

流木災害の実態と山地河川における流木

水 原 邦 夫

The disaster caused by drifting woods and drifting
woods in mountainous river

Kunio MIZUHARA

要 旨

洪水時に発生する災害には、主として出水災害・流送土砂害があるが、その他に流木による災害がある。流木は、土砂石とともに洪水の破壊規模を増大させる一つの要因であることは、以前からいわれているところであり、近時の災害においても、その事実は無視できない場合が見られる。

本論文では、まず、流木による災害の事例を概括的に論述し、その実態とりわけ被害形態について分析した。その結果、それを一次的形態、二次的形態およびその他の付随的な形態に整理分類できることがわかった。次に、山地河川における流木調査資料および既存の調査報告書を基にして、流木の発生と停止の場所、発生と停止の機構および形状・寸法について実証的に明らかにした。また、流木の発生機構面からみて、その発生防止の方策には、主として四つの対策が考えられるとした。

第1節 概 説

過去、梅雨前線および台風に伴う集中豪雨によって幾多の水害が各地に発生し、その水害は、時には水による害、土砂による害ともいわれ、また流木による害ともいわれた。最近になって、学術的な調査研究が数多く行われるようになり、水害の精細な検討がなされるようになった。しかし、それらの中で、流木に関する研究は部分的なものにとどまっており、系統的な研究は、未だなされていないのが実状である。

さて、流木に関する系統的な研究を行うためには、まず、流木による災害の実態を明確に把握する必要がある。次に、流木災害の防止・軽減という点から、その発生源に関する調査が必要となり、それらの結果を基にして対策とか研究の方向づけが明らかになるものと思われる。

そこで、本研究では、まず、昭和年代の水害において、それを流木による災害激化という観点から述べた既存資料等を総括するとともに、最近の主要水害を同様な観点から分析して、いわゆる流木災害の実態、とりわけその被害の形態を明らかにする。

次に、著者が行った調査および既存の調査報告を基にして、主として山地河川における流木の発生源、発生と停止の機構、形状・寸法等を実証的に明らかにするとともに、流木の発生防止対策について考察を行うものとする。

第2節 災害資料からみた流木災害の実態

一般に、水害の実態を的確に把握するには、水害直後に科学的な調査を実施し、得られた資料を精細に分析することによって可能となるが、その調査の機会が少ない。したがって、過去の水害記録を利用するのも一つの方法と考えられる。この場合、その記録が詳細であることが必須条件となるが、そのような条件を具備したものは少なく、こと流木に関する限り莫然と現象を記載しているものしかない。しかし、これらの資料も貴重であり、それを科学的な視点から見ることによって、流木災害の実態把握に寄与するものと考えられる。

以上のような観点から、先ず最初に、昭和年代の河川災害に関する諸資料のうち、その災害を流木による災害激化という立場から述べたものを取り上げてみる。

先ず、昭和9年の岡山の水害では、旭川上流の家屋、橋梁等が多数流失し、これらの流木が岡山市内に架る橋梁に堰止められたために、堤防の溢流、欠壊をもたらし、同市内を見渡す限りの泥海と化せしめたとされている¹⁾。これに続く、昭和10年の京都の水害においては、賀茂川、高野川上流の山地や沿岸にあった大樹、巨木等が流失し、そのため、この両川に架る45橋のうち34橋が流失あるいは破壊され、京都市内は今朝の水害に遇うたとしている²⁾。

また、昭和13年の阪神の水害では、表六甲の諸河川は大量の土砂石礫に見舞われ、大災害を来したが、ここにおいても立木もしくは家屋破壊材が山のように流れてき、災害を余計惨憺たるものにした河川もあると報告している³⁾。

ところで、これら第2次大戦前の水害においては、流木の害があるにも拘らず、それを不可抗力的なものとしてあきらめ、積極的に世論的問題として提起されなかったようである。しかし、戦後の一連の洪水禍においては、流木に関する問題がジャーナリズムにも取り上げられ世論的関心事となった。

