャル向上に関する提案を行う。

## 5.2 台風9313号接近時における事例

### 5.2.1 コンピューターネットワークの概要

コンピューターネットワークとは、パソコン・ワープロを電話回線等を通じて他のコンピューターと接続し、情報のやりとりを行う情報媒体である。コンピューターネットワークにはいろいろな種類のものがある。大学・企業等の内部にあるコンピューターを接続したのもその一つであるし、10年ほど前から発達し始めたパソコン通信もそうである。最近注目されているInternetは、これら既存のコンピューターネットワークを、世界的に接続した、いわばネットワークのネットワークであると言える。本章では、まずこの中からパソコン通信について注目する。

パソコン通信には、個人などが運営する小規模ないわゆる「草の根ネット」と、専門の企業によって運営される全国規模の「大手商用ネット」とがある。本章で取り上げるNifty-Serveは、現在国内最大手の商用ネットである。パソコン通信の利用者は、現在急速に増加中であるので一概には言えないが、大手商用ネットのみでも100万人規模となっているようである(25)。

パソコン通信は、パソコン・ワープロと自宅の電話回線をモデムと呼ばれる機器を介してつなぎ、参加しようとするネットのホストコンピューターが接続されている電話回線(アクセスポイントと呼ばれる)へ通信用ソフトウェアによって機械的に電話をかけることによって接続・利用ができる。従って、パソコン通信を行う際には、ホストコンピューターと接続していた時間に応じた電話料金がかかることになる。自宅からアクセスポイントまでの距離が遠いとその分電話料金も高くなるが、大手商用ネットでは全国各地にアクセスポイントを設置しており、料金面での地域による格差は少ない。また、商用ネットでは電話料金とは別に接続時間に応じて接続料が必要になる(Nifty-Serveの場合通常は10円/分)。

現在、大手商用ネットで利用できる主な情報サービスとしては以下が挙げられる。

- ①電子掲示板
- ②電子会議室
- ③新聞社等の提供によるニュース
- ④各種データベース
- ⑤電子メール

このうち③、④は情報提供者と、それを参照する利用者とは明確に区別されるが、①、②については利用者すべてが同時に情報提供者となり得る。⑤は手紙やFAXと同様な特定の利用者間の連絡に用いられるものである。

電子掲示板と電子会議室は性格がよく似ているが、電子掲示板が特に明確な目的を設けずフリートーク的な場として利用されているのに対し、電子会議室(NIFTY-Serveではフォーラムと呼ばれる)は何らかの特定の話題についての情報交換を行っている。また、電子会議室には運営責任者(NIFTY-ServeではSYSOPと呼ばれる)が存在し、話題の整理、情報の保存などを行っているが、電子掲示板にはそういった者がいないのも相違点である。

## 5.2.2 台風情報等の臨時電子掲示板

NIFTY-Serveでは従来から大雪・台風などの災害時に、情報交換のための臨時の掲示板を開設している。ニフティ株式会社に照会したところ、掲示板開設の明確な基準は無いものの、ニュース、気象情報を元にして、大都市圏もしくは全国的に重大な影響が予想される場合に、ニフティ株式会社企画部の判断で開設しているとのことである。このような掲示板は、これまでに1992年2月6日～10日の「大雪情報掲示板」、1993年8月26日～9月2日の「台風11号情報掲示板」、同年9月2日～9日の「台風13号情報掲示板」、同年9月9日～16日の「台風情報掲示板」、1994年9月28日～10月7日の「台風情報掲示板」の5回の開設がある。また、1995年1月17日の兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)発生直後にも、当初従来と同様な臨時掲示板が開設されたが、寄せられた情報量が従来とは比較にならないほど多量であったため、次第に機能的な拡充が行われ、開設期間もその後半年以上に渡り、後に一部の機能については運営担当者も置かれるなど、従来の5事例とは同列に扱えないものと言える。なお、1993年の3事例は、その都度掲示内容は更新されたものの、閉鎖されることなく開設され続けたものであるため、阪神・淡路大震災時の事例を除けば、実質的にはこれまでの開設事例は3回と考えてよい。本章では、このうち筆者がリアルタイムにアクセスできた1993年の台風13号接近時の臨時電子掲示板を事例として、その特徴について検討する。

## 5.2.3 台風9313号の概要

台風9313号は1993年9月2日ごろから日本列島に接近し、3日午後九州に上陸、4日午後日本海で温帯低気圧に変わった。発生から消滅までの経路を図54に示す。上陸時の中心気圧は930hPaと1951年以降では3番目に低い値を示した強い台風であり、鹿児島県を中心に死者・行方不明者46人などの多大な被害をもたらした。この台風による降水量は鹿児島、宮崎、大分県付近で100mmを越し、気象官署中の最大は大分で422mmであった。降水は西日本では3日正午前頃から強くなり、4日明け方までには降り止んでいる。主な地点の降水量の推移を図55に示す。

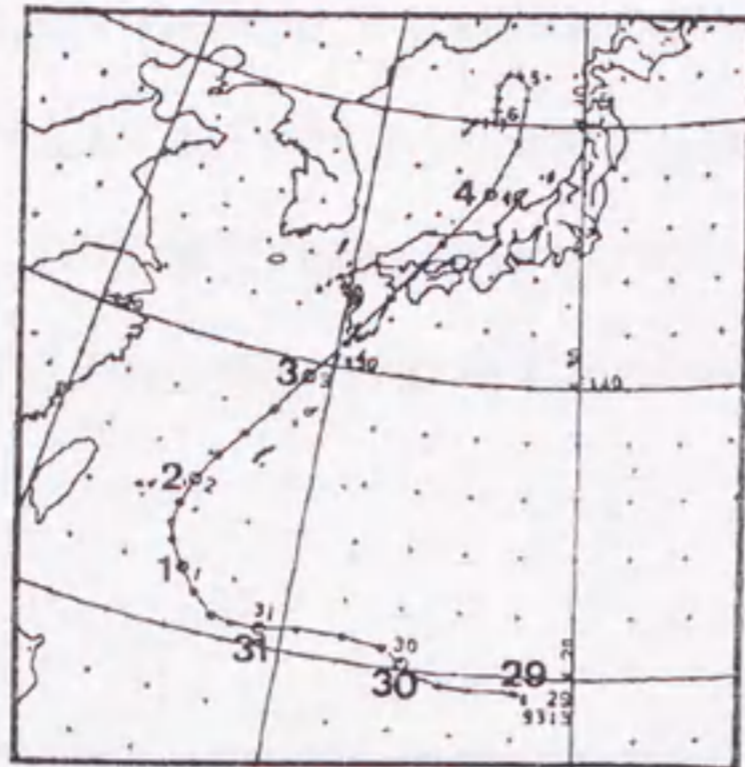


図54 台風9313号の経路(「気象」93年10月号より)

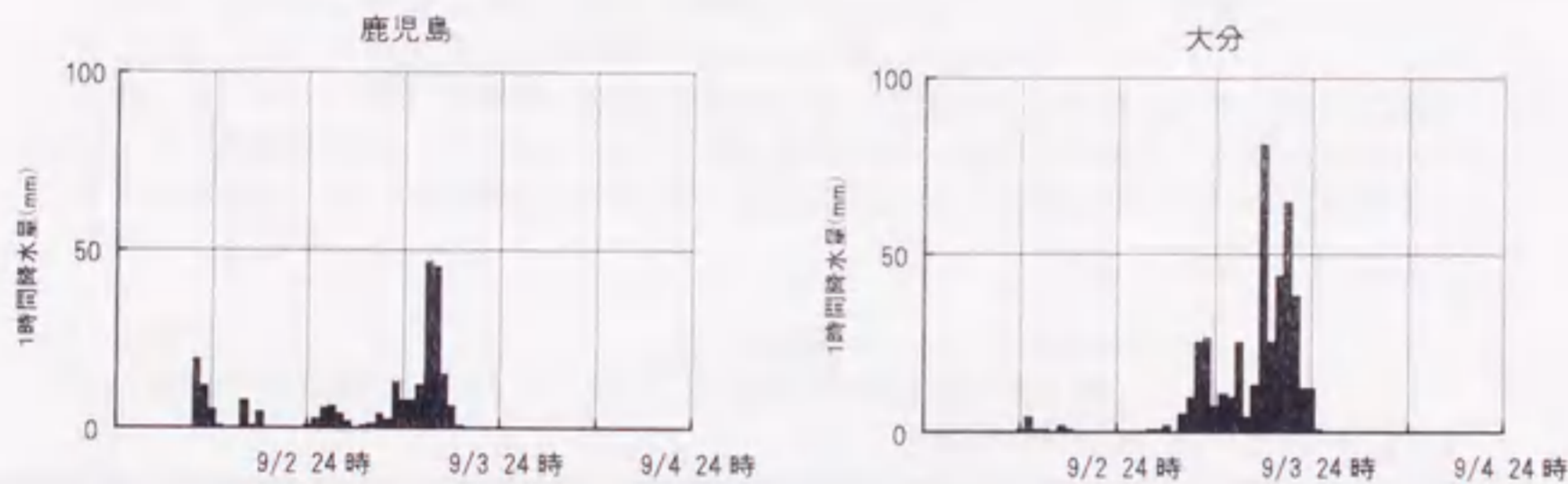


図55 主な地点の時間別降水量  
93/09/0201時～93/09/0424時

#### 5.2.4 台風9313号電子掲示板

1993年9月2日、台風9313号の接近に伴いNIFTY-Serve上に台風13号電子掲示板が開設された。利用者がNIFTY-Serveにアクセスし、メニューから台風13号電子掲示板を選択すると図56の画面が現れる。ここでメニュー番号3, または4を選択すると図57のようなタイトルリストが現れる。これが各地の利用者から寄せられた発言(情報)である。利用者はこのタイトルリストを見て、興味を覚えた発言を選択する。寄せられている全発言を参照することも可能であるが、膨大な量になることから、取捨選択して参照するのが普通の利用方法である。参照する発言番号を入力すると発言を参照することができる。

筆者は1993年9月2日から毎日午前9時頃、午後9時頃の2回ずつこの電子掲示板にアクセスし、発言数、参照数の推移を記録した。同掲示板への発言は4日まで続き、前述のように以後9日まで開設されていたが5日以後は新規の発言は登録されなかった。筆者は、5日、6日にもアクセスしたが、参照数等に大きな変化は無かったため、以下の解析では5日9時アクセス時の参照数等のデータを利用した。

>GO TYPHOON 【←台風情報に入るコマンド】

台風情報 TYPHOON

台風13号掲示板は、台風接近にともなう、テレビやニュースだけでは把握しにくい交通情報や、お住まい近辺の状況を会員の皆様より登録していただき、情報を共有することを目的としたサービスです。皆様のご協力をお願いします。

なお、ニフティ（株）は登録された内容等に関して保証はしませんのでご利用に際しては十分ご注意ください。また各ニュース速報の掲示板への転載はかたくお断りいたします。台風関連ニュース速報は基本料金の他に30円/分(ROAD3:90円/分)の追加料金が必要です。

1.ご案内 2.台風関連ニュース速報(¥)  
 3.台風13号掲示板(西日本) 4.台風13号掲示板(東日本)  
 >3 【←「台風13号掲示板(西日本)」を選択】

図56 台風13号電子掲示板のメニュー  
【 】内は筆者の補筆

掲示板 (1:閲覧 2:登録 3:アップロード 4:ダウンロード 5:削除 6:検索 E:終了)  
 >1 【←「閲覧」を選択】

掲示文書数:168

番号	登録者ID	登録日	参照	題名
1	*****	9/04	27	農林水産業被害(鳥取県)
2	*****	9/04	78	DCECより最終最新台風報告!!
3	*****	9/04	129	石川県金沢市発 H5.9.4 11:00am
4	*****	9/04	144	関西の電車は動いてます馬も走ってます
5	*****	9/04	118	鹿児島地区 道路情報 第8版B 10時
6	*****	9/04	93	鹿児島地区 交通機関情報 第8版A 9時
7	*****	9/04	104	鹿児島地区 道路情報 第7版 9時現在
8	*****	9/04	107	8時52分 岡山市内
9	*****	9/04	113	高知の状況とお見舞い申し上げます。

図57 電子掲示板のタイトルリスト  
\*\*\*\*\*の部分は発言者のID。プライバシー保護のためここでは伏せ字としている。

### 5.2.5 時間帯ごとの発言数・参照数

今回の臨時電子掲示板は9月2日に開設され、4日までの3日間発言が登録され、5日以降は発言の登録はなされなかった。掲示板は「東日本」「西日本」の2本が開設され、最終的に合わせて205発言が登録された。台風通過後の9月5日9時時点の参照数をもとにした全発言の平均参照数は390回であり、のべ参照数(各発言の参照数の総和)は80044回であった。

