

# 土壌雨量指数から見た雨と土砂災害の関係

## RELATIONSHIP BETWEEN RAIN AND LAND-DISASTERS

### BY SOIL WATER INDEX

岡田憲治

Kenji Okada

気象庁東京管区气象台 気候・調査課 (〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-3-4)

E-mail:kenji-okada@met.kishou.go.jp

Key Words: Typhoon, Heavy Rain, Soil Water Index

#### 1. はじめに

前回の第二回土砂災害に関するシンポジウム(鹿児島)では、土壌雨量指数を使い土壌中に貯まっている雨の量と土砂災害発生との相関の高さについて報告<sup>1)</sup>した。

土壌雨量指数は、過去10年間よりも土壌中に貯まっている雨の量が多い場合(履歴1位)に発表される「過去数年間でもっとも土砂災害の危険性が高まっている」<sup>2)</sup>という大雨警報の発表根拠となっているだけでなく、気象庁と国土交通省河川局砂防部が連携して発表に向けて準備を進めている土砂災害警戒情報<sup>3)</sup>でも危険度判断の指標(横軸)として用いられている。この土壌雨量指数を使い、近年の大雨と土砂災害との関係を紹介する。

#### 2. 平成16年の大雨

平成16年は、新潟・福島豪雨、福井豪雨に加え、10個の台風が上陸し、各地で大雨となった。

台風第10号では徳島県上那賀町海川で8月1日の日雨量が1,317<sup>mm</sup>と、これまでの日雨量の日本記録1,114<sup>mm</sup>(徳島県木頭村日早)を200<sup>mm</sup>も更新するなど、雨の多い奈良県・徳島県でも7月や8月の月間雨量平年値の2~3倍に相当する大雨となり、台風第21号・23号では瀬戸内海地方など普段雨が少ないエリアでも大雨となった。

