

はじめに

平成16年（2004年）、日本列島にこれまでで最大の10個の台風が上陸した。加えて、梅雨前線による記録的な豪雨、さらには震度7を記録した新潟県中越地震など、全国各地で大規模な自然災害が多発した。海外でも、12月26日に発生したインドネシア・スマトラ沖巨大地震による大津波によって、インド洋沿岸の各国では未曾有の災害をこうむった。この年の「今年の漢字」に選ばれたのは、「災」。多くの人々が、自然災害の恐ろしさにあらためて目を向けた、忘れることのできない年であった。

本県でも、新居浜市東部地域などで土砂災害が多発した台風15号（8月17日～18日）、1時間に150mmの猛烈な豪雨を記録し、西条市など東予東部地域を中心に甚大な土砂・流木災害と浸水被害を発生させた台風21号（9月29日～30日）、総雨量150mm～550mmの豪雨により、県下全域で土砂災害が発生した台風23号（10月19日～20日）など、合計7個の台風が連続的に来襲あるいは接近し、東予東部地域を中心に県下全域に大きな被害が発生した。

これらの災害による県内の人的被害は死者26名、行方不明者3名、負傷者61名にのぼり、住宅被害は全半壊・一部損壊1,868棟、床上・床下浸水10,667棟に達した。また、土砂災害発生箇所数は332箇所におよび、戦後最大の被害があった昭和51年を大きく上回った。

本誌では、平成16年に本県で多発した土砂災害の発生状況・被災状況等について検証するとともに、被害の防止・軽減のために活動した関連記録などを収録した。また今後の課題についてもできる限り触れるように努めた。

今後、悲惨な土砂災害から県民の生命・財産を守るために関係各位がさまざまな取り組みを検討する際、本誌が少しでも役に立ってほしいと、切に願うものである。

平成18年3月



平成16年の主な台風の経路

1 戦後最大の土砂災害

(1) 土砂災害の頻発

平成16年度、愛媛県では多くの自然災害が発生し、人的被害は、死者26名、行方不明者3名、負傷者61名にのぼり、住宅被害は、全壊56棟、半壊397棟、一部損壊1,415棟、床上浸水2,552棟、床下浸水8,115棟に達した(表1-1)。

土砂災害については、土石流84件、地すべり13件、がけ崩れ235件の合計332件が発生し、死者17名の被害があった(表1-2)。平成15年度から災害報告の範

囲が増えているため一概には比較できないが(人家5戸未満の危険箇所等も報告対象として拡大)、これは昭和51年度の発生件数78件、死者11名を大きく上回る戦後最大の被害である(図1-1)。また、都道府県別の土砂災害発生件数を見ても、全体では中越地震によって被災した新潟県に次ぐものとなった(表1-3)。

図1-1 年度別・種別の土砂災害発生状況

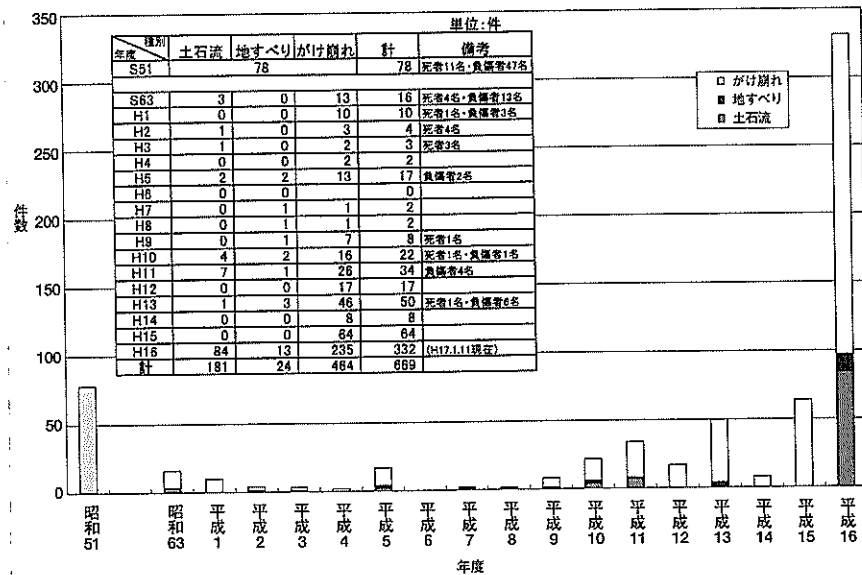


表1-1 平成16年度の愛媛県における被災状況

| 被災状況 | 台風10・11号 | 台風15号 | 台風16号 | 台風18号 | 台風21号 | 台風23号 | 合計 | | | |
|---------|----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | | | | | | | | 台風10・11号 | 台風15号 | 台風16号 |
| 愛媛県全体 | 人的被害 | 死者 | 1 | 4 | 1 | 1 | 14 | 5 | 26 | |
| | | 行方不明者 | | | | | | | | 3 |
| | | 死者・行方不明者計 | 1 | 4 | 1 | 1 | 14 | 5 | 29 | |
| | 住宅被害 | 重軽傷者 | 1 | 2 | 13 | 25 | 15 | 5 | 61 | |
| | | 全壊(棟) | | 13 | 4 | 1 | 31 | 7 | 56 | |
| | | 半壊(棟) | 2 | 81 | 7 | 17 | 282 | 8 | 397 | |
| 一部損壊(棟) | | 7 | 50 | 323 | 706 | 278 | 51 | 1,415 | | |
| 床上浸水(棟) | | 5 | 350 | 426 | 54 | 1,635 | 82 | 2,552 | | |
| 床下浸水(棟) | 185 | 1,059 | 1,513 | 95 | 4,420 | 843 | 8,115 | | | |
| 西条地方局管内 | 人的被害 | 死者 | | 4 | | 1 | 12 | 2 | 19 | |
| | | 行方不明者 | | | | | | | | |
| | | 死者・行方不明者計 | | 4 | | 1 | 12 | 2 | 19 | |
| | 住宅被害 | 重軽傷者 | 1 | 5 | 4 | 5 | 1 | 1 | 16 | |
| | | 全壊(棟) | | 13 | 1 | | 31 | 2 | 47 | |
| | | 半壊(棟) | | 81 | | 1 | 280 | 1 | 363 | |
| 一部損壊(棟) | | 3 | 50 | 106 | 82 | 260 | 4 | 505 | | |
| 床上浸水(棟) | | 350 | 5 | 2 | 1,626 | 66 | 2,049 | | | |
| 床下浸水(棟) | 6 | 1,058 | 47 | 1 | 4,344 | 551 | 6,007 | | | |

県集計データ使用

表1-2 異常気象別の土砂災害発生件数(平成16年度)

| 月日 | 気象名 | 土石流 | 地すべり | がけ崩れ | 計 | 備考 |
|------------|-----------|-----|------|------|-----|--------------------|
| 5月14～19日 | 豪雨 | | | 20 | 20 | |
| 6月11日 | 台風4号 | | 1 | 3 | 4 | |
| 6月20～21日 | 台風6号 | | | 6 | 6 | |
| 6月27～28日 | 梅雨前線豪雨 | | | 19 | 19 | |
| 7月31日～8月6日 | 台風10号及び豪雨 | 2 | | 22 | 24 | |
| 8月17～18日 | 台風15号 | 23 | | 23 | 46 | 死者3名・負傷者1名 |
| 8月23日 | 豪雨 | | | 1 | 1 | |
| 8月29～31日 | 台風16号 | 3 | 1 | 44 | 48 | |
| 9月6～8日 | 台風18号 | | | 7 | 7 | |
| 9月28～29日 | 台風21号 | 50 | 7 | 46 | 103 | 死者10名・負傷者5名 |
| 10月18～20日 | 台風23号 | 6 | 4 | 42 | 52 | 死者4名 |
| 10月31日 | 豪雨 | | | 1 | 1 | |
| 1月11日 | 降雪 | | | 1 | 1 | |
| 合計 | | 84 | 13 | 235 | 332 | 死者17名(平成17.1.11現在) |