日別の発言数を表13に、各発言毎の参照数を図58に示す。電子掲示板での発言ヘッダには時間に関する情報としては登録日が示されるのみであるので、各発言の登録された正確な時間は知ることができない。しかし、発言内容やタイトルから発言の登録された時刻を類推することができる発言がいくつかあったため、それらを参考にして発言登録時刻の目安を図中に示した。

発言の約6割は3日に登録されており、特に午後に集中している。参照数は、2日に登録された発言と、3日昼間(06~18時頃)に登録された発言で特に多くなっている。参照された時間を推定する手段はないが、電子掲示板の場合はアクセス時に近い時間に登録された発言を主に参照することが多く、古い発言を数十発言程度さかのぼって参照することはあまり考えられないため、参照数の増減は概ね各時間帯のアクセス者数の傾向を示しているものと考えられる。

表13 日別の発言数

月日	掲示板	
	東日本	西日本
9/2	0	16
9/3	11	118
9/4	26	34
計	37	168

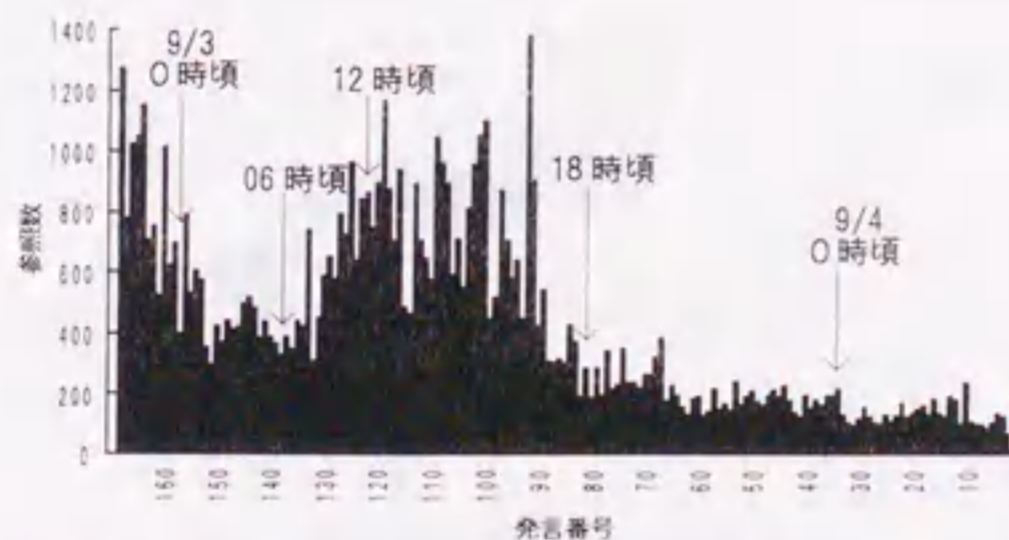


図58 台風電子掲示板(西日本)発言番号別参照数  
1993/09/0509時現在の参照数。横軸は時間軸を表すものではない

通常、パソコン通信のアクセスは22時～翌日02時の深夜帯に集中し、他の時間帯はほぼ同程度になっている(25)。従って、この台風臨時掲示板の発言・参照傾向は特徴的である。台風の九州上陸が3日16時頃であり、西日本の降水量も3日正午前頃から増えており、雨が強まるに伴って外出、帰宅時の情報を求めたアクセス者が増えたことを示しているのではないかと考えられる。

また、全体として参照数は登録時間が若くなるに従って少なくなっている傾向があるように見られるが、これは古い発言ほど参照されるチャンスが増えるためではないかと思われる。

#### 5.2.6 発言者数と地域分布

発言者IDを元に、発言者数を調べたところ、111人となった。そのうち複数発言の登録者は33人であり、最多発言者は17発言を登録していた。

各発言の発信地は、205発言中159発言の本文中に明示されていた。これを都道府県別に整理したものを図59に示す。発言はほぼ全国から発信されており、ことに台風の通過した西日本で多くなっている。NIFTY-Serveの会員は5割以上が関東地方に集中しており、今回発言が多く見られた中国・四国・九州地方の会員は全体の1割にも満たない(25)。台風通過地域の会員から積極的な情報が寄せられたといえる。



図59 発言者の都道府県別発言数

### 5.2.7 発言の量

発言の持つ情報量の目安として、各発言中の文字数をカウントした。なお、この文字数にはタイトルヘッダ部の文字数も含まれている。また、本文中の句読点、スペースは原則として1文字としてカウントしている。空白行はカウントしていない。

カウントの結果、各発言の平均文字数は324文字、最大文字数は1991文字、最小文字数は66文字となった。文字数を100発言で区切って頻度を調べると(図60)、90%以上の発言は600文字以下であり、ことに100~200文字の発言が最も多くなっている。

パソコン通信では、1行を40文字以内とすることが多い。例えば、最も標準的なNECのPC-9801系のパソコンでは、通常1画面に40文字×25行(1000文字)程度の表示が可能である。パソコン通信の発言で1画面いっぱい文字を詰めて書くことはほとんどないので、今回の掲示板での発言のほとんどは、ほぼパソコン1画面に表示される程度の文字数であり、最も多かったのは5行程度の発言であったといえる。

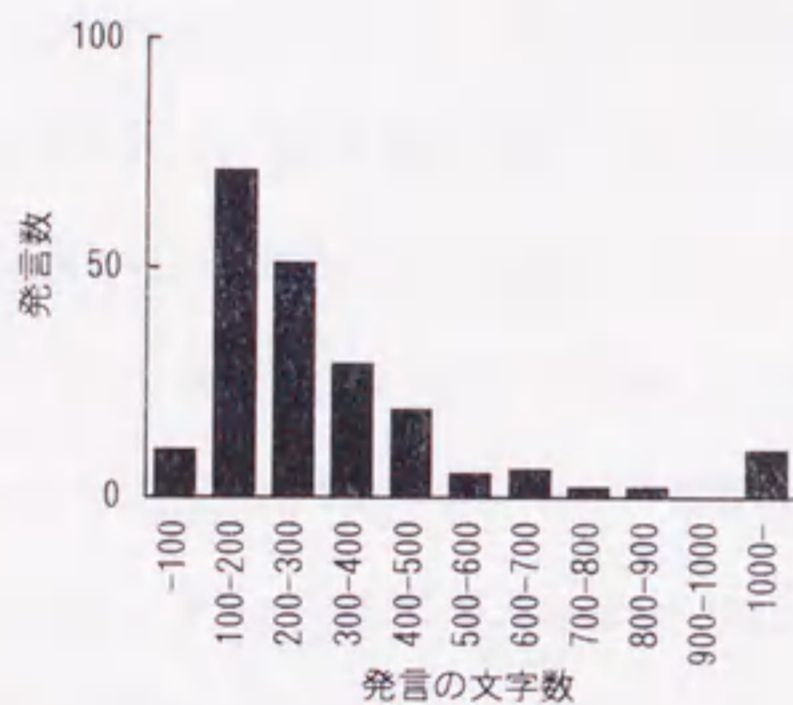


図60 発言の文字数別頻度分布

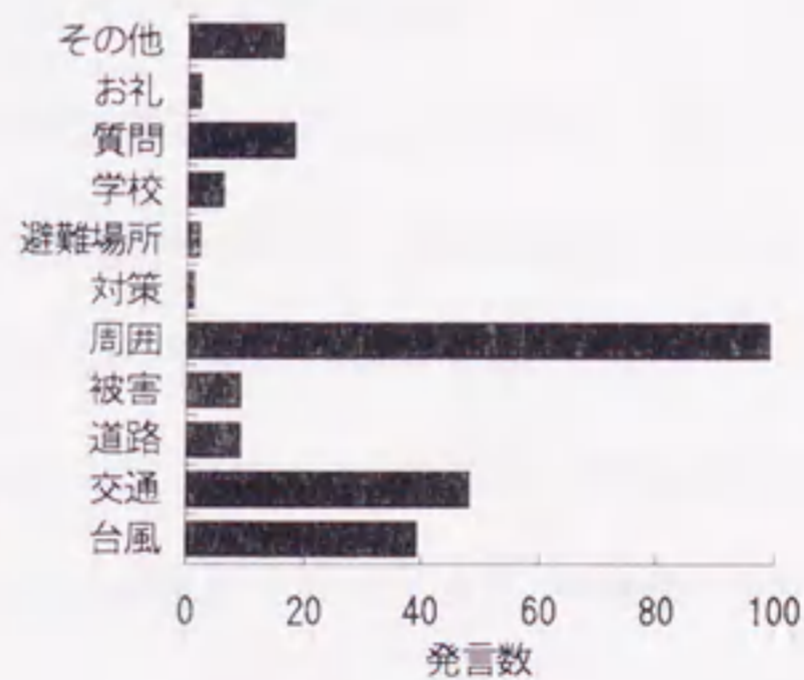


図61 内容別発言数



表14 発言・発言タイトル内容の分類

分類	内容具体例
台風	台風の位置、規模、予報・警報等の情報
交通	交通機関の運休・遅延等の情報
道路	道路交通状況、通行止め等の情報
被害	土地の浸水、家屋の被害等の状況に関する情報
周囲	発信者の周囲の状況(風雨の強さ等)に関する情報
対策	家屋の補強方法などについてのアドバイス
避難場所	各地の避難場所についての情報
学校	学校の休校等に関する情報
質問	特定の場所の現在の状況に関する質問
お礼	質問の回答者に対するお礼
その他	

### 5.2.8 発言内容の特徴

各発言を参照し、含まれている内容を表14の11項目に分類し、集計した。なお、1発言中に複数の内容が含まれている場合はそれぞれの分類に含めた。

集計結果を図61に示す。発言のほとんどは何らかの情報を提供するものであった。特定の場所の状況などを問い合わせる発言も18発言あったが、いずれも質問内容は「○○地方の状況はどうですか」といった具体性のないものであり、有効な回答が寄せられたものはほとんどなかった。最も多かった発言内容は、発信者の居住地からみた風雨の強さなど、周囲状況を伝えるものであり、以下、台風そのものに関する情報、交通機関に関する情報と続いている。

発言の情報源に着目すると、自宅や勤務先、通勤途上などでの観察を元にしたものが85発言と最も多く、テレビ、ラジオ等の報道をもとにしたものは44発言であった。また、情報源を特定できない発言も76件とかなり多かった。

### 5.2.9 発言タイトルと参照の傾向

電子掲示板で登録されている発言は、図57に示した登録発言一覧で表示される発言タイトルから発言内容を予想し、参照の有無を選択することが多い。いわば、新聞のテレビ欄を見て番組を選ぶのと同様な方式である。従って、タイトルに含まれる情報と、その発言の参照数との関連を調べることによって、参照者が求めている情報内容の傾向をうかがうことができるであろう。

ここでは表14の発言本文の内容分類を利用してタイトルに含まれる情報を分類し、参照数との関連を調べた。結果を図62、図63に示す。タイトルから周囲状況を伝えていると思われる発言は、発言数では90発言と半数近く占めているが、一発言当たりの平均参照数では343.7回と、それほど多くない。一方、タイトルから台風そのものの情報と思われる発言は発言数では31と少ないが、平均参照数は580.9回と、最も多くなっている。

更に台風最接近時であり、掲示板の発言数も特に多かった3日6～18時頃の発言に注目してみると、タイトル内容別発言数、平均参照数は図64、図65のようになる。発言数は交通情報、周囲状況、台風情報がいずれも同程度の数であり、全発言中の割合に比べて周囲状況を伝える発言が少ないことが特徴的である。平均参照数では、やはり台風に関する発言がもっとも多くなっており、周囲状況を伝える発言がこれに次ぐ。また、もっとも参照数が少ないのが交通情報であることも注目される。これは、交通情報の対象地域が比較的せまいこと、参照の可能性があるのが交通機関を利用する人に限られてしまうためではないかと考えられる。