それは、昭和28年の筑後川、白川を中心とした九州の水害、および有田川、日高川を中心とした紀州の水害の時からである。これらの災害は、著しい出水害、流送土砂害ばかりでなく、とりわけ流木の災害でもあったとされている。すなわち、筑後川では、上流の製材工場の貯木場から流失した大量の素材および製材木等が主な流木構成材料となり、これらが下流の橋梁を破壊、流失させ、夜明ダムを破損し、さらに久留米市内の橋梁に引懸って同市内を水浸しにし⁴⁾、また白川では、子飼橋におびただしい流木類が引懸り、白川を堰止めたため堤防が欠壊し、火山灰を含んだ洪水が熊本の市街地に氾濫したといわれている⁵⁾。一方、有田川では39.6万石、日高川では59万石という空前の流木量が記録され、これらが大量の流出土砂と相俟って災害を一層激甚なものにし、流木処理には非常に多くの日数を要したといわれている^{5)・6)}。

昭和32年の諫早水害では、上流の橋梁、家屋等の破壊材で約5,000石の流木が発生したことが原因して、諫早市内を前述と同様な水禍に巻き込み⁵⁾、その翌年の昭和33年の狩野川水害では、12.1万石の流木量が記録され、伊豆地方に大災害をもたらしている。この水害の特徴は、流出土砂による害は少なく、流木による害が大きかったとされている⁷⁾。さらに、それに続く昭和34年の台風7号時に、千曲川支流鹿曲川に架る橋梁に、流木が山と集積され、堤防の破壊によって市街地、田畑は大被害を受けたとしている⁸⁾。

その後、昭和41年長野県南木曽災害では、伊勢湾台風時の未処理風倒木等が多数流失し、これらが土石流とともに護岸の破壊、鉄道橋の流失を引き起こし、ここにおいても、流木が災害を増大させたことが明らかであるとしている⁹⁾。

次に、近年における災害で、著者が調査あるいは見聞きした範囲内で、流木による害を述べて

みる。

昭和50年の台風5号に伴う集中豪雨によって、仁淀川流域に多数の山崩れ、土石流が発生し、高知県下を激甚な災害に巻き込んだことは、今尚記憶に新しいことである。この中で、勝賀瀬川の河口から上流約2.5km付近まで、大量の土砂石礫が推積し、家屋、田畑、発電施設が破壊、埋没した。これは、勝賀瀬橋の流木閉塞に基づく背水の影響が、その原因の一つとも考えられる。因みに、同橋はコンクリート製で、そのスパン割りは、右岸から10.80m+3スパン・10.90m+10.85m+2スパン・10.90m+10.83m+10.90mとなっており、災害時には根付流木類で完全に閉塞されていた。また、上八川の一支流では、土石流とともに流下してきた流木が田畑一面に拡がって堆積し、災害復旧の支障となっていた。

昭和51年には、西日本各地に台風17号に基づく大災害が生じた。その中で、小豆島は土石流により全島壊滅的な被害を受けたが、ここにおいても流木がその災害の度を強めたという見方ができる。すなわち、本島北部に位置する橘川においては、土石流とともに大量の流木が発生し、土石流の本体は昭和50年に竣工した橘砂防ダムにより扞止され、一部の流木もその堆砂面上に停止した。しかし、ほとんどの流木がダム下流へと流下したため、これらが流路工を閉塞し、かつ護岸上へも打ち上げられた。その結果、土砂流が氾濫し、護岸内側が洗掘されたりして、大きな被害をもたらした。この流路工は、断面が小さくかつ大きく蛇行しているため、このような流木による災害が生じたものと考えられる。もし、この砂防ダムにより流木も扞止されていたならば、災害の程度は最少限に抑えられていたであろう。したがって、土石流とともに大量の流木の発生が予想される溪流に砂防ダムを計画する場合には、災害対策上、土石流だけでなく流木にも対処できるような設計・施工を行う必要があるものと思われる。また、土石流とともに流下してきた根付流木が道路橋に引懸って、流木・土砂混合体により閉塞されたため、土石流の流下範囲が拡大し、付近の田畑、集落に大きな被害を与えた河川もあると聞いている。ところで、この台風による被害を報じた当時の新聞には、瀬戸内海に大量の流木がかなりの範囲に亘って浮遊し、航行に支障をきたしたと伝えている。