表1-3 都道府県別の土砂災害発生状況(平成16年度)

| 順位 | 土砂災害 | 件数 | 地すべり | 件数 | がけ崩れ | 件数 | 合計 | 件数 |
|----|------|-----|-------------|-----|-------------|-----|------|-----|
| 1 | 香川県 | 111 | 新潟県 | 236 | 新潟県 | 230 | 新潟県 | 483 |
| 2 | 福井県 | 95 | 長野県 | 104 | 神奈川県 | 184 | 愛媛県 | 232 |
| 3 | 愛媛県 | 63 | 徳島県 | 23 | 大分県 | 161 | 香川県 | 204 |
| 4 | 兵庫県 | 51 | 山形県 | 15 | 愛媛県 | 155 | 神奈川県 | 186 |
| 5 | 長野県 | 38 | 愛媛県 | 14 | 香川県 | 91 | 長野県 | 181 |
| 6 | 三重県 | 36 | 静岡県 | 8 | 静岡県 | 73 | 大分県 | 165 |
| 7 | 徳島県 | 29 | 福島県 | | 宮城県 | 64 | 福井県 | 144 |
| 8 | 京都府 | 23 | 富山県 | 7 | 兵庫県 | 62 | 兵庫県 | 120 |
| 9 | 宮城県 | 21 | 兵庫県 | | 福井県・山口県・徳島県 | 45 | 徳島県 | 97 |
| 10 | 新潟県 | 17 | 三重県・福井県・島根県 | 4 | 静岡県 | | 静岡県 | 92 |

※ 上記件数は各県からの災害報告に基づき国土交通省砂防部が取りまとめたものを入手し、砂防課で作成。

※ 上記件数には以下に該当するものは含まない。

- ・土砂災害危険箇所外で人家・人命等に被害のないもの
- ・特に小規模でかつ人家・人命等に被害がなく災害発生後長時間経過し災害報告があがってきたもの(表1-2では集計)
- ・人家・人命等に被害はなく、航空写真等により土砂災害の発生を確認し、事後調査を行ったもの(表1-2では集計)

(2) 台風・豪雨の連続

近年、狭い地域に豪雨が集中する傾向にあり、1時間に50mm以上、および100mm以上の集中豪雨が多発している(図1-2)。とりわけ平成16年では、全国で1時間に50mm以上の豪雨を470回、100mm以上の豪雨を7回数えている。比較的降水量の少ない瀬戸内海気候にある愛媛県でも、時間雨量100mm以上を、平成11年に1回(中予地域)、平成16年に2回(南予地域、東予地域)記録している。

気象庁新居浜観測所の記録によると、5つの台風

(15、16、18、21、23号)による累積雨量は1,277mmに達した(表1-4)。平年降水量が1,377mmであることからすれば、8月17日から10月20日までの2カ月余りの間に、1年分に近い豪雨が集中的に降ったことになる(図1-4)。

面的な降水量分布を測定したものとして、気象庁によるレーダーアメダス雨量と国土交通省によるレーダー雨量計がある。台風15号と21号の最大時間雨量、最大3時間雨量、総雨量の分布を示したのがそ

れぞれ図1-5、図1-6である。この図から、台風15号で大きな被害のあった新居浜市北東部や高知県大川村で1~3時間降雨の強雨域が表現されている。台風21号では、台風15号に比べて東予東部地域の広い範囲で1~3時間の強雨域が発生している。被害の著しかった高知県大川村・土佐町や香川県豊浜町付近の強雨域も表現されている。

これらの豪雨は、とりわけ東予東部地域(新居浜市、西条市、四国中央市)に集中し、東予東部地域の各観測所では最大1時間降水量または日降水量の極値等を記録した。その発生確率を「中小河川計画の手引き(案)」(平成11年9月、中小河川計画検討

会)の方法に基づいて解析すると、最大で50年確率程度に相当するものであった(表1-5)。

本来、寡雨地域である本県の瀬戸内沿岸地域にこうした記録的な豪雨が連続したことが、平成16年の土砂災害の誘因のひとつになったのである。

表1-4 台風時の降雨状況(気象庁新居浜観測所)

| | 影響期間 | 連続雨量 | 最大時間雨量 |
|-------|------------|-------|-------------|
| 台風15号 | 8月17日~20日 | 234mm | 55mm 18日11時 |
| 台風16号 | 8月30日 | 214mm | 26mm 30日14時 |
| 台風18号 | 9月6日~7日 | 122mm | 15mm 7日13時 |
| 台風21号 | 9月28日~29日 | 309mm | 58mm 29日18時 |
| 台風23号 | 10月19日~20日 | 398mm | 45mm 29日18時 |

図1-2 全国的に発生頻度が増加しつつある集中豪雨

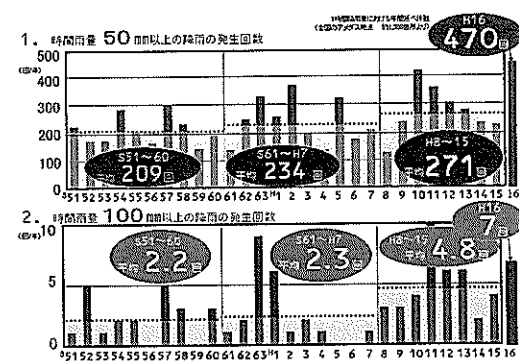


図1-3 地上気象観測点(赤:気象庁、青:JR及びJH)

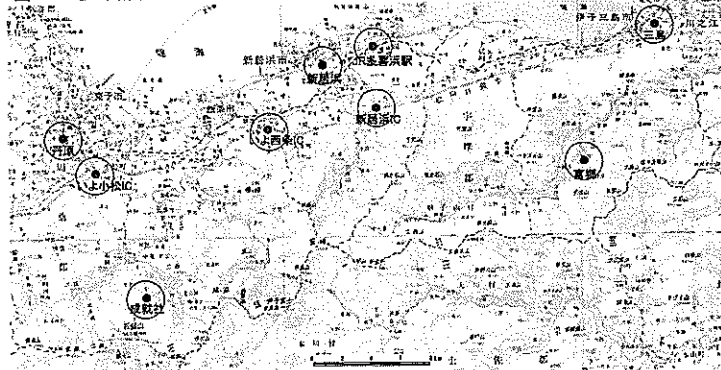


図1-4 日降水量の推移(気象庁新居浜観測所)