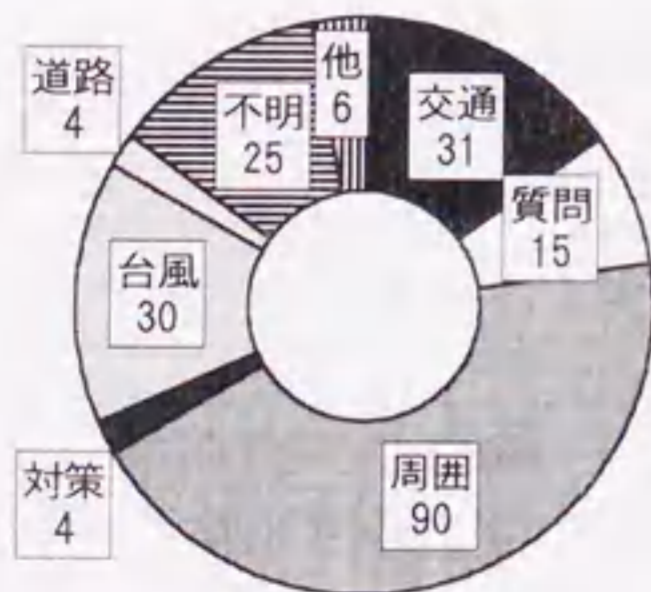


図62 タイトルから判断した内容別の発言数  
全発言対象 数字は発言数

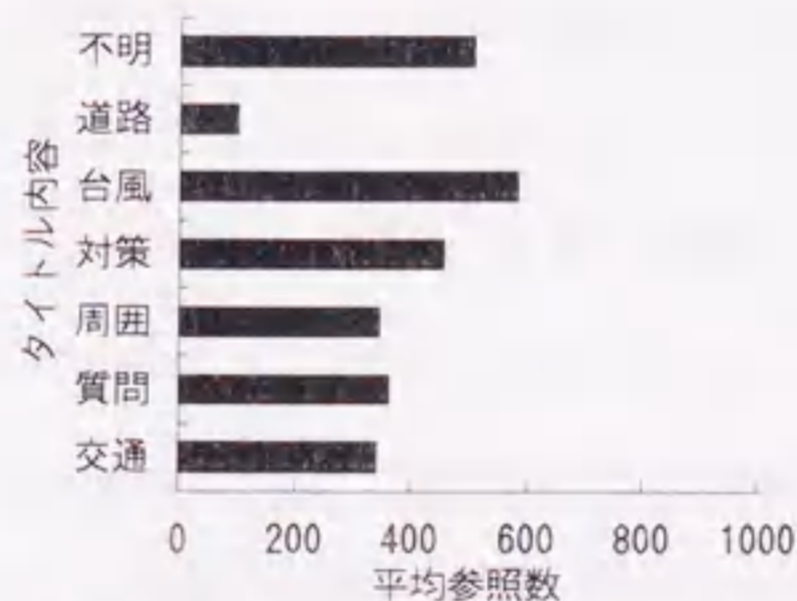


図63 タイトルから判断した内容別の  
1発言当平均参照数

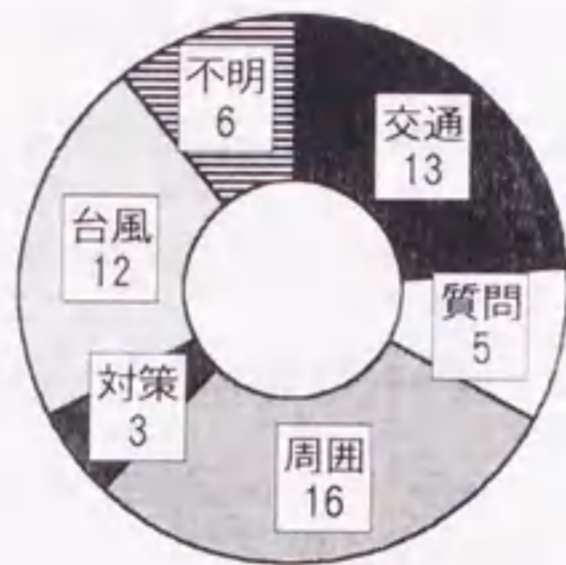


図64 タイトルから判断した内容別発言数  
台風最接近時(9月3日6~18時頃)  
西日本掲示板発言番号81~135を対象

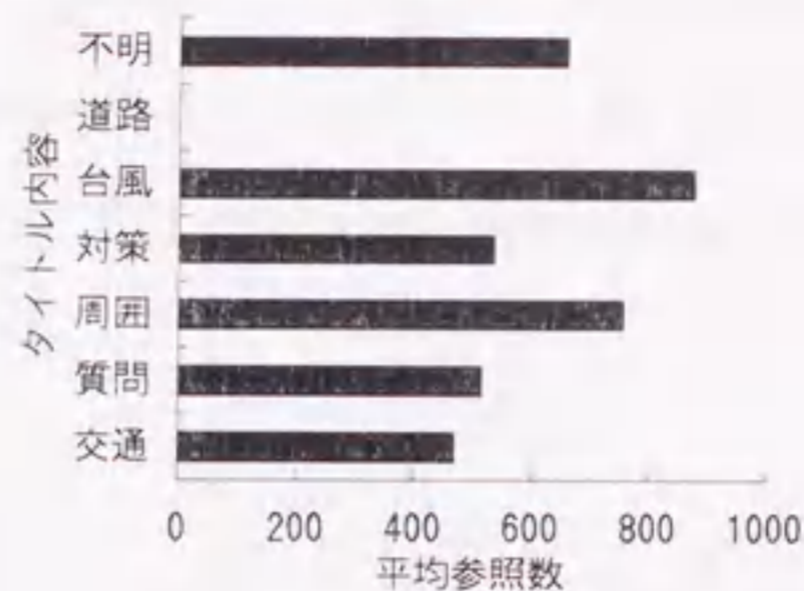


図65 タイトルから判断した内容別の  
1発言当平均参照数  
対象は図70に同じ

#### 5.2.10 台風9313号電子掲示板に見られた注目点と問題点

Nifty-Serve上に設けられた台風9313号電子掲示板の事例では、台風というテーマの下に情報を寄せる電子掲示板という「場」が提供されたのみで、情報収集・提供にはなんら計画・準備が行われたものではなかったにもかかわらず各地からこれだけの情報提供と利用があったことが注目される。このような「場」としては、各種研究会、講演会、新聞・雑誌等の投稿欄など、従来からも存在はしている。しかし、これら従来の「場」が、その維持運営や、参加に金銭的、時間的負担を要するのに対し、コンピューターネットワーク上の「場」は、その運営や参加にほとんど手間がかからないことが大きな特徴である。

しかし、いわば無管理の状態がやり取りされていることから、情報の質に関する懸念も存在する。たとえば、災害時にはいわゆるデマの流布が問題となるが、今回のような電子掲示板ではデマの流布を抑止するのは困難である。このような問題に対しては、専門知識を持った運営グループが存在し、明らかな誤解や誤報に対して訂正コメントをしたり、出所の明らかでない情報に対して、発言者に問い合わせをしたりするといった活動を行うことで対処できるものと思われる。先に触れたNifty-Serveの「フォーラム」はこのような運営が行われており、災害時の情報交換は、「フォーラム」的な場で行われる方が望ましいであろう。「フォーラム」上に、防災関連情報

交換の「場」を開設したことによる効果の事例があるので、これについては次節で言及する。

今回の電子掲示板でも多く見られた「雨(あるいは風)が強くなってきた」といった種類の情報は、情報に客観性がなく、受信者にとって有益な情報とならないことも考えられる。本研究で試作した簡易雨量計は、このような場合に情報発信者が、より客観的な情報を発信するための道具として活用されることが期待される。

### 5.3 鉄道フォーラム「列車運行状況」電子会議室における事例

#### 5.3.1 NIFTY-Serve鉄道フォーラムと防災情報

「鉄道フォーラム」は、Nifty-Serve内に開設されている鉄道関係の情報を取り扱うフォーラムであり、1996年6月現在で、開設から約9年を経過し、会員数約2万人を数えている。取り交わされている話題は、鉄道趣味関係の話題が主流であるが、以前から災害・事故等により鉄道の運行に支障が出た際には、列車運休の情報や運転再開の情報等が、各電子会議室に発言されることが多かった。そこで、1994年4月に、このような話題を集約して取り扱う「列車運行状況」という名称の電子会議室が開設された。以下では、同会議室の開設前後の特徴について検討する。

#### 5.3.2 「列車運行状況」電子会議室開設前後の変化

「列車運行状況」会議室開設以前の鉄道フォーラムの会議室構成を図66に示す。この図は、Nifty-Serveのトップメニューから、鉄道フォーラムを選択した際に端末の画面に現れる表示を、図示のために簡略化したものである。この時期、災害・事故等による鉄道の運行支障の情報は、災害等の発生場所に応じて、会議室番号4番の「さろん[JR]」会議室、同5番「さろん[私鉄]」会議室に発言されていたが、両会議室は、JR、私鉄の趣味的な話題が主に交わされている場でもあったため、災害関係の発言がなされても、他の多くの発言の中から災害関係の情報を主に参照したいというような参照者にとっては利用しにくい状況であった。そこで、1994年4月に、このような話題を集約的に取り扱う「列車運行状況」会議室が開設された。開設後の会議室構成を図67に示す。

<鉄道フォーラム> FTRAIN

1:お知らせ 2:掲示板 3:電子会議  
 4:データライブラリ 5:会員情報 6:リアルタイム会議  
 7:SYSOP宛メール 8:オプション E:終了  
 >3

番号	発言(未読)	最新	会議室名
1	588 ( 0)	01/16	エフトレ・トピックス 今週の話題 READ ONLY
2	134 ( 0)	01/16	コンコース 6 自己紹介&歓迎
3	780 ( 0)	01/07	ニュース・クリップ1 公式発表 READ ONLY
4	646 ( 1)	01/16	さろん [JR] 18 JR関連情報・話題
5	724 ( 48)	01/16	さろん [私鉄] 18 私鉄関連情報・話題
6	883 ( 380)	01/16	さろん [国際列車] 1 海外の鉄道全般
7	638 ( 474)	01/16	鉄道技術研究室 2 鉄道技術関係の話題
8	972 ( 0)	01/16	知られざる鉄道 3 廃線・廃案・専用線
9	614 ( 0)	01/16	混合列車 8 鉄道関連のあれこれ

図66 1994年3月以前の鉄道フォーラム会議室構成(抜粋)

<鉄道フォーラム情報館 (INFORMATION)> FTRAINI

1:お知らせ 2:掲示板 3:電子会議  
 4:データライブラリ 5:会員情報 6:リアルタイム会議  
 7:SYSOP宛メール 8:オプション E:終了  
 >3

番号	発言(未読)	最新	会議室名
1	92 ( 1)	12/30	FTRAIN情報館 車内放送 READ ONLY
2	1969 ( 10)	12/29	FTRAIN情報館 今週の話題 READ ONLY
3	242 ( 4)	12/30	ニュース・リリース2 公式報道 READ ONLY
4	358 ( 2)	12/29	★列車運行状況 1 お出かけ前に必見!
5	1634 ( 5)	12/30	さろんJR【東部】1 JR北海道/東日本
6	2166 ( 3)	12/30	さろんJR【西部】1 JR海・西・四・九
7	552 ( 2)	12/29	さろん貨物/専用線1 JR貨物・専用線等
8	2842 ( 14)	12/30	さろん私鉄【東部】1 静岡長野新潟より東
9	3 ( 3)	04/08	さろん私鉄【西部】1 愛知岐阜富山より西
13	1422 ( 9)	12/30	鉄道歴史談話室 5 廃線・保存・国鉄等
15	480 ( 1)	12/30	メディアプラザ 2 書籍・AV等の話題

図67 1994年4月以降の鉄道フォーラム会議室構成(抜粋)

### 5.3.3 「列車運行状況」電子会議室の効果

「列車運行状況」会議室開設以前の1年間に、「さろん[JR]」会議室に発言された、災害等によるJRの運行支障関係の発言数と、「列車運行状況」会議室開設後に同会議室に発言されたJR

の運行支障関係の発言数を月別にグラフ化すると、図68のようになる。1995年1～2月に大きなピークが見られるのは、兵庫県南部地震の影響であるが、これを別としても、「列車運行状況」会議室の開設により、災害等による鉄道運行支障関係の発言がより多く発言されるようになったことがわかる。なお、「鉄道フォーラム」を含めて、Nifty-Serveはその会員数を急速に伸ばしており、これに伴ってフォーラムでの発言数も日に日に増加している。このため、発言数だけでは、「列車運行状況」会議室開設による効果を十分評価することはできない。そこで、「さろん[JR]」会議室の発言に対する、JRの運行支障関係の発言数の比率を月別に計算したのが図69である。この図でも、やはり「列車運行状況」会議室開設後は、運行支障関係の発言が伸びている結果が見られた。

同期間中に発生した主な自然災害を見ると、表15のようになり、「列車運行状況」会議室開設後の1年間で、開設前の1年間に比べて特に災害が多かったとは言えない。同会議室という「場」の開設により、従来と違った情報が活発に取り交わされるようになるという効果があったと考えられる。