その他に、流木による害として、洪水調節ダムあるいは発電ダムが、その湛水地に溜った流木による影響を防止するために、流木を押し流す緊急放流を行って、下流河川を人工洪水に巻き込んだり⁷⁾、洪水時に流木によって自然閉塞された砂防ダムの水抜孔が、平時、突然抜けて下流に思わぬ被害を与える実例が多くなりつつある⁹⁾。

以上、流木による災害の事例を概括的に論述してきたわけであるが、これらを基にして流木による被害の形態をまとめると次のようになる。

1) 一次的な被害形態

- ㊶ 衝突、閉塞（局部洗掘）による橋梁、護岸の破損、破壊、流失
- ㊷ 水位堰上げによる堤防の欠壊、越水、氾濫
- ㊸ 閉塞による異常土砂堆積ならびに土石流流下範囲の拡大

2) 二次的な被害形態

- ㊹ 閉塞、沈積による発電・治水ダムの機能障害および流木除去のための緊急放流による人工洪水の誘発

- ㊺ 砂防ダム水抜孔の閉塞による機能障害および自然抜去に伴う洪水の誘発

3) その他

- ㊻ 木材資源の流失による経済的損失
- ㊼ 残流木処理に伴う災害復旧の遅滞

㊦ 流木混入による貝掛け洪水量の増大

第3節 山地河川における流木

(1) 流木の発生源

流木問題を究明するにあたって、その発生源の追突は必要不可欠なものである。出水後の河道を流木に関して踏査すると、流木はその運動エネルギーとそれに対する抵抗力との関係から、残留場所は数ヶ所位に限られることが多い。しかしながら、そのらの流木が何処から発生したものかについては判別し難い。

一般に、流木は、その流域の上流から下流に至る河道に近接したあらゆる場所において、発生する機会を有していると考えられる。野口・山口¹⁰⁾は、流木の発生の実態を明確にする意味で、水系を上・中・下流の三地域に大きく区分けして、それらに対して次のような発生源があるとしている。

1) 上流森林地域（山崩れ発生地域、ないし水源地域）

- ㊦ 山崩れによる立木の崩落
- ㊧ 増水あるいは土石流に伴う溪岸侵食または洗掘による立木の流失
- ㊨ 伐木作業中の伐採木または風倒木の流出
- ㊩ 山土場に集積された素材の流出
- ㊪ 椎茸原木の流出
- ㊫ 林道上の橋梁の破壊による破損材の流出
- ㊬ 作業小屋等山地における家屋の破壊流出

2) 中流地域（洪水流量通過地域）

- ㊭ 洪水流による河岸農地の侵食による雑木または孤立喬木の流出
- ㊮ 旧河川敷内またはその近くにある家屋の流出
- ㊯ 横侵食による山腹の崩壊による根付材の流失
- ㊰ 県道、村道などの橋梁破損材
- ㊱ 河川堆積物に埋没した過去の流木の流出

3) 下流氾濫地域（平担都市集落地域）

- ㊲ 家屋の流出または破損材
- ㊳ 集落における電柱、広告板、家具等の流出
- ㊴ 木材集積場（製材工場等）から流出する素材および製材
- ㊵ 橋梁の破壊材および不完全破壊材の流出

さて、洪水時にこれらが如何なる割合で流木化するかについては、その時の降雨量、流出量の他に、その地域の地形、地質、地被状態、河川改修状態、路線配置状態と橋梁の位置と構造、村落・市街地の配置状態、土地の所有と利用状態、林業業態等^{5),10)}が相互関係するので一概に言えない。したがって、一水系全体に亘る流木対策はかなり複雑なものとなる。

しかし、流木災害の機構面からみた場合、上流での流木の発生が引き金となって、下流にその被害を連鎖反应的に強めている場合が多いので、上流地域での流木対策の確立が、災害の防止・軽減に必要なものと考えられる。