図1~図6は、平成16年に特に土砂災害が多発した、新潟・福島豪雨、福井豪雨、台風第10号・21号・22号・23号時の土壌雨量指数の履歴1位出現状況である。

図1に示す新潟・福島豪雨では、山・がけ崩れ、土石流の96%が、図2に示す福井豪雨では同じく100%が、履歴1位のメッシュが出現した市町村で発生していた。

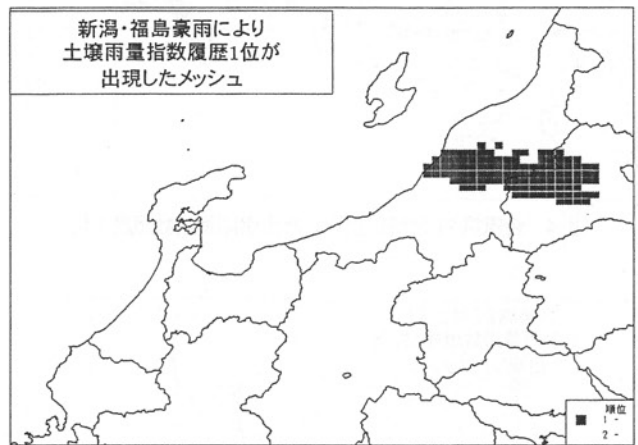


図1 新潟・福島豪雨時に出現した土壌雨量指数履歴1位

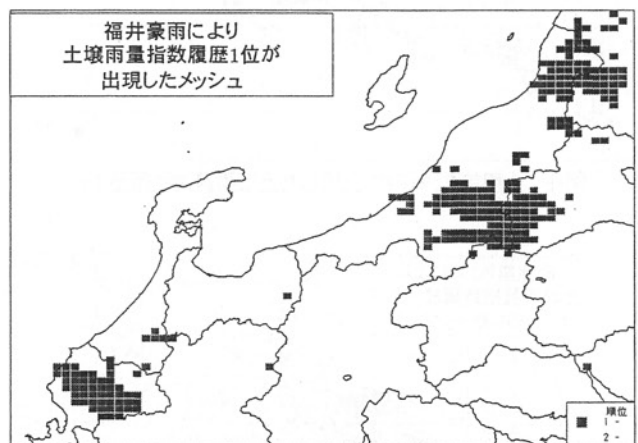


図2 福井豪雨時に出現した土壌雨量指数履歴1位

新潟・福島豪雨による雨が先行降雨として土壌中に残っていたため、5日後の福井豪雨時にも新潟県内で履歴1位のエリアが広く出現した。

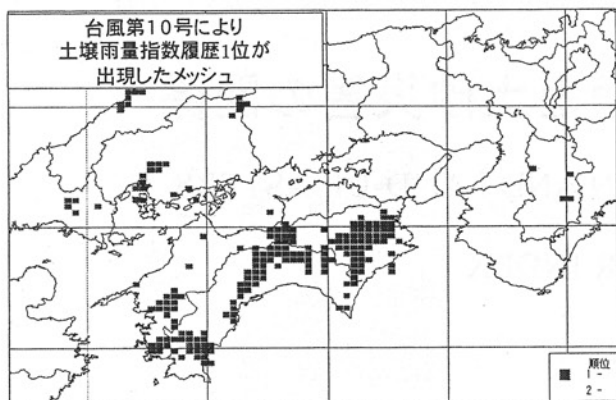


図-3 台風第10号時に出現した土壌雨量指数履歴1位

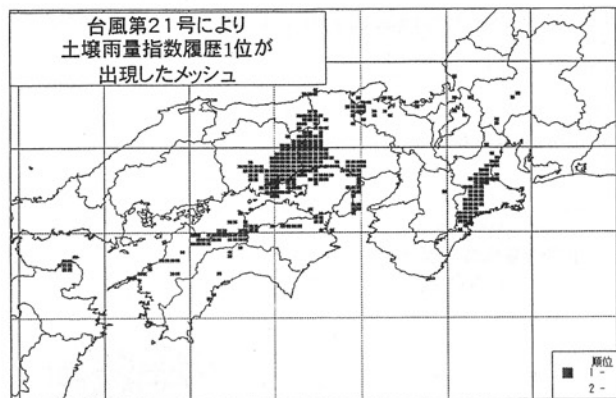


図-4 台風第21号時に出現した土壌雨量指数履歴1位

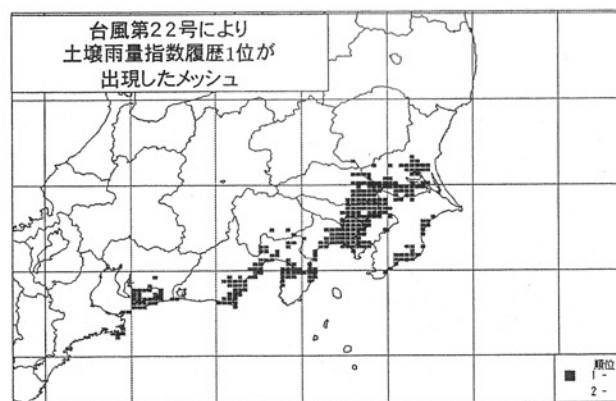


図-5 台風第22号時に出現した土壌雨量指数履歴1位

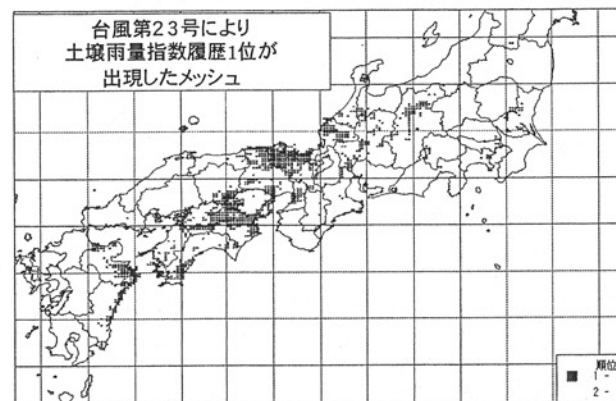


図-6 台風第23号時に出現した土壌雨量指数履歴1位

愛媛県東予に位置する新居浜市・西条市・四国中央市付近は雨が少ない地域として知られているが、平成16年は台風第10号(図-3)・21号(図-4)・23号(図-6)だけでなく、台風第15号・16号時にも大雨となり、15名の死者(内、14名が履歴1位のメッシュでの死者)が発生した。繰り返しの大雨であったが、履歴順位1位が出現したメッシュは毎回異なっていた。