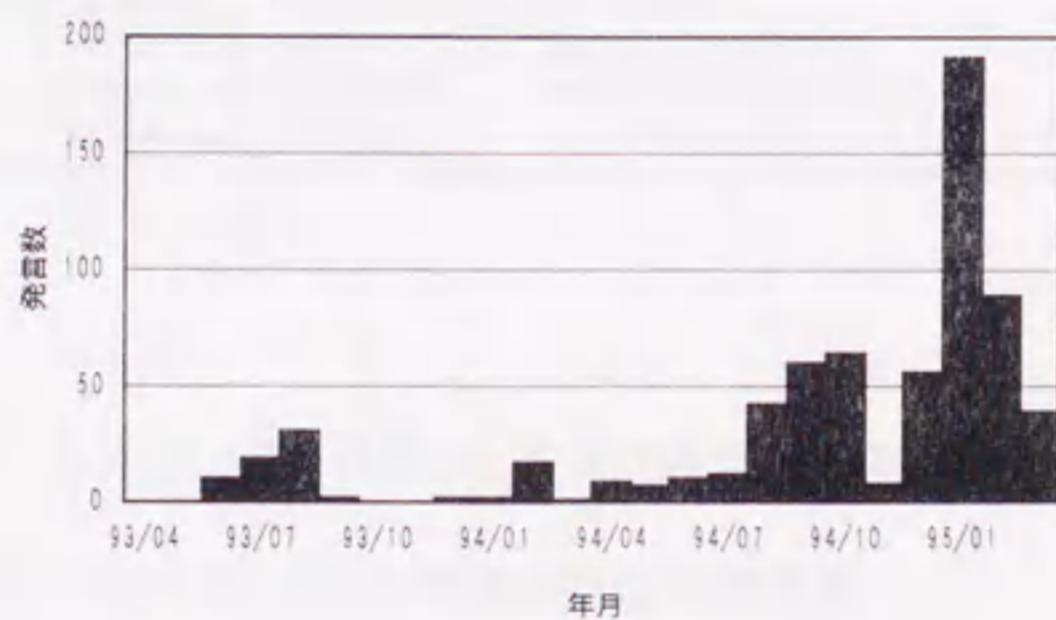


図68 JRの運行支障関係の発言数推移

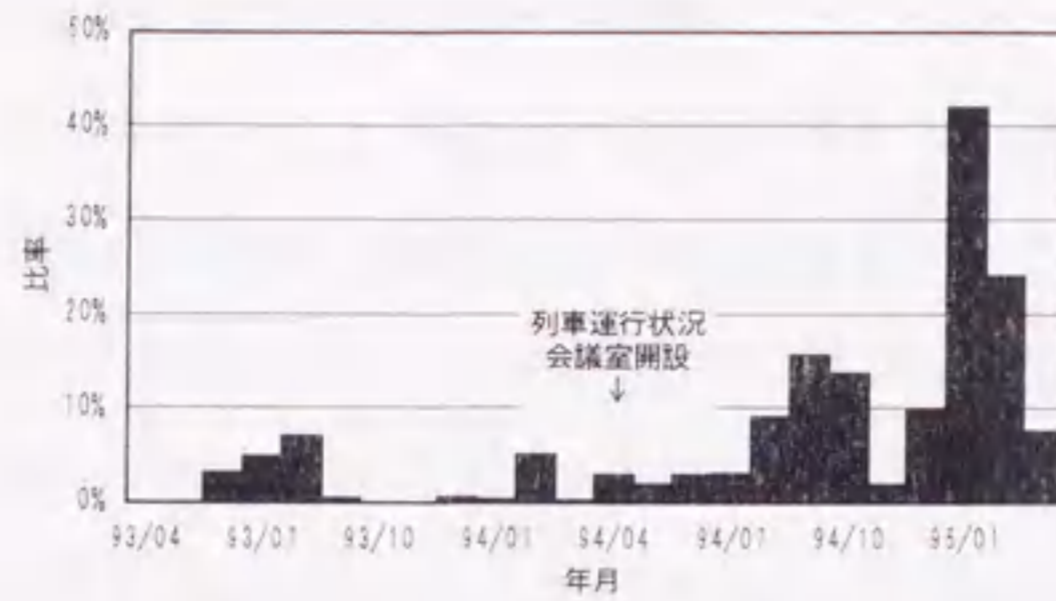


図69 「さろん [JR]」会議室発言数に対するJRの運行支障関係発言数の比率の推移

表15 1993年4月～1995年3月に発生した主な気象災害  
理科年表1996年版による

発生年月日	概要
1993.2.20～25	強風(低気圧) 長崎・兵庫・大阪, 死者2:不明22:負傷1:住家18:浸水53
1993.3.23～25	強風(低気圧) 徳島, 死者17:不明12
1993.6.28～7.8	大雨(前線) 九州～関東, 死者20:不明1:負傷18:住家84:浸水1:392
1993.7.12	「平成5年北海道南西沖地震」: 死202:不明28:傷323.
1993.7.24～8.1	台風第4・5・6号 全国(沖縄を除く), 死・不18:負傷者20:住家143:浸水4:316
1993.7.31～8.7	平成5年8月豪雨 西日本(特に九州南部), 死者74:不明5:負傷154:住家824:浸水21:987
1993.8.31～9.5	台風第13号 全国(沖縄を除く), 死・不48:負傷266:住家1:892:浸水10:447
1994.2.11～15	強風・大雪(低気圧) 中国～東北, 死者12:負傷1:462:住家2
1994.2.20～27	強風・大雨(低気圧) 中部以北, 死者5:負傷54:住家372:浸水92
1994.9.8	突風(雷雨) 埼玉(美里町), 死者73:住家79
1994.10.4	「平成6年北海道東方沖地震」 傷437:住家全半壊409.
1994.12.28	「平成6年三陸はるか沖地震」 死3:傷788:住家全半壊501.
1995.1.17	「平成7年兵庫県南部地震」 死・不明5504:傷4万以上:住家全半壊20万以上

## 5.4 コンピューターネットワークを利用した防災情報受発信の可能性

### 5.4.1 コンピューターネットワーク上の既存の防災関連情報

コンピューターネットワーク上においても、すでに水害関係の防災情報となるものはいくつか存在している。たとえば、Nifty-Serve上においては、文字による天気予報のほか、気象衛星画像、AMeDAS実況図、天気図等をコンピューター上で扱える画像ファイルの形で入手することができる。また、Internet上でもほぼ同様な情報が得られる。しかし、情報収集にとどまらず、防災関係情報の「交換」が行える場や、これまでに指摘した防災情報の質に関する情報を得られる場はまだ十分整備されていないのが現状である。以下では、これらを改善するための提案を行う。

#### 5.4.2 Nifty-Serveの電子会議室機能を用いた提案

最近のコンピューターネットワークは、従来からあるパソコン通信に、Inetnetが加わる形で発展を続けていると言える。この両者は、機能的に重複する部分も多いが、それぞれの特性もまた存在する。その技術や手法は日に日に変化しているので、一概には言えないが、文字を中心とし、特定のテーマに関する不特定多数対不特定多数の情報交換はパソコン通信上の電子会議室が有効であり、画像や音声を多用した表権力豊かな情報発信は、Internet上での情報発信の主役となっているWWW(World Wide Web, ホームページとも呼ばれる)などを利用するのが有効であろう。現在のパソコン通信とInetnetは、別個に存在しているものではなく、相互に行き来することは容易である。たとえば、Nifty-Serveにおいては、電子会議室の発言にWWWのURL (Uniform Resource Locator, WWWの所在地を示す記号)を記述することにより、電子会議室上からWWWに直接移動することができるサービスを開始しており、相互の利点を生かした活用が可能になってきている。

防災情報に関して言えば、質疑応答や、災害時の各地からの情報を集める場としては、電子会議室が好適であり、各種データや防災情報の質に関する知識などを蓄積し、容易な参照を提供するにはWWWが好適であるという分け方もできる。ここでは、まず電子会議室を活用した提案を行う。

この会議室は、防災及びコンピューターネットワークに関心を持つ研究者、学生等によって運営する。会議室のイメージを図示すると図70のようになる。電子会議室の運営(発言の整理や情報の蓄積など)には、運営責任者(SYSOP)の他に数人の運営グループが必要になる。運営グループは、まず関係各学会で有志を募り、その母体を構成し、さらにNifty-Serveにある関連するフォーラム(サイエンスフォーラム等)などで協力者の募集も行う。直接運営グループに加わらず、情報が必要となった際に協力してもらえるメンバーも確保しておく事が望ましい。これらのメンバーはネットワーク上で連絡を取り合うので、同じ組織内、地域内に居る必要はない。



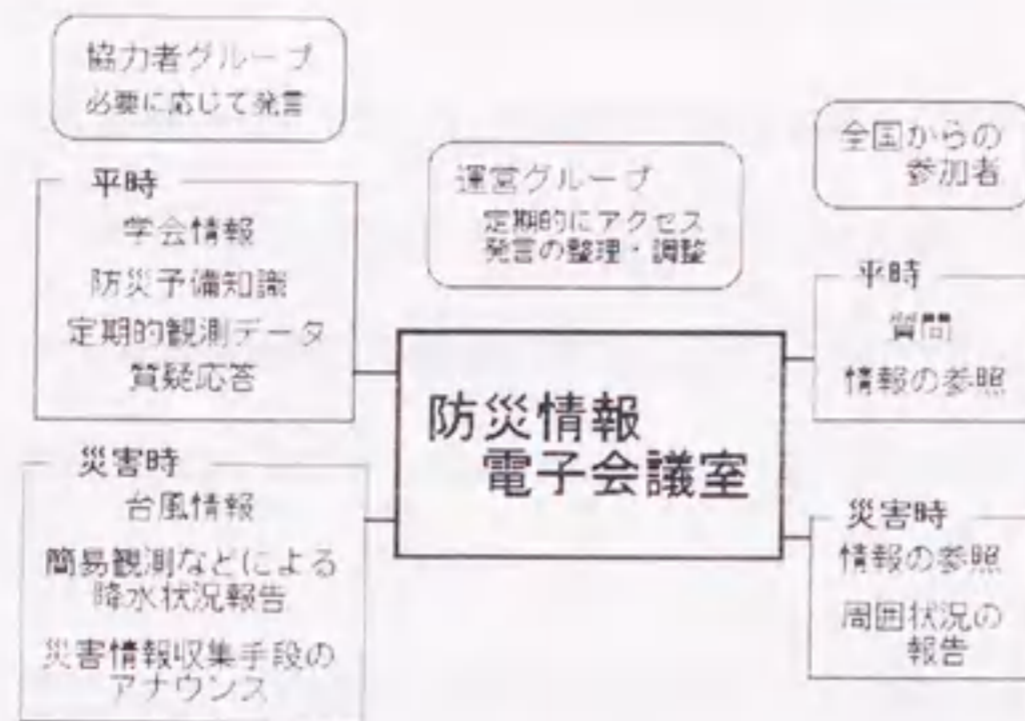


図70 防災情報電子会議室のイメージ図

防災情報会議室を開設する場(ネットワーク)はいろいろ考えられる。本節ではまず大手商用ネットを利用した場合についての提案を行う。大手商用ネット中では、今回紹介したように災害時の電子掲示板開設に実績のあるNifty-Serveが有力な候補といえよう。なお最近ではInternetに接続された大学の研究室の端末等からもInternetを通してNifty-Serveへの接続が可能になっている。

この会議室は、Nifty-Serveの「フォーラム」的な形で開設されることが望ましい。フォーラムの形態にすることによって、電子掲示板に比べ、過去の発言を参照する方法が格段に向上するほか、関連する話題にコメントを付けることができるため、話の流れがつかみやすくなるというメリットがある。しかし、新たなフォーラムを開設するには、運営体制(スタッフ)の整備や、一定量のアクセスが見込まれることなど種々の条件を満たさねばならない。そこで、当初は小規模なものから始め、実績を積んでいく必要がある。

Nifty-Serveには、一定の追加料金(月額7000円)を支払うことによって、フォーラムの会議室と同等のシステムを個人的に開設できるサービスがあり、「パティオ」と呼ばれている。パティオは資金的な目処さえたてば誰でもいつでも開設できるので、防災情報会議室も、当初はここから始めるのがよいであろう。しかし、パティオは開設したとしてもそのままではその存在をNiftyの利用者が知ることができないという問題がある。開設当初は運営スタッフ間の連絡や、情報蓄積な

どの準備が必要となるため、クローズドな会議室であってもかまわないが、運営体制が整った後は、何らかのPR活動の必要がある。例えば、前述のサイエンスフォーラム等で定期的にPRを行えば効果的であろう。また、ニフティ株式会社のご協力が得られれば、災害時にNifty-Serveのオープニングメッセージ(Niftyに接続して最初に画面に現れる文章)で同会議室の存在をPRしていただける可能性もある。このようにして実績を積んでいけば、いずれは正式なフォーラムに昇格できる可能性は十分ある。

この会議室では、日頃から災害・防災に関する質疑応答などの情報交換を行う。研究者による「防災心得」のような連載などがあってもいいし、災害関係の学会やイベント等のプログラム、簡単な参加報告なども有益な情報となるであろう。また、参加者の中に降水量等の観測データが速やかに公開可能なシステムを所有している機関があれば、定期的にこれを会議室に報告してもらえれば有益である。

台風接近時等には、その現象に関連する情報交換を行う。今回の調査でも、パソコン通信利用者は台風の位置や勢力などの情報に関心を持っていることが示唆されたので、このような情報が随時会議室に登録されることが望ましい。気象関係機関から直接情報提供を得られれば最も好ましいが、それが不可能な場合でも、運営・協力者グループ内で担当者を決め、テレビ等の情報を要約して、定期的に会議室に登録するといった手法も有効であろう。

