

砂防事業でのレーザ測量データの活用について

県央振興局 建設部 河港課 ◎ 吉岡 拓哉
○ 日當 昌樹

1. はじめに

砂防堰堤を設計する際に、土砂や流木の想定流出量を算出し、その総量を捕捉するように砂防堰堤の設計を行っている。本編は特に九州北部豪雨災害で被害を拡大させた流木の算出に、農林部の実施している航空レーザ計測測量の解析データを活用できないか検討したものである。

2. 対象溪流

大村市陰平町にある2級河川鈴田川の支流である浦の川内川（図1）にて、比較を行う。当該箇所は、流域面積が県内の危険溪流の平均的な面積と近似しており、流域内には、針葉樹、広葉樹等が見られ一般的な林相であることから、今回比較対象の箇所とする。

当該箇所は、土砂災害特別警戒区域に指定されているが、土石流対策施設が整備されておらず、下流には人家58戸、県道、市道があり、土石流の発生により、地区の機能が麻痺する等、被害は甚大なものになる恐れがあるため、砂防堰堤を建設し、土砂災害を未然に防止するものである。

3. 比較方法

砂防事業で流木量を算出する方法には、「全数調査法」と「サンプリング調査法」の2種類がある。対象範囲が広大な場合前者を実施するのは困難であるため、一般的に後者を採用している。

そのため、今回サンプリング調査法と、航空レーザ計測測量解析データでの想定流木量を算出し比較を行う。

1) サンプリング調査法

地形図等を用いて予想される崩壊、土石流の発生区間・流下区間内の樹木密度等を判読し、崩壊、土石流の発生、流下範囲を同一の植生・林相となるように地域分けする。それらの地域毎に現地調査によるサンプリング調査（10m×10mの範囲）を行い、各地域の樹木情報を調査する。主に樹木本数、直径、長さの項目について調査する。（砂防基本計画策定指針より抜粋。）

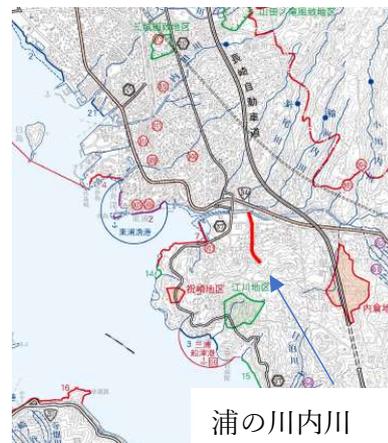


図1 位置図

現地調査を実施し、樹木情報を基に地域分けした。(図2)色分けした地域毎にサンプリング調査実施した。(茶色の地域は畑のため樹木無し。)

サンプリング調査法の集計では、現地調査の結果、得られた溪流毎の浸食想定幅とサンプリング調査の結果得られたエリア毎の樹木材積(表1)を利用し、各溪流及び支流毎に流木量の算出を行った。(表2)

表2 流木量 (サンプリング)

区間	谷次数 番号	溪流長 Ldy ₁₃ (m)	侵食推定 幅Bd(m)	流木対策 調査箇所	100m ² 当 り材積 ΣV(m ³)	流出樹木量 V _g =Ldy×Bd×Σ V÷100(m ³)	採用値 (m ³)	累計 (m ³)
左支流	0-11	100	3.5	⑤	4.635	15	15	-
左支流	0-9	90	4.5	④	1.498	6	10	25
右支流	0-7-2	140	2.0	⑦	3.272	9	10	35
右支流	0-7-1	160	5.0	⑦	3.272	24	25	60
右支流	0-5-2	140	3.0	⑥	6.133	24	25	85
右支流	0-5-1	120	4.0	⑥	6.133	27	30	115
右支流	0-4	70	2.5	③	1.526	3	5	120
左支流	0-3	170	3.5	③	1.526	9	10	130
左支流	0-2	120	5.0	②	3.883	21	25	155
左支流	0-1	100	3.5	②	3.883	13	15	170
本溪流	0-12-2	120	2.0	-	-	0	0	170
本溪流	0-12-1	130	5.0	⑤	4.635	28	30	200
本溪流	0-10	90	3.0	④	1.498	4	5	205
本溪流	0-8	40	5.0	⑥	6.133	12	15	220
本溪流	0-6	20	5.0	⑥	6.133	6	10	230
本溪流	1-6-2	60	2.5	③	1.526	3	5	235
本溪流	1-6-1	30	14.0	③	1.526	6	10	245
本溪流	1-5	10	14.0	③	1.526	2	5	250
本溪流	1-4	10	5.0	①	5.997	3	5	255
本溪流	1-3	40	5.0	①	5.997	11	15	270
本溪流	1-2-2	20	4.0	①	5.997	5	5	275
本溪流	1-2-1	10	4.0	①	5.997	3	5	280
本溪流	1-1	40	4.0	①	5.997	9	10	290
合計	1830						290	290

