

鉄道林機能検査に航空写真を利用した場合の適用性の検証

東日本旅客鉄道株式会社 長野支社（正会員） 金井正好、菊池信二郎、井沢準一、北村栄治
朝日航洋株式会社 高泰朋

1. はじめに

鉄道林は、自然災害により線路を防護するために、工作物の防護設備と同様、鉄道沿線に設けられた森林である。鉄道林の防災機能にはふぶき防止、なだれ防止、土砂崩壊防止等がある。その機能評価として、樹木の1haあたりの胸高断面積密度（G値）と、ある平均上層木樹高の林で実現しうる最大の幹材積に対して想定する林分状態がもつ幹材積の比として定義される収量比数（Ry）によって表現されている。

本稿では、航空写真を利用したプロットサンプリング法により、信頼度の高い機能検査が実施できることが確認されたので、ここに報告する。

2. 調査方法

1) 使用基図および航空写真

林相区分図を作成するための使用基図は、“鉄道林管理システム”によって作成された出力図である。また航空写真は撮影縮尺 1/7,000 を使用した。

2) 林相区分図

航空写真を立体視して、鉄道林について林相区分図を作成した。林相の区分は樹種別、樹高別、樹冠疎密度別に行った。ただし、写真判読の際に不明瞭な部分は現地確認を行った。

(1) 樹種：樹種は写真像を構成する主要樹種を対象として区分した。同一樹種の樹冠が全体の75%以上を占めるものをその樹種の構成林分とした。

(2) 樹高階：樹高階は上層木の平均樹高に応じて5階級に区分した。H1：1～8m, H2：9～13m, H3：14～17m, H4：18～22m, H5：23m以上

(3) 樹冠疎密度：樹冠疎密度は百分率を用い、次のように区分した。1：20%未満（散）、2：20～50%未満（疎）、3：50～80%未満（中）、4：80%以上（密）

例：スH34...スギ林上層木平均樹高 14～17m 樹冠疎密度 80%以上。

本調査フローを図 1 に示す。

3. 結果と考察

本例の調査対象林地は篠ノ井線平瀬2号林である。上記の方法によって作成した林相区分図を図-2に示す。

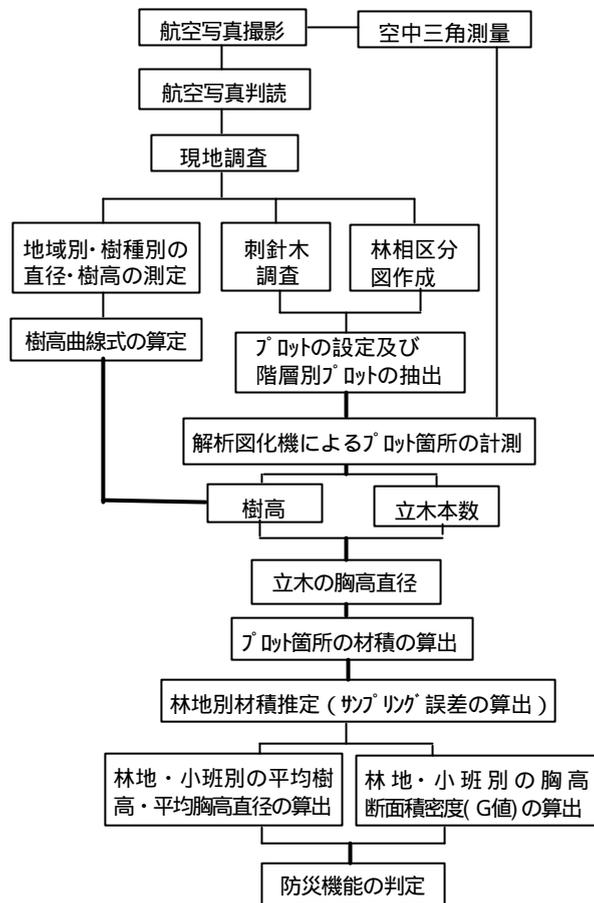


図 1 調査フロー

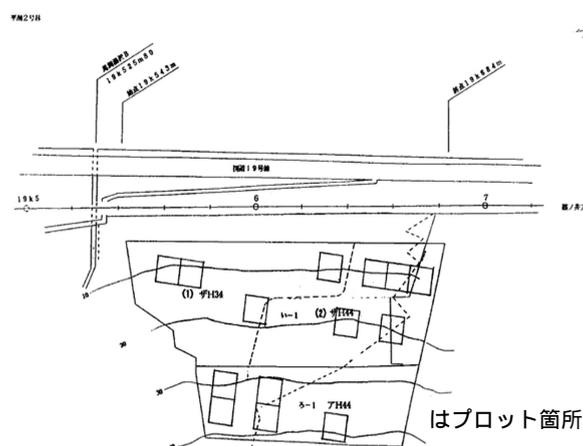


図 2 林相区分図及び調査プロット箇所

キーワード：鉄道防災、鉄道林検査、機能検査、防災機能、胸高断面積密度（G値）、材積

連絡先：〒380-0927 長野市源田窪 992-6 東日本旅客鉄道株式会社長野支社設備部施設課 026-224-5317

1) 樹高曲線式の算定

ここでは、地上調査において測定した胸高直径と樹高から、地域性を考慮した当該地域における樹種別による直径（x）に対する樹高（y）の曲線式を求めた。その結果を表-1に示す。選んだ式は $y = a + b x$ と $y = a x^b$ である。