降水量等の生の観測値を公表することは、気象業務法上の制限があり、やや難しいが、「○○地区では1時間で牛乳瓶がいっぱいになったので××ミリ程度の降雨があるようだ」といったように発言方法を工夫すれば、より多くの情報を集めることも可能ではなかろうか。また、本研究で試作した簡易雨量計を利用すれば、より客観的な情報発信が可能になる。

また、最近ではNIFTY-Serve上で天気図や衛星画像などを取得することが可能になっている。情報そのものに限らず、情報収集手段について会議室上でアナウンスするのも有益であろう。

災害時には一般からの情報提供も多くなることが予想されるが、専門家による運営グループが存在することによって、極端な誤報などに対しては、訂正や問い合わせのコメントを会議室上で行うことによって、情報の信頼性を向上することができるであろう。災害発生後には、研究者が調査した災害報告速報などを会議室上に登録すれば、関心を集めるであろう。

参考のために、この会議室ができた際の情報交換の様子を想定し、例として以下に示す。このタイトル一覧や、発言のヘッダなどはNiftyの会議室の形式を踏襲しているが、発言者名、ID、発言内容などは、全く架空のものである。まず会議室に入ったときに示される発言一覧は図71のようになる。電子会議室では電子掲示板と異なり、特定の発言へのコメントという形で発言できるので、各発言の相互関係がつかみやすい。各発言のコメント関係を図に示すと図72のようになる。この図は「コメントツリー」と呼ばれ、Niftyにアクセス中の画面では表示されないが、設定により、発言を発言番号順(この例なら1-2-3-4-5-6)でなく、コメント順(1-2-4-5-3-6)に読むことは可能である。発言の例としては図73のようなものが考えられるだろう。この発言に対して図74のようなコメントが付けられ、話題が続いていくことになる。

—会議室		防災情報会議室		発言数 :6 未読 :6—	
<タイトル一覧>					
番号	ID	登録日	TO	CO	題名
1	XXX00001	10/01 22:00		2	台風40号が発生
2	XXX00002	10/01 22:40	001	0	44個も発生した年もあります
3	XXX00003	10/02 18:00		1	台風の強さの言葉がわかりません
4	XXX00055	10/02 20:00	001	1	沖縄は風が強くなってきました
5	XXX00025	10/02 21:00	004	0	鹿児島は平穏です
6	XXX00086	10/02 23:10	003	0	台風の大きさ・勢力とは

図71 防災情報会議室(想定)のタイトルリスト  
「TO」はコメント先の発言番号、「CO」はその発言に対するコメント発言の数

—会議室		防災情報会議室		発言数 :6 未読 :6—	
+001	XXX00001	牛山 素行			台風40号が発生
+002	XXX00002	気象 太郎			44個も発生した年もあります
+004	XXX00055	琉球 三郎			沖縄は風が強くなってきました
+005	XXX00025	薩摩 次郎			鹿児島は平穏です
+003	XXX00003	長野 一郎			台風の強さの言葉がわかりません
+006	XXX00086	山梨 武志			台風の大きさ・勢力とは

図72 防災情報会議室(想定)のコメント関係

001/999 XXX00001 牛山 素行 台風40号が発生  
(1) 93/10/01 22:00

気象庁の観測によりますと本日12時、南大東島の南方で台風40号が発生しました。中心気圧は970hPa、中心付近の最大風速は20mで、北北西へ30km/hのスピードで進んでいます。

(夜7時の\*\*\*ニュースより)

-----  
また台風が発生したそうです。本土付近への接近がいつごろになるのかわかりませんが、今年は台風が多いですね。40号というのは記録的なのではないのでしょうか？

図73 防災情報会議室(想定)の発言例1

002/999 XXX00002 気象 太郎 44個も発生した年もあります  
(1) 93/10/01 22:40 001へのコメント

参考文献によりますと、1950年には44個の台風が発生し、そのうち11個が日本に上陸したそうです。しかし、1961~1990年の年平均台風発生数は27.8個だそうですから、今年の発生数は相当なものだということになりますね。

[参考文献]

吉野正敏ほか編、1985：気象学・気候学辞典、二宮書店

図74 発言例1へのコメント例

## 5.5 防災情報WWWの試行

### 5.5.1 Internet上の防災情報の現況

Internet上のWWW等による防災関連情報の蓄積・発信には、いろいろなものが考えられる。気象衛星画像や、降水分布の現況など、リアルタイム性の高い情報の提供は、主として防災行政の立場の範疇のものであり、現にその取り組みも始まっている。防災科学の立場からは、第3章で指摘した、従来普及が進んでいない防災情報の質に関する情報などを蓄積、発信することが重要かと思われる。具体的に提供が考えられる情報としては、AMeDAS観測所の位置に関する情報、気象情報や防災情報に関する用語集、簡易雨量計の制作方法などの災害対策の技術などが挙げられる。

そこで、筆者はこれらの情報発信を行うためのWWWを制作した。まだ制作途中ではあるが、以下にその内容と利用状況について述べる。

## 5.5.2 防災情報WWWの内容

筆者の防災情報WWWは、信州大学農学部のサーバー上に作成することとし、1996年7月5日より作成を開始した。その後、順次内容を整備していき、約半月後の7月21日現在の内容は図75のようなものになっている。内容の一例として、長野県内のAMeDAS観測所一覧表を図76に示す。たとえば、一覧表の「諏訪」という文字のところにマウスでカーソルを合わせ、クリックすると、図77のような、AMeDAS諏訪観測所の詳細情報を見ることができるしくみになっている。

- +・ はじめてのお客様はこちらへ
  - +・ 気象情報アンケートコーナー
- +・ 気象情報基礎知識(AMeDAS 一覧等)
  - +・ 大雨に関するあれこれ
    - +・ [mm]であらわされる降水量
    - +・ 雨の強さと「降水量××ミリ」
    - +・ 局地的な豪雨の実例
    - +・ 一般的な降水量の測り方
    - +・ 個人でもできる降水量の測り方
  - +・ AMeDASの基礎知識
    - +・ AMeDASとは
    - +・ AMeDASで観測されている気象要素
    - +・ データ入手の方法
    - +・ 長野県内の観測所一覧表
- +・ Networkと防災情報に関連する私の研究
- +・ 自己紹介
- +・ 覚え書き・予定

図75 防災情報WWWの内容概要

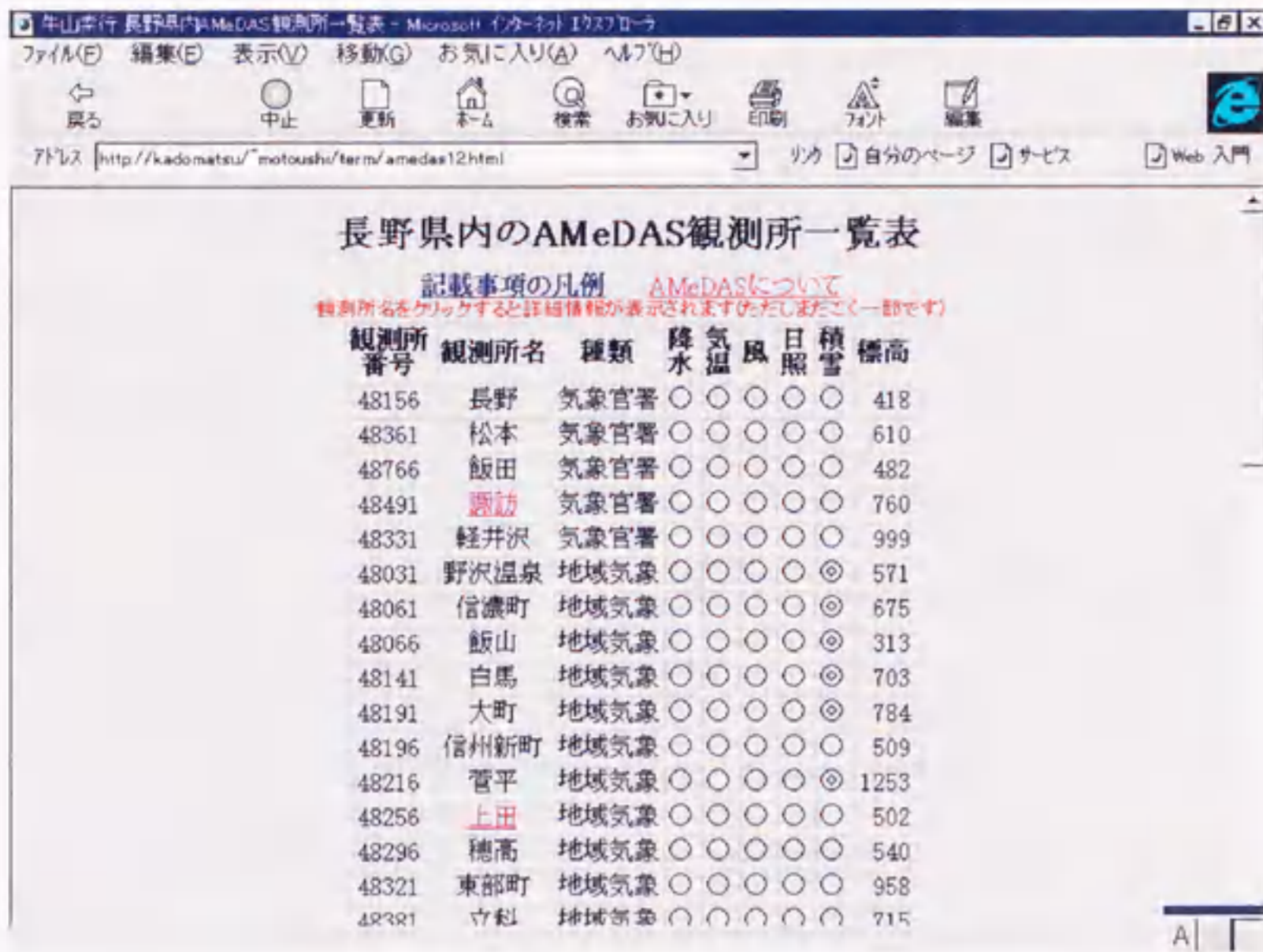


図76 防災情報WWW「長野県内のAMeDAS観測所一覧表」ページ

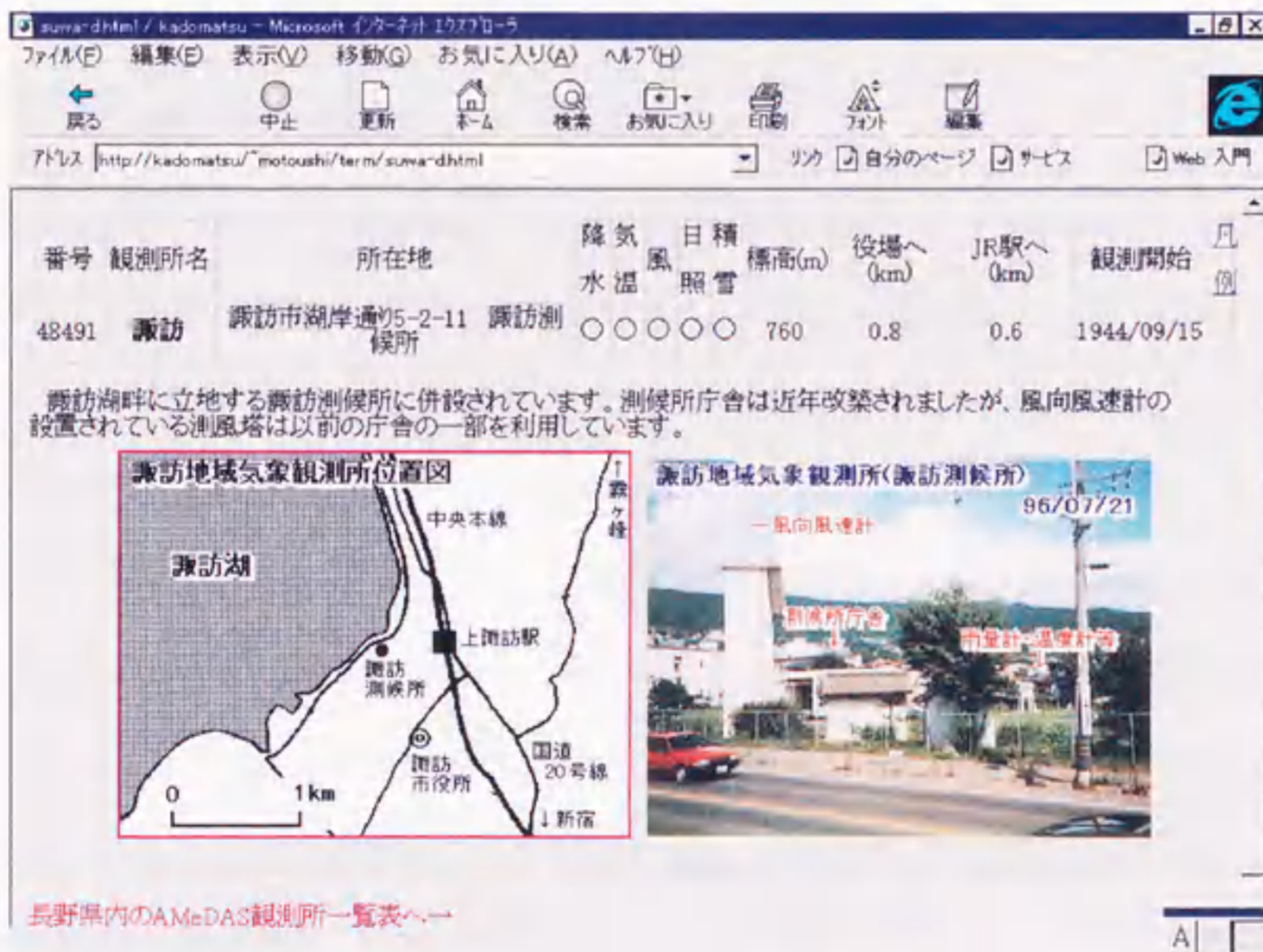


図77 防災情報WWW「AMeDAS諏訪観測所の詳細情報」ページ

### 5.5.3 防災情報WWWの参照方法

Internet上に無数にあるWWWの中から、各自が必要とする情報の掲載されているWWWを探す方法としては、キーワードによるWWW検索システムを利用する方法や、必要とする情報分野における有名なWWWのなかにある関連WWWへの入口(リンク)をたどる方法などがある。その意味で、関連する既存のWWWのなかにリンクを張っていただくことは、新規のWWWにとって大きな意味がある。