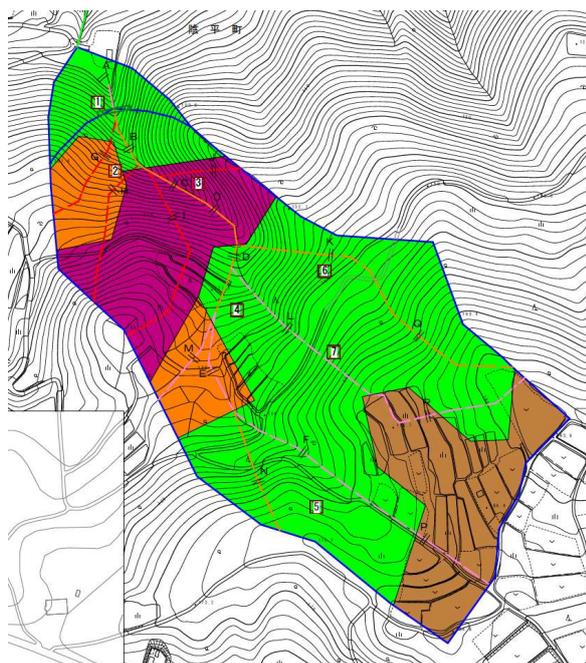


図2 林相図、サンプリング位置図

表1 樹木材積 (サンプリング)

調査箇所	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
林相	針葉樹	広葉樹	広葉樹	広葉樹	針葉樹	針葉樹	針葉樹
最大樹高 (m)	15.0 (15.0)	15.0 (14.2)	15.0 (12.8)	10.0 (10.0)	13.0 (12.0)	15.0 (15.0)	13.0 (12.3)
平均樹高 (m)	12.9	7.9	7.8	8.4	10.6	13.9	11.5
最大胸高径 (m)	0.40 (0.36)	0.60 (0.43)	0.35 (0.28)	0.20 (0.20)	0.35 (0.30)	0.45 (0.42)	0.30 (0.26)
平均胸高径 (m)	0.23	0.16	0.15	0.13	0.21	0.26	0.21
本数 (本/100m ²)	18	16	13	20	21	15	15
樹木材積 (m ³ /100m ²)	5.997	3.883	1.526	1.498	4.635	6.133	3.272

2) 航空レーザ計測測量解析

航空レーザ測量は、1点のレーザパルス照射に対し1点もしくは複数の反射が得られる。上空から照射したレー

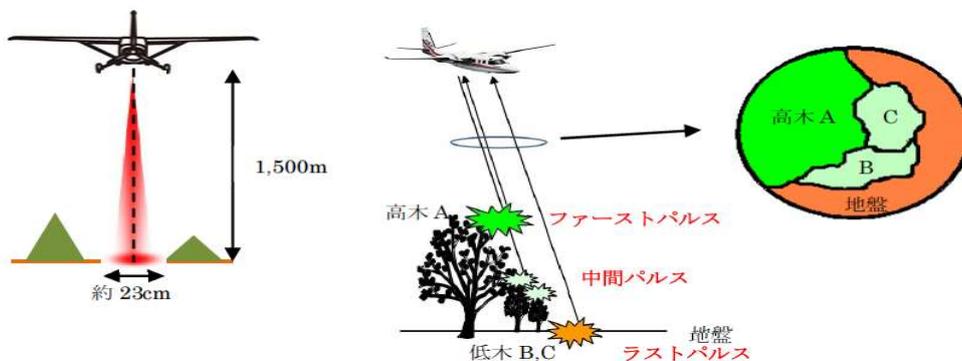


図3 レーザ測量イメージ

ザパルスは拡散し、地表面に到達するとき、直径23cm程度の円形となり、円形の中の一部が地表面の物体に反射し、残りのレーザ光がさらに下層の物体で反射する。(図3)

