

3.2.2 散布図による森林解析

高知国有林について、散布図による森林解析を実施した。

高知中部のスギ林を主とする小班の中から、30m×30m の矩形範囲をできる限りスギの純林で取れる小班を選定し、解析対象範囲としてコードラートを設置した。コードラート範囲では、災害後の航空 LP データによる点群解析を実施し、上層木の樹頂点及び、立木密度を取得した。また、取得した樹頂点及び、立木密度を用いて森林総合研究所の「収量比数 R_y 計算プログラム」を用いて胸高直径を推定し、その値を用いて断面抵抗材 ΔC 及び、根重量 Wr などを推定した。

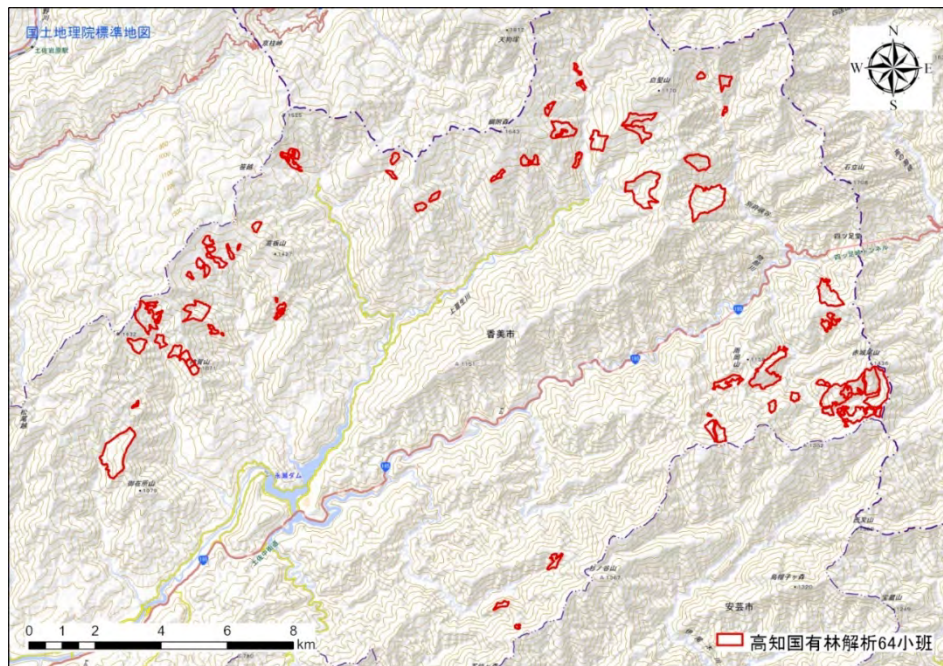