台風第21号で5名の死者が発生した岡山県玉野市は普段から雨が少ない分、周辺市町村よりも当日の履歴順位の上昇が早かった。

関東地方に大雨をもたらした台風第22号(図-5)では、過去10年間の最大値を大きく更新した神奈川県東部を中心に土砂災害が多発した。特に、鎌倉市内では461箇所(鎌倉市役所調べ)でがけ崩れが発生し、死者も発生した。

土壌雨量指数のデータ蓄積期間は1991年からと短いので再現確率の算出には大きな誤差を伴うことが予想されるが、データ蓄積期間が延びれば、過去10年間と比較した履歴順位だけでなく、「100年に一度の雨」のように、どの程度まれな大雨かという確率情報の算出も可能となる。さらに、そこに風化の度合・位相や過去の集中発生からの期間の情報が加味されれば、雨と土砂災害発生との間に存在する、図-7で示すような、大雨で発生せずに、その後の弱い雨で発生するなどの、雨だけでは説明が困難な不確実性の軽減につながるはずである。

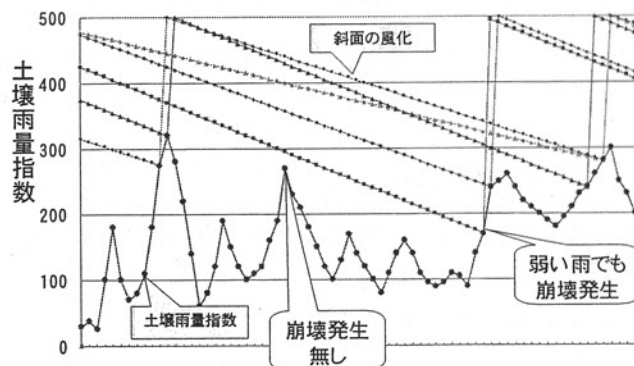


図-7 風化と土壌雨量指数の概念モデル

### 3. 平成16年台風第23号

図-6で示した台風第23号では広域で大雨となり、普段雨が少ない瀬戸内海や兵庫県・京都府北部にも大雨が降ったのが特徴である。

この雨では岡山県・京都府で6人、愛媛県・香川県・兵庫県で4人など、27名の死者が発生した。発生時刻が判明している死者発生地点を添えて、土壌雨量指数履歴1位の分布の時系列的推移を図-8～図-19に示す。