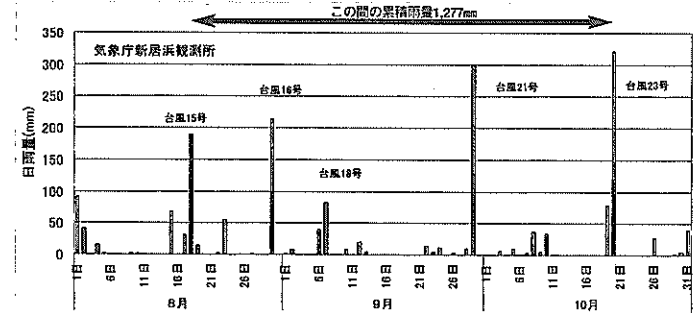


表1-5 東予東部地域における最大1時間雨量・日降水量の極値

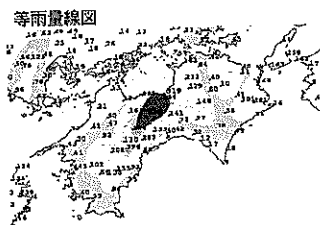
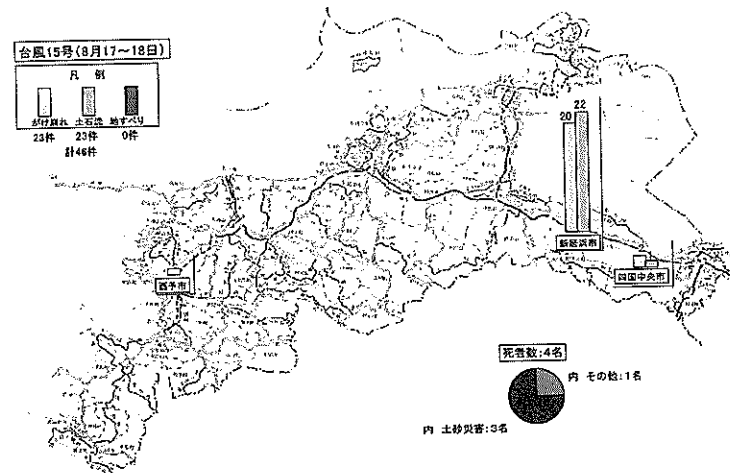
| 観測所名 | 最大1時間降水量 | | | | 最大日降水量 | | | | 年降水量 平年値 | | |
|------|----------|----------|------------|--------------|-------------|----|----------|------------|-------------|--------------|-------------|
| | 順位 | 雨量 mm | 生起年月日 | 確率年 (1/N) | 確率分布 モデル | 順位 | 雨量 mm | 生起年月日 | | 確率年 (1/N) | 確率分布 モデル |
| 新居浜 | 1位 | 84 | 2004/9/29 | 47 | GEV分布 | 1位 | 320 | 2004/10/20 | 25 | GEV分布 | 1,377mm |
| | 2位 | 68 | 1990/8/17 | 25 | | 2位 | 302 | 1796/9/11 | 21 | | |
| | 3位 | 63 | 1999/9/15 | 20 | | 3位 | 299 | 2004/9/29 | 20 | | |
| 富郷 | 1位 | 70 | 2004/8/17 | 28 | GEV分布 | 1位 | 441 | 2004/10/20 | 52 | グンベル分布 | 1,911mm |
| | 2位 | 69 | 2004/9/29 | 25 | | 2位 | 398 | 2004/8/17 | 28 | | |
| | 3位 | 63 | 1999/9/15 | 14 | | 3位 | 378 | 2004/9/29 | 21 | | |
| 三島 | 1位 | 60 | 1989/8/27 | 35 | グンベル分布 | 1位 | 316 | 1990/9/18 | 41 | GEV分布 | 1,321mm |
| | 2位 | 56 | 2004/9/29 | 24 | | 2位 | 294 | 2004/10/20 | 32 | | |
| | 3位 | 54 | 2004/8/17 | 19 | | 3位 | 246 | 2004/9/29 | 18 | | |
| 丹原 | 1位 | 55 | 2004/9/29 | 24 | グンベル分布 | 1位 | 290 | 2004/10/20 | 29 | GEV分布 | 1,414mm |
| | 2位 | 54 | 1987/10/16 | 21 | | 2位 | 282 | 1998/10/17 | 27 | | |
| | 3位 | 53 | 1999/9/15 | 18 | | 3位 | 255 | 1987/10/16 | 20 | | |
| 成誠社 | 1位 | 127 | 1999/9/15 | 102 | GEV分布 | 1位 | 525 | 1999/7/27 | 33 | グンベル分布 | 2,641mm |
| | 2位 | 71 | 2004/9/29 | 16 | | 2位 | 485 | 2004/8/30 | 22 | | |
| | 3位 | 61 | 1998/10/17 | 9 | | 3位 | 364 | 1997/9/16 | 7 | | |

(3) 主な土砂災害の発生状況

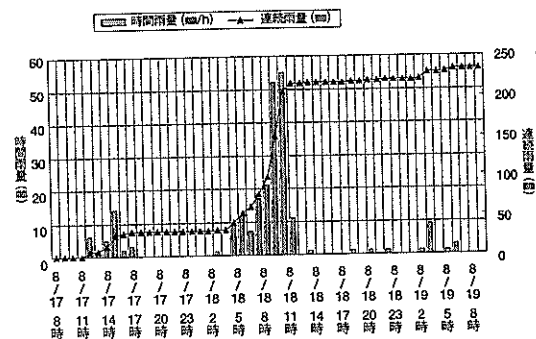
台風15号
8月17日～18日

東予東部地域で集中豪雨が発生。特に、新居浜市東部では8月18日午前9時～11時の2時間に109mmという猛烈な降雨となった。土石流災害等が多数発生し、4人が犠牲になった（うち土砂災害3名）。

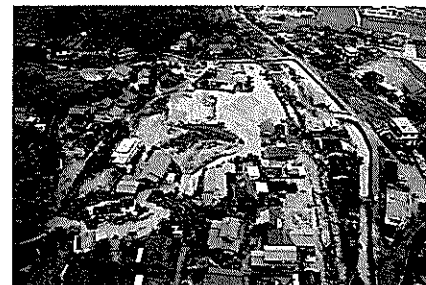
台風15号による土砂災害



時間雨量及び連続雨量（新居浜市—宮雨量観測局）気象台雨量データ



タイトウ谷川で発生した土石流（新居浜市神隠）（死者2名、人家全壊1戸、人家半壊1戸）



楠崎川で発生した土石流（新居浜市郷楠崎）（死者1名、人家全壊6戸、人家半壊3戸）



新居浜市又野町における河川埋塞の状況

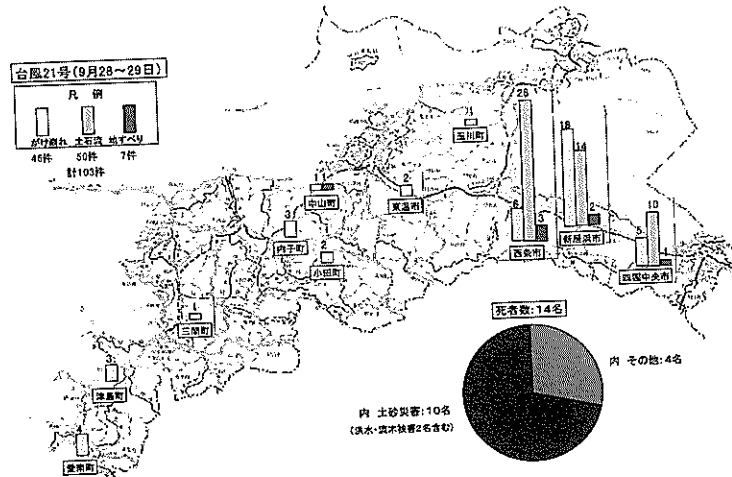


新居浜市七宝台地区で発生したげけ崩れ（負傷者1名）。このあと9月29日の台風21号により増破

台風21号
9月29日～30日

県下全域で総雨量100～450mmの豪雨が発生。特に、西条市の黒瀬ダムで29日の16時～17時の1時間に150mm、新居浜市で16時～19時の3時間に143mmの猛烈な豪雨を観測した。東予東部地域を中心に、がけ崩れ、地すべり、土石流、河川越水等が発生し、14名が犠牲になった（うち土砂災害10名）。