図 3.7 高知国有林における森林解析対象小班（高知中部 64 小班）

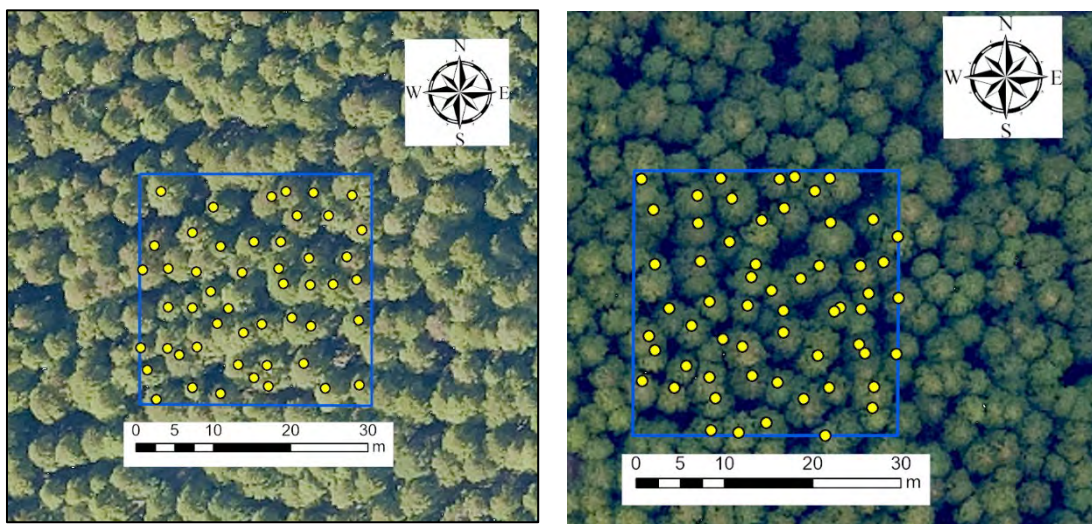


図 3.8 コドラートの設置と樹頂点抽出例（左図：68-林班-ち、右図：72-林班-い-2）

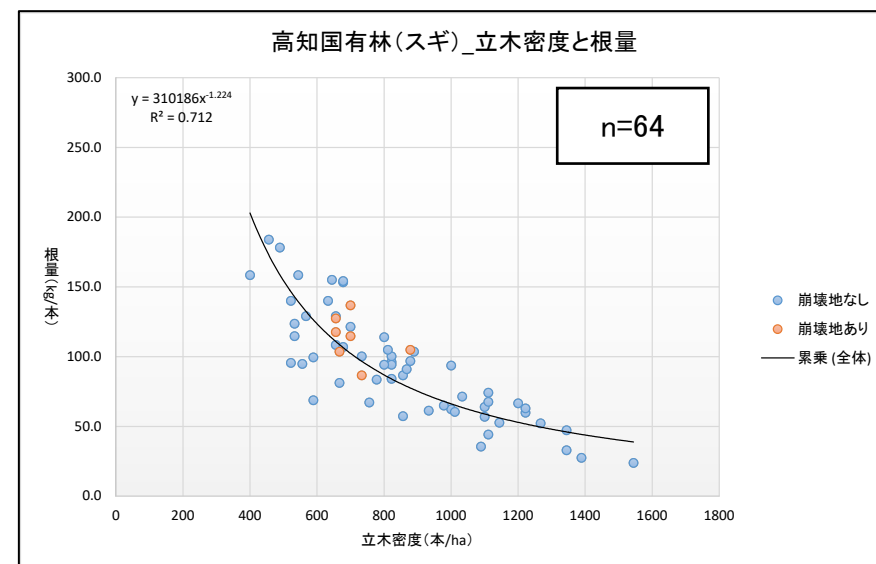


図 3.9 立木密度と根量の関係

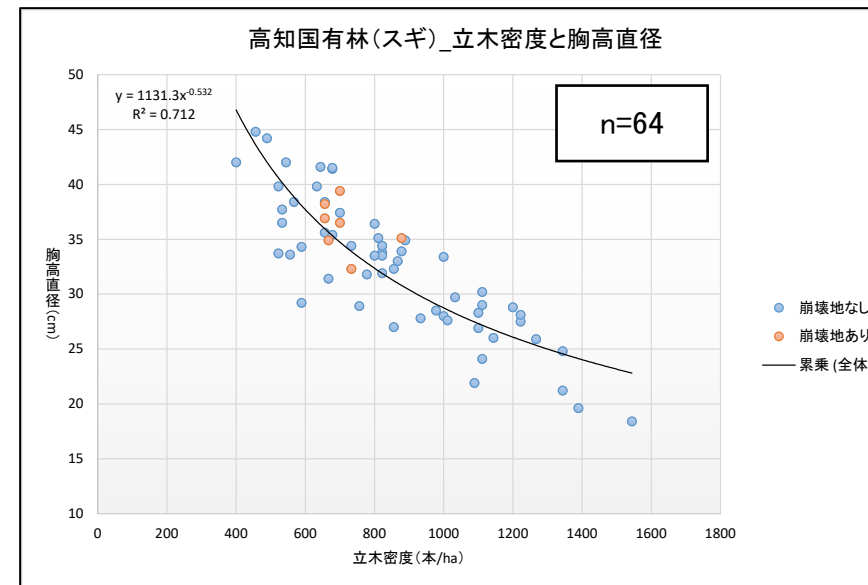


図 3.10 立木密度と胸高直径の関係

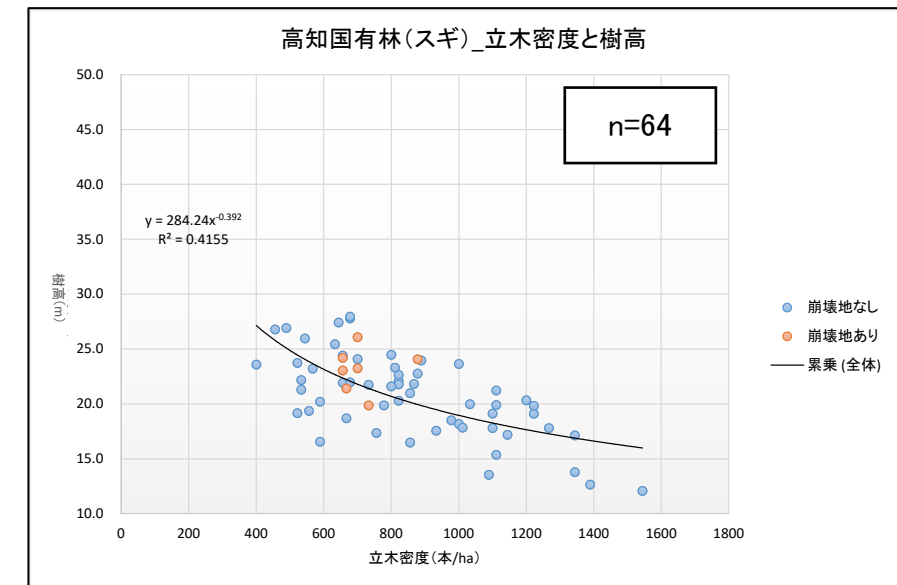


図 3.11 立木密度と樹高の関係