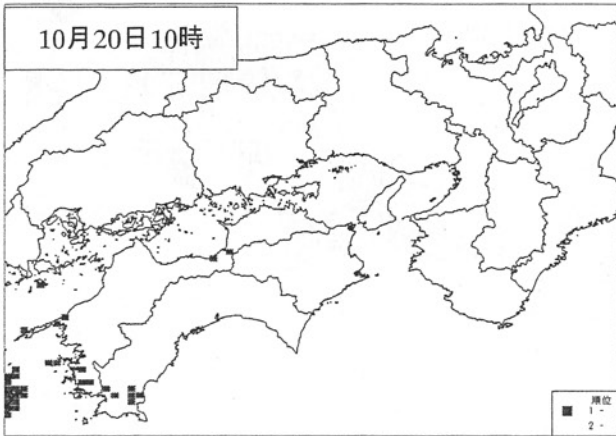


図-8 10月20日10時の土壌雨量指数履歴1位

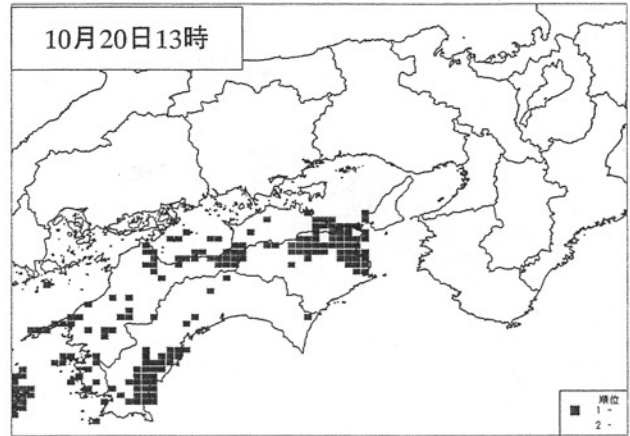


図-11 10月20日13時の土壌雨量指数履歴1位



図-9 10月20日11時の土壌雨量指数履歴1位

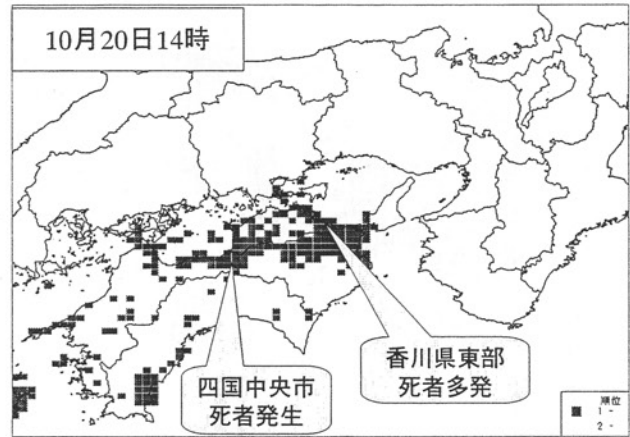


図-12 10月20日14時の土壌雨量指数履歴1位



図-10 10月20日12時の土壌雨量指数履歴1位

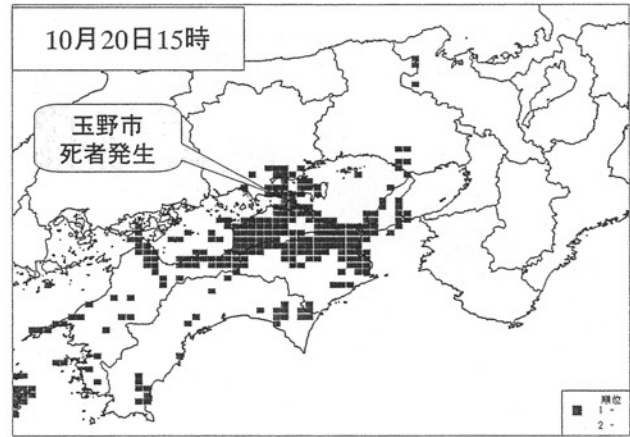


図-13 10月20日15時の土壌雨量指数履歴1位

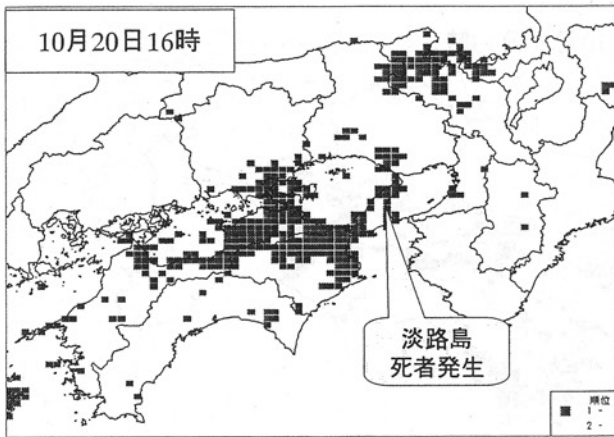


図-14 10月20日16時の土壌雨量指数履歴1位

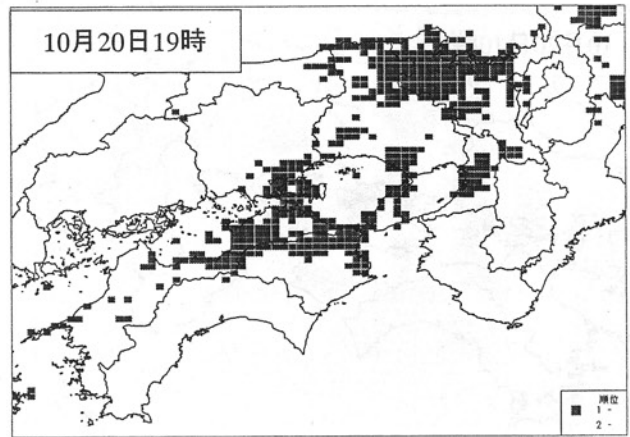


図-17 10月20日19時の土壌雨量指数履歴1位