(2) 流木の発生と停止および形状・寸法

前述したように、上流森林地域、すなわち山地河川における流木の発生と停止の機構および形

状・寸法を明らかにすることは、流木防止対策に関する研究・技術面での基礎と考えられる。ここでは、この事に関して比較的精細な調査を行っている既存の調査報告書^{10),11)}と、著者が木曾川流域南木曽地方の諸河川（長谷川、梨子沢、大沢田川、枯桃田川、与川本川、上山沢、丸山沢、下山沢、正善川、伊那川および木曾川本川の一部）において実施した流木調査を基にして、概括的にまとめてみる。

(a) 流木の発生

ここでは、先に述べた流木の発生について、さらに詳しく説明する。

1) 山崩れに伴う立木の崩落

山腹崩壊の場合は、立木が土砂とともに下方の林木によって捕捉される確率が大いなので、流木の形をとる場合が少ない。しかし、山脚崩壊の場合は立木が溪床上に倒木として現われるので、流木となる可能性が大い。この場合、これらの崩落した立木が浮遊して流木となるかどうかは、その地点の流域面積つまり流量に関係してくる。流量が小なる地点では、立木が土砂とともに溪床上に供給されても、それらの一部が流送されるだけで、多くは崩壊近辺の溪流断面内に残留している場合が多い。しかし、これらは次期増水によって流木となることが考えられる。これに反して、流量が大なる地点では、崩壊の程度およびその下流の縦横断形状の条件如何によっては、相当大きな根付材までも下流に流されることがある。

2) 増水あるいは土石流に伴う溪岸侵食または洗掘による立木の流出

山脚と溪床との間に溪岸段丘が形成され、そこに植生が侵入して次期増水までに成林すると、それらは流水の側方侵食による岸の欠壊とともに流出する。こういう地点では、一般に、流量が多いので流木となり易いと思われる。こういった現象は、河川敷の立木についてもいえる。また、土石流による場合は、往々にして巨礫の衝突により幹部が折損されて流される場合が多い。

3) 伐採木、風倒木等の流出と山土場の集積材の流出

溪流近くに放置された伐採木、風倒木、伐去枝条などは、流量増加に伴う水位上昇によって押し流される。また、高水位以下に設置された山土場の基礎部が洗掘を受け、倒壊して集積材が流出する。これらは、比重、形状の点から容易に浮遊し、かつ遠くまで流され易いと考えられる。

4) 家屋、橋梁等の流出

増水によりその基礎部が洗掘され倒壊したり、また、流木等の衝突、堰止めに基づいて倒壊して流出する。これらの構造物も個々に分離されれば、比重、形状の点で遠くまで流達し易いと思われる。

(b) 流木の停止

山地河川では、その残留量に差が認められるが、種々の場所に流木が残留している場合が多い。まず、その場所を列挙すると

- ㊶ 支流の沢における溪床・溪岸上
- ㊷ 巨石あるいは林木によって流路幅が急に狭くなった所
- ㊸ 支流の合流点、扇状地
- ㊹ 砂防・治山ダムの堆砂地
- ㊺ 溪流の屈曲部外側
- ㊻ 分流地点の間の成林区域の上流側林縁
- ㊼ 架橋地点およびスクリーンダム上流法面
- ㊽ 流路の蛇行が急でかつ長い所
- ㊾ 河幅の拡大部でかつその粗度が大なる所

