

## 60 流木対策計画の事例と課題について

(財)砂防・地すべり技術センター ○谷 弘行、比留間雅紀、萱野茂夫  
徳島県土木部砂防課 藤川美嗣、豊桑 徹

### 1. はじめに

平成2年7月熊本県一の宮町を襲った土石流災害では、流出土砂に含まれた流木が土砂災害助長の大きな原因であったことが指摘された。この災害を契機として、平成2年10月建設省において「流木対策指針(案)」が策定され、流木対策計画の方針が示された。しかしながら、流木対策計画の検討事例は少なく、今後事例の積み重ねを通して検討手法の充実を図る必要がある。

本研究は、「流木対策指針(案)」に基づいて実施した、徳島県美馬郡一宇村クニチ谷における流木対策計画の検討例を示し、計画検討上の問題点等を考察したものである。

検討対象のクニチ谷(流域面積 2.42km<sup>2</sup>; 図-1)は、吉野川水系貞光川支川瀬開谷川の最上流域にあたり、昭和51年台風17号時には崩壊や土石流が多発した。流域には森林が広く分布し、土石流の発生・流下に伴う流木の流出により、下流の保全対象地区において橋梁を閉塞し、災害をもたらすことが予想される。

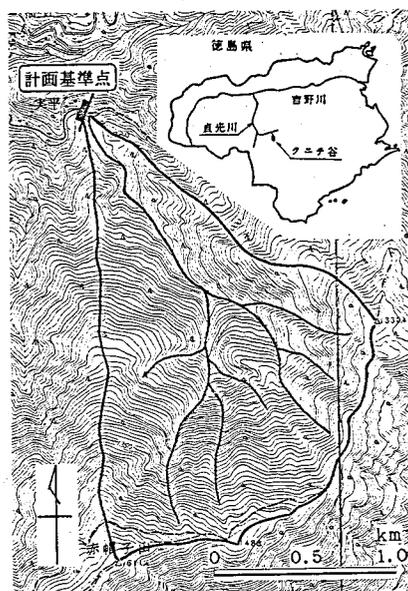


図-1 クニチ谷位置図

### 2. 流木対策計画の事例

#### 2.1 対象流域の林相

クニチ谷流域はほぼ全流域が森林に覆われ、稜線～上流部の広葉樹林及びスギ・ヒノキの混交林からなる国有林と、その下流のスギ造林地が占める民有林に分けられる。流域全体でスギ・ヒノキの人工林が80%の面積を占める。林相の資料として、林班図および各林班の樹種・樹齢の資料を収集し、これらを基に流域の林相区分を行った。樹齢階を施業のサイクルに合わせて10年毎にまとめ、森林の樹種・樹齢階毎の面積を求めた(表-1)。流域内では30年生のスギ林分が最大面積を有する。

#### 2.2 発生流木量の検討

流木の発生形態は様々であるが、クニチ谷流域では現存する流倒木は少なく、溪岸、溪床や山腹に存在する立木が、土石流の発生・流下や崩壊により流木化する形態をとると判断した。そこで本検討では、次の手順により発生流木量を推定した。

表-1 樹種樹齢別面積

樹種	樹齢階	面積 (ha)	割合 (%)	
スギ	0～	0.71	0.3	
	10～	10.20	3.8	
	20～	26.35	9.8	
	30～	57.11	21.2	
	40～	21.05	7.8	
	50～	3.70	1.4	
	60～	15.85	5.9	
	80～	2.19	0.8	
小計		137.16	51.0	
スギヒノキ	0～	0		
	10～	31.85	11.8	
	20～	43.91	16.2	
	小計		75.76	28.0
	広葉樹	0～	10.46	3.9
20～		1.50	0.6	
40～		6.40	2.4	
60～		20.64	7.6	
小計		39.00	14.5	
ササ		17.69	6.5	
	小計		17.69	6.5
合計		269.61	100.0	

- ①土石流による流木発生面積を、土石流発生・流下区間で谷次数別に求めた林地幅(図-2)に、河道長を乗じて求めた。なお両岸で林相が異なることが多いため、流木発生面積は片岸ごと、樹種樹齢階別に集計した。
- ②崩壊による流木発生面積は、新規崩壊面積を計上した。新規崩壊発生位置の特定が困難であることから、流木発生場の樹種樹齢は最大面積を有する林分で代表させた。

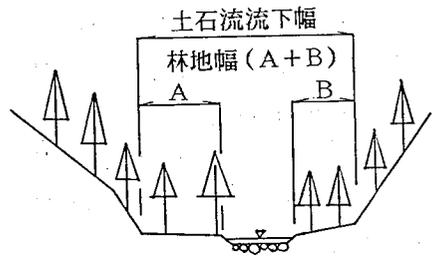


図-2 林地幅概念図

- ③土石流による流木発生面積と崩壊による流木発生面積の合計を、全流木発生面積とする。
- ④発生流木量は、計画安全側を見て蓄積がピークに達した時、すなわち最大面積を占める林分の標準伐期齢材積量とし、クニチ谷では30年生のスギ林分が県内の標準伐期40年に達したときの各林分の推移する樹齢を設定した。