その反射波から得られた点群データを基に、解析し、小班単位での樹木情報を集計した。

当該箇所の流域内に8つの小班(図4)があるため、それらの樹木情報を基に、各小班の樹木材積を計算(表3)し、流域内の流木量を小班毎に算出した。

また、流域内には小班がない箇所もあったため、小班の範囲外の地域に関しては、現地調査時に地域分けした林相図を参考に、林相毎の平均樹木材積量を計算し、流木量を算出した。(表4)

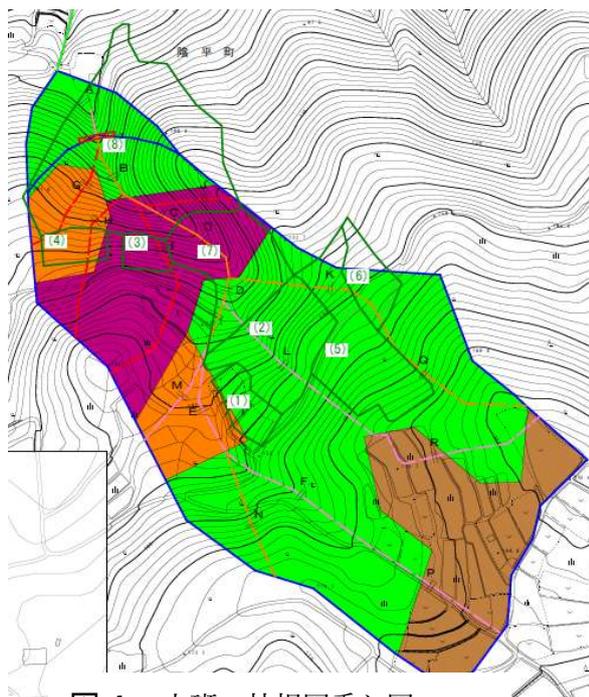


図4 小班、林相図重ね図

表3 樹木材積(解析データ)

設定区域	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
農林資料区域面積	1591.1	5120.8	900.5	1218.8	5871.7	1884.2	5365.3	15351.5
農林資料樹木材積	0.99	4.61	2.83	1.53	2.47	4.33	2.18	3.18

表4 流木量(解析データ)

4. 比較結果

表2、表4より、それぞれの方法での想定流木量の算出結果が出た。サンプリング調査法が290m³に対し、解析データから集計したら275m³と大きな差は出なかった。

5. 考察及び今後の展望

2つの方法で算出した流木量に大きな差はなく、サンプリング調査法の代わりに今後活用していけるのではないかと判断できる。

また、航空レーザ測量解析データの検証が解析業務の中で行われており、その中で、樹木本数、樹高データの解析データと現地調査の結果における誤差は約5%程度となっており、航空レーザ測量の精度の高さが