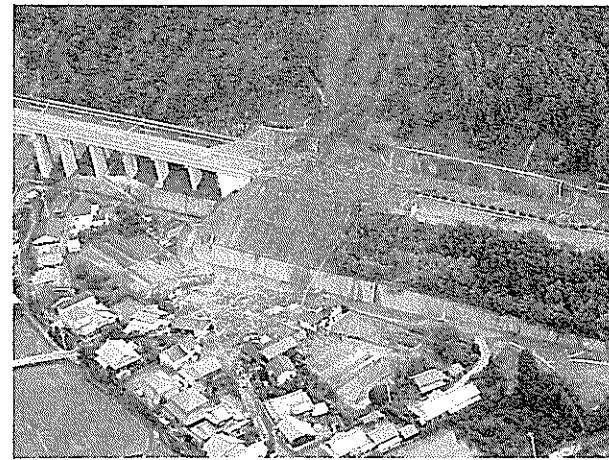
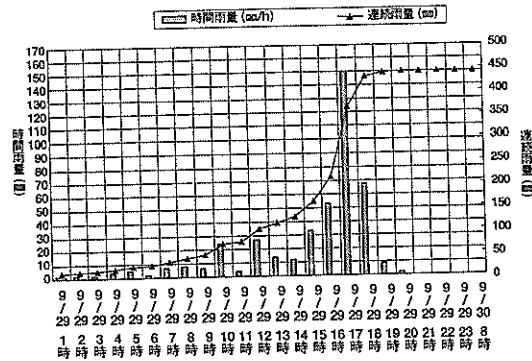
台風21号による土砂災害



等雨量線図



時間雨量及び連続雨量（西条市 黒瀬ダム）県雨量データ



1 戦後最大の土砂災害



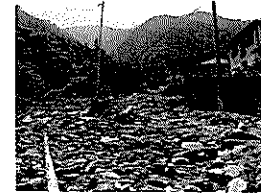
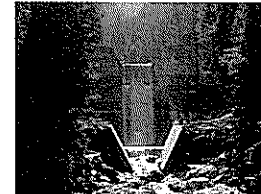
新居浜市大生院における地すべり
(死者4名、家屋全壊2戸)



西条市大久保におけるがけ崩れ (重傷者1名)



新居浜市西の土居町、老人福祉施設
「やすらぎの郷」付近の土砂堆積状況



西条市早川 (死者1名)

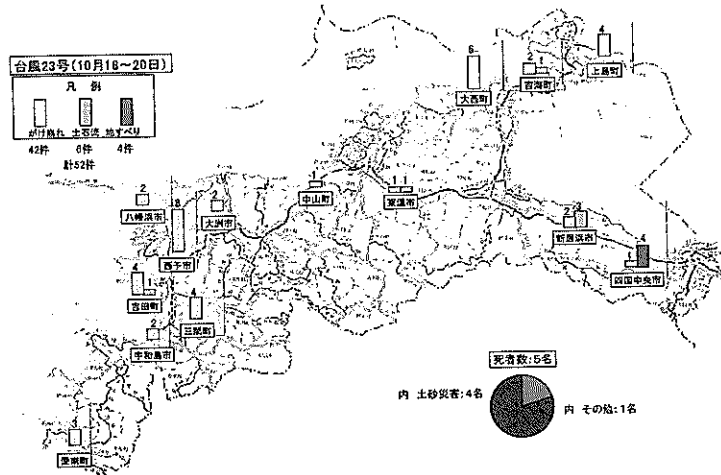


早川には既設砂防えん堤があり、約10,000m³の土砂を食い止めたが、それをさらに上回る土石流が発生し、出水状況を見に来ていた人が亡くなられた

台風23号
10月19日～20日

県下全域で総雨量150mm～550mmの豪雨が発生。特に、20日の11時～13時にかけて、西条市内で1時間雨量45mm、西条市山間部で1時間雨量52mmを記録するなど、東予地域を中心に猛烈な豪雨となり、がけ崩れ、土石流、河川越水等が発生し、5名が犠牲になった（うち土砂災害4名）。

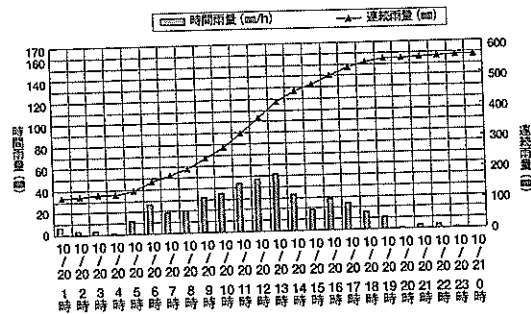
台風23号による土砂災害



等雨量線図



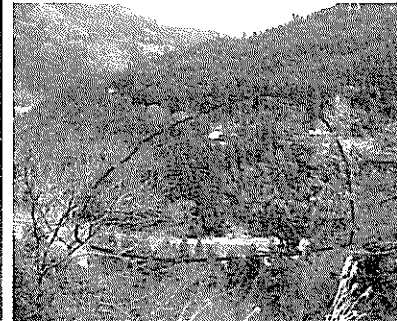
時間雨量及び連続雨量 (西条市 東之川) 県雨量データ



宇和島市伊吹D地区における災害状況 (死者1名)



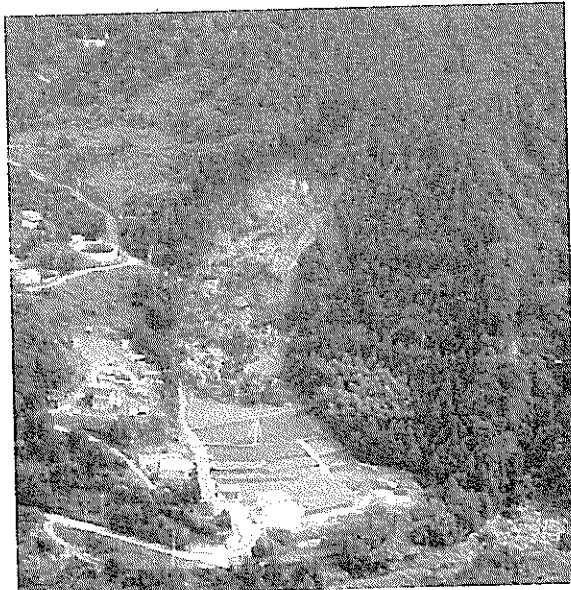
東知永新川で発生した土石流 (宇和島市、旧吉田町)



四国中央市大影地区で発生した地すべり



下仲屋川で発生した土石流 (東温市)



四国中央市上柏町城地区で発生した地すべり（台風16号）



宇和島市丸穂南地区で発生した地すべり（台風4号）



台風16号による吉信川の土石流・流木災害（西予市）

北側国土交通大臣、被災現場を視察

平成16年10月4日、北側国土交通大臣が来訪し、台風21号による被災現場を視察されました。また、新居浜市大生院公民館において「愛媛県被災状況説明会」がもたれ、大臣に対して県知事ならびに関係市町の首長から、状況説明と復旧対策への要望がなされました。

