

3.5 流木調査と流木の発生・流出状況

3.5.1 調査の目的

本災害では、斜面崩壊・土石流と共に大量の流木が発生した。本調査では、大金沢本川堆積工上流域における流木発生の実態把握を目的として、空中写真判読・現地調査・立木調査に基づいて単位面積幹材積を算出し、発生流木量の推算および流木収支の検討を試みた。

3.5.2 調査箇所

本調査は大金沢本川堆積工上流域を検討の対象とした。対象範囲においては、事前の現地調査により、発生した流木のほとんどが河道内等に堆積せずに流下していること、流下した流木が大金沢堆積工によってほぼ捕捉され堆積工より下流には流出していないことが確認されており、また、大金沢堆積工から搬出した流木量が記録されている。すなわち、流木収支を検討するうえで閉じた系であると考えられ、発生流木量の推算結果検証にも適した箇所であった。

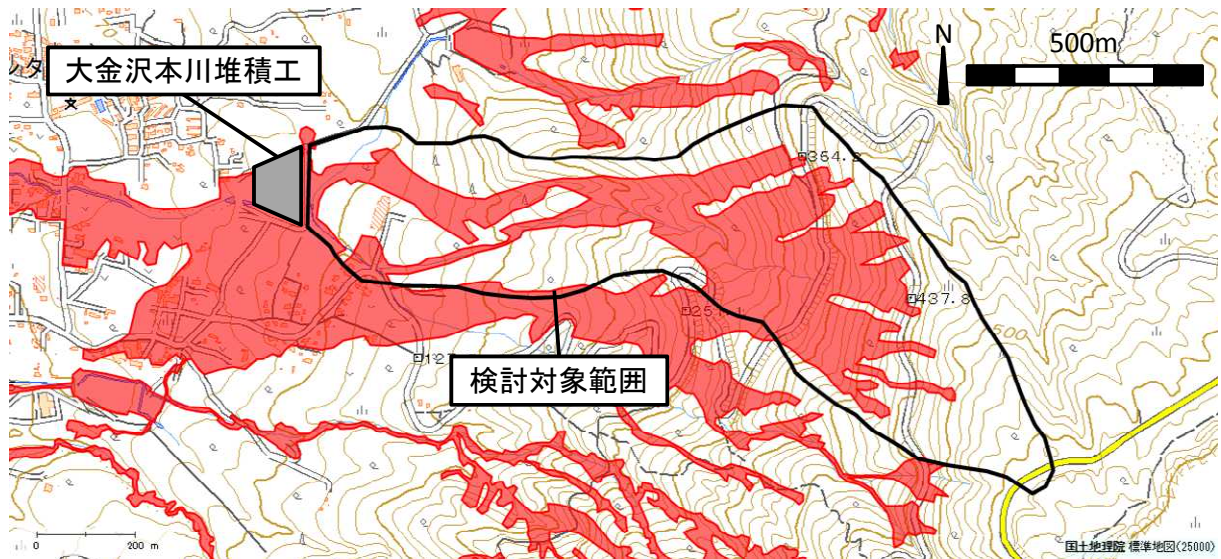


図 3.5.1 調査対象範囲（国土地理院判読の土砂流出範囲図に加筆）

3.5.3 調査方法

調査は林相区分及び現地確認、各林相と崩壊地の面積計測、立木調査（コドラート調査）、単位面積幹材積と発生流木量の算出、流木収支の検討を行った。

林相区分は国土地理院の空中写真アーカイブス（2007 撮影）を用いて実施した。判読結果は現地において確認し、必要に応じて再区分した。各林相および崩壊地の面積は GIS ソフトにより計測した。なお、崩壊地は国土地理院の土砂流出範囲を用いて、林相毎に算出した。

立木調査は各林相で 2～3 箇所を実施し、それぞれ 10m×10m のプロットを設定して立木数・樹高・胸高直径を計測するとともに、各プロットにおける留意事項等を記録した。

調査データは林相毎に整理し、立木本数・胸高直径・樹高・単位面積当たりの幹材積および発生流木量を算出した。単位面積幹材積は「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）及び同解説」「土石流・流木対策設計技術指針及び同解説」（平成 19 年 11 月、国土交通省砂防部ほか）（以下、土対針という）に準拠し、発生流木量は単位面積幹材積に崩壊面積を乗じた。