区間	谷次数番号	溪流長L _{dy} (m)	侵食推定幅Bd(m)	流木対策調査箇所	100m ² 当り材積ΣV(m ³)	積出材量V _出 =L _{dy} ×Bd×ΣV(m ³)	採用値(m ³)	累計(m ³)
緑	0-11	100	3.5	緑	2.960	10	10	-
緑	0-9	7	4.5	緑	2.960	1	5	15
橙	0-9	83	4.5	橙	2.355	8	10	25
緑	0-7-2	65	2.0	緑	2.960	4	5	30
2	0-7-1	66	5.0	2.0	4.610	14	15	45
8	0-7-1	23	5.0	8.0	3.180	4	5	50
緑	0-7-1	64	5.0	緑	2.960	9	10	60
6	0-5-2	6	3.0	6.0	4.330	1	5	65
6	0-5-1	30	4.0	6.0	4.330	5	5	70
5	0-5-1	32	4.0	5.0	2.470	3	5	75
2	0-5-1	17	4.0	2.0	4.610	3	5	80
7	0-5-1	41	4.0	7.0	2.180	4	5	85
8	0-4	70	2.5	8.0	3.180	6	10	95
3	0-3	27	3.5	3.0	2.830	3	5	100
8	0-3	33	3.5	8.0	3.180	4	5	105
紫	0-3	110	3.5	紫	2.730	10	10	115
4	0-2	25	5.0	4.0	1.530	2	5	120
8	0-2	36	5.0	8.0	3.180	6	10	130
0-2	10	5.0	橙	2.355	2	5	135	
紫	0-2	49	5.0	紫	2.730	7	10	145
8	0-1	72	3.5	8.0	3.18	8	10	155
4	0-1	15	3.5	4.0	1.53	1	5	160
橙	0-1	12	3.5	橙	2.355	1	5	165
緑	0-12-2	53	2.0	緑	2.96	3	5	170
緑	0-12-1	130	5.0	緑	2.960	18	20	190
橙	0-10	90	3.0	橙	2.355	6	10	200
7	0-8	32	5.0	7.0	2.180	4	5	205
緑	0-8	8	5.0	緑	2.960	2	5	210
7	0-6	20	5.0	7.0	2.180	2	5	215
7	1-6-2	60	2.5	7.0	2.180	3	5	220
7	1-6-1	3	2.5	7.0	2.180	1	5	225
8	1-6-1	27	14.0	8.0	3.180	11	15	240
8	1-5	10	14.0	8.0	3.180	5	5	245
8	1-4	10	5.0	8.0	3.180	2	5	250
8	1-3	40	5.0	8.0	3.180	6	10	260
8	1-2-2	10	4.0	8.0	3.180	2	5	265
8	1-2-1	20	4.0	8.0	3.180	3	5	270
8	1-1	40	4.0	8.0	3.180	5	5	275
合計		1546				189	275	275

伺える。

従来のサンプリング調査法では、どの位置でサンプリングするかで大きく結果が変わる可能性があったが、今回のように解析データによる算出法であれば、誰が算出しようと同じ結果が得られ、なおかつ現地に合った数量が得られるため、従来の算出法よりも精度が向上していると判断できる。

また、実際施工しているコンサルタントにサンプリング調査法の作業について聞き取りを行ったが、急勾配の山中で、10m四方で囲まれた全ての樹木の高さや径を計測するのは危険が伴うし、骨が折れる作業だと伺った。今後、現地でのサンプリング調査が必要なくなれば労働環境の改善にもつながるのではないかと思った。

農林部の実施した航空レーザ測量の解析データを活用したが、この県内全域の測量及び小班内の解析業務を行うのに、約20億円かかっているということだった。

今回レーザ測量を行っているため、樹木情報だけでなく、地山の勾配等の目視では判断できない情報も得られていることから、他部署においても、様々な活用方法があると考えられるため、まずは各部署にこのデータを共有していくべきだと考える。

当該箇所においては、流域面積の半分程度に小班があったため、その解析データを基に算出することができたが、他現場においては、もしかすると流域内に小班がない現場も出てくるかもしれない。その場合には、流域内の解析を行う必要が生じる。しかし、専門性が高く、どの設計業者でも解析ができるわけではないようだ。

加えて、樹木は年々生育していくものであるため、測量から10年、20年経つと現地との乖離が顕著になる事が想定できるため、定期的な更新が必要となってくる。

何らか定期的な更新を行えば、樹木情報に関しては、各地域の各樹種の生育量を推定することもできるため、信頼性の高いデータを常に確認することができる。

樹木情報のみの更新であれば、現在では航空レーザ測量よりも安価な、新技術によるUAV測量があることから、今後の更新においては、新技術の活用も視野に入れて更新を検討していくべきだと考えるため、継続して検証を行っていきたい。