

表 2.4 林木の生長と T/R 率 (文献1、荻住昇 1979)

樹種	胸高断面積 cm ²	100	200	300	500	800	1000
スギ		3.1	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6
ヒノキ		3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4
アカマツ		3.6	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
カラマツ		3.3	3.5	3.8	4.3	4.5	4.6

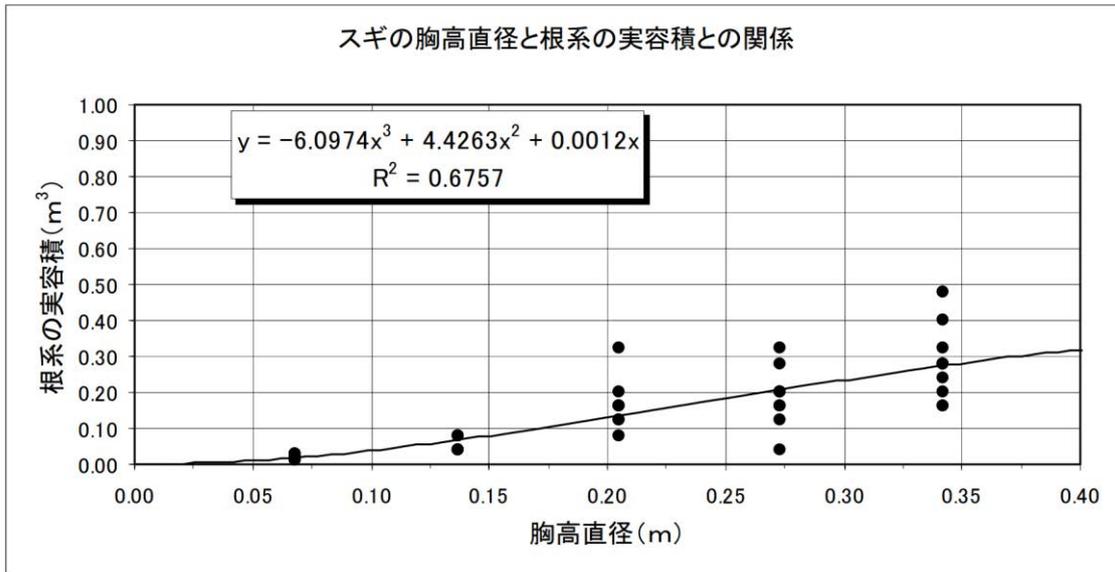


図 2.37 スギの胸高直径と根系の実容積との関係 (文献2、日本リサイクル緑化協会)

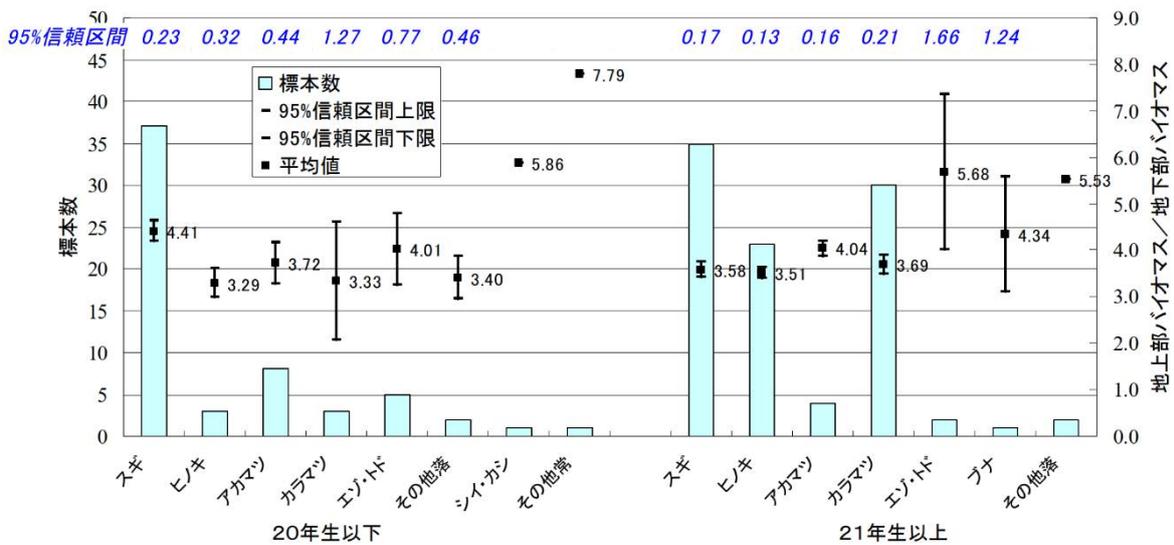


図 2.38 文献データによる樹種別 T/R 率 (文献3、森林総研)