3.5.4 調査結果

(1) 林相区分及び調査プロットの設定結果

林相区分及び調査プロットの設定結果を図 3.5.2 に示す。空中写真判読の結果、対象範囲上流部に樹高の異なる常緑広葉樹一斉林, 中流部から大金沢本川堆積工に常緑広葉樹複層林, その左岸側の一部に針葉樹林が確認された。現地確認の結果, 常緑広葉樹複層林は中間部に遷緩線を有し, 明瞭ではないものの林相が異なるように見受けられたため, 遷緩線を境界として上部・下部に区分した。また, 針葉樹林は枝打ち等の施業の痕跡が認められたため, 植林であると判断した。

以上より, 対象範囲の林相は下記の通り 5 つに区分された。なお, 最上流部に複層林が分布するものの, 斜面崩壊が発生していないため, 検討範囲から除外している。

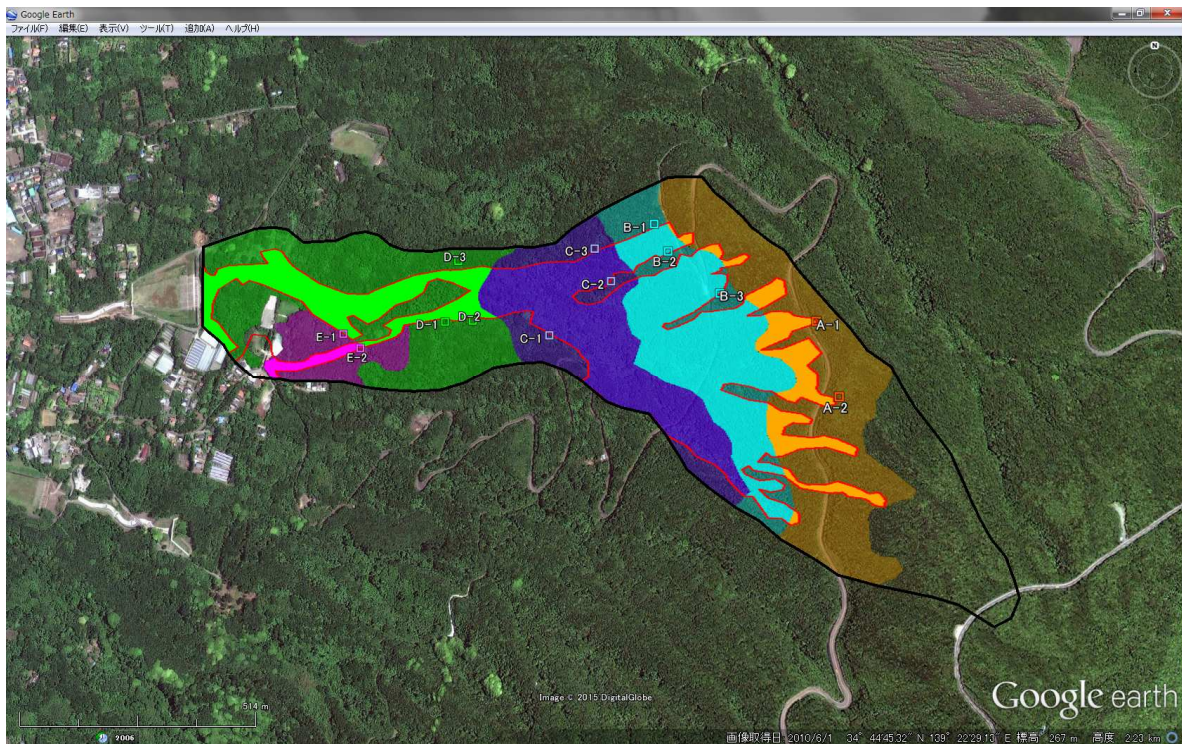
林相 A : 常緑広葉樹一斉林上部 (林相 B よりも相対的に樹高が低い)

林相 B : 常緑広葉樹一斉林下部 (林相 A よりも相対的に樹高が高い)

林相 C : 常緑広葉樹複層林上部 (林相 D よりも急勾配)

林相 D : 常緑広葉樹複層林下部 (林相 C よりも緩勾配)

林相 E : 針葉樹植林



©Google

図 3.5.2 林相区分と調査プロット位置

(ここに, 黒線: 大金沢本川堆積工の流域界, 赤線: 国土地理院判読の土砂流出範囲, 橙色ハッチ: 林相 A, 水色ハッチ: 林相 B, 紫色ハッチ: 林相 C, 黄緑色ハッチ: 林相 D, 桃色ハッチ: 林相 E, □A-1 など: 各林相における立木調査実施箇所, を意味する。GoogleEarth を用いて作図したものをスクリーンショットでキャプチャした。)