これまでの調査結果から、 $y = a x^b$ の式が $y = a + b x$ の式に比べて、いずれの樹種においても相関係数は高かったこと、また同式では一般に樹木は老齢期に達すると生長が漸次衰えるという樹高生長に類似していることから、 $y = a x^b$ の樹高曲線式を用いることが妥当と考えられた。

2) 材積の推定

(1) 層別調査プロットの抽出：航空写真による材積推定を行う。サンプリング誤差を20%程度におさえるために、層化無作為抽出法により、必要な本調査プロット数を抽出した。プロットは矩形とし、その面積は10m×10mとした（国有林の調査の最小単位は0.04ha）。これは、鉄道林が国有林に比べて極めて小さいという林地面積の大きさを考慮した結果である。

(2) 調査プロット箇所の立木本数および樹高：“解析図化機”を用いての航空写真により、調査プロット内の立木本数と、それらの立木の樹高を測定した。図-2にそれらの調査プロット箇所を併示する。なお、航空写真による樹高測定では、解析図化機によって樹高を精度よく測定するために、林地内およびその周辺の代表木を刺針して地盤高を求めた。

(3) 材積計算：調査プロット箇所の材積は、官公署において調製した“長野地方”の胸高直径と樹高の二変数による材積表を用いて算出した。上記の調査プロット箇所の材積から層別調査プロット箇所の平均材積を計算し、その値に層別プロット数を乗じ、層ごとのプロット材積を合計して当該林地の材積を推定した。また95%信頼度の標準誤差およびそのサンプリング誤差を計算した。表-2に当該林地の材積および誤差の計算結果を示す。表-2から、当該林地のプロット総数の合計は89.27個であり、抽出プロット数は14個であった。このことは、95%の信頼度、サンプリング誤差11.76%での当該林地の材積は、全体の面積に対して約15%の比率でもって推定されたことになる。

3) 胸高断面積密度の推定

調査プロット箇所の各々の立木の胸高直径から、それぞれの胸高断面積を求め、それらを合計し、ha当たりの断面積に換算して各調査プロット箇所別、更には小班別および林地別の胸高断面積密度（G値）を算出した。その結果を表-3に示す。

4. まとめ

本プロットサンプリング法における統計的手法を用いることにより、鉄道林では全体の1割前後のプロット箇所調査で従来の地上調査による方法と大きな差異のないことがわかった。また本法により、林分状態が明らかになり、立木の配置（3.2）.（2）が特定されるため、一定精度の胸高断面積密度（G値）、材積、収量比数（Ry）などを推定することにより、自然災害に対する機能評価が可能となる。

【参考文献】 日本国有鉄道施設局：鉄道林施業技術標準解説．188pp, 1986

表 1 樹高曲線式

樹種	本数 (本)	曲線式及び相関係数(r)						データ範囲	
		y = a+bx		r	y=ax ^b		r	A	B
		a	b		a	b		A	B
スギ	63	2.845	0.488	0.93	1.098	0.82	0.95	3.3m	25.5m
カラマツ	63	6.346	0.427	0.81	2.098	0.657	0.85	6.1m	26.0m
アカマツ	78	5.885	0.232	0.8	1.88	0.587	0.88	2.1m	19.0m
ザツ	65	4.697	0.355	0.84	1.678	0.66	0.91	1.8m	28.5m

表 - 2 材積計算

全材積およびサンプリング誤差 (t分布表より信頼度 95%) -平瀬2号林-

回数	n	N	L	S _{Std}	N・S _{Std} (m ³)	df	t	t・N _S Std (m ³)	X _{Std}	サンプリング誤差 (%)
1	4	89.27	3	0.3093	27.61	1	12.706	350.8	516.8	67.876
2	5	89.27	3	0.3093	27.61	2	4.303	118.8	516.8	22.967
3	6	89.27	3	0.3093	27.61	3	3.182	87.8	516.8	16.998
4	7	89.27	3	0.3093	27.61	4	2.776	76.6	516.8	14.830
5	8	89.27	3	0.3093	27.61	5	2.571	71.0	516.8	13.734
6	9	89.27	3	0.3093	27.61	6	2.447	67.6	516.8	13.072
7	10	89.27	3	0.3093	27.61	7	2.365	65.3	516.8	12.634
8	11	89.27	3	0.3093	27.61	8	2.306	63.7	516.8	12.319
9	12	89.27	3	0.3093	27.61	9	2.262	62.4	516.8	12.084
10	13	89.27	3	0.3093	27.61	10	2.228	61.5	516.8	11.902
11	14	89.27	3	0.3093	27.61	11	2.201	60.8	516.8	11.758

表 - 3 胸高断面積密度

林地名	小班名	面積 (m ²)	階層記号	胸高断面積密度 (m ² /ha)
平瀬2号林	い-1	2181.11	ザ H44	76.281
		4245.89	ザ H34	56.438
		(6427.00)		(63.172)
	ろ-1	2500.00	ア H44	84.994
		(6427.00)		(84.994)
	合計	8927.00		69.283