

77 定面水抜きスクリーンダムによる 流木捕捉に関する実験的研究

宮崎大学農学部 谷口義信

1. はじめに

九州北部は1991年9月台風17号および19号による襲来で大きな被害を受けた。その特徴は、都市部のみではなく、特に山間部で九州ではこれまでに経験したことのないと言われるほどの大きな風倒木災害を起こし、それによって今後集中豪雨時に土木流といわれる2次災害の発生する危険性が強く懸念されていることである。そのため地域住民から林野庁、建設省をはじめ県市町村に対して緊急な対応が強く迫られ一刻の猶予も許されない状況にある。現在この台風による風倒木は2,000万本に達するといわれており、現在山村の置かれている社会的状況からすれば、これを搬出するだけでも20年の歳月を要するといわれ、今その発生が最も懸念されている土木流災害の根源的な要因の除去には到底間に合わない。すなわちここ1年~2年のうちに人工的にこの風倒木を処理するのは不可能に近い。

本研究はこのような社会的背景に鑑み、現時点で即座にこの土木流災害を防止するためにいかなる方策を考えればよいかを追究するものである。ここで土木流災害に対して逆の考え方をすれば、放置して置けばこれら風倒木は豪雨により必然的に土木流となって流出するであろうから、労働力不足の深刻な山村の社会的背景を考えれば、風倒木を溪流に集めるまでは洪水の持つ自然のエネルギーを利用し、これによって1箇所に集められた流木を機械力によって人工的に処理すれば、下流河川における土木流災害は未然に防止することができると考えられる。したがってここではいかに流木を短時間で1箇所に集めるかを考えればよいことになる。そのためには水と多量の流木を速やかに分離することである。ここではその1つの方法として底面水抜きスクリーンダムの考え方を応用し、これによって水と流木がどのように分離されるかを実験研究的手法から明らかにすることを試みた。

2. 風倒木

1990年9月、南九州は台風20号に襲われた。このときの宮崎の風速は36m/secであった。ところが宮崎市周辺では北から北北東方向に向く谷内の立木がかなり倒れた。このとき風倒木の地面からめくれ上がった根茎の根張りの最大直径と最小直径、さらに胸高直径、地表面から第1番目までの幹長、枝の広がり的大小などを測定して一括して示したのが表-1である。

表-1から明らかなように胸高直径、樹高に比べ、根張り直径のかなり小さいことである。表-1からみるとスギの成長は極めてよく地味は非常に良好であることがわかる。すなわち土壌層が薄いため根の発達が悪く、こうした小さな根張りとなったとは考えられず、スギ自身強風に耐えられるように根を発達させていないのではないかと考えられる。すなわち大量に植栽されたスギ林はもともと風に対する抵抗力が非常に弱い形態を取っているのではないかと考えられる。そして地形的に北北東方向に向く谷に風倒木が集中していることは、最大風速の出現する時間に風向が谷方向と一致した

ためではないかと考えられる。

3. 実験方法

実験装置は幅20cm、長さ30cmの底面水抜きスクリーンダムを勾配20°の水路にダム底面が水平になるように取り付けただけのものである。スクリーンの格子間隔は5mmとし、20cm幅の中に13本の格子を配置した。模型流木には直径が5mm、長さが12.5cmの竹材を用いた。流量としては0.3l、0.5l、0.8l、1.0l、1.5l、2.0l、3.0l、の8種類を流した。また模型流木は底面水抜きスクリーンダムから1.5mのところに、水路内の横断方向全面にわたって、材軸方向が水路方向と一致するようにして集団状に配置した。これに清水段波を与えて流木を発生させるわけであるが、清水段波は上述のそれぞれの水量をバケツで一挙に放水して発生させた。水の投入位置は模型流木の配置地点のすぐ上流とした。

底面水抜きスクリーンダム上の流木は高速度カメラで、毎秒100コマのスピードで撮影し、これをメモーションアナライザーで読みとり解析を行った。読み取り結果を示したのが図-1～図-3である。ここに図-1は、底面水抜きスクリーンダムが2基による流木の捕捉数の変化を示し、図-2は2基目ダムに進入してきた流木の水路方向からの偏り角を示したものである。図-3 2基目のスクリーンダム上の流木の速度変化を示したものである。