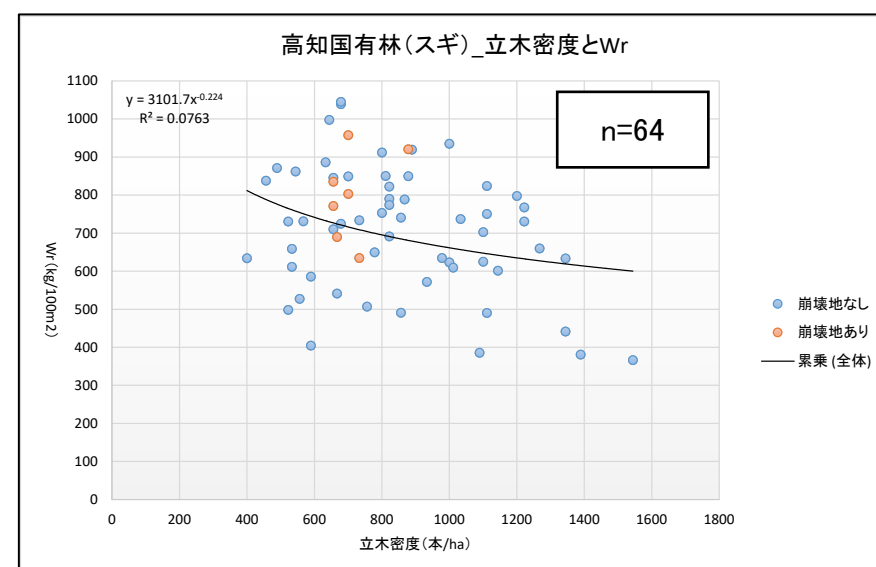


図 3.12 立木密度と Wr の関係

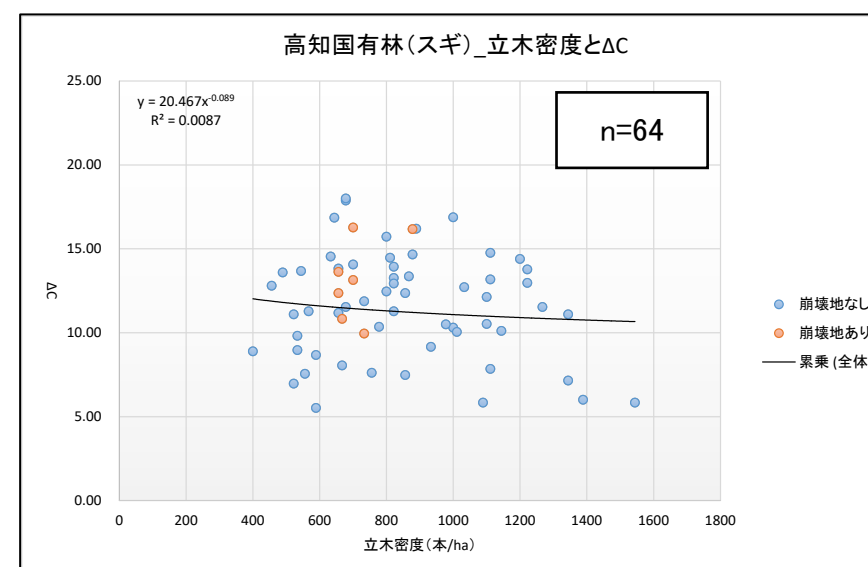


図 3.13 立木密度と ΔC の関係

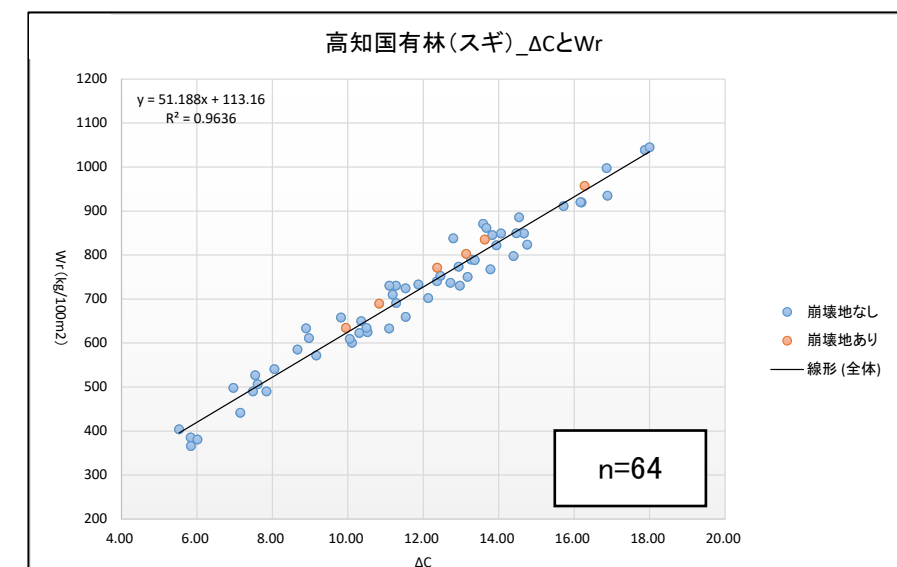


図 3.14 ΔC と Wr の関係

図 3.9 に示すように立木密度と根量[kg/本]の関係では、強い相関が見られる。根量[kg/本]は胸高直径から得られるため、図 3.10 の立木密度と胸高直径の関係では同じように強い相関を示す。図 3.11 では立木密度と樹高の関係を示しているが、やや強い相関が見られる。