筆者作成のWWWは、制作開始の7月5日中に、基本的な情報は整ったため、信州大学農学部のWWWには当日中にリンク(WWWへの入口)を張っていただき、これにより学内外から、このWWWを参照することが可能な状態となった。その後、7月12日には、気象衛星画像などを参照しやすい形で提供していることにより気象情報関係では有名なWWWである、高知大学情報科学科のWWWにリンクを張っていただいた。また、7月16日には、気象学関係のメーリングリストであるymnet(研究者など数百人が参加)において、WWW開設のPRを行った。WWW検索システムへの登録は、7月中は行っていないが、8月以降に順次行う予定である。

### 5.5.4 防災情報WWWの利用状況

1996/7/7~7/29の23日間の記録を元に、このWWWの利用状況について検討した。なお、同期間中には、2日間、ネットワークの休止等の理由で、WWWへの接続ができなかった期間が存在するため、実質的には約3週間の記録と考えることができる。

WWWへの接続者数を正確に調べることは困難であるが、ここでは一般的な方法として、WWWの最初のページを参照したID数を接続者数とした。日毎の接続者数を図78に示す。高知大学情報科学科のWWWでリンクを張っていただいた7月12日以降、安定した接続者数が得られていることがわかる。ymnet等でPRを行った7月16日以降の数日間で得に接続者数が大きくなっているが、その他の日はおおむね10~20人程度であり、このWWWの平均的な接続者数はこの程度ではないかと思われる。

インターネットのIDは、たとえば筆者の場合 jrsdsab@gipmc.shinshu-u.ac.jp のようになっており、末尾のカンマで区切られた2つの単語から、そのIDの所属する団体の種類をある程度推測する

ことができる。筆者の場合であれば、「ac.jp」で、「大学・日本」という意味になる。この事を利用して、接続者の所属を調べることにした。元にした記録は、日毎の接続者数を調べた時と同じ、WWWの最初のページを参照したIDの一覧である。結果を図79に示す。図中のIDのうち、co.jpは企業関係、or.jpは大学・企業等の団体以外の個人利用者とみなされる。Internet利用者の所属別の一般的な比率については明確な資料がまだ十分整っていないので、この比率が一般的な比率とどう違うかについては言及できないが、大学の関係からの接続が意外に少なく、個人利用者の比率が多めであったとの印象を受けた。

防災情報WWWには、気象情報に関するアンケートのページも設けた。このページに用意された解答欄に回答を記入すると、その結果が自動的に筆者の元に電子メールとして届けられるシステムになっている。このアンケート回答メールは、ほぼ毎日2、3通程度が届いている。これとは別に、ホームページについての感想などのメールが、7月29日までに学外から3通届いている。

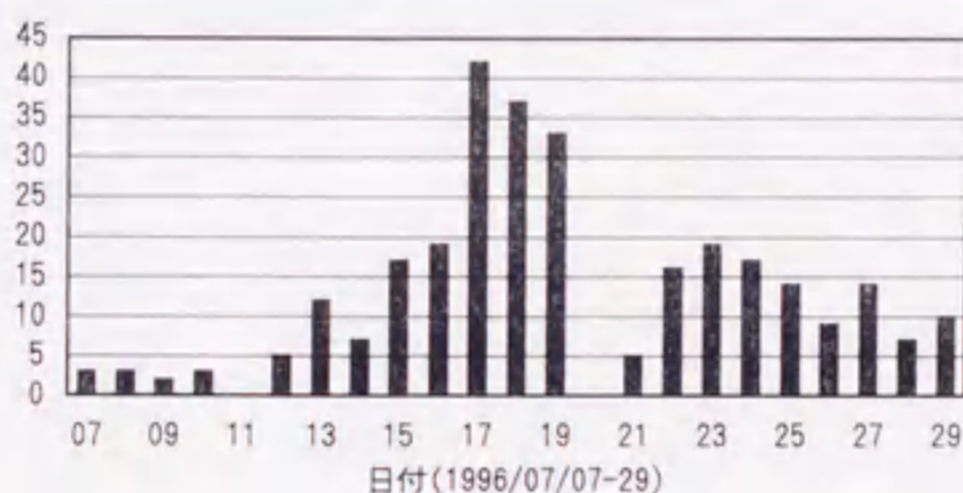


図78 防災情報WWWへの接続者数

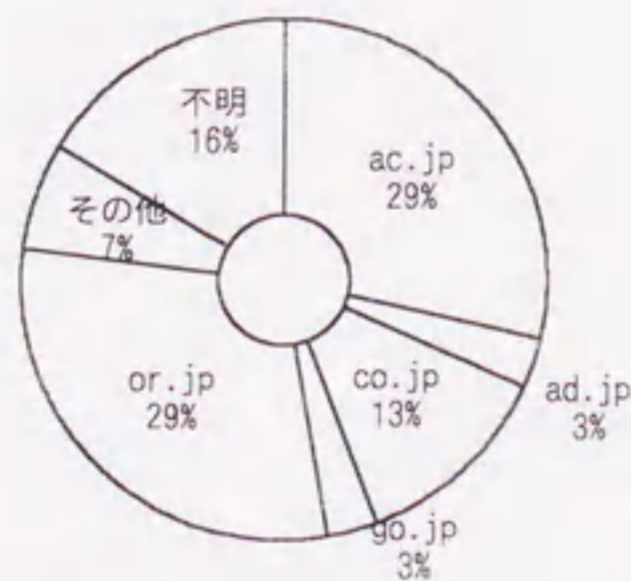


図79 防災情報WWW接続者のIDによる分類



### 5.5.5 防災情報WWWの評価と今後

今回制作したWWWは、まだ開設後それほど時間が経っておらず、存在のアピールも限定的なものであり、いわば試行段階である。しかし、そのような状況にもかかわらず、毎日10～20人程度の参照者があり、アンケートメールも連日途切れることなく届いている状況は注目される。今後、内容を整備することによって、Internetでの防災情報を提供する場の一つとしての役割を果たすことができるのではないかとと思われる。

Internet上では、各機関、個人が、WWWなどによって、それぞれの専門分野、得意分野についての情報発信を行い、関連するWWWが相互に結び付き合い(リンクを張る)、いわば「情報の輪」を構成することによって幅広い情報を手軽に集められるようになっていくのが一つの方向である。「情報の輪」の中には、豊富な情報提供を行い、その分野での中心的な存在となるWWWもあれば、リンク情報を充実させ、それぞれのWWWの橋渡し役となるWWWもある。筆者作成のWWWは、「情報の輪」の外側に近い位置で、降雨による災害に関する詳細な情報を提供するWWWの一つとして位置づけられるものになることを目指している。

## 第6章 終章

日本列島は、全国的に年1000～3000mm程度の世界的にも多めの降水量があり、台風が恒常的に通過する地域でもあることから、中緯度先進国としてはアメリカのメキシコ湾周辺と並び、豪雨に見舞われやすい地域である。また、地形が急峻で河川が概して急勾配であり、かつ、わずかな平地に高密度な人口が集中していることから、降雨による災害、すなわち広義の水害の災害ポテンシャルが高い地域でもある。近・現代史の一般的な年表などを見ても、ほぼ毎年のように水害の記述があり、社会的関心・影響も少なくない。近年は水害が減少傾向にあるとの印象があるが、具体的な検討はまだ十分ではない。また、各種水害対策工事や対策手法が整備されている中で、その効果や課題の検討も行っていく必要がある。自然災害の被害は、誘因・素因と、抑止力の差によって生じるという考え方が一般的である。自然災害に対する抑止力は、一般に防災力といわれ、自然災害科学では防災ポテンシャルと呼ぶことが多い。本研究では、水害に対する防災ポテンシャルの現状の検討とその向上のための検討を行った。我が国においてもっとも頻繁に発生し、社会的関心も高い自然災害は水害である。本研究では、この水害に関する近年の特徴について定量的に検討し、その特徴を踏まえ、水害に対する防災ポテンシャルの向上について、現状の課題の指摘および改善するための検討・提案を行った。

最近約20年間について、気象庁の「異常気象報告」を元にして水害の記録を調べその被害の経年変化を検討した結果からは、死者・行方不明者数、浸水戸数については経年的に減少傾向が認められ、道路損壊箇所、山・崖崩れ箇所については増減傾向が認められなかった。この傾向は、地域別に見てもおおむね同傾向であった。大規模な浸水は、大型河川の破堤等を原因とする洪水による災害であり、浸水戸数が大きく減少しているのは、洪水対策が効果を上げ、その規模が小さくなっているためと考えられる。一方、道路損壊や山・崖崩れ等の土砂災害は、洪水との関係が少なく、雨によって直接的にもたらされる被害である。これらの被害に減少傾向が認められないことから、今後は洪水への対策以上に、土砂災害への対策が重要になってくるものと思われる。これらの結果を図に整理すると図80のようになる。

土砂災害は、発生箇所が局部的であり、かつ危険箇所が全国に点在していることから、対策施設の整備だけでは防災ポテンシャルの向上には限界があり、防災情報の的確な伝達等のソフトウェア対策の重要性が増してくる。また、発生箇所が局部的であることは、広域的な情報収

集・提供と共に、家族・集落といった小さな単位での情報収集・判断が重要になってくるともいえる。しかし、防災情報は、砂防ダムのような防災施設と異なり、観測・伝達施設を整備しただけではその効果を発揮せず、それらの情報が情報の受け手にどのように認識されるかが課題となる。これらを図に整理すると、図81のようになる。