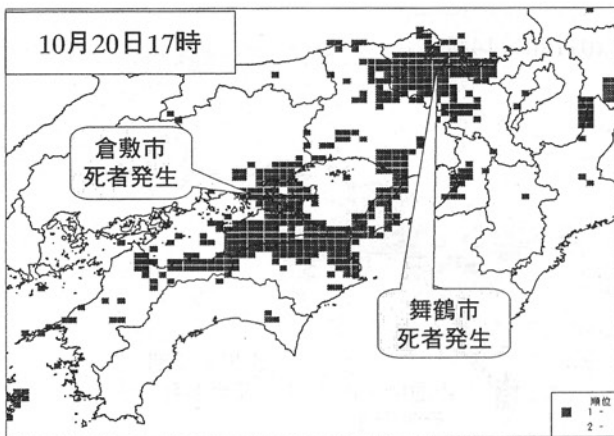


図-15 10月20日17時の土壌雨量指数履歴1位

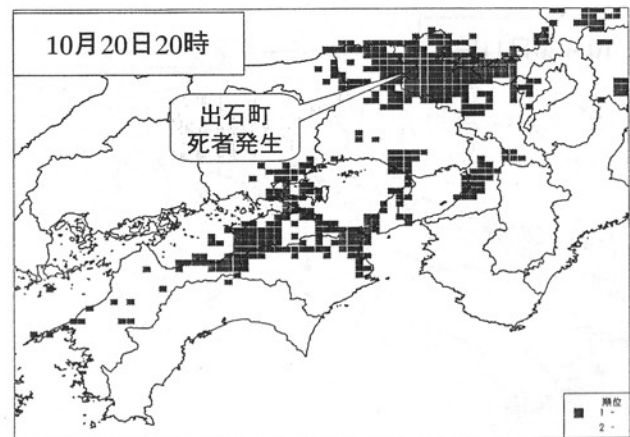


図-18 10月20日20時の土壌雨量指数履歴1位

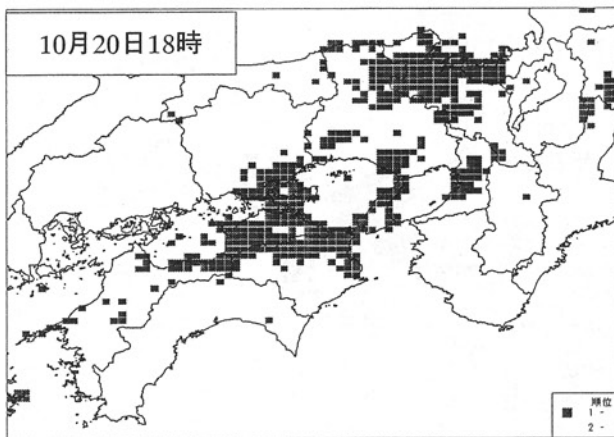


図-16 10月20日18時の土壌雨量指数履歴1位

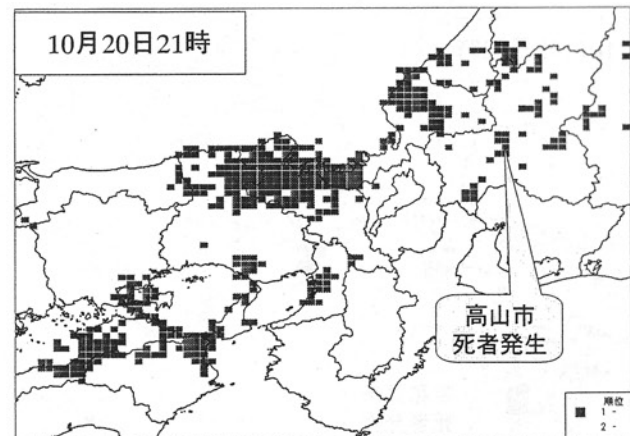


図-19 10月20日21時の土壌雨量指数履歴1位  
(図-8～図-18とは表示エリアが移動していることに注意)

気象学の分野では、「台風は通過災」と言われている。これは、図-8 から図-19 を見ても分かるように、台風の場合は雨域が移動しながら広範囲に災害をもたらすことを表現したものである。被害軽減のためには、最新の気象情報の入手が不可欠なことは言うまでもない。

#### 4. 平成 17 年台風第 14 号

台風第 14 号は、九州・中国・四国に大雨を降らせた。