表 2.5 樹種別のバイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、容積密度等
(文献4、国立環境研究所)

(Rは地上部に対する地下部比率なので、T/R率の逆数となる)

		BEF [-]		R [-]	D [t-d.m/m ³]	CF [t-C./t-d.m]	備考
		≤20	>20				
針葉樹	スギ	1.57	1.23	0.25	0.314	0.51	
	ヒノキ	1.55	1.24	0.26	0.407		
	サワラ	1.55	1.24	0.26	0.287		
	アカマツ	1.63	1.23	0.26	0.451		
	クロマツ	1.39	1.36	0.34	0.464		
	ヒバ	2.38	1.41	0.20	0.412		
	カラマツ	1.50	1.15	0.29	0.404		
	モミ	1.40	1.40	0.40	0.423		
	トドマツ	1.88	1.38	0.21	0.318		
	ツガ	1.40	1.40	0.40	0.464		
	エゾマツ	2.18	1.48	0.23	0.357		
	アカエゾマツ	2.17	1.67	0.21	0.362		
	マキ	1.39	1.23	0.20	0.455		
	イチイ	1.39	1.23	0.20	0.454		
	イチョウ	1.50	1.15	0.20	0.450		
外来針葉樹	1.41	1.41	0.17	0.320			
その他針葉樹	2.55	1.32	0.34	0.352		北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、栃木、群馬、埼玉、新潟、富山、山梨、長野、岐阜、静岡に適用	
〃	1.39	1.36	0.34	0.464		沖縄に適用	
〃	1.40	1.40	0.40	0.423		上記以外の都道府県に適用	
広葉樹	ブナ	1.58	1.32	0.26	0.573	0.48	
	カシ	1.52	1.33	0.26	0.646		
	クリ	1.33	1.18	0.26	0.419		
	クスギ	1.36	1.32	0.26	0.668		
	ナラ	1.40	1.26	0.26	0.624		
	ドノロキ	1.33	1.18	0.26	0.291		
	ハンノキ	1.33	1.25	0.26	0.454		
	ニレ	1.33	1.18	0.26	0.494		
	ケヤキ	1.58	1.28	0.26	0.611		
	カツラ	1.33	1.18	0.26	0.454		
	ホオノキ	1.33	1.18	0.26	0.386		
	カエデ	1.33	1.18	0.26	0.519		
	キハダ	1.33	1.18	0.26	0.344		
	シナノキ	1.33	1.18	0.26	0.369		
	センノキ	1.33	1.18	0.26	0.398		
	キリ	1.33	1.18	0.26	0.234		
	外来広葉樹	1.41	1.41	0.16	0.660		
	カンバ	1.31	1.20	0.26	0.468		
その他広葉樹	1.37	1.37	0.26	0.469		千葉、東京、高知、福岡、長崎、鹿児島、沖縄に適用	
〃	1.52	1.33	0.26	0.646		三重、和歌山、大分、熊本、宮崎、佐賀に適用	
〃	1.40	1.26	0.26	0.624		上記以外の都道府県に適用	

BEF: バイオマス拡大係数(「20」は林齢)

R: 地上部に対する地下部の比率

D: 容積密度

CF: 炭素含有率

2.4.4 苧住による単木の根量（現存量）を求める式

苧住は1979年の最初の著作（文献1）以降、2010年に新装版として『苧住昇 最新樹木根系図説 総論』（以降文献5とする）を発刊する。文献5の「8章 森林の生産と根」では、1979年の前著で非公開だった図表が多数追加されている。「8.7 森林の現存量と根量」では、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、その他多数の広葉樹についての根部分重（現存量＝乾燥重量）データが掲載されている（表2.6）。

表 2.6 単木の胸高直径と地下部重の関係（文献5：苧住昇 2010）

	スギ	ヒノキ	アカマツ	カラマツ
測定個数	180	61	141	118
係数 a	29.0955	51.4377	82.5245	40.6171
係数 b	2.3015	2.1493	1.8922	2.2251
相関係数	0.90	0.91	0.92	0.94