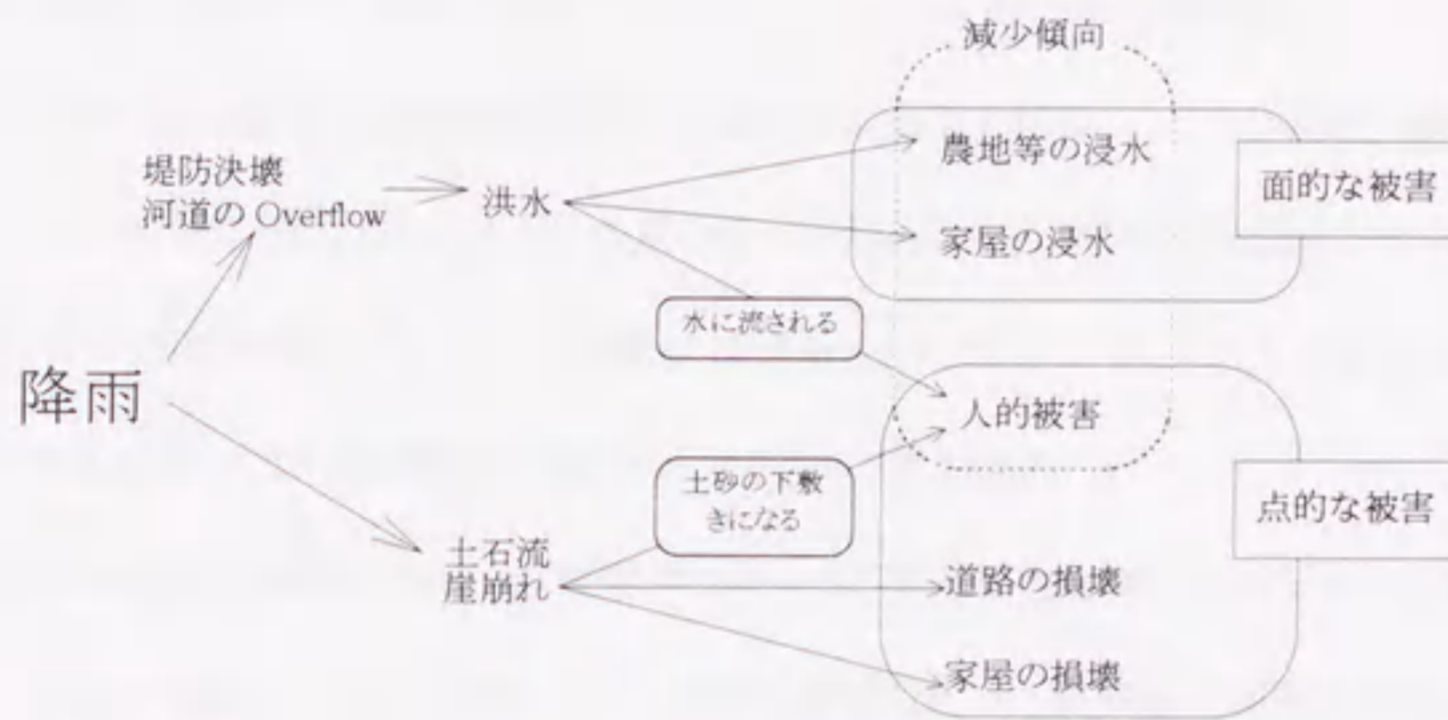


図80 水害による被害の分類

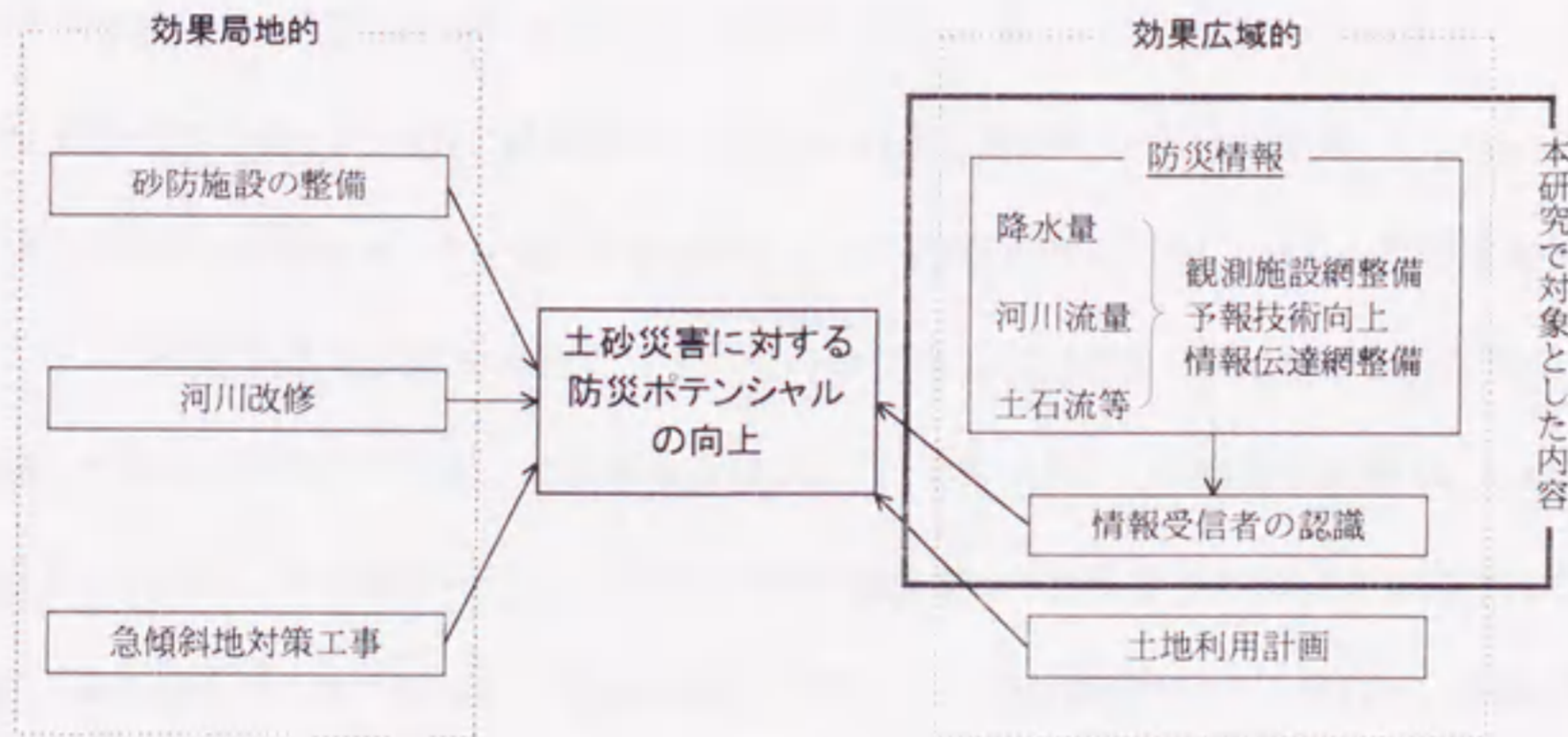


図81 土石災害に対する防災ポテンシャル向上手法の整理

防災情報にも種々のものがあるが、豪雨時の意思決定にもっとも重要な要因となる情報は降水量であるとの指摘もあることから、本研究では降水量情報に注目してその現況を検討した。天竜川上流域(長野県南部)を事例地とした検討の結果、近年降水観測施設は、観測所数において飛躍的な変化はないが、観測データの通報体制においては、リアルタイムにデータを収集可能な観測網が主流になり、観測値の一般への通報も、テレビやCATV等の発達により大きく向上していることがわかった。しかし、情報の受信者側にとって、降水量は情報としては豊富に得られるが、情報の質に関する基礎的な認識に不十分な点が見られることなどの課題も確認された。防災ポテンシャル向上のためには、降水量などのいわゆる「生の情報」を迅速に伝達するだけでなく、その情報を活用するための基礎的情報をも合わせて伝達し、また必要に応じて誰もが参照できるようなシステムを整備する必要があるものと思われる。

降水量は局地的な相違の大きい気象要素であり、近年重要性を増している土砂災害は局所的な雨の強弱とも関わりの深い災害であることを考慮すると、より高密度な降水量情報の提供を行うことも防災ポテンシャル向上のためには必要である。しかし、災害だけを考慮した高密度な降水観測網、予報技術、情報提供システムを防災行政が用意しておくことは、設置・維持のコスト面からあまり現実的でない。高密度な降水量情報が必要とされる豪雨時に、災害の危険がある地域の住民が自ら観測する事が容易にできれば、防災行政による観測・情報提供システムを補完する意味で、防災ポテンシャル向上に寄与するものと思われるが、このような場合に利用可能な測器は存在しない。また、降水量という情報に対する基礎的な認識が普及していないのは、温度計のような手軽さで入手できる降水観測のための測器が存在しないことも一因と考えられる。そこで、本研究では清涼飲料水用のペットボトルを活用して、安価で誰にでも作成可能な事を考慮した簡易雨量計を試作し、その精度を検討した。その結果、この簡易雨量計は、一般的な雨量計に対して、降水量10mm以上の場合で観測精度が±10%程度であることが確認された。これは、豪雨時をはじめ、まとまった降雨を観測するには十分な精度であると思われ、集落・家族等の小単位で防災情報を得るための測器としての活用可能性が期待される。

いわゆる、防災知識の普及・啓蒙といった観点では、従来から各種のキャンペーンや出版物などを通じての働きかけがなされてきた。しかし、このような一過的な対策は、時間の経過と共にそ

の効果が薄れる可能性が高い。日常的には情報蓄積を行い、災害時等の多くの人の関心が高まった時に必要な情報を参照、交換可能なメディアとしては、コンピューターネットワークが注目される。本研究では、まずコンピューターネットワーク上における防災関係情報交換の事例解析として、1993年の台風第13号接近時に、大手商用ネットNIFTY-Serveに設けられた台風関係情報交換のための電子掲示板について、その特徴を検討した。その結果、この電子掲示板は事前に特に準備がなされて開設されたものではなかったにもかかわらず、3日間に全国から数百件の情報が寄せられ、活発な情報交換がなされたことがわかった。このように、コンピューターネットワーク上では、適切な情報交換の場を設けることで、従来あり得なかった情報量、参加者数による情報交換が行われる可能性がある。そこで本研究では、研究者や、個人レベルで防災情報を観測・収集しようとする人を対象とした電子会議室、及びInternet上のWWWの開設についての提案を行った。WWWについては、1996年7月に、試験的に開設を行ったところ、開設後約3週間で、おおむね1日あたり10~20人程度の参照者があった。今後、内容を充実させ、Internetでの防災情報発信の場の一つとして成長することが期待される。

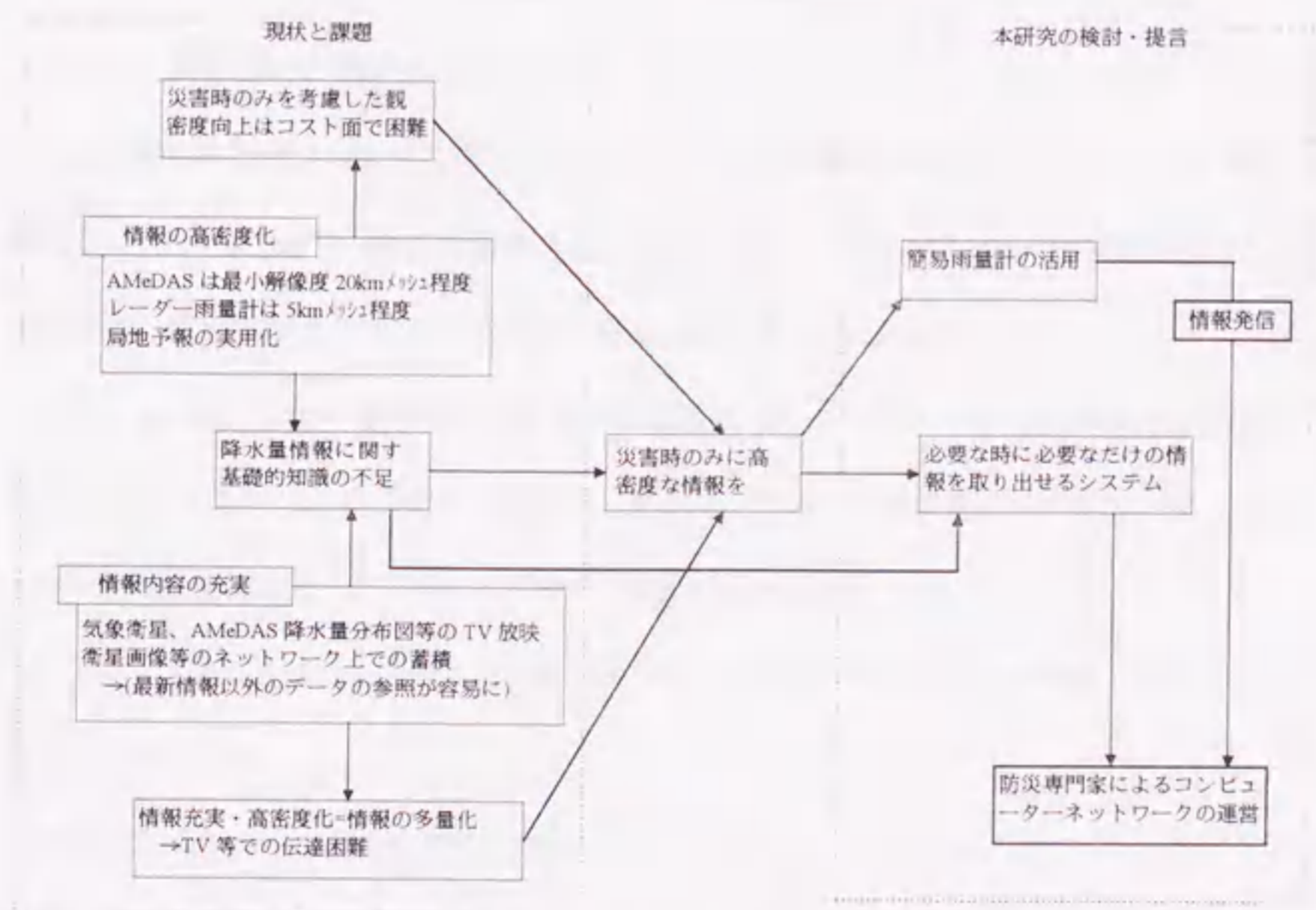


図82 降水量情報の現状と課題

## 謝辞

本研究に当たっては、多くの方にご協力をいただいた。まず、研究全般に渡ってご助言をいただいた信州大学農学部北澤秋司教授、ならびに信州大学農学部森林科学科治山学研究室関係者の皆様に厚くお礼を申し上げます。

