

統計手法による 1999. 6. 29 土砂災害形態の差に関する考察

中電技術コンサルタント株式会社	一般会員	荒木義則
株式会社エイトコンサルタント	一般会員	竹本大昭
山口大学社会建設工学科	一般会員	榊原弘之
山口大学社会建設工学科	一般会員	古川浩平
山口大学理工学研究科	学生会員	○八木俊夫

1. 本研究の背景と目的

わが国においては、集中豪雨や台風に伴う様々な土砂災害が毎年のように発生しており、甚大な被害をもたらしている。このような土砂災害の種別毎の発生メカニズムを解明することは、警戒避難体制の整備等人的被害に対する施策を検討する上で重要であると考えられる。

本研究では 1999 年 6 月 29 日の広島県西部土砂災害(以下、6.29 土砂災害と表記)の際に、被災した広島市の安佐北区、安佐南区、佐伯区(以下、3 区と表記)と呉市において、表-1 のような災害形態の差異がみられた原因を降雨要因及び地形要因の相違という観点から統計的手法を用いて検証した。

表-1 6.29 土砂災害の発生件数

地域	土石流	がけ崩れ
呉市	1	81
安佐北区	75	3
安佐南区	30	8
佐伯区	50	13
安芸区	0	4
西区	0	3
中区	0	1
東区	0	4
南区	0	0

2. ウィルコクソン順位和検定

土砂災害に関する降雨要因や地形要因のデータは一般的に正規分布とならないことが多い。本研究で行う各要因の比較については、前提条件として正規分布を仮定する必要のないノンパラメトリック検定が適しているものと考え、中でも代表的なウィルコクソン順位和検定を採用することとした。

3. 降雨要因の比較

(1) 降雨要因による比較

本研究では、6.29 土砂災害時の呉市と 3 区の降雨要因の差異を明確にするため、既往の研究を参考に 3 次メッシュ(約 1 km × 1 km)の格子毎に 1 時間雨量を求め、短期降雨要因に実効雨量(半減期 1.5hr)、長期降雨要因に実効雨量(半減期 72hr)を用いた。選

表-2 降雨要因の検定結果(土石流メッシュ)

降雨要因	検定統計量	判定
実効雨量(T=1.5hr)	-2.208	呉 < 3区
実効雨量(T=72hr)	-9.374	呉 < 3区

表-3 降雨要因の検定結果(がけ崩れメッシュ)

降雨要因	検定統計量	判定
実効雨量(T=72hr)	-9.798	呉 < 3区

定した降雨要因についてウィルコクソン順位和検定を行った結果を表-2、表-3 に示す。呉市と 3 区の降雨要因は、土石流危険渓流を含む各メッシュ(以下、土石流メッシュと表記)での比較とがけ崩れ危険箇所を含む各メッシュ(以下、がけ崩れメッシュと表記)での比較をそれぞれ行った。その結果、土石流メッシュの降雨要因はいずれも 3 区の方が大きく(表-2 参照)、またがけ崩れメッシュの降雨要因比較では実効雨量(72hr)のみ 3 区が大きいことが判明した。がけ崩れメッシュの実効雨量(1.5hr)では有意な差はみられなかった。

(2) 土砂災害発生危険基準線に対する降雨要因

(1)の解析より降雨要因は 3 区が大きいことが判明したが、降雨規模の差異は不明確である。そこで、土砂災害発生危険基準線(以下、CL と表記)に対して、土石流メッシュの降雨要因を用いて呉市と 3 区の降雨規模の検証を行った。例として土石流の CL を図-1 に示す。図-1 より土石流メッシュに対しては、呉市、3 区共に大半が CL を超えた領域の降雨であったといえる。がけ崩れメッシュの降雨要因も同様に検証したところ、呉市、3 区共に CL を超えた領域の降雨であった。これらのことから、6.29 土砂災害時の降雨規模は 3 区、呉市共に大きく、土砂災害が発生するには十分な規模であったと考えられる。

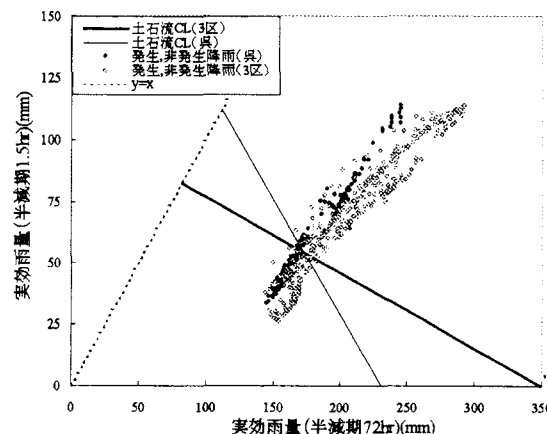


図-1 土石流の CL による検証

4. 地形要因の比較

(1) 同降雨規模の条件下における危険箇所数の比較

同降雨規模の条件下では、面的に危険箇所が集中している地域が土砂災害の危険性が高いものと考えられる。そこで、本研究では3次メッシュに含まれる面的な危険箇所数について、3区と呉市の同降雨規模の地域同士での比較を行った。図-2に危険箇所数の比較結果を示す。