係数 a, b は、回帰式 $y=ax^b$ を適用した際の係数。 y : 地下部重量 [g]、 x : 胸高直径 [cm]

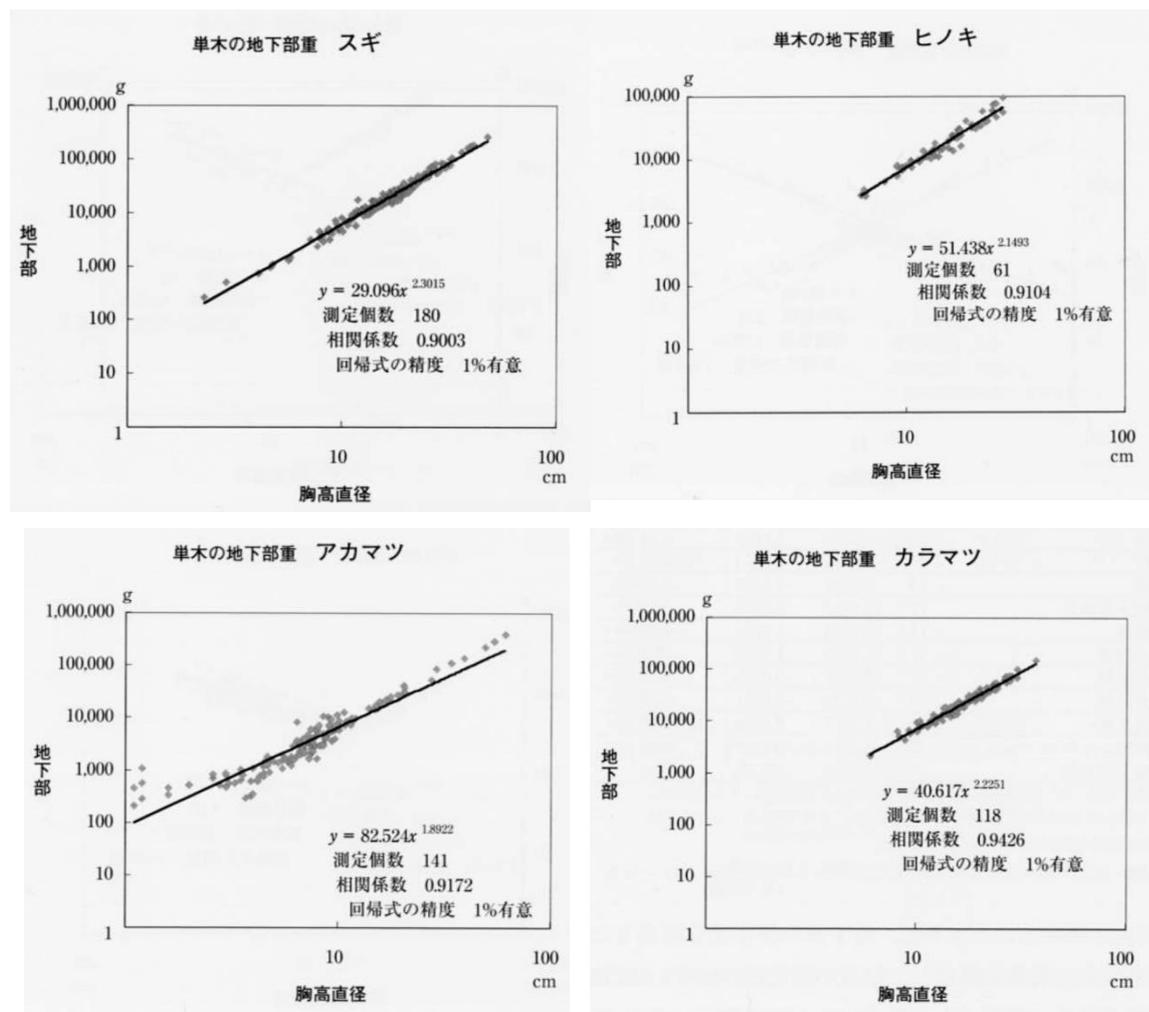


図 2.39 単木の胸高直径と地下部重の関係（文献5：苧住昇 2010）

林住による単木の根量（現存量）は、T/R 率と異なり、根重量（≒根体積）そのものであり、かつ胸高直径に応じた根量がわかるものとなっている。特に胸高直径に応じた根量が把握できる点は、林齢や胸高直径といった林分特性に応じた根量が算定できる点で T/R 率よりも優れる。