特に宮崎市の西方にある鰐塚山周辺では土石流・斜面崩壊が多発した。現場の写真は例えばアジア航測(株)のHP、<http://www.ajiko.co.jp/bousai/kyusyu2005/kyusyu.htm>にある。

この鰐塚山にはアメダスが設置されており、1976 年から雨量観測を行っている。この 30 年分の雨量データを使って、グンベル法により土壤雨量指数の再現確率を算出した。

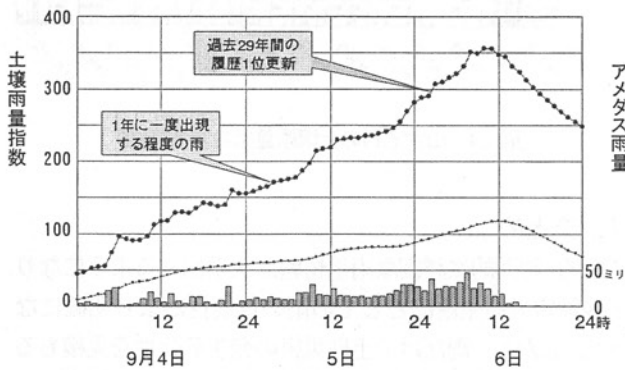


図-20 鰐塚アメダスの土壤雨量指数時系列図

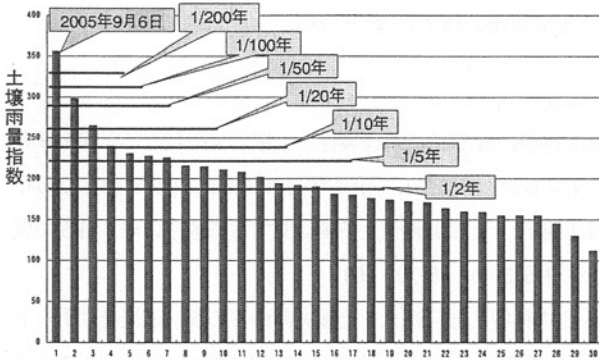


図-21 鰐塚アメダスの再現確率(毎年の指数値の最高値)

図-20 は 台風第 14 号での土壤雨量指数の時系列である。雨が止み間無く降り続け、土壤雨量指数の指数値が連続的に高まっていることが分かる。6日2時頃には過去29年間の最大値を更新し、指数値はさらに高まった。9月4日の降り始めから7日までの雨量は1,029 ミリだったので最大で雨量の約 1/3 が土壤中に貯まっていたと土壤雨量