(2) 林相及び崩壊地面積の計測結果

対象範囲の面積，各林相の面積，各林相に含まれる崩壊地面積を計測した結果を表 3.5.1 に示す。

崩壊面積について，以下の特徴が挙げられる。

- ・全体としては，対象範囲の面積に対して崩壊面積率が 40%程度と非常に高い。
- ・林相 E の面積が特に少ないが，A～D についてはおおむね同程度の分布である。
- ・各林相面積に占める崩壊面積の割合は林相 B・C で特に高い。
- ・流下域となった林相 D では比較的谷地形が発達し流下範囲が地形に規制されているためか，崩壊面積の割合が B・C の半分以下であった。

表 3.5.1 林相・崩壊面積計測結果

エリア	各エリアの面積 (m ²)	流域面積に占める 各エリアの割合 (%)	土砂流出 (崩壊)面積 (m ²)	各林相面積に占める 崩壊面積の割合 (%)	全崩壊面積に占める 崩壊面積の割合 (%)
全体	504069.12	100.0	203573.12	40.4	100.0
林相A	100632.87	20.0	20606.07	20.5	10.1
林相B	87499.65	17.4	67416.42	77.0	33.1
林相C	91411.50	18.1	63674.01	69.7	31.3
林相D	138197.77	27.4	41776.05	30.2	20.5
林相E	27923.03	5.5	4599.13	16.5	2.3
A-E合計	445664.82	88.40	198071.68	-	97.3

(3) 各林相の調査結果

各林相における調査結果を表 3.5.2 及び図 3.5.3 に示す。また、調査地で記録した現地状況と合わせて、全体及び各林相の特徴と所見を以下に示す。

【全体の傾向及び現地状況に対する所見】

- ・ 林相 A-D では、各プロットでの立木本数のバラツキが大きい
- ・ 胸高直径および樹高の平均値は各林相で近い値となっている。
- ・ 樹冠が閉塞した林相の立木分布について、空中写真では一様に見えるが実際は疎密（＝バラツキ）がある。
- ・ 現地では同一林相のプロット毎に立木密度が異なるようには見えず無作為に調査プロットを設定したが、留意する必要がある。

表 3.5.2 立木調査結果

項目	調査本数 本					平均胸高直径 cm					平均樹高 m				
	崩壊地側 上部	崩壊地側 下部	斜面側 上部	斜面側 下部	合計	崩壊地側 上部	崩壊地側 下部	斜面側 上部	斜面側 下部	合計	崩壊地側 上部	崩壊地側 下部	斜面側 上部	斜面側 下部	合計
林相A-1	29	61	30	50	170	7.7	7.8	8.6	7.4	8	4.7	4.7	4.8	4.8	5
林相A-2	22	37	31	19	109	8.3	7.9	7.6	10.1	8	4.9	4.6	4.6	4.4	5
林相A平均	25.5	49	30.5	34.5	139.5	8	7.85	8.1	8.75	8	4.8	4.65	4.7	4.6	5
林相B-1	30	7	13	41	91	9.8	12.4	11.7	9.2	11	7.4	7.4	7.9	7	7
林相B-2	15	9	19	7	50	11.3	11.3	11.4	9	11	7.5	7	6.3	5.3	7
林相B-3	49	22	17	27	115	9	10.2	8.2	8.1	9	6.6	6	5.8	5.3	6
林相B平均	32	15.5	18	17	82.5	10.15	10.75	9.8	8.55	10	7.05	6.5	6.05	5.3	6.5
林相C-1	7	6	6	6	25	14.9	11.7	8.3	15.2	13	7.6	6.8	7.2	6.3	7
林相C-2	7	11	16	10	44	10.3	9.4	10.1	10.1	10	6	5.6	6.3	6.9	6
林相C-3	8	14	13	7	42	12.1	11.2	10.4	12.3	12	6.3	5.8	5.7	5.1	6
林相C平均	7.5	12.5	14.5	8.5	43	11.2	10.3	10.25	11.2	11	6.15	5.7	6	6	6
林相D-1	8	9	11	9	37	12.4	9.1	11.3	10.6	11	8.1	6.1	6.6	7.3	7
林相D-2	5	6	6	6	23	8.2	9	11.8	12.2	10	5.6	5.5	7.3	6.3	6
林相D-3	9	2	23	13	47	11.4	9.5	9.9	9.6	10	8.1	7.1	8.9	7.9	8
林相D平均	7	4	14.5	9.5	35	9.8	9.25	10.85	10.9	10	6.85	6.3	8.1	7.1	7
林相E-1	4	2	5	3	14	25	20.5	17.2	22	21	12.5	10	9.2	10.3	11
林相E-2	3	2	5	3	13	17	21	17.2	22	19	7.3	9.5	9.2	10	9
林相E平均	3.5	2	5	3	13.5	21	20.75	17.2	22	20	9.9	9.75	9.2	10.15	10