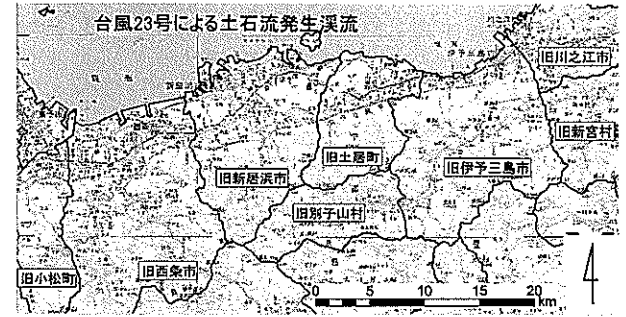
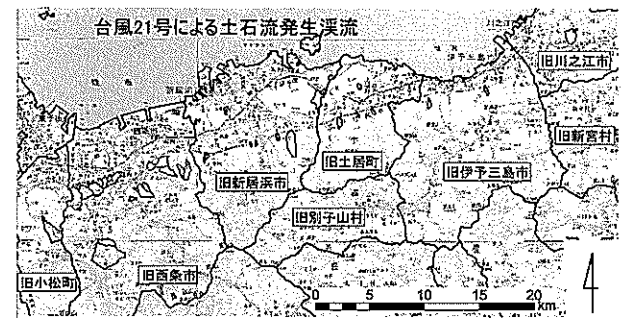
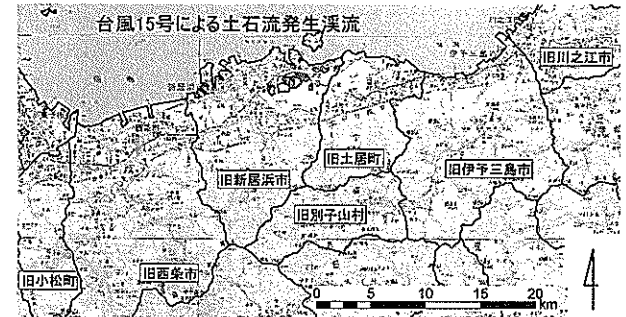


(4) 土石流災害発生溪流の分布

東予東部地域において、台風15号、21号、23号それぞれによって土石流災害が発生した溪流の分布を図1-7に示す。

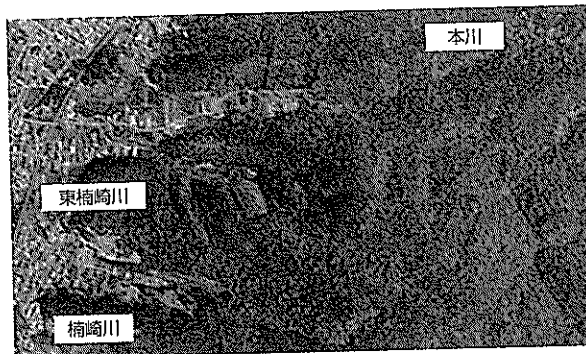
このように、台風15号では、新居浜市北東部の丘陵地帯で土石流が集中的に発生した（23溪流）。また、台風21号では、旧小松町から四国中央市にかけて中央構造線沿いの広い範囲で土石流が発生した（49溪流）。そして、台風23号では、台風15号で崩壊が発生した新居浜市北東部の丘陵地帯で土石流が発生した（3溪流）。

図1-7 台風15号、21号、23号における土石流発生溪流の分布

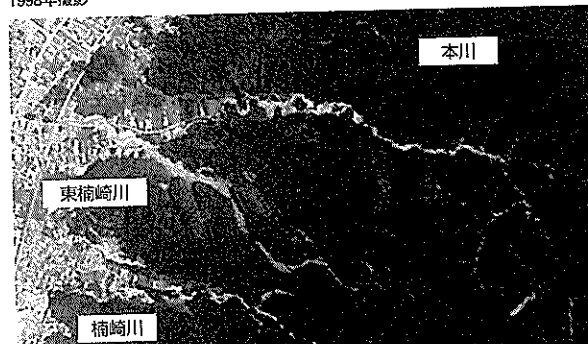


(5) 崩壊地等の拡大

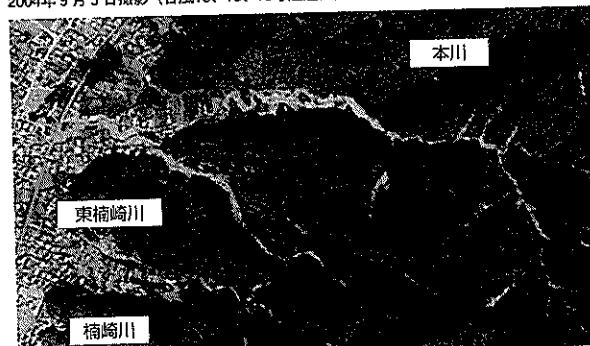
複数時期の空中写真が入手できた本川（新居浜市）の事例がある。この写真から、台風15号で崩壊・流出が発生し、その後に連続した台風によって崩壊地や土石流の流下範囲が拡大していく様子が確認できる。



1998年撮影



2004年9月3日撮影（台風15、16、18号通過後）



新居浜市楠崎地区における崩壊地等
の拡大の状況

2004年10月6日撮影（台風21号通過後）

2 土砂災害の発生原因と特徴

平成16年の一連の台風によって愛媛県全域で災害をこうむったが、とりわけ東予東部地域では台風15号、21号、23号によって甚大な被害を受けた（表1-1参照）。これらの災害では、土砂の流出に加えて多量の流木が発生・流出し、家屋等を直接破壊するとともに、下流河川の狭窄部や湾局部、橋梁部などで詰まり、洪水流が両岸に氾濫して被害を増大・助長させる事例が多く見られた。

このことから、今後、これらの土砂・流木災害に適切に対応していくためには、従来の土砂災害対策にとどまらず、森林管理から道路・橋梁などの河川横断構造物まで、総合的に検討することが重要であると判断された。

そこで、愛媛県の依頼のもとに、学識経験者や国の関係行政機関の職員からなる「愛媛県土砂・流木災害対策検討委員会」（委員長：鈴木幸一愛媛大学工学部教授）を設け、大きな被害をこうむった愛媛県東予東部地域に関する検討を行った。

以下は、その検討結果をもとにしたものである。

台風15号によって谷という
谷で土石流が発生した
新居浜市多喜浜地区
（平成16年8月20日撮影）



(1) 地質の特徴と崩壊・土石流の関係

東予東部地域は、中央構造線の北側の地質の多くが和泉層群で構成され、南側は主として三波川変成岩類で構成されている(図2-1、2-2)。

和泉層群は、白亜紀末期の海成堆積物で、砂岩・泥岩の相互層からなり、表層近くにあるものは風化やスレーキングによる脆弱化が進み、また節理や褶曲変形作用による破砕面を弱面とした崩壊が多くなっている。

三波川変成岩類は、低温高圧化で変成されたもので、塩基性片岩、泥質片岩、砂質片岩等に区別される。片理面の発達密度が高いほど風化を受けやすく、極めて脆弱な風化岩となり容易に小片化、土壌化する。また、この地域は、急峻な地形とあいまって、全国でも有数の地すべり多発地帯となっている。