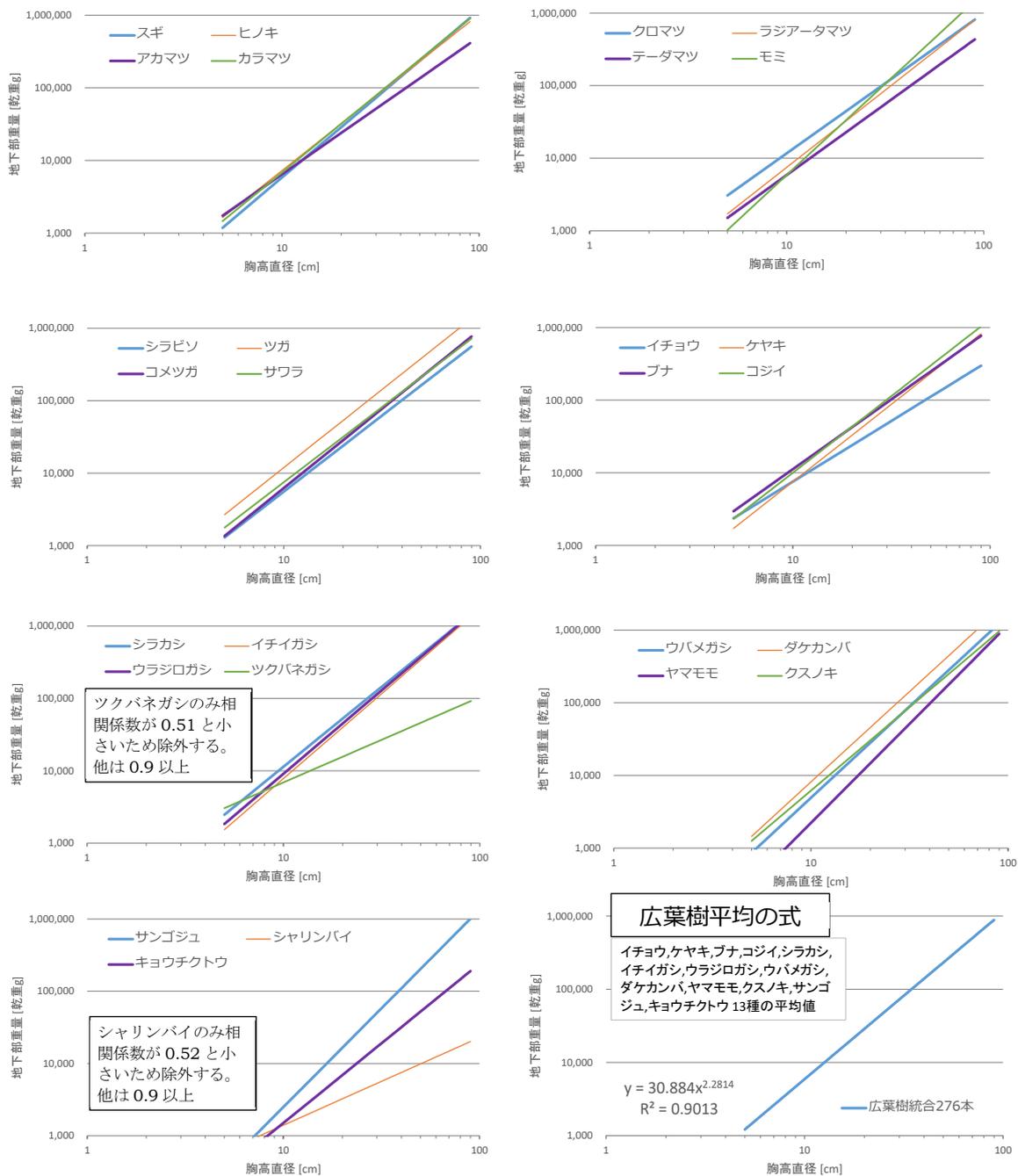


図 2.40 単木の胸高直径と地下部重の関係・樹種別（文献5の係数を基に作図）

2.4.5 マップの作成方法

崩壊防止機能を塗り分け図で判断すべく、以下2種類の崩壊防止機能マップを作成した。

基礎作業

1. 検討単位は20mグリッドまたは10mグリッドとし、LPデータから推定された樹種、樹高と立木密度をグリッド単位に整理する。
2. 樹種、樹高と立木密度から胸高直径を推定する。
樹高～胸高直径の関係は現地データがあれば回帰式、なければ当該地域の密度管理図を用いる。
3. 下記4~6の手順により、 ΔC マップと W_r マップを作成する。