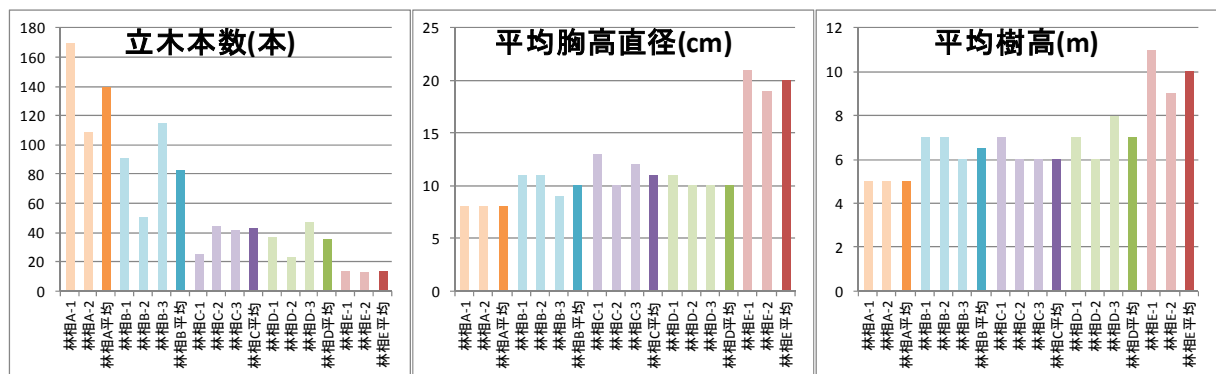


図 3.5.3 立木調査結果

【林相 A：常緑広葉樹一斉林上部】

- ・地表から数 10cm の高さで幹分かれするものが多い。
- ・胸高直径は 5～10cm，樹高は 4～5m の立木が優勢。
- ・立木密度（単面積当たりの立木本数）は最大。

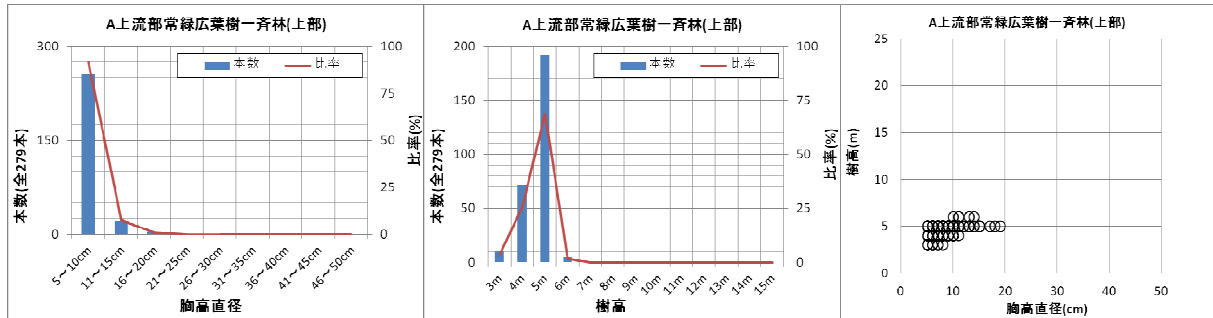


図 3.5.4 林相 A の立木調査結果

左) 胸高直径ヒストグラム, 中) 樹高ヒストグラム, 右) 樹高-胸高直径の関係

【林相 B：常緑広葉樹一斉林下部】

- ・地表から数 10cm の高さで幹分かれするものが多い。
- ・胸高直径は 5～15cm，樹高は 6～8m の立木が優勢。
- ・立木密度は林相 A について 2 番目に大きい。
- ・一次遷移の一斉林であるが，林相 A に比べて樹高・胸高直径ともに若干大きく，バラツキがある。