加えて、中央構造線周辺は断層活動による破砕帯

が発達し、岩盤全体が破砕を受けて透水性が高くなり、雨水の流入などにより酸化的風化作用が進行している。

これらのことから、地域全体の斜面谷部や溪床には風化、侵食もしくは崩壊した土砂がたまった状態にあったと考えられる。

東予東部地域の一部(陸地面積約270km²)を対象に撮影された空中写真判読(台風21号、23号後)による崩壊地分布と地質の関係について解析した結果、図2-3~2-4のように、和泉層群では比較的規模の小さい崩壊(平均1,100m²/箇所)が極めて高密度(崩壊面積率2.7%)に発生した。他方、三波川変成岩類では規模のやや大きい崩壊(平均1,800m²/箇所、最大50,000m²)が和泉層群より疎(崩壊面積率0.6%)に発生した(図2-4)。

図2-1 崩壊地の分布状況

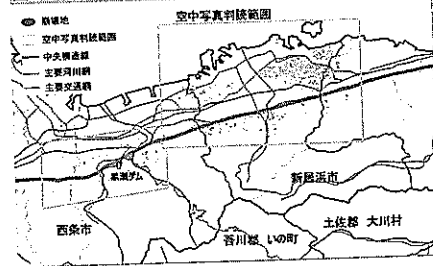


図2-2 地質図

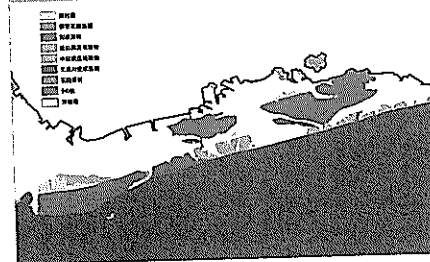


図2-3 地質と表層崩壊の関係

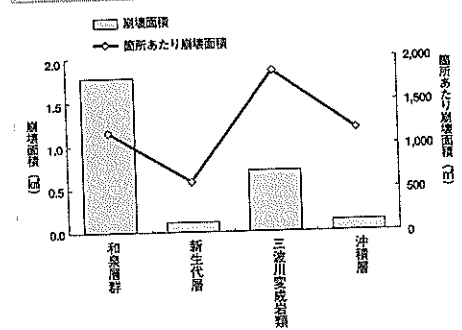
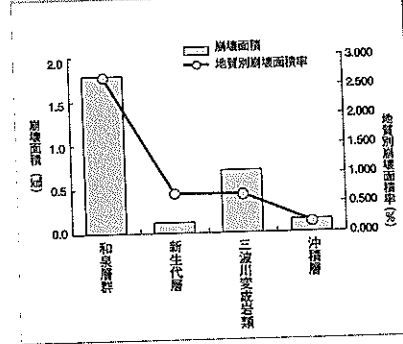


図2-4 地質別崩壊面積率



(2) 地質ごとの降雨と崩壊の関係

和泉層群における降雨と崩壊の関係

台風15号では新居浜市多喜浜地区において崩壊・土石流災害が集中的に発生した。地形、植生条件等が類似している和泉層群からなる2つの丘陵地(図2-5のA、B地区)について、崩壊地分布と降水量分布の比較を行った(図2-5及び図2-6)。降水量は、台風15号のアメダス及び国土交通省レーダーの合成雨量データを用いて時間最大雨量及び実効雨量(半減期72時間)の分布を算出した。

その結果、崩壊密度の高い東側丘陵地(A地区)において、時間最大雨量(約40mm~50mm)及び実効雨量(約300mm)のどちらも西側丘陵地(B地区)より大きい値を示した。このため、和泉層群においては、降水量の多少が崩壊・土石流発生主な原因であると判断された。

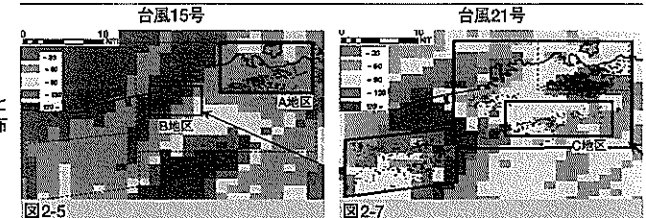
三波川変成岩類における降雨と崩壊の関係

台風15号では、和泉層群より多量の降水量を記録した県内の三波川変成岩類においては、ほとんど崩壊・土石流災害が発生しなかった。そこで、台風15号により崩壊・土石流災害が多発した高知県大川村東部と崩壊・土石流災害の発生しなかった新居浜市南部の降水量分布を比較した結果、大川村東部で時間最大雨量約120mm~130mm、実効雨量約900mm~1,000mm、新居浜市南部では、それぞれ約150mm~170mm、約800mm~900mmとほぼ同レベルであった。

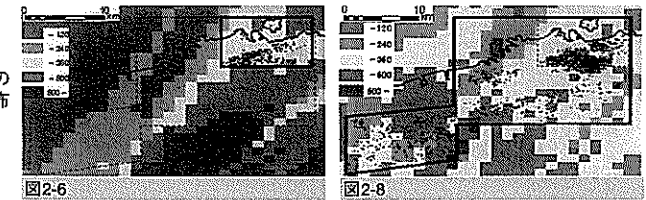
このため、三波川変成岩類における崩壊・土石流発生要因は、降雨以外にあることが示唆される。また、和泉層群と三波川変成岩類の崩壊・土石流の発生限界降雨は2.5倍以上の差があることが判明した。

図2-7のC地区では、台風15号の時間最大雨量約70mm~100mm、実効雨量約400mm~500mmであった。それに対して、台風21号ではそれぞれ約50mm~90mm、約300mm~400mmと、台風15号より降水量が少なかったにもかかわらず、崩壊・土石流災害が多発した。これは、台風15号、16号、18号等によって地盤が緩んで亀裂等が生じていたところに台風21号の降雨をきっかけに崩壊・土石流災害が発生したことが示唆される。

時間最大雨量の分布と崩壊地分布



実効雨量(半減期72時間)の最大値分布と崩壊地分布



(3) 植生と崩壊の関係

東予東部地域は古くから造林が盛んな地域であり、山地部の多くはスギ・ヒノキの人工林が広がっている（特に三波川変成岩類）。和泉層群の丘陵地では、オンツツジ・アカマツ群落優勢であるが、アカマツ材はマツクイ虫被害で衰退している。また、この地域の平野部は水田や建物用地として高度に利用されており、丘陵地ないしは山間地と隣接するところまで建物用地として利用されている。また、山間部の川沿いにも古くからの集落が散在している。

空中写真判読（約270km²）による崩壊地分布と植生図・地質図を重ね合わせ、スギ・ヒノキ植林、広

葉樹（ツツジ、シイ、カシ、コナラ、クリ、ミズナラ、ブナ等）、果樹園等のうち、どの植生状態において崩壊面積・崩壊面積率が高いかを調査した。その結果、スギ・ヒノキ植林が解析範囲の約5割の面積を占めているが（図2-9、2-10）、崩壊面積及び崩壊面積率はいずれも広葉樹のほうが大きい値を示した（図2-11）。さらに、地質区分ごとの崩壊面積率を調べると、和泉層群では広葉樹、スギ・ヒノキ植林の順に崩壊面積率が高く、三波川変成岩類では逆の結果となった（図2-11）。

今回の災害では土砂とともに大量の流木が発生して被害を助長した事例が多く見られたことから、土石流災害の発生した38溪流（和泉層群23溪流、三波川変成岩類15溪流）において発生した流木量を調査した。調査の方法は「流木対策指針（案）平成12年7月建設省砂防部砂防課」のサンプリング調査法によった。その結果、流域面積の比較的大きな溪流（流路延長の長い溪流）では、崩壊地で生産された

流木に比べて溪岸侵食により生産された流木が多い傾向を示した。

また、今回の災害による発生流木量を全国の事例と比較すると、流域面積との関係においても生産土砂量との関係においても、過去の流木災害のうち発生流木量の多い事例と同程度の傾向が認められる（図2-12、2-13）。