さて、流木の停止は流体力、流木の自重と形状特性、河床上の抵抗物（石礫、雑木その他の障

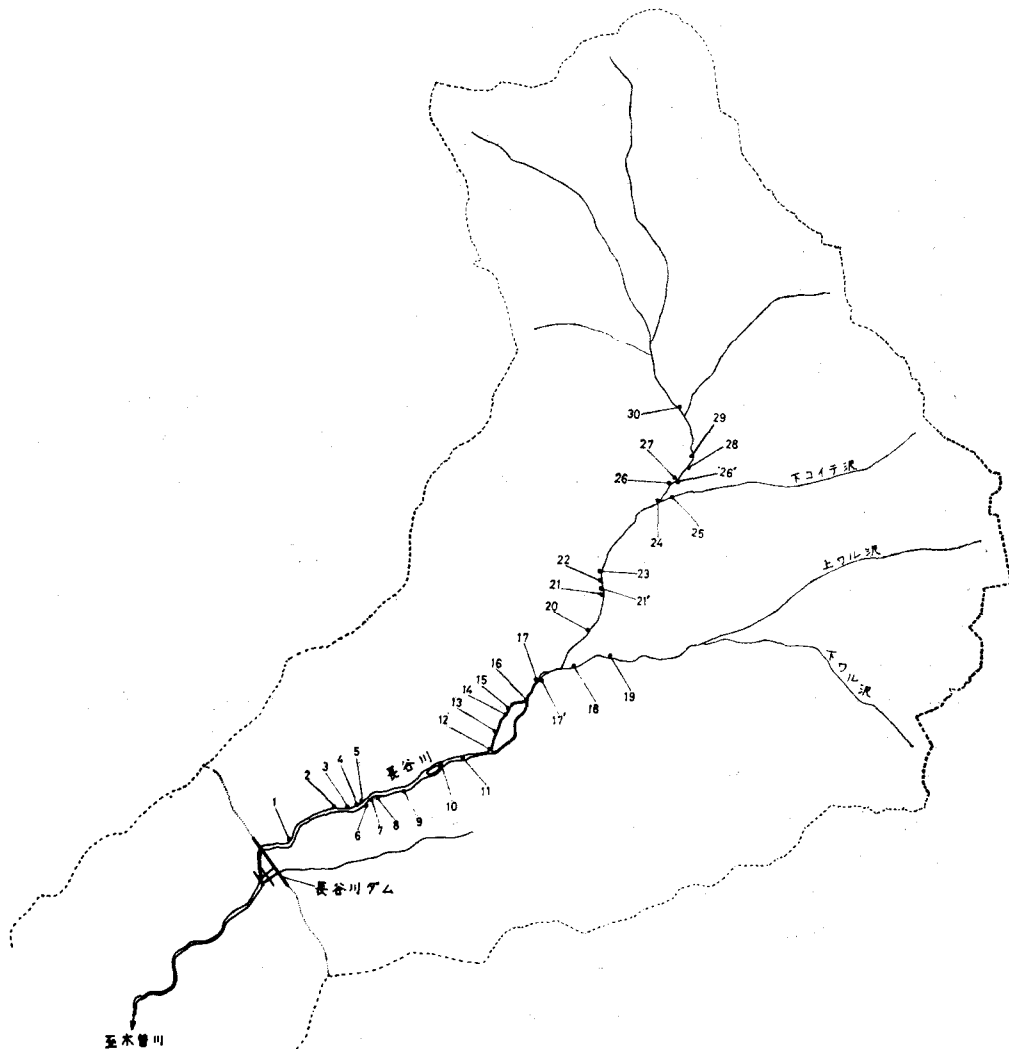
害物)の形状特性等に支配されるので複雑であるが、このような残留場所から、流木の停止の機構を考えてみると、概念的に次の二つの場合が考えられる。

1) 水深の浅化に伴う運搬力の減少と相俟って河床上の抵抗物と流木の接触による抵抗力の増大が原因して、流木の運動エネルギーが次第に消散され、遂には零となって停止する場合。

2) 流木の運動エネルギーが障害物に直接的に吸収されて、急激に停止する場合。

(c) 流木の形状・寸法*

流木阻止構造物ならびに橋梁における流木の衝突・堰止め現象を究明するにあたって必要とされる資料は種々考えられるが、その一つに流木の形状・寸法がある。この資料は災害後、河道内に残留した流木を丹念に調査することによって得られるが、實際上、極めて困難な作業であり、また、たとえ得られたとしても、それは統一的なものでなく、河川別ならびに上流・下流別に区々となろう。ここでは、その一端を示すものとして、木曽川の一支流の長谷川における実地調査