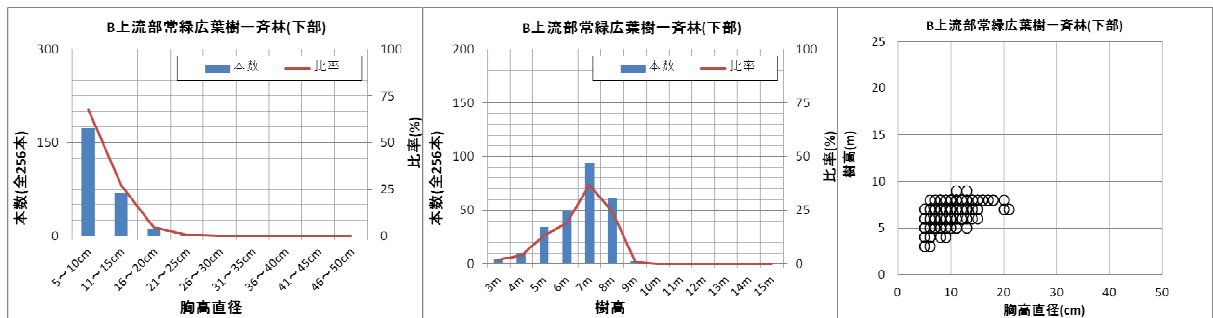


図 3.5.5 林相 B の立木調査結果

左) 胸高直径ヒストグラム, 中) 樹高ヒストグラム, 右) 樹高-胸高直径の関係

【林相 C:常緑広葉樹複層林上部】

- ・胸高直径，樹高ともにバラツキが生じている。
- ・立木密度は上流側の一斉林よりも小さくなる。
- ・複層の広葉樹林であり，樹高の分布からもその特徴が読み取れる。

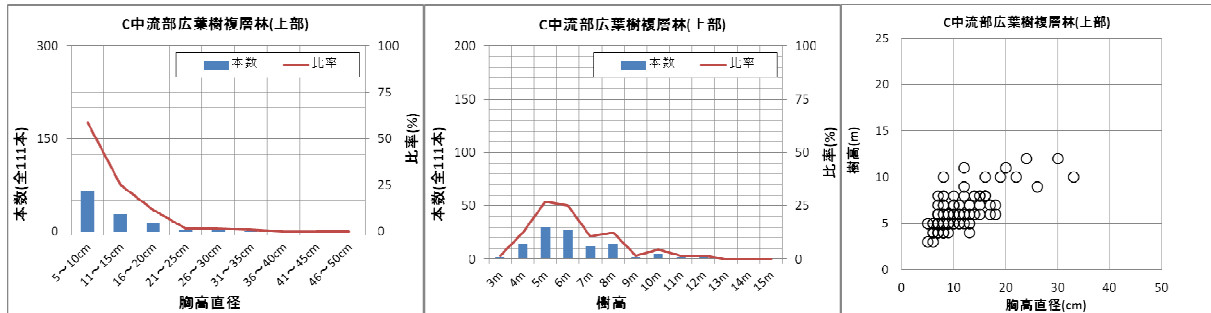


図 3.5.6 林相 C の立木調査結果

左) 胸高直径ヒストグラム，中) 樹高ヒストグラム，右) 樹高-胸高直径の関係

【林相 D:常緑広葉樹複層林下部】

- ・胸高直径，樹高ともにバラツキが生じている。
- ・立木密度は林相 C とほぼ同様である。
- ・林相 C と比較して，樹高の分布がやや高くなっており，斜面勾配が林相 C よりも緩いことに起因している可能性がある。