指数では計算される。

次に、毎年の指数値の最大値を取り出し、高い順に並べたのが図-21 である。グンベル法では台風第 14 号は 400 年に一度程度の大雨だったと推定される。

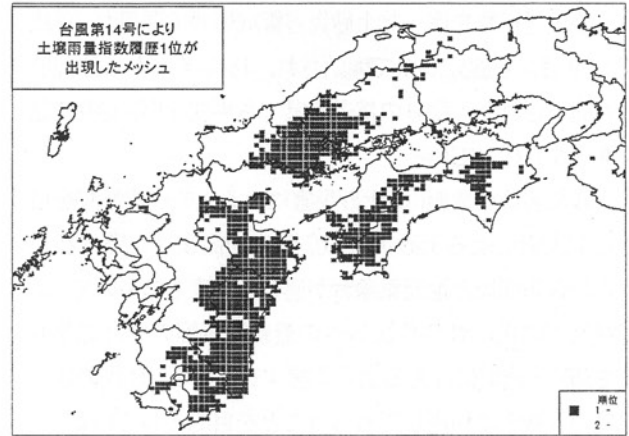


図-22 履歴 1 位が出現したメッシュ

この台風第 14 号により、履歴 1 位は図-22 のように九州の東半分と広島県西部から山口県東部、そして四国の山間部に広く出現していた。

一方、4 人の死者が出た鹿児島県垂水市付近は履歴 2 位止まりだった。これは平成 9 (1997) 年 9 月 16 日の大雨で、より大きな指数値が出現していたことによる。履歴 1 位が出現した場合に大雨警報「重要変更! 過去数年間でもっとも土砂災害の・・・」<sup>2)</sup> を発表しているが、このように履歴 1 位ですべての死者発生事例を捕捉出来るとは限らないのが、雨による土砂災害危険度予測の不確実性<sup>1)</sup> の 1 つである。

平成 9 年から 17 年までに死者が発生したメッシュの発生時の履歴順位を図-23 (縦軸が死者数) に示す。

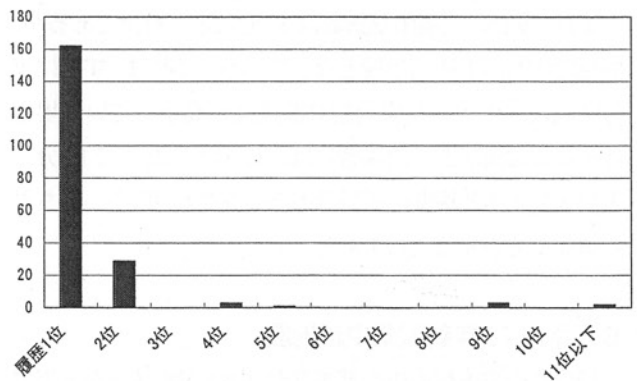


図-23 死者発生時の当該メッシュの履歴順位

死者の 80%以上が履歴 1 位の雨で発生しているが、2 位以下も 20%近くある。この理由として、土壤雨量指数には地盤情報(地形・地質構造、風化の度合い、過去の崩壊

からの期間など)が入っていないことがある。また、正常化の偏見と呼ばれる避難勧告を拒絶して被災した例も少なくない。

## 5. 土砂災害警戒情報

土壌雨量指数を使った土砂災害警戒情報の運用が、平成17年9月から鹿児島県で開始され、18年4月から沖縄県でも開始された。残りの都道府県でも平成19年度中の運用開始を目指している。

土砂災害警戒情報は、土砂災害による人的被害軽減を目指して大雨による土砂災害の危険度が高まった際に都道府県の砂防部局と地元気象台が連名で発表するもので、市町村長が防災活動や住民等への避難勧告等の災害応急対策を適時・適切に行えるよう支援することと、住民の自主避難の判断等に利用してもらうことを目的としている。