図2-9 植生分布図

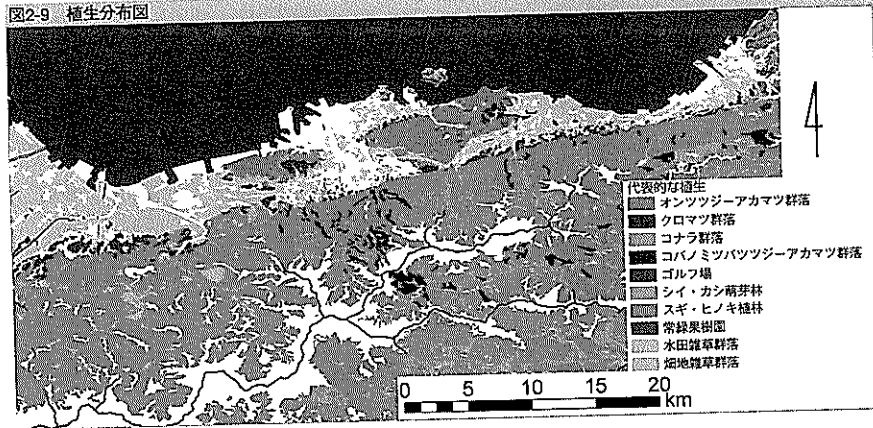


図2-10 解析範囲全体における植生の面積構成

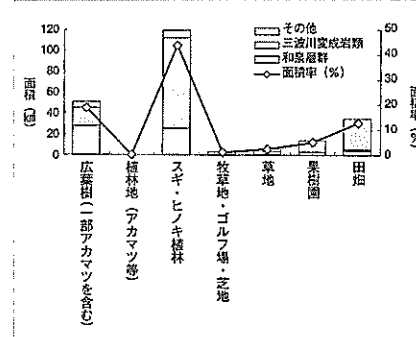


図2-11 植生別地質別崩壊面積

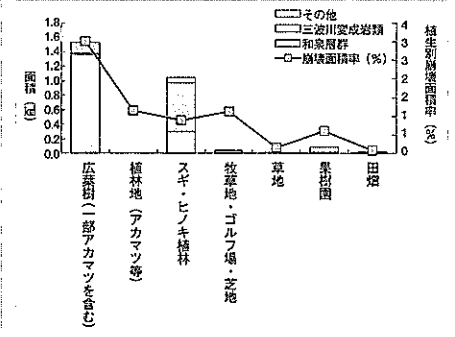


図2-12 流域面積と発生流木幹材積

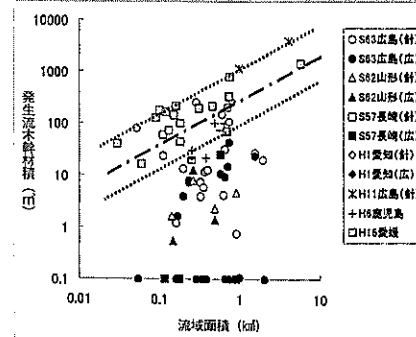
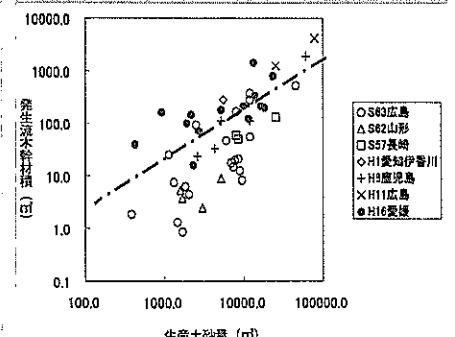


図2-13 発生土砂量と発生流木幹材積



(4) 災害の特徴

平成16年の一連の台風により東予東部地域で発生した災害の特徴を、以下のようにまとめることができる。

- 1) 和泉層群や三波川変成岩類など脆い地質と比較的表土層が薄い地域で表層崩壊が集中的に発生した。
- 2) 急峻な勾配の山腹や溪床部に堆積していた多量の不安定土砂が、豪雨により一気に土石流として流出した。
- 3) 新居浜市多喜浜地区周辺の丘陵地など、山際や谷出口まで市街地、集落が高密度に分布した地域で発生した。
- 4) 台風15号から23号まで5個の台風が約2ヶ月間に集中し、この間に年間平均降雨量を上回る地域

があった。

- 5) 本来、霖雨地帯である地域に、2～3時間連続した降雨ピークをもつ集中豪雨があった。
- 6) 斜面勾配が30度付近で崩壊が多発した。
- 7) 和泉層群では規模の小さい崩壊が高密度に発生し、三波川帯変成岩類では比較的規模の大きい崩壊が疎に発生した。
- 8) 溪床の不安定土砂が集中豪雨で土石流化したものと、山腹崩壊を起因とする土石流とが混在している。
- 9) 土石流の流下に伴い、溪岸が侵食され多量の流木が発生した。
- 10) 流出した流木が狭窄部や橋脚等に詰まり、河川が氾濫し、被害を助長した。
- 11) 山間部において孤立集落が発生した。

孤立集落の発生

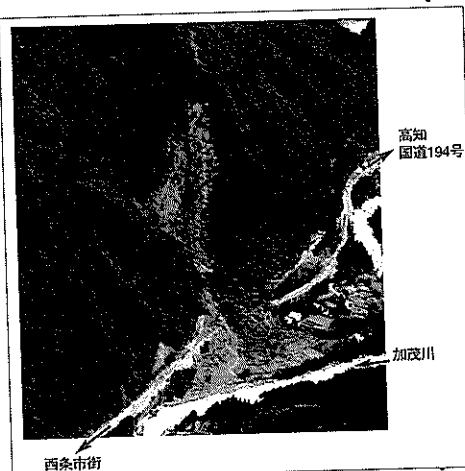
一連の台風災害では、土石流、崩壊、地すべり等により迂回路のない道路が寸断され、集落が孤立する例が多数見られた。特に、東予東部地域の南北方向の幹線道路である国道194号及び県道西条久万線は台風21号により長期間にわたって不通となり、地域の社会経済に大きな影響を与えた。

国道194号（日交通量約1,300台）では、荒川地区の大規模地すべり（最大幅約210m、崩壊土量約14万m³）等により、32日間にわたって不通になり、4トン車以上の交通が確保されたのは約4.5ヶ月後であり、上流側83世帯152人の生活及び高知県との物流や地域の観光に大きな影響があった。

また、石鏡登山の表玄関に至る県道西条久万線（日交通量約600台）の寸断により、119世帯199名の人家が孤立し、復旧完了までに約1ヶ月を要した。

両地区では数日間、水道・電気・電話等のライフラインが途絶したため、被災者による徒歩数kmの買出し、医療チーム派遣、ヘリコプター等を活用した飲料水・食料運搬等が実施された。県では、この災害の教訓を踏まえ、道路防災対策をさらに推進するとともに、一定条件を満たす孤立するお

それのある集落について、衛星携帯電話の配置や臨時ヘリポートの整備等を実施することとしている。



荒川地区地すべりによる国道194号の被災状況

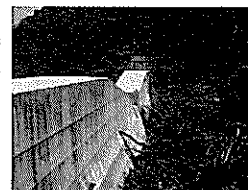
3 砂防施設の効果

今回の一連の台風災害では、既設の砂防施設が土砂災害を防止・軽減した事例が多く見られた。しかし、東予東部地域の土石流危険渓流344溪流（人家5戸以上）のうち、砂防施設等（治山施設を含む）の着手率は約40%（県全体約26%）であり、着手済み溪流であっても土砂整備率が10割に満たないため、すべての土砂を捕捉できず下流側に被害が出た例や、砂防えん堤下流の侵食・崩壊等によって被害が生じた例も見られた。