災害統計の利用に当たっては、「異常気象報告」担当者である気象庁統計室気象災害係の渡部信行氏に数多くのご教示をいただいた。「異常気象報告」MT資料の利用に当たっては、東京大学先端科学技術研究センターの一ノ瀬俊明助手(当時)にご協力をいただいた。降水量資料の利用に当たっては、東京大学理学部地理学教室の松本淳助教授にご協力をいただいた。

降水観測施設の調査に当たっては、長野地方気象台防災業務課、建設省天竜川上流域工事事務所砂防調査課から貴重なご教示をいただいた。また、天竜川上流域で降水観測を実施している各機関からも貴重なご教示をいただいた。1988年8月27日の豪雨の際の調査に当たっては、建設省天竜川上流域工事事務所、日本道路公団伊那管理事務所(当時)、中部電力飯田支社、JR東海静岡支社、伊那市役所を始め、上伊那地区で降水観測を実施している各機関から貴重な観測資料の提供をいただいた。

簡易雨量計の試作に当たっては、東京都立大学理学部地理学教室の松山洋助手に多くのご教示をいただいた。また、簡易雨量計の比較観測に当たっては、信州大学大学院生(当時)の石田孝司氏、信州大学農学部生の藤田淳子さんにご協力をいただいた。

NIFTY-Serve上の台風電子掲示板に関する調査に当たっては、ニフティ株式会社企画部から貴重なご教示並びにご協力をいただいた。また、NIFTY-Serve鉄道フォーラム・フォーラムマネージャの伊藤博康氏からは多くのご教示をいただいた。

ホームページの作成にあたっては、信州大学大学院生の松村哲二氏、門脇太郎氏にいろいろなご教示をいただいた。

関係各位に対し、この場を借りて心よりお礼を申し上げます。

## 参考文献

- (1) 荒木正夫ほか, 1986: 千曲川水系の変遷に伴う流出形態の変化に関する研究, 自然災害科学, 5, 20~30
- (2) 朝日新聞社, 1995: 電子ブック版 朝日現代用語・知恵蔵 1995, 朝日新聞社出版局書籍第三編集室
- (3) 浅野 芳・原嶋宏昌, 1980: 気象観測と天気予報, 初版, 58~62, 日本放送出版協会, 東京
- (4) 中央气象台, 1952: 磯原地区雨量調査, 中央气象台, 東京
- (5) 藤本 廣, 1988: いわゆる“防災ポテンシャル”の概念規定について, 資料解析に基づく防災ポテンシャルの変遷に関する研究—文部省科学研究費重点領域研究中間研究報告—, 41~46
- (6) T.Iwasima and R.Yamamoto, 1993: A Statistical Analysis of Extreme Event: Long-Term Trend of Heavy Daily Precipitation, Journal of the Meteorological Society of Japan, 71, 637-640
- (7) 林 重徳, 1988: 「北松型地すべり」地域における防災ポテンシャルの変遷, 資料解析に基づく防災ポテンシャルの変遷に関する研究—文部省科学研究費重点領域研究中間研究報告—, 61~68
- (8) 廣井 脩, 1990: 1988(昭和63)年7月「浜田水害」と住民の対応, 東京大学新聞研究所紀要, 40, 61~100
- (9) 加藤 雅・松田磐余, 1984: 災害時の避難に関する調査研究 —三重県美杉村の豪雨災害(昭和57.8)—, 総合都市研究, 21, 81~102
- (10) 川畑幸夫, 1961: 水文気象学, 初版, 17~137, 地人書館, 東京
- (11) 川上 浩, 1992: 防災ポテンシャルの評価に関する考察 —長野市を例として—, 自然災害科学, 11, 13~26
- (12) 気象庁, 1990: 異常気象・気象災害調査指針, 1~209, 気象庁, 東京.
- (13) 気象庁, 1975: 気象百年史, 初版, 293~308, 日本気象学会, 東京

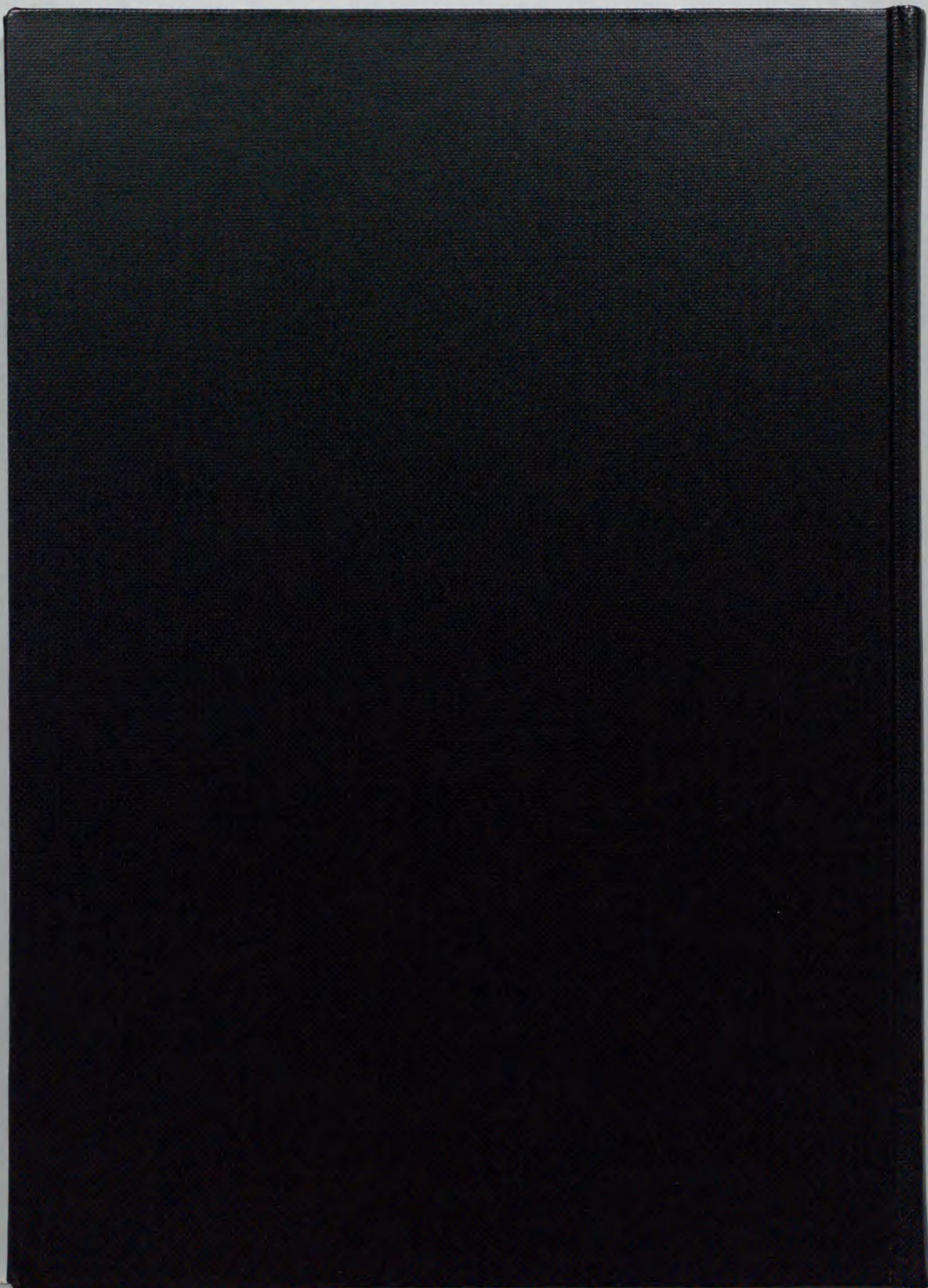


- (14)国土庁, 1994:防災白書(平成6年版), 1~9, 大蔵省印刷局, 東京.
- (15)国土庁, 1994:防災白書(平成6年版), 44~45, 大蔵省印刷局, 東京.
- (16)国土庁土地局国土調査課, 1989:長野県南部地域主要水系調査書, 国土庁, 東京.
- (17)倉嶋 厚・原 達也, 1972:死者数からみた気象災害の変遷について, 研究時報, 24, 317~332.
- (18)倉嶋 厚・舟田久之・中鉢幸悦, 1984:1970年代の台風と死者災害について, 研究時報, 36, 15~22
- (19)町田 洋・小島圭二, 1996:新版 日本の自然8 自然の猛威, 21, 岩波書店, 東京
- (20)宮沢清治, 1982:防災と気象, 朝倉書店.
- (21)水山高久, 1987:土砂流出, 高橋 博・藤田寿雄・木下武雄・小松章一・上原茂次・山口高志, 豪雨・洪水防災, 初版, 49~52, 白亜書房, 東京.
- (22)長野県土木部河川課, 1991:平成3年度長野県水防計画書, 長野県
- (23)長野県生活環境部消防防災課, 各年:長野県の災害と気象, 長野県生活環境部消防防災課, 長野県
- (24)中野尊正, 1970:日本の地形, 262~269, 築地書館, 東京
- (25)ニフティ株式会社, 1994:ニフティサーブの歩み, '94上半期版, ニフティ株式会社, 東京
- (26)日本気象協会, 1986:NHK 最新気象用語ハンドブック, 初版, 10~13, 日本放送出版協会, 東京
- (27)松沢勲ほか, 1988:自然災害科学辞典, 初版, 築地書館
- (28)尾池和夫・松村一男・石川有三・岡田 弘・平井邦彦, 1991:自然災害資料の収集のためのパソコン通信網の活用, 自然災害科学, 10, 209~214
- (29)岡部昭正, 1995:天気相談所の窓「雨量って何ですか?」, 気象, 39, 14031
- (30)岡田勝也, 1989:豪雨時の列車の安全運行を支援する総合斜面防災システム・RaMIOS, JRガゼット, 30, 28~32
- (31)奥田 譲, 1970:明治以来の風水害の累年傾向に対する一考察, 災害の研究, 7, 13~15.

- (32)瀬尾克美・藤田太子, 1993:雨を計ってみよう, 砂防と治水, 91, 39~41
- (33)Stanley and Joyce, 1992, TEMPORAL FLUCTUATIONS IN WEATHER DISASTERS 1950-1989, Climatic Change, 22, 191~208.
- (34)鈴木秀夫, 1961:日本の地形と降水量, 地理学評論, 34, 430~437
- (35)鈴木秀夫, 1962:日本の気候区分, 地理学評論, 35, 205~211
- (36)高橋浩一郎, 1954:日本の風水害について, 予報研究ノート, 5, 312~340.
- (37)高橋浩一郎, 1966:災害の種類と気象条件, 畠山久尚, 気象災害, 初版, 151~223, 共立出版, 東京.
- (38)高橋浩一郎, 1977:災害論, 初版, 33~58, 東京堂出版, 東京.
- (39)高橋浩一郎, 1977:災害論, 初版, 59~68, 東京堂出版, 東京.
- (40)高橋浩一郎, 1990:雨量と水害の関係, 災害の研究, 21, 1~10.
- (41)高橋正佑, 1991:土砂・水災害の歴史, 塚本良則・小橋澄治, 新 砂防工学, 初版, 17~21, 朝倉書店, 東京.
- (42)龍田浅生, 1994:防災に対する市町村の役割と気象情報, 東管技術ニュース, 117, 6~9
- (43)牛山素行・宮崎敏孝, 1993:1991年3月23日長野県中部で発生した雨氷現象, 天気, 40, 47~54
- (44)山口高志, 1987:ソフトな防災対策, 高橋 博・藤田寿雄・木下武雄・小松章一・上原茂次・山口高志, 豪雨・洪水防災, 初版, 291~301, 白亜書房, 東京.
- (45)山崎文雄, 1995:震災情報に関する研究者ネットワークの構築, 自然災害科学, 阪神・淡路大震災 緊急対応特集号, 48~55
- (46)矢崎敬三, 1974:雨量計について, 天気, 21, 13~28
- (47)米山啓一, 1962:伊那谷の昭和36年梅雨前線豪雨, 上伊那誌編纂会, 上伊那誌 第一巻 自然編, 初版, 546~636, 上伊那誌刊行会, 伊那
- (48)吉野文雄, 1987:土砂流出, 高橋 博・藤田寿雄・木下武雄・小松章一・上原茂次・山口高志, 豪雨・洪水防災, 初版, 49~52, 白亜書房, 東京.

(49)湯本幸治, 1990: グラフで見る気象災害, 気象研究ノート, 170, 63~92.





Inches 1 2 3 4 5 6 7 8  
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

### Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak



Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

### Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