ΔC マップ（断面抵抗力）の作成過程

4. 樹種評価点 P1、立木密度評価点 P2、胸高直径評価点 P3 をそれぞれ算定する(表 2.7)。各評価点の重みは、北原の ΔC 研究成果に基づき設定されている。
5. 総合評価点 $P=P1 \times P2 \times P3$ より、森林の土砂崩壊防止機能区分 a~d をグリッドごとに適用する。
6. ΔC マップとして、崩壊防止機能の塗り分け図を作成する。

W_r マップ（根重量）の作成過程

4. 胸高直径を基に荻住の単木の根量（現存量）式を用いて、単木の根重量（乾重 kg）を算定する。このとき樹種は図 2.40 を参考とし、針葉樹（スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ等）は樹種別に、広葉樹は広葉樹平均の式を採用する。
5. 根重量[kg/本]に立木密度を乗じて、単位面積あたり根重量 W_r [kg/m²]をグリッドごとに算定する。
6. W_r マップとして、崩壊防止機能の塗り分け図を作成する。

2.4.6 レーザ計測データを活用した表層崩壊と森林状態の関係解析

<レーザ計測データを活用した表層崩壊と森林状態の関係解析>

- | | | |
|-----------------------------------|---|---------|
| 1. 災害発生前のレーザ計測データを活用する | → | (1) に詳述 |
| 2. 樹木根系による崩壊防止力 ΔC マップの作成 | → | (2) に詳述 |
| 3. 根系の崩壊防止機能を胸高断面積合計で評価 | → | (3) に詳述 |

(1) 災害前のレーザ計測データの活用

広島県および愛媛県の山腹崩壊発生箇所^{8,9}は、それぞれ 7,610 箇所、876 箇所の合計 8,486 箇所となっている。山腹崩壊の発生は、降雨規模が森林の表層崩壊防止機能を超過した時に発生することから、崩壊がどのような地形で起こり、その時の森林状態（樹種、林齢、間伐履歴、林分密度）がどのようなであったかを評価することが大切である。すなわち、地形に加えて樹種、樹高等の森林情報は災害発生前のデータで評価することが重要と考える。

公益財団法人日本写真調査技術協会が公表している航空レーザ測量データポータルサイト¹⁰で確認すると、山腹崩壊発生箇所の災害発生前の航空レーザ計測データが得られている範囲も多い。

本業務において災害前のレーザ計測データを数多く収集整理し、災害発生前のデータを用いて表層崩壊と森林状態との関係解析を実施する。

⁸ 「広島大学平成 30 年 7 月豪雨災害調査団(地理学グループ):平成 30 年 7 月豪雨による広島県の斜面崩壊分布図、2018 年 8 月 2 日」を使用。ここでの崩壊地は、草や木のない岩や土のみが認められる場所や、砂礫や泥に覆われた地点の最上部を崩壊発生地点とみなし点データとして扱っている。

⁹ 「平成 30 年 7 月豪雨愛媛大学災害調査団(地理学グループ):平成 30 年 7 月豪雨による愛媛県の斜面崩壊分布図、2018 年 8 月 3 日」を使用。ここでの崩壊地は、草や木のない岩や土のみが認められる場所や、砂礫や泥に覆われた地点の最上部を崩壊発生地点とみなし点データとして扱っている。