しかし、図 3.12 の立木密度と Wr [kg/100m²]及び、図 3.13 の立木密度と ΔC の関係ではプロットはばらつき、傾向が見えなくなってしまう。立木密度と 1 本あたりの根量[kg/本]には強い相関がみられ、立木密度と根重 Wr [kg/100m²]でばらつきが大きくなるのは、 Wr の値には立木密度に加えて胸高直径の情報が加わるためである。 ΔC と Wr の関係については、図 3.14 に示すように非常に強い相関関係が見られ、6 章においても ΔC と Wr の散布図が提示されるが同様の傾向である。

3.2.3 散布図による森林解析（立木密度ごと）

前節にて、林齢＝成長量と捉え、林齢別での散布図の塗分けを行ったが、明確な傾向を捉えることができなかった。そこで、樹木の成長量＝胸高直径、また、森林の粗密度＝施業状況を立木密度と考へ、現在の施業状況での樹木の成長量から、土砂崩壊防止機能が高い森林を目指すために適した立木密度を推定するための散布図を作成し、検証した。

図 3.15 では、立木密度ごとの胸高直径と ΔC の関係、樹高と ΔC の関係を示した。立木密度は 200 本/ha ごとの区分とし、それぞれに近似曲線を描いた。全ての近似曲線で強い相関が見られ、立木密度別に同じ胸高直径のときの ΔC を推定することができた。

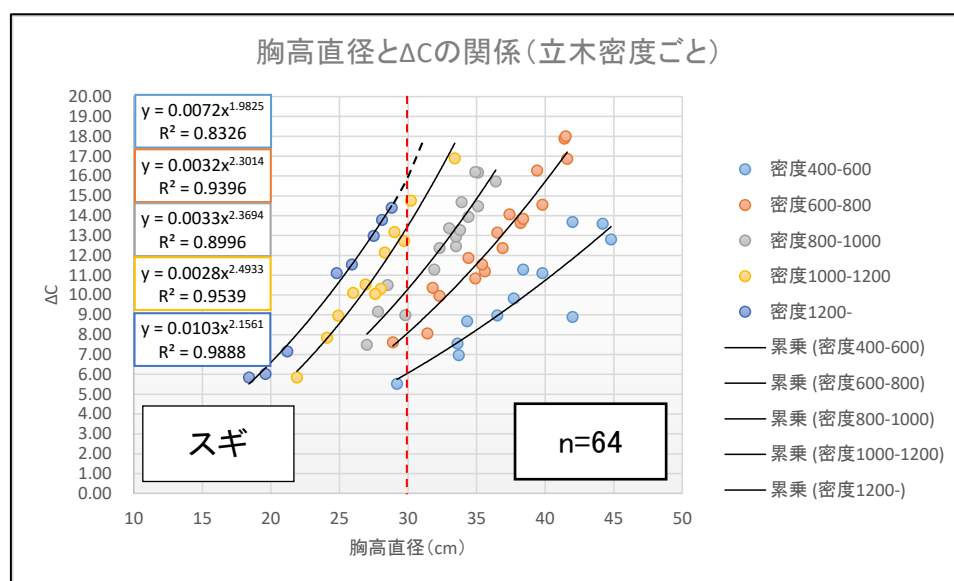


図 3.15 胸高直径と ΔC の関係（立木密度ごと）

次に、検証のため、各立木密度の近似式から、胸高直径 15～50cm までの ΔC を推定した散布図、図 3.16 を作成した。

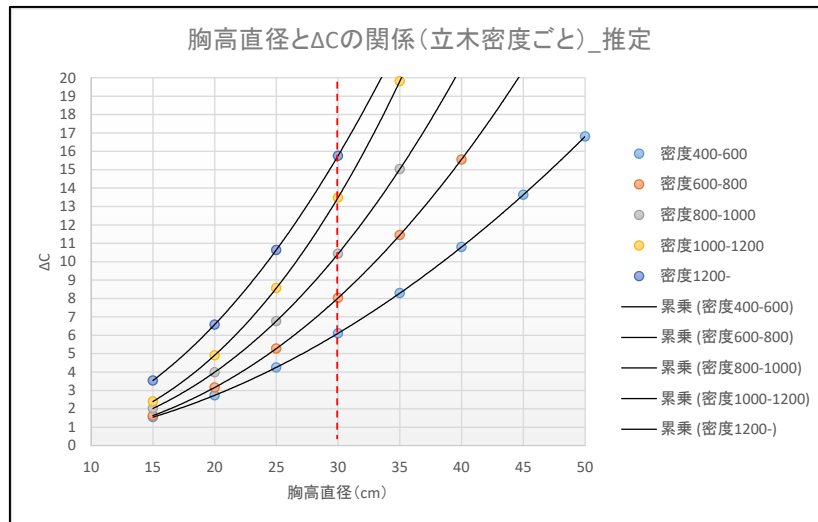


図 3.16 胸高直径と ΔC の関係（立木密度ごと）_近似式による推定

また、土砂崩壊防止機能が低い森林を目指すために適した立木密度を推定するための基準として、「流木災害対策の必要な森林を抽出する手法 手引書（案）⁹」（林野庁 2016）（表 3.2）を参考とし、検証を行った。