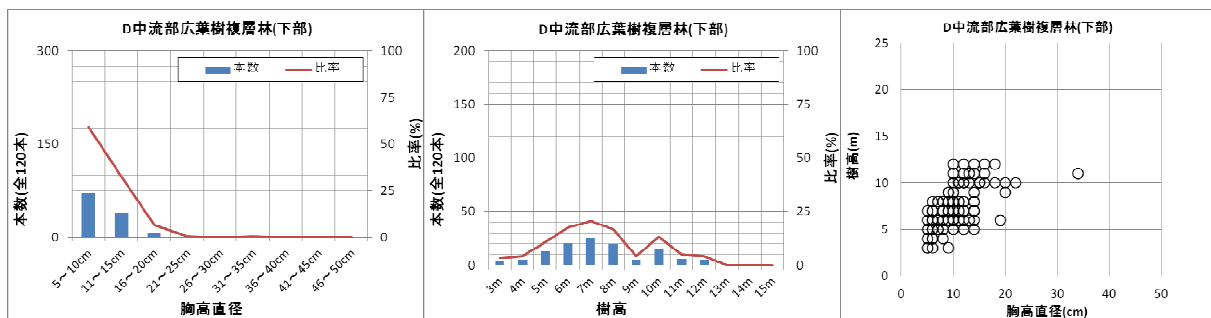


図 3.5.7 林相 D の立木調査結果

左) 胸高直径ヒストグラム，中) 樹高ヒストグラム，右) 樹高-胸高直径の関係

【林相 E: 針葉樹植林】

- ・ 胸高直径，樹高ともにバラツキが生じている。
- ・ 立木密度は最小。
- ・ 全体的にはやや樹高が高い。

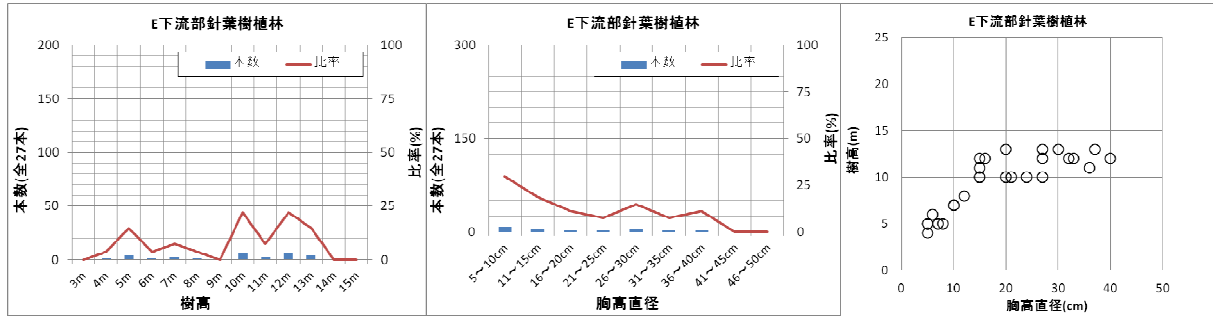


図 3.5.8 林相 E の立木調査結果

左) 胸高直径ヒストグラム，中) 樹高ヒストグラム，右) 樹高-胸高直径の関係

以上の結果をまとめると，下記の通りとなる。

- ・ 空中写真判読による林相区分ごとに異なる特徴（胸高直径・樹高）が認められた。
- ・ 上流域から下流域に向かって，胸高直径・樹高とも概ね増加する傾向にあった。
- ・ 判読上ほぼ同一の林相を呈していた林相 C・D は，現地の地形（斜面勾配）によってその特徴に差異が認められた。
- ・ 林相 A・B は谷地形が発達しておらず一斉林であり，一様な地形・植生が，広域に連続した表層崩壊の素因となった可能性がある。

(4) 発生流木量の推定

プロット毎の単位面積幹材積を算出し、各林相での発生流木量を推定した。算出方法及び算出結果を以下に示す。

1) 算出方法

- ・ 胸高係数と樹高の関係（広葉樹）を目視でプロット
- ・ 調査立木の最大樹高が 13m であるため、5m, 10m, 15m の 3 点で相関式を選定。
- ・ 表計算ソフトを用いて線形、二次、指数、対数で比較し、相関係数が最も高い線形の相関式を採用。