4. 考察

風倒木は台風時の風圧によって発生するものである。ここで台風の最大風速時にどの程度の風圧が働いたかについて検討してみる。クローネは単純に円錐形とし、これに最大風速が定常的に一様に働いたものとする。流線の乱れなどはないものとする。空気の密度を 1.225 kg/m^3 とすると、このときの風圧は簡単には次式のように表される。

$$P = A \rho v^2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに P : 風圧、 A : 風の作用面積、 ρ : 空気の密度、 v : 風速 である。

いま第一枝以下の幹は同一直径として、1990年9月の台風20号による風圧を計算すると、2.1～5.7 tf/m^2 の力が作用したことになる。このときのモーメントは40～120 $\text{t} \cdot \text{m}$ となり、またその作用点は地上18～22mの位置となる。ここで風速36 m/sec が立木として耐えられる限界風速であるとする、このときの樹木の根の風倒許容応力は、0.5～3.7 tf/m^2 となる。

本来山崩れや土石流などの自然災害は突発性の分散型災害であると言える。すなわち災害発生場所はある広さの面積を基本単位とした確率的予測を行うしかない。これは土木流災害のもつ不確定性、すなわち分散型災害の特質に起因していると考えられる。しかしこれをある場所に特定できる集積型に変えるならば、その対応は可能はずである。このように本研究では、不確定な分散型の災害発生を集積型の発生に変え、最も少ない時間と経費と労力で地域住民に現在大きな社会的不安を与えている土木流災害の発生を防止しようとする点にある。すなわち現在の林業が置かれている危機的状況と農山村の労働力不足を考えると、人工的に2,000万本といわれる風倒木を数年間で処理する

ことは到底不可能である。しかしある地点までは土木流自身のエネルギーで流木を溪流に流し、ここで集められた流木を機械力によって処理することは可能なはずである。これは土木流自身のエネルギーを阻止ないしは減勢することを主目的とする従来の砂防の考え、また発生源において土砂害の除去ないしは崩壊を復旧しようとする従来の治山治水概念からすれば、邪道と言えるかも知れない。ただ洪水中や土石流中に流木が混入することによって被害が倍加されることは、1990年の熊本の一の宮災害の例からも明かである。これから考えると洪水流や土石流中の流木が何らかの方法で取り除かれれば、その災害はかなり軽減されるはずである。したがってこうした災害の防止には流木の捕捉が最も重要であり、そのために底面水抜きスクリーングムの応用を考えるものである。すなわち水と流木をスクリーンによってまず分離してから捕捉して災害を防止しようとするものである。なぜならば従来の防止法ではスリットの目詰まりが起こり、その結果ダムアップされれば、一挙に満水状態となり、後続の流木はダムから越流して、ほとんど捕捉効果のなくなる危険性が十分考えられるが、これに反し底面水抜きスクリーングムではダムアップの起こる危険性は非常に少ない。すなわち後続の流木に対しても捕捉効果の低下は起こらないであろう。またフラット構造であるので、流木などの衝撃力は鉛直遮断型の構造物に比べると非常に小さく、主としてせん断摩擦のみを外力として考慮すればよい。

流木が大きな災害を引き起こすのは、流木の流れ方向からの偏りに強く関係すると言われている²⁾。は熊本県一の宮の災害に対して、その運動機構を実験的に追究した結果、流木の回転角がほぼ60°程度になることがわかった²⁾。この妥当性については本研究における実験結果の図-2からも認めることができる。すなわちスクリーングム上で流木は大きな偏り角を示すようになり、集団化するようである。一方、スクリーングム上の流木の速度についてみると、流量が少ないときは当然流木の速度は小さい。流量が多くなると速度も大きくなり、捕捉率は小さくなる。しかし図-1から2基目によるその効果が大きくなっているのがわかる。すなわち1基目の捕捉率曲線から右側へずれた分が2基目の設置効果と考えられる。

5. おわりに

本研究は特にここ数年のうちに発生の危険性が非常に大きいと予想される土木流に対する最緊急災害防止策であり、これによって当面の危険性が除去、軽減されるならば、その社会的貢献度は非常に大きいであろう。また現にその防止策は国、県、市町村を挙げて最も真剣に検討されている。このような強い社会的要請を十分に配慮し、基礎・応用両面から土木流災害防止への即対応を目指すものである。

引用文献

- 1) 福重治雄：阿蘇災害概要について、砂防学会シンポジウム講演集23、32、1991
- 2) 水原邦夫：流木に関する研究、学位論文、5-8、1978
- 3) 谷口義信：古恵川における流木の特性、文部省科研報告書(02306013 代表 平野宗夫) 86-90、1991