図一 1 木曽川支流長谷川における流木調査地点図

表-1 長谷川における流木調査結果

地点	流木長 (m)	流木直径 (cm)	本 堆 積 形 状*	数	種類	地点	流木長 (m)	流木直径 (cm)	本 堆 積 形 状*	数	種類	地点	流木長 (m)	流木直径 (cm)	本 堆 積 形 状*	数	種類
1	1	60	1	1	b'	16	10	24	1	1	a	20	2	48	1 } * 1×6×10	1	a
	1.5	24	5	5	a		3	45	1 } * 1.5×10×15	1	"		4	30	1	"	
	3	29	1	1	"		4	22	1	"	21		3	25	5	a	
	3	30	1	1	"	17	2	33	1	1	a	21'	4	25	1* 1×2×4	1	a'
	8	14	1	1	b		2	36	1	1	"		15	35	1	1	a
9	17	1	1	a	7		27	1	1	"	1		20	1* 1×2×10	1	b'	
2	2	40	1* 1×2.5×7	1	b'	17'	1.5	39	1* 1×3×5	1	a	23	15	34	1	a	
3	5.5	18	1* 1×2.5×5	1	b	18	2	21	1	1	a		20	37	1	"	
4	2.5	80	1	1	a		2	30	1	1	"	24	1	60	2 } * 1.5×6×25	1	b'
5	3	12	1 } * 1×4×6	1	b		2	34	1	1	"		1.5	34	1	"	
	4	27	1	1	"		2	36	1	1	"		1.5	100	1	"	
	7	16	1	1	"		2	49	5	5	"		2	35	1	a	
6	1	50	3	3	b'		2	60	1	1	b'		2	37	1	a	
	2	27	5	5	"		3	31	1	1	a		2	70	1	b'	
7	2	36	1	1	a		4	28	1	1	"		3	40	1	a	
	2	40	1	1	"		4	31	5	5	"		3	42	1	"	
	2	70	1	1	b'		4	35	1	1	"		3	50	1	"	
	3	80	1	1	a		5	40	1	1	a'		4	40	1	"	
	6	40	1	1	"		5	43	1	1	a'		4	78	1	a'	
8	1	100	1	1	b'		6	72	1	1	a'	25	6	55	1	a'	
	3	80	1* 1.5×3×7	1	"		7	42	1	1	a		20	50	1	"	
	9	15	36	1	1		c	7	57	1	1	a'	26	1	80	1	b'
10	2	50	1	1	b'	8	47	1	1	a	3	20		1	b		
	2.5	25	5	5	"	19	3	38	3	3	b'	26'	17	41	1	a'	
	5	23	1	1	a		4	40	5	5	a'		4	26	1* 1×2×4	1	"
11	1	18	1	1	b'		4	50	1	1	a'	27	4	35	1	a	
	1	60	1	1	"		4	59	1	1	a'		4	56	1	"	
	2	58	1	1	"		4	61	1	1	a'		3	20	1 } * 1×6×10	1	a'
	5	38	1	1	a		4	85	1	1	"		3	22	1	b	
	3	50	1* 1.5×3×4	1	b		5	52	1	1	"		4	35	1 } * 1×6×10	1	a
12	1.5	50	4	4	b'		6	40	1	1	a'		13	19	1 } * 0.5×2×6	1	b'
	2	40	1	1	b'		7	44	1	1	"		1.5	40	1	b	
13	2	41	1	1	"		7	64	1	1	b		4	34	1 } * 0.5×2×6	1	b
	2	80	1	1	"		8	49	1	1	a		8	50	1	"	
	4	23	1	1	a		10	60	1	1	"	28	10	20	1	a'	
	8	81	1	1	"		15	33	1	1	"		12	30	1	"	
	5	37	1* 1×2×7	1	"		15	60	1	1	"		15	40	1	c	
14	2	40	1	1	a		3	40	5* 1×3×5	5	b'		17	50	1	a'	
	10	23	1	1	c	6	84	5* 1.5×6×20	5	a'	29	2	22	1 } * 1.5×10×15	1	a	
15	1	50	1	1	b'	8	46	1* 1.5×3×8	1	a		2	23	1	"		
	4	22	1	1	a	20	1.5	35	1	1		b'	3	22	1	a'	
	10	20	1	1	"		2	60	1	1		a	3	40	1 } * 1.5×10×15	1	a
16	3	60	1	1	b'		2	70	1	1		b'	4	25	1	"	
	4	36	1	1	a		3	19	1	1		b'	4	34	1	"	
	5	22	1	1	"		4	30	1	1		"	10	27	1	a'	
	8	17	1	1	a'		6	40	1	1	b	30	5	45	5	a'	
10	20	1	1	a	1.5		30	2 } * 1.5×4×15	2	b'							
17	3	19	2 } * 1.5×6×20	2	a'		3	19	1 } * 1×2×5	1	"						
	10	20	1	1	a		2	30	1 } * 1×2×5	1	"						