→ $y = -0.0175x + 0.7317$ (y : 胸高係数, x : 樹高) を採用。

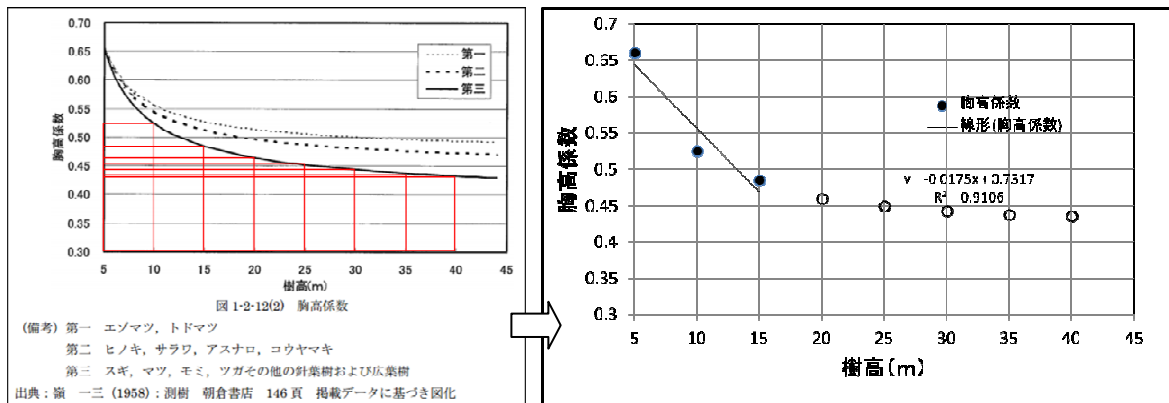


図 3.5.9 本検討における胸高係数相関式

※左図：土対針 p30 図-12 (2) に加筆

- ・ 立木単体の幹材積（単木材積）は、土対針に従い算出した。

$$\rightarrow V_{wy} = \pi \times H_w \times R_w^2 \times K_d / 4$$

V_{wy} : 単木材積 (m^3), π : 円周率 (3.14), H_w : 樹高 (m)

R_w : 胸高直径 (m), K_d : 胸高係数

- ・ プロット毎に単位面積当たりの幹材積を算出して林相平均値を求め、各林相の発生流木量は崩壊面積に単位面積幹材積を乗じて算出した。

2) 算出結果

表 3.5.3 に単面積幹材積及び発生流木量等の算出結果を示す。また、算出結果から得られた知見を以下に示す。

- ・本調査結果に基づき発生流木量を推算した結果、計 4,630m³となった。(大金沢本川堆積工上流)
- ・崩壊面積率の大きい林相 B・C から発生した流木量が全体の約 7 割を占める結果となった。
- ・単面積当たりの幹材積では林相 E の値も大きかったが、崩壊面積が小さいため発生流木量としては全体の 3 %程度となった。
- ・林相 B・C の崩壊面積は、同程度であったが、幹材積の違いが反映され発生流木量は 810m³の差異が生じた。

表 3.5.3 発生流木量等の算出結果

	林相A	林相B	林相C	林相D	林相E
立木幹材積合計(m ³)	4.65	8.96	5.69	5.70	6.19
調査面積(m ²)	200	300	300	300	200
単面積当たり幹材積(m ³ /m ²)	0.023	0.030	0.019	0.019	0.031
崩壊面積(m ²)	20,606	67,416	63,674	41,776	4,599
崩壊面積合計に占める割合	10.1	33.1	31.3	20.5	2.3
発生流木量(m ³)	470	2,020	1,210	790	140
合計(m ³)	4,630				
発生流木量合計に占める割合(%)	10.2	43.6	26.1	17.1	3.0

3) 流木収支の検討

大金沢本川堆積工内およびその上流からガレキとして搬出された流木量は 1,368m³と報告(※)されており、平均値から推算した 4,630m³に対して約 3 割程度(量にして約-3,200m³の差異)であった。

(※) 東京都より提供いただいたガレキ(土砂・流木)搬出データに拠る。



図 3.5.10 左) 大金沢本川堆積工下流の流路工 右) 同堆積工上流側の状況

3.5.5 立木調査・発生流木量の検討結果のまとめ

本調査・検討では、大金沢本川堆積工上流域における林相区分と特徴の整理を行い、発生流木量の推定と、概略の流木収支検討を行った。その結果を以下に整理する。

- ・空中写真判読による区分で、林相の特徴を捉えることは可能である。
- ・樹冠が閉塞していると、立木の疎密は写真で判読できず、現地でも判断が難しい。
- ・立木の疎密は発生流木量算出に大きく影響すると考えられるため、調査プロットの設定の際には留意が必要である。
- ・調査結果に基づき対象範囲における発生流木量を推定した結果、4,630m²となった。
- ・大金沢本川堆積工で捕捉された流木量（搬出された量）は1,368m³であり、算出した発生流木量の約3割程度であった。

引用文献

国土交通省砂防部，国土交通省国土技術政策総合研究所（2007）：「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）及び同解説」「土石流・流木対策瀬計技術指針及び同解説」