図-2より、急傾斜地崩壊危険箇所(以下、急傾斜地と表記)に関しては呉市の方が明らかに箇所数が多いことが判明した。このことが呉市でがけ崩れが多発したことの要因であると推測される。土石流危険渓流(以下、危険渓流)に関しては、呉市、3区共にほぼ同等の箇所数であった。

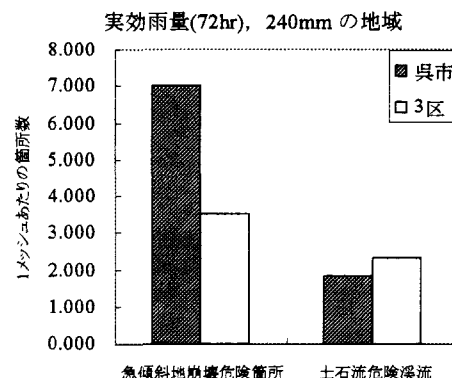


図-2 3区と呉市の危険箇所の集中度

(2) 同降雨規模の条件下における地形要因の比較

危険渓流と急傾斜地について、同降雨規模の条件下で地形要因の比較を行った。検定で得た結果を表-4、表-5に示す。

土石流に関する地形要因については、3区で、主溪流長、流域面積、流域長といった溪流の規模に関する要因が卓越していた。また、谷深比、流域最大傾斜といった発生の因子となる地形要因についても呉市より卓越していることが明らかとなった。これらの要因は3区で土石流を発生させた重要な因子であると考えられる。ただし、流域平均勾配については3区より呉市の方が大きいという結果が得られた。

表-4 降雨の多い地域の危険渓流の地形要因に対する検定結果

実効雨量(1.5hr), 75mm の地域			実効雨量(72hr), 240mm の地域		
地形要因	検定統計量	判定	地形要因	検定統計量	判定
流域平均勾配	5.898	呉 > 3区	最急渓床勾配	-2.031	呉 < 3区
主溪流長	-7.882	呉 < 3区	主溪流長	-3.833	呉 < 3区
流域面積	-5.860	呉 < 3区	流域面積	-2.307	呉 < 3区
流域長	-6.747	呉 < 3区	流域長	-3.353	呉 < 3区
流域幅	-3.753	呉 < 3区	流域形状比	2.614	呉 > 3区
流域形状比	3.765	呉 > 3区	谷深比	-3.265	呉 < 3区
谷深比	-6.879	呉 < 3区	流域最大傾斜	-4.141	呉 < 3区
流域最大傾斜	-3.614	呉 < 3区			

表-5 降雨の多い地域のがけ崩れの地形要因に対する検定結果

実効雨量(1.5hr), 75mm の地域			実効雨量(72hr), 240mm の地域		
地形要因	検定統計量	判定	地形要因	検定統計量	判定
延長	4.857	呉 > 3区	延長	2.002	呉 > 3区
傾斜度	-2.271	呉 < 3区			
斜面高さ	2.255	呉 > 3区			
表土の厚さ	2.657	呉 > 3区			

がけ崩れに関する地形要因については、斜面延長が呉市で優位であることが判明した。しかしながら、がけ崩れ発生の因子となる傾斜度は3区が優位であった。

5. 山腹崩壊、不安定土砂量による比較

同降雨規模の領域の条件下で、呉市と3区の土砂災害の前後で変化が予測される要因について比較を行った。結果を図-3、図-4に示す。3区では呉市よりも山腹が荒廃しており、かつ不安定土砂量が多いという結果を得た。したがって、過去に被災履歴のある呉市では、6.29時点で渓床の不安定土砂は少なくなっていた為、土石流の発生に至らなかったものと推測される。

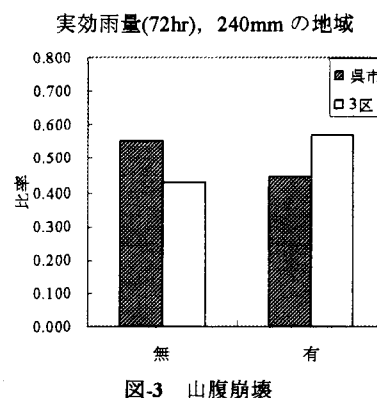


図-3 山腹崩壊

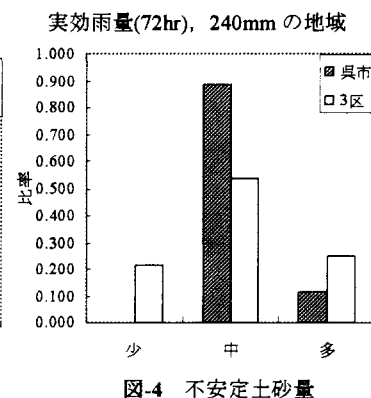


図-4 不安定土砂量

6. 結論

災害当時の降雨要因の比較では、両市共に土砂災害が十分に発生しうる降雨規模であった。また、同降雨規模の条件下で地形要因を比較した結果、呉市では急傾斜地が集中して分布していることが判明し、このことが呉市でがけ崩れが多発した一因と考えられる。ただし、土石流に関しては必ずしも地形要因のみで判断することができなかった。そこで、6.29災害以前の不安定土砂量の比較を行ったところ、3区では呉市よりも不安定土砂量が多いという結果を得た。このことが、3区で土石流が多くみられた一因と考えられる。