表 3.2 評価点 P1、P2、P3 の配点（林野庁手引 2016⁹ より）

樹種(P1)		立木密度(P2)			胸高直径(P3)	
区分	点数	本数 (本/ha)	点数		胸高直径 (cm)	点数
			針葉樹人工林	針葉樹人工林以外		
A (参考樹種:スギ、 針・広天然生林)	1.6	400~600	0.5	0.5	10~15	0.2
		600~800	0.8	0.8	15~20	0.5
B (参考樹種:ヒノキ、 広葉樹二次林)	1.2	800~1,600	1.0	1.0	20~25	1.0
		1,600~1,800	0.7	1.0	25~30	1.9
C (参考樹種:マツ類)	0.8	1,800~2,000	0.4	1.0	30~35	3.0
					35~40	4.4

本解析対象はスギ林のみであるため、樹種 P1 は 1.6 の配点のみとなる。立木密度 P2 と胸高直径 P3 の組み合わせから評価される色区分を表 3.4 に示す。これにより、各立木密度で機能が低いとされる黄緑色範囲の中間以上（ $P1 \times P2 \times P3 > 1.5$ をめやす）の胸高直径を判定した。

⁹平成 27 年度 流域山地災害等対策調査（流木災害対策手法検討調査）委託事業 報告書、平成 28 年 3 月、林野庁

表 3.3 森林の土砂崩壊防止機能の判定表（林野庁手引 2016⁹ より）

森林の土砂崩壊防止機能区分	点P	色区分
a	～0.3	機能 低
b	0.3～0.8	
c	0.8～1.3	
d	1.3以上	機能 高

森林の土砂崩壊防止機能の判定は、評価点 P が 0.8 未満のメッシュを「土砂崩壊防止機能が相対的に低い森林」として区分する。

表 3.4 スギ林における立木密度と胸高直径の組み合わせ判定表（手引 9 の方法による）

			立木密度 [本/ha]				
			400-600	600-800	800-1600	1600-1800	1800-2000
			指標 P2				
指標 P1	胸高直径 cm	指標 P3	0.5	0.8	1.0	0.7	0.4
樹種 区分 A 1.6	10-15	0.2	0.16	0.26	0.32	0.22	0.13
	15-20	0.5	0.40	0.64	0.80	0.56	0.32
	20-25	1.0	0.80	1.28	1.60	1.12	0.64
	25-30	1.9	1.52	2.43	3.04	2.13	1.22
	30-35	3.0	2.40	3.84	4.80	3.36	1.92
	35-40	4.4	3.52	5.63	7.04	4.93	2.82

以上の判定結果を以下にまとめた。

- 立木密度 400-600 本/ha のとき、DBH-30cm 以上で高機能判定
- 立木密度 600-800 本/ha のとき、DBH-25cm 以上で高機能判定（黄緑色範囲の中間を採用）
- 立木密度 800-1,600 本/ha のとき、DBH-20cm 以上で高機能判定

これらを図 3.17 に当てはめると、 $\Delta C = 6 \text{ kN/m}^2$ のときが、土砂崩壊防止機能を満たす条件として妥当と考えられる。

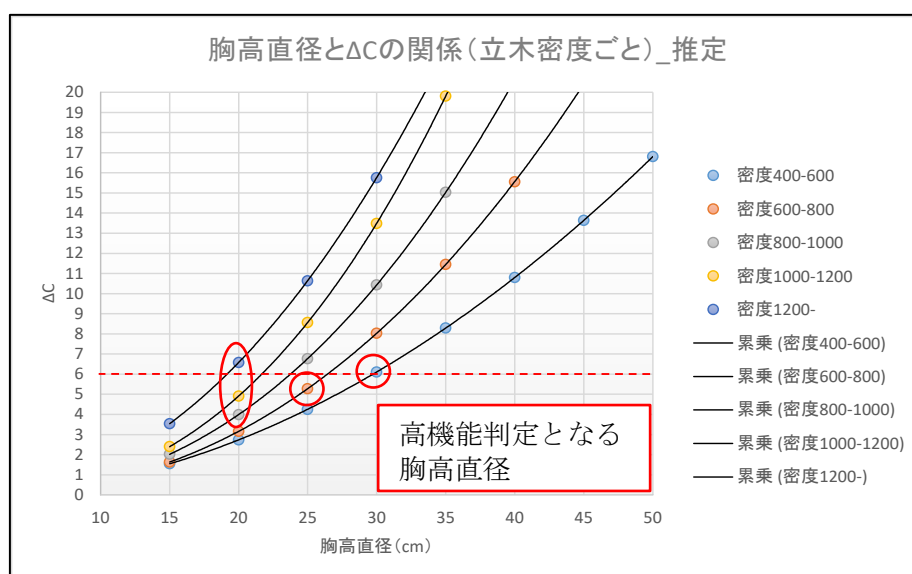


図 3.17 土砂崩壊防止機能を満たす ΔC の推定

3.2.4 森林解析結果と施業履歴情報

前項では立木密度ごとの森林解析から以下のことが推測された。

- 解析対象地では $\Delta C=6 \text{ kN/m}^2$ 以上が土砂崩壊防止機能を満たす条件として妥当ではないか。
- 立木密度が 400～600 本/ha より低密度になると、肥大成長による ΔC の増加が見込みにくくなるのではないか。