注：*は堆積流木の深さ×幅×長さを示す。

の結果について述べることにする。

長谷川は、昭和44年8月の台風7号によって異常出水に見舞われているが、本調査はこの直後ではなく、5年後に実施したものである。しかし、その間の残流木の流出は少なく、調査当時においては、一部に手を加えられた跡が見受けられたが、出水直後の流木の堆積状態とそれほど大きく変化していないと、地元の人および砂防・治山関係者から聞いている。

さて、調査は図-1に示すような地点において、主として溪床・溪岸上に堆積した残流木に対

して行い、その他に今後流木となることが必然視される倒木(横侵食によって溪流に倒れた樹木、溪流近辺の風倒木、枯損木等)を加えることにした。その調査データを地点に対応して記載したものが表-1である。これらの地点は、前に述べた流木の停止場所に包含されている(ただし、①を除く)。なお、表中、種類の欄のa:崩壊および風倒に原因したと思われる流木、a':aの根付材、b:伐採木および風倒木を処理し溪流内に玉切って残置したもの、b':bの根付材、c:横侵食による根株、枝条を付けた流木を意味する。また、(*)印は多数の流木が絡み合って堆積した所であり、表では、その堆積表面上の測定可能な流木に対して、それらの値が示してある。

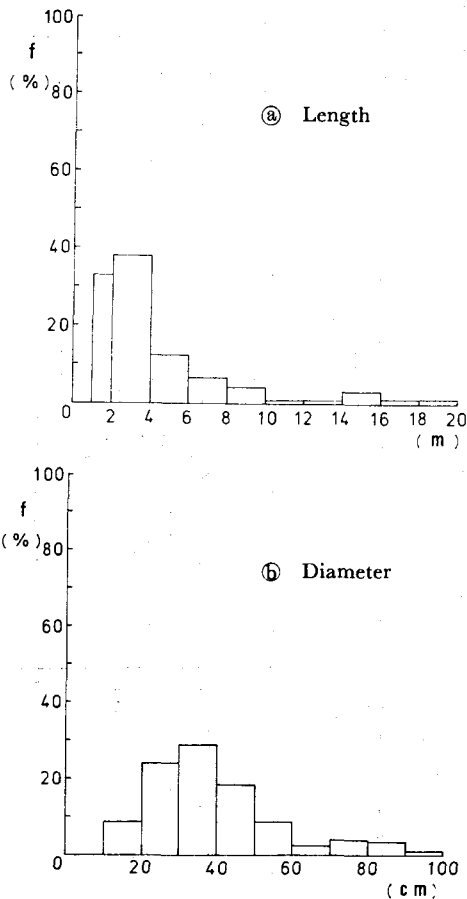


図-2 長谷川における流木の長さや直径の分布

ことから明らかなように、上流地帯で流木の発生を防止するのが効果的と思われる。したがって、前述した発生機構からみて、次のような対策が考えられる。

- i. 立木については、崩壊および侵食防止のための砂防・治山工事を十分に行う。
- ii. 伐採木、集積丸太等については、増水を考慮した伐木・集材時間の検討、高水位以下の山土場の位置変更、集材方式の近代化を行うとともに、林業経営体への行政的指導・監視を強める。
- iii. 木橋については、架橋地点の上下流の利用状態等を十分検討した上で、長径間の永久橋への切り替えを行う。また、場所によっては、洗越あるいは道床橋の活用を考える。
- iv. 作業小屋等の家屋については、高水位以上の場所に移転あるいは施工する。