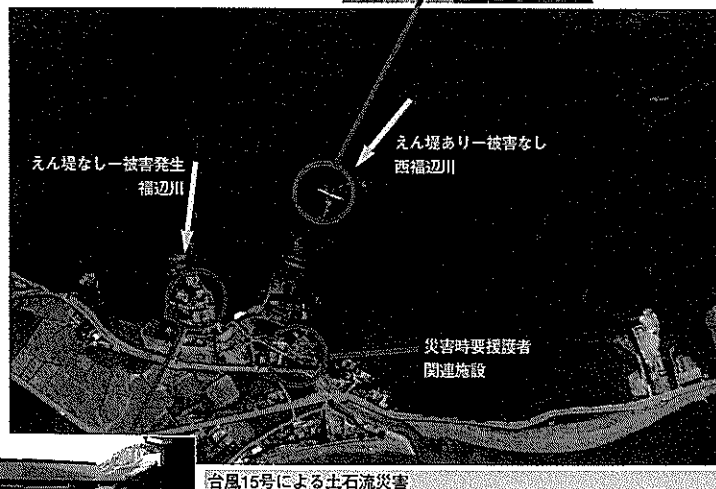
(1) 西福辺川——台風15号（新居浜市）

西福辺川では砂防えん堤が土石流を捕捉したため、下流側に災害時要援護者関連施設等があったが、被害はなかった。

隣の福辺川には砂防えん堤はなく、下流側の家屋が被災した。



西福辺川
砂防えん堤が
土石流を捕捉



台風15号による土石流災害

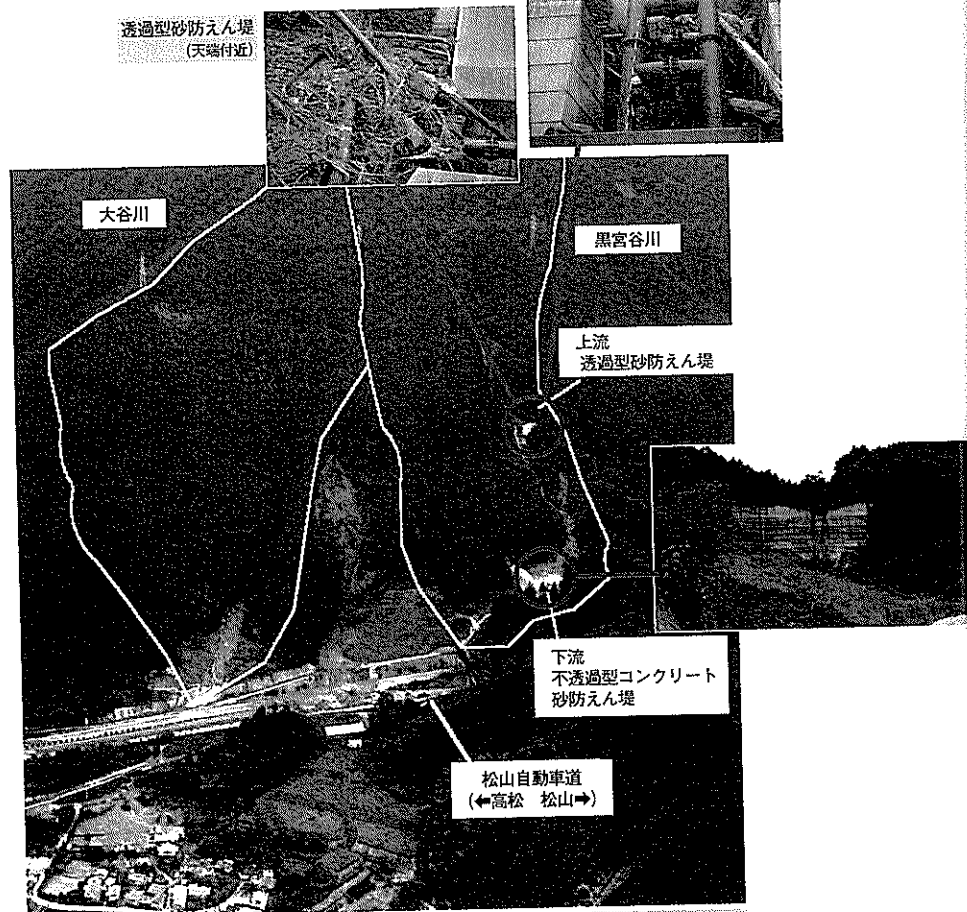


福辺川下流の家屋が被災

(2) 黒宮谷川——台風21号 (新居浜市)

黒宮谷川では、平成11年9月の土石流災害を契機に、上流側に鋼製透過型砂防えん堤、下流側に不透過型コンクリート砂防えん堤の2基の砂防えん堤を整備していたことにより、台風21号の土石流を捕捉したため、下流に被害はなかった。

隣の大谷川には防災施設がなく、松山自動車道や下流の人家に土砂が流出した。



台風21号による土石流災害 (撮影：中日本航空機)

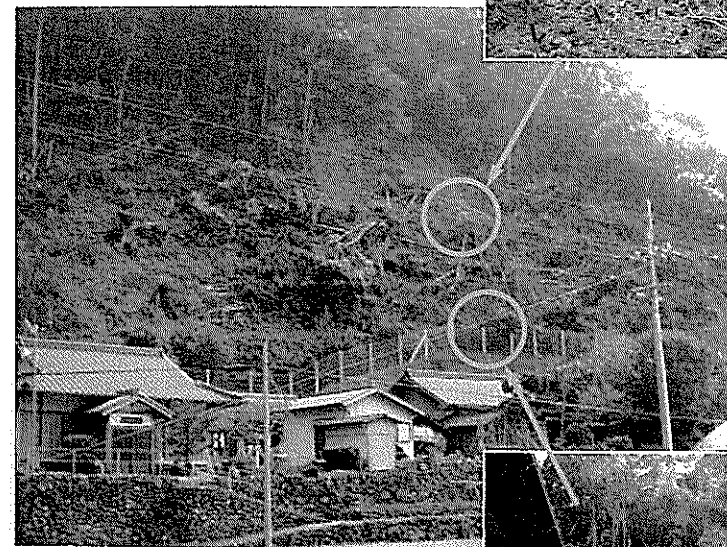
(3) 北宇和郡鬼北町 (旧広見町) 小松地区

台風18号の接近にともない旧広見町では9月5日から雨が降り始め、その後風雨が強まり、7日の午前中に風雨のピークを迎えた。

この大雨によって7日の14時30分頃、斜面崩壊が発生したが、急傾斜地崩壊対策事業で施工した待受け擁壁と落石防護柵で土砂と倒木を捕捉したため、被害を免れた。



砂防施設が土砂を捕捉 (上から)



崩壊した斜面



砂防施設が土砂を捕捉 (下から)

| | | |
|----------|---------------------|-------------------|
| 総雨量 | (9月5日16:00~7日15:00) | 215mm |
| 最大24時間雨量 | (9月6日15:00~7日15:00) | 146mm |
| 最大時間雨量 | (9月7日11:00) | 27mm |
| 崩壊幅 | | 26m |
| 流出土砂量 | | 200m ³ |