これらを踏まえて、解析対象とした 64 小班の施業履歴情報を検証した。

施業履歴情報として使用したデータは四国森林管理局より借用した以下の 3 つである。

- 森林調査簿（H27 までのデータ）
- 樹種別簿（H28 までのデータ）
- 実行管理リスト（H30 までのデータ）

上記のデータの中から、土砂崩壊防止機能に関わると思われる事項を抜粋し、森林解析結果と併せ、 $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$ を満たさない小班について個別に検証した。

四国森林管理局 64 小班を対象に $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$ を満たさない小班を抜粋したところ、いずれも若齢林であった。「74_林班_ろ」については、若齢かつ立木密度が低い。 $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$ を満たす、最も条件に近い「74_林班_ぬ」との違いは立木密度で、「74_林班_ろ」が 67 本/ha 少なかった。ただし、「74_林班_ろ」は胸高直径が 30cm に達すれば $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$ は満たされる。

同様に、「12_林班_は_3」は条件に近い $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$ を満たす「12_林班_は_1」と比較して、立木密度がやや少ない。「12_林班_は_2」については、本解析対象小班の中で最も過密であり、条件に近い $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$ を満たす「10_林班_い_3」と比較して 200 本/ha 多く、胸高直径が小さい小班である。

なお、 $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$ を満たす/満たさない小班同士の施業履歴を比較しても、両者に大きな相違は見られない。

以上の検証から、施業履歴そのものを「土砂崩壊防止機能区分図」に反映させることは現時点ではとっかかりがなく困難である。そこで、樹木の成長量＝胸高直径、また、森林の粗密度＝施業状況を立木密度と考え、現在の施業状況における胸高直径と立木密度を持って土砂崩壊防止機能 ΔC を算定し、 $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$ を満たす林分状態を目指す施業に誘導することが望ましいと考える。

施業履歴の影響については、今後も調査を継続し土砂崩壊防止機能への影響が定量評価できるようになれば、これを反映させることとしたい。

3.2.5 土砂崩壊防止機能区分図の作成

スギ林を主とする国有林の中から、航空 LP データが存在しかつある程度林小班がまとまっている香美市香北町猪野々付近を選定し、手引による ΔC マップ（土砂崩壊防止機能区分図）、 ΔC （ ΣA ）マップ及び Wr マップ（根重量）を作成した。