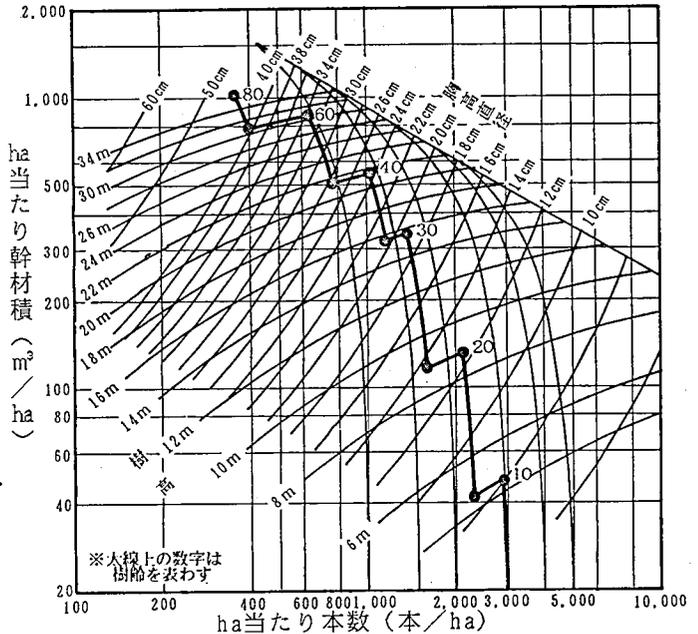


図-3 林分密度管理図(ヒノキの例)

- ⑤樹齢階ごとの幹材積 ( $m^3/ha$ ) を、林分密度管理図(地方・樹種別; 図-3)から求めた。密度・胸高直径・樹高の値は、県の地域別標準施業体系(表-2)の内、現地調査より判断して流木の発生場所の林況に対応した等級の値を採用した。広葉樹は林分密度管理図がないため、クヌギ等の林分収穫表から各樹齢の幹材積を求めた。

表-2 スギ・ヒノキの標準施業体系

林 齢 (年)		植栽時	1 0	2 0	3 0	4 0	6 0	8 0
スギ	胸高直径 (cm)		9.6	17.0	23.7	28.8	35.0	38.0
	樹 高 (m)		7.4	13.5	18.3	22.0	27.3	30.0
	密度 (本/ha)	3,000	2,350	1,600	1,000	760	550	550
ヒノキ	胸高直径 (cm)		8.0	12.5	19.4	24.5	33.6	35.5
	樹 高 (m)		5.2	9.4	13.6	16.5	20.3	22.5
	密度 (本/ha)	3,000	2,300	1,600	1,150	780	400	400

- ⑥流木発生面積に、樹種・樹齢階毎の幹材積を乗じて、発生流木量とする。

以上により算出した発生流木量は、全流域で2,335  $m^3$ となる。なお、この量は流域面積1  $km^2$ 当たり約1,000  $m^3$ 、クニチ谷の計画生産土砂量(110,650  $m^3$ )の約2%に当たる。

### 2.3 流出流木量の検討

流出流木量は、発生流木量に流出率を乗じて求めた。

流木の流出率は、流木対策指針(案)によれば0.8~0.9程度とされている。流出率は流木発生

位置・谷幅・勾配等に支配されるため一概には決められないが、本検討では踏査時の流倒木がわずかであったことから、流出率は高いと判断して0.9とした。

以上により算定した流出流木量は、計画基準点で  $2,102\text{m}^3$  となる。

## 2.4 流木対策計画

クニチ谷における流木対策施設は土石流対策施設と一体で計画するよう調整し、土石流の計画流出土砂量に流出流木量を付加して計画施設の機能を評価した。この際、施設配置計画はクニチ谷の土砂移動特性を考慮して以下のように定めた。施設配置計画図を図-4に示す。

- ①土石流の流下・堆積区間である中下流部には砂防ダムを配置し、土石流及び土石流とともに流下する流木の捕捉を図る。
- ②土石流の発生区間である上流部には低ダム工群を配置し、土石流及び流木の発生抑制を図る。
- ③谷出口に位置する既設砂防ダムは現在未満砂であるが、今後も除石を行うことにより常時空容量を確保する。

また、砂防施設の効果量は次のように評価した。

- ①砂防ダムの流木を含む土石流捕捉容量は、計画捕捉量+計画貯砂量（オープンタイプや除石工による常時の空容量）で評価し、この内、流木捕捉量は土石流捕捉容量に流木容積率を乗じて求める（但し、ダム地点に到達する流木量を限度とする）。また、土砂捕捉量は土石流捕捉容量-流木捕捉量とする。流木容積率は透過型ダムで20%、不透過型ダムで1%とする。
- ②砂防ダムの流木発生抑制効果は、不透過型ダムでは堆砂地内の立木の量（流木発生量として計上分）とし、透過型ダムでは土砂生産抑制量と同様に評価しないものとする。