基本的には、先行降雨により土壌中に含まれる雨が数年に一度程度の危険レベルになった時に発表される。

詳しい内容は、気象庁HP、

<http://www.jma.go.jp/jma/press/0508/19a/dosya.html>

や国土交通省河川局砂防部HP、

[http://www.mlit.go.jp/river/sabo/kisya/200507\\_12/050819/050819.html](http://www.mlit.go.jp/river/sabo/kisya/200507_12/050819/050819.html)

に掲載されている。

図-23の履歴1位(死者発生後に履歴1位となった事例も含む)の事例では、履歴1位となってから死者が発生するまでの平均は2.4時間であった。土砂災害警戒情報ではリードタイムを確保する必要性から、履歴1位にこだわらず、数年に一回程度の出現頻度(例えば5年に一度程度の履歴2位)程度の発表基準を採用する都道府県が多くなる見込みである。

また、横軸の土壌雨量指数は30分ごとの算出であるが、縦軸は任意の1時間雨量となっている。これは、すでに先行降雨により土砂災害発生の危険性が高まっている場合に短時間強雨があった場合には、30分を待たずに10分ごとに入電する他機関の雨量計のデータを活用して、いち早く情報を発表するためである。

## 6. 平成16年新潟県中越地震

新潟県山古志村の中心部を含む5km×5kmメッシュでは新潟・福島豪雨の期間中(7月10日から14日)に428mmの雨が降り、7月13日19時に最も高い指数値(=124)が出現した。その後、福井豪雨の期間中(7月16日から18日)に272mmの雨が降り、17日20時に最も高い指数値

(=195)が出現し、平成15年までの10年間の最も高かった指数値(=131)を更新した。

図-24に示すように8月上旬に指数値は一旦ゼロになったが、その後の断続的な雨により9月は指数値40前後で推移し、10月に入ると23日までの指数値の平均値は53とやや高めで推移した。このことから、新潟豪雨や福井豪雨により斜面が何らかのダメージを受けた可能性はあるだろうが、土壌雨量指数で見ると一旦ゼロになっていることから、7月の新潟・福島豪雨や福井豪雨の影響よりも8月中旬以降の断続的な雨、特に直前の10月20日の台風第23号による雨の影響が大きかったと考えられる<sup>4)</sup>。

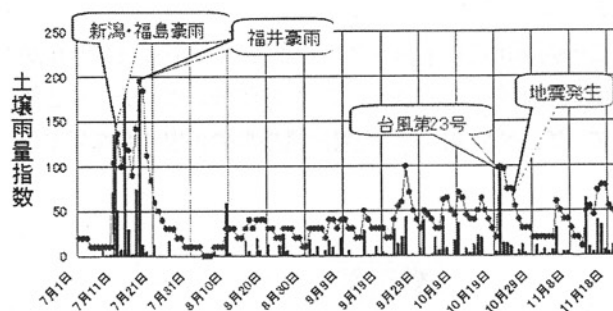


図-24 山古志村の土壌雨量指数時系列図

## 7. まとめ

面的・時間的に詳細な雨量情報が入手出来るようになり、土砂災害の発生誘因としての雨の重要性がより明確になった。しかし、雨だけで土砂災害の発生危険性を見積もるには不確実性が多く、限界に近い。4章に記述したように、より精度の高い土砂災害の発生危険性予測には、素因としての地盤情報の導入が望まれる。

### 参考文献

- 1) 岡田憲治：雨観測の不確実性と土壌雨量指数，第二回土砂災害に関するシンポジウム，土木学会西部支部，pp.52-57，2004。
- 2) 岡田憲治：土砂災害発生予測に関する気象庁の取り組みの現状，河川，663，pp.26-29，2001。
- 3) 小山内信智，野呂智之：土砂災害からの事前避難をサポート～降雨指標を用いた土砂災害の発生危険予測～，国総研アニュアルレポート，pp.16-19，2006。
- 4) 岡田 憲治：土壌雨量指数からみた先行降雨の影響，文部科学省平成16年度科学技術振興調整費緊急研究「新潟県中越地震」シンポジウム，pp.92-100，2004。

(2006.5.19.受付)