解析は 10m×10m グリッドを解析単位としている。

(1) 手引による ΔC マップ（土砂崩壊防止機能区分図）の作成

P1、P2、P3 を乗じた総合評価 P を図 3.18 に示す。

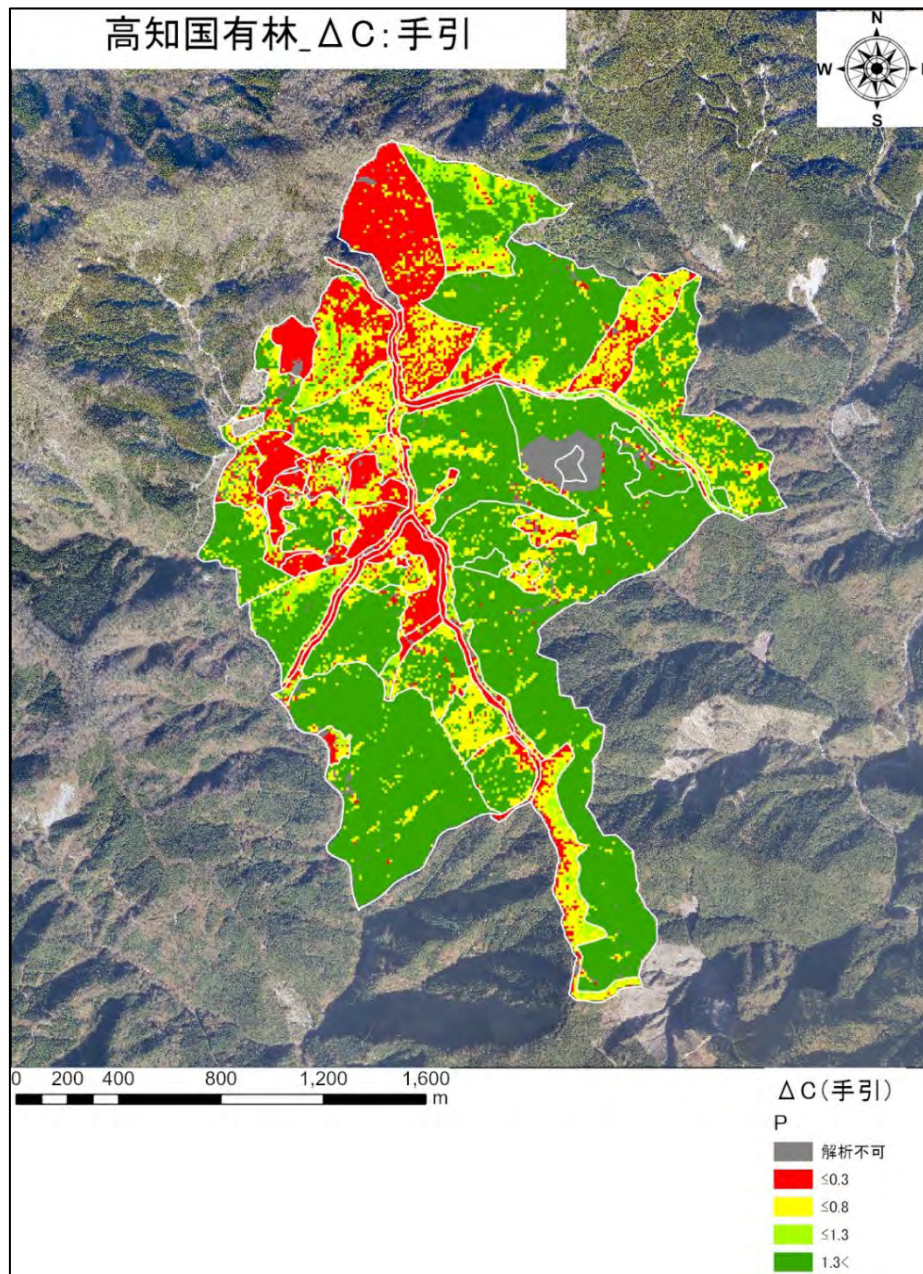


図 3.18 ΔC マップ：手引

(2) ΔC （ ΣA ）マップ及び、 Wr マップ（根重量）の作成

ΔC (ΣA) マップと Wr マップ (根重量) を比較するため、両マップを作成した。 Wr マップの閾値については ΔC 閾値から該当する Wr 値を近似式で推定し、色付けを行った。