次に、これらの結果(対象流木数 195 本)を基にして、若干の考察を加えてみる。まず、流木の形状については、根付丸太(a'+b'+c)と根無し丸太(a+b)に分けて整理すれば、前者は44.6%, 後者は55.4%となる。一般に、山地からの流木は、根付丸太がその大半を占めるものと思われるが、ここでは根無し丸太が多少大きな値となっている。これは、下コイテ沢から発生した土石流が原因して、流木が流れにもまれてその原形を失ったため、および風倒処理木の残置木が含まれているために、このような結果になったものと思われる。また、流木の寸法について整理すれば、図-2 (a), (b) に示すような度数分布となる。その平均値と最大・最小値に関していえば、流木長は $l_{\text{mean}}=4.4\text{ m}$, $l_{\text{max}}=20\text{ m}$, $l_{\text{min}}=1\text{ m}$ となり、流木直径は $d_{\text{mean}}=41.1\text{ cm}$, $d_{\text{max}}=100\text{ cm}$, $d_{\text{min}}=12\text{ cm}$ となっている。

さて、以上の結果は、長谷川という特定の山地河川に対するものではあるが、洪水時に上流森林地帯から流下する流木の形状・寸法を推定する上に、一つの目安となるであろう。

(3) 流木の発生防止

流木に対する最善の方策は、流木の発生の根源を絶つことである。それには先に述べた

さて、これらの対策を全て実施するには、時間的・経費的理由等により多くの困難が伴うので、発生防止の問題の他に、流下阻止の問題を併せ究明する必要性が生まれてくる。

第4節 結 語

以上、要するに既存の水害記録および調査の中から、流木による災害の事例を取り上げ、流木災害の実態を明確にするとともに、その被害の形態について分析を行い、その結果、主として一次的な形態と二次的な形態およびその他の付随的な形態に分類されることを明らかにした。

また、流木に関する既存の調査報告および現地調査の結果から、先ず、流木発生源の地域別分類を行い、次に、流木災害の実態から上流地域に問題の焦点を合せ、山地河川における流木の発生と停止の機構および流木の形状・寸法等を実証的に明らかにした。最後に、これらの結果を踏まえて流木の発生防止対策の方法を述べるとともに問題点を指摘した。

参 考 文 献

- 1) 中間友義：洪水河川における流木の排除，土木工学，第6巻，第7号，昭和12年，pp. 57.
- 2) 近藤泰夫：京都の出水，セメント界集報，第329号，昭和10年，pp. 285-292.
- 3) 「阪神の水害を語る」，セメント界集報，第365号，昭和13年，pp. 383-392.
- 4) 佐藤武夫：水害論，三一書房，昭和33年，pp. 145-146.
- 5) 小出博：日本の水害，東洋経済新報社，昭和29年，pp. 50-102.
- 6) 大同淳之・木下新一：流木と橋梁に関する一考察，河川，昭和32年，pp. 16-17.
- 7) 岩崎成嘉：山地流域における流木の防止について，水利科学，第4巻，第3号，昭和35年，pp. 91-94.
- 8) 佐々木八郎：河道計画の合理化に関連する諸問題の研究，京都大学学位論文，昭和43年，pp. 159-160.
- 9) 松林正義：テキスト大型砂防ダムゼミナール，第1章，大型砂防ダムの基本と問題点，全国治水砂防協会，昭和48年，pp. 3.
- 10) 野口陽一・山口伊佐夫：伊豆治山災害調査報告書，第Ⅳ章，流木およびその防禦，伊豆治山災害調査会，昭和34年，pp. 89-117.
- 11) 丸山岩三・山口伊佐夫：昭和34年災山梨県治山災害調査報告書，第Ⅲ章，流木災害とその防禦，日本治山治水協会，昭和35年，pp. 65-99.

Résumé

The disasters at heavy rains have been generally caused by the flood waters and run-off sediment. However we must also pay attention to the disaster caused by drifting woods as well as the formers, because the drifting woods increase the scale of disaster.

The present paper describes mainly the following points and makes them clear in details, according to the field investigations and several literatures on this subject,

- a) actual conditions of the disaster by drifting woods and classification of the damaged forms.
- b) mechanism of the outbreak and accumulation of the drifting woods, size and shape of the drifting woods, in mountainous river.
- c) preventive measures against the outbreak of the drifting woods.