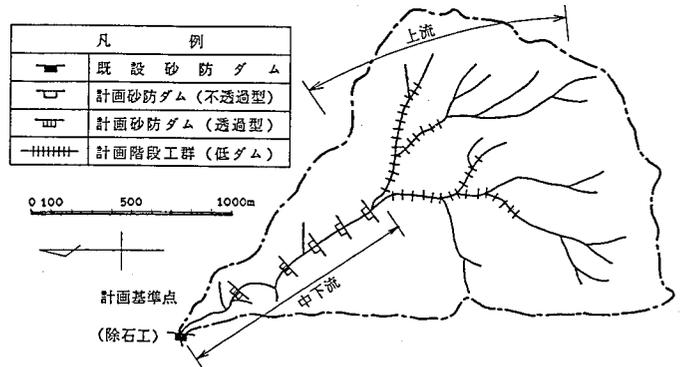


図-4 クニチ谷施設配置計画図

## 3. 今後の課題

本検討を通して、今後流木対策計画を策定する上で必要と思われる着目点や解決すべき問題点について考察した。

### 3.1 林況に関する調査

流木対策計画では林分の蓄積量がピークとなるような状態を推定することが肝要であり、このためには、現在の林況（樹種、樹齢、蓄積量等）を把握するとともに、その推移についても適切な予測が必要である。その際に、樹林帯の形成位置（斜面、尾根、谷筋）によっては樹木の成長量が異なることが予想されるため、流木の発生場所と対応した個々の予測も要求されよう。

### 3.2 流木の発生場所の推定

流木の発生場所は崩壊地や土石流の発生・流下区間等が考えられ、基本的には土石流対策計画で想

定している土砂の生産形態に従うものである。しかしながら、一般には新規崩壊の発生場所の特定は困難であるため、斜面上における流木の発生場所を特定することができない。流木の発生場所を的確に把握することは、発生する流木の量や質（長さ、直径等）の推定に関わるだけでなく、流出流木の推定や合理的な施設配置計画の策定上でも重要なことであり、今後十分な検討が必要である。

### 3.3 流出流木の推定

斜面や河道で生産された流木の一部は斜面上や溪床、溪岸上に滞留する。一般に、谷出口付近で流木が生産された場合の流木流出率は大きく、また、発生源の距離が谷出口より長くなるに従い流木流出率は低下する傾向が認められている<sup>1)</sup>。一方、狭窄部等で流木により天然ダムが形成され、その後の洪水でこれが決壊し下流に災害をもたらすことも考えられる<sup>2)</sup>。しかし、これらを定量的に評価する手法は未だ明らかにされておらず、前述した流木の発生場所の特定と同様に谷出口に流出する流木の量や質及びその流出過程を的確に推定することが今後の重要な検討課題である。

### 3.4 流木による被害形態の推定

流木による被害形態としては、河道上の狭窄部や橋梁、ボックスカルバート等に流木が詰まることにより土石流、洪水等の氾濫を引き起こしたり、橋梁等の流失をもたらすことなどがある。その要因として、橋脚の径間長や桁下高等の構造物の形状と流木の量や質及び流木流下時の水深やその流下形態等が考えられ、また、流木の根系や枝条によっても閉塞条件が異なるものと思われる。このように被害発生に関わる要因は複雑であり、どのような条件のもとで被害が生じるかについては不明瞭なものが多い。しかしながら、流木による被害形態を推定することは流木対策計画の必要性や対策の基本方針を示すものであり、そのため、当面は定性的な判断による検討が必要である。

### 3.5 流木対策施設計画

流木対策施設の計画に当たっては、施設の機能が最も効果的に発揮されるよう考慮して定める必要がある。土砂とともに流下する流木は土石流のフロント部に集中する傾向が認められており<sup>3)</sup>、このような流木の流下形態や発生位置、さらにこれに対応する土砂の移動特性等を考慮して効果的な配置計画を検討する必要がある。また、流木対策施設による流木の捕捉効果は明らかにされているが<sup>3)</sup><sup>4)</sup><sup>5)</sup>、施設計画を策定する上で、流木の流下形態に応じた効果量の適切な評価手法を確立することが必要である。

## 参考文献

- 1) 石川芳治, 他: 崩壊・土石流に伴う流木の実態と調査法, 土木技術資料, 31-1, 1989
- 2) 水山高久, 他: 土石流発生に伴う流木の生産, 流出事例と対策, 新砂防, 38-1, 1985
- 3) 瀬尾克美, 他: 土石流と共に流出する流木の運動と捕捉工に関する実験的研究, 土木技術資料, 26-2, 1984
- 4) 水山高久, 他: 透過型砂防ダムによる流木捕捉効果, 土木技術資料, 30-11, 1988
- 5) 石川芳治, 他: 砂防ダムおよび流木止めスクリーンによる流木捕捉効果, 土木技術資料, 31-9, 1989