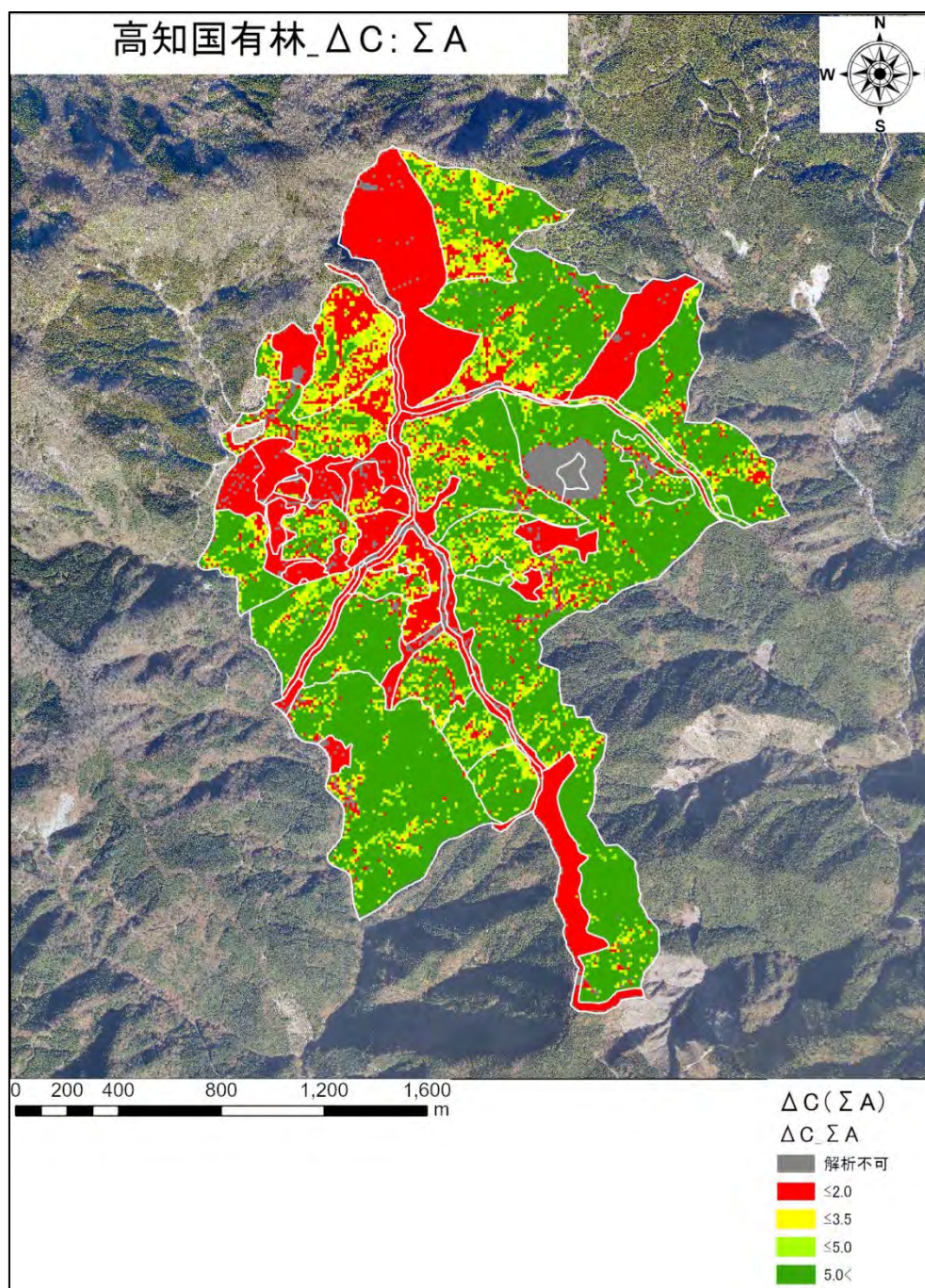


図 3.19 ΔC マップ : ΣA

両者の比較については違いが微細なため、評価ランクの差分（ランク a~d を数字の 1~4 に置き換え）を色付けした（次頁図 3.21）。

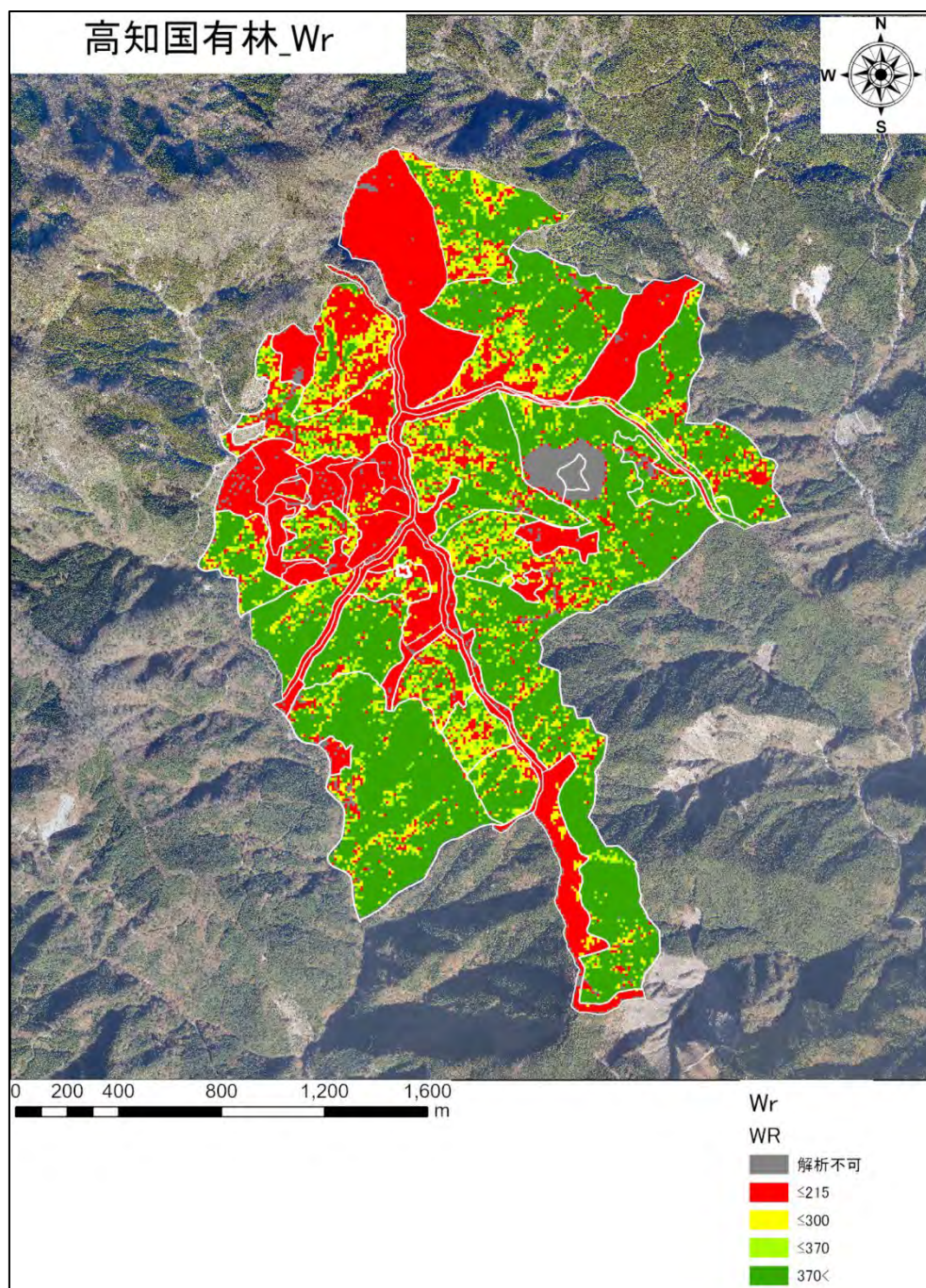


図 3.20 *Wr*マップ