表-1 風倒木調査結果

根張り (m)			胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下幹長 (m)	枝張り (m)		根張り面積 (m ²)	枝張り面積 (m ²)
x	y	z				x	y		
3.6	3.3	0.9	43	28.2	20.8	1.8	1.7	37.37	12.95
2.1	1.6	1.1	44	28.9	21.2	2.1	1.8	10.75	15.02
1.8	1.5	0.8	35	28.7	24.6	1.4	1.2	8.55	5.33
1.6	1.4	0.5	31	28.3	24.3	1.4	1.3	7.07	5.40
1.9	1.8	0.9	45	29.0	23.5	1.6	1.5	10.75	8.53
2.1	1.8	0.8	43	29.5	23.0	1.4	1.1	11.94	8.13
1.8	1.5	0.8	30	28.3	23.0	1.7	1.1	8.55	7.42
2.4	1.8	0.9	47	30.5	25.1	2.0	1.8	13.85	10.26
4.0	2.1	1.0	63	33.5	25.5	2.5	2.3	29.21	19.20
2.5	2.4	0.95	50	32.1	26.1	2.1	2.0	18.85	12.30
2.9	2.1	0.9	45	33.1	24.9	2.5	1.9	19.63	18.04
2.3	1.4	0.75	43	32.1	26.8	2.1	1.7	17.34	10.07

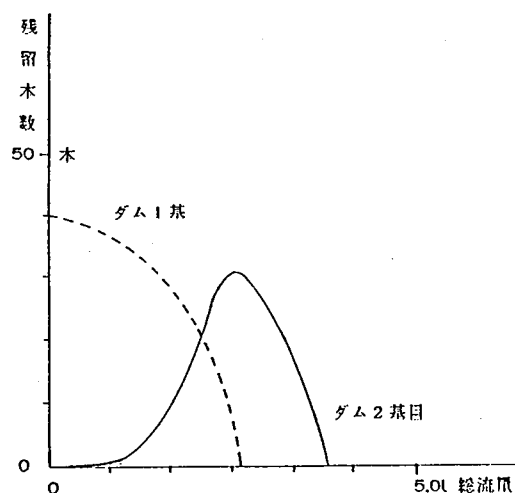


図-1 ダム1基による残留本数と2基による2基目の残留本数

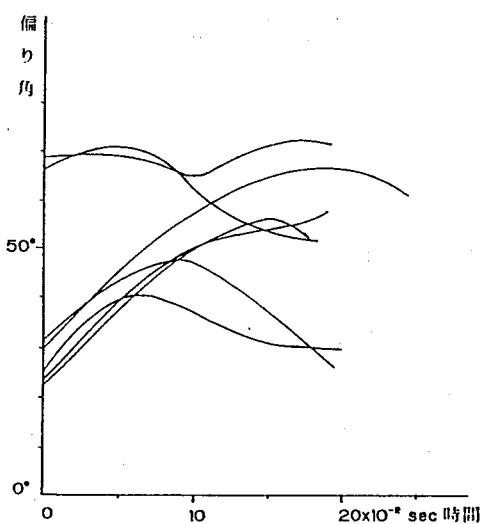


図-2 2基目ダム上の流木の偏り角

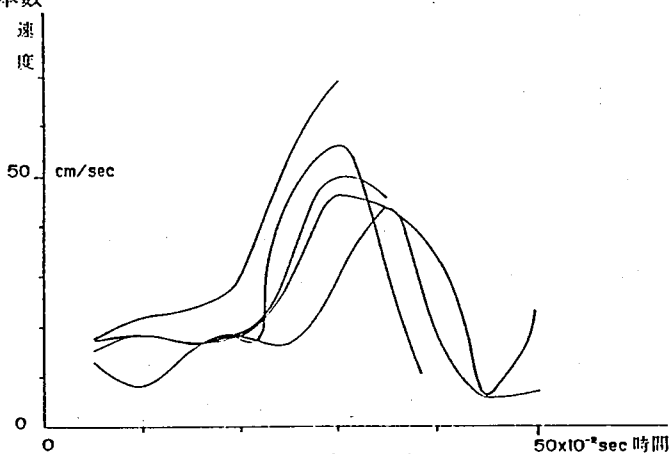


図-3 2基目ダム上の流木速度