¹⁰ 公益財団法人日本写真調査技術協会:<https://www.sokugikyo.or.jp/laser/>

災害前の航空LPを活用して崩壊箇所の地形、森林状態を推定

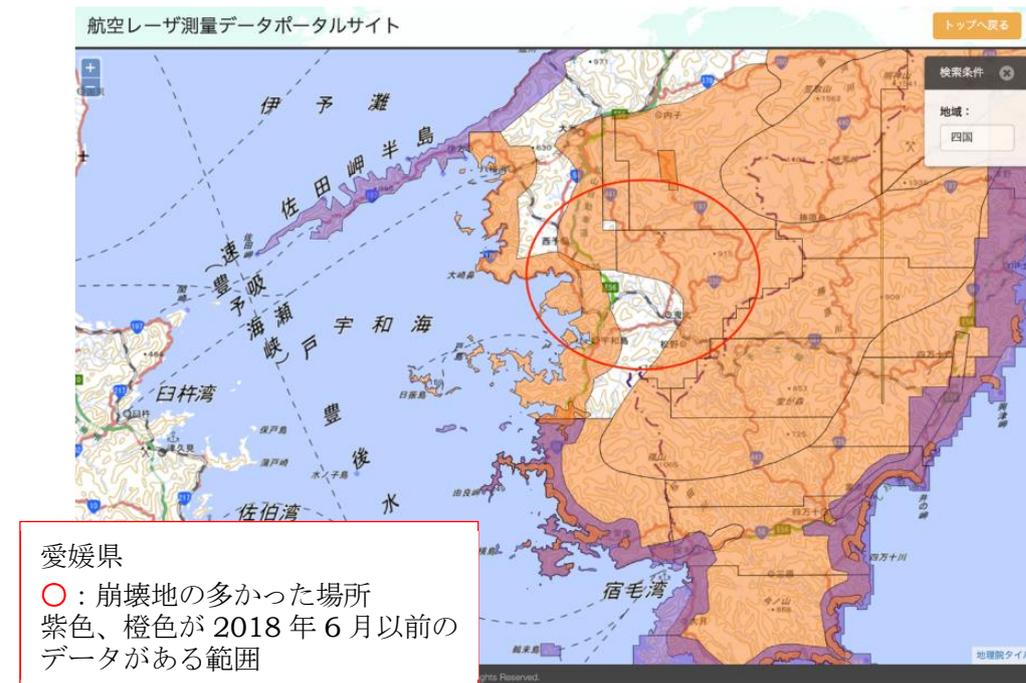
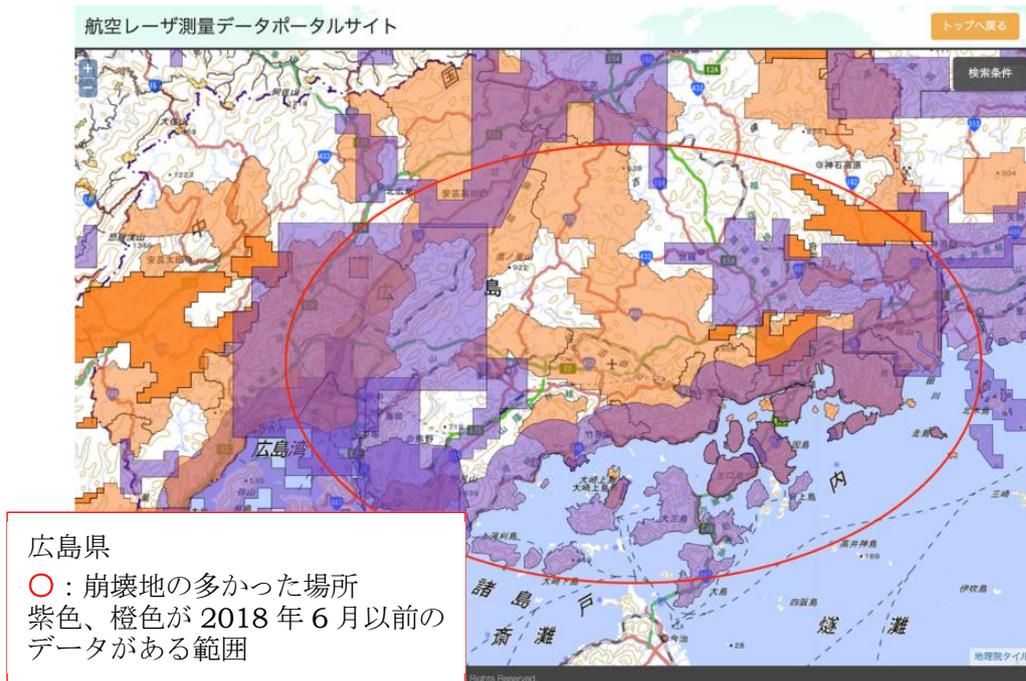


図 2.41 航空レーザ測量データポータルサイトで確認できる崩壊前のレーザ計測データ見出し