

航空レーザ測量及び水源林土壌保全基礎調査について

水源環境保全課

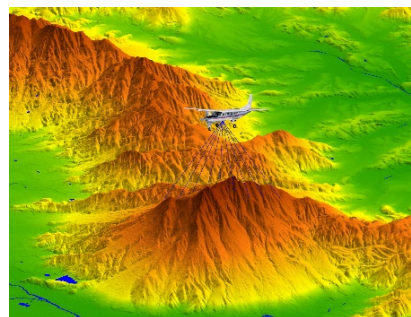
1 概要

調査項目	航空レーザ測量	水源林土壌保全基礎調査 (所管：水源環境保全課)	人工林現況調査 (所管：森林再生課)
調査対象区域 (県内水源保全区域)	<p>< R 1 年度 > 県西地域 (小田原市、南足柄市、中井町、大井町、松田町、山北町、開成町、箱根町、真鶴町、湯河原町)</p> <p>< R 2 年度 > 県央地域及び湘南地域 (相模原市、秦野市、厚木市、伊勢原市、海老名市、座間市、寒川町、愛川町、清川村)</p> <p>※相模原市緑区は別業務 (令和元年度航空レーザ測量及び山地災害重点地域全体計画策定業務委託) の成果も活用する。</p>		
目的	水源林土壌保全基礎調査、人工林現況調査それぞれの解析に必要なレーザパルスデータを航空レーザ計測により取得するとともに、数値地形図を作成する。	森林の下層植生や土砂流出のリスクの分布状況を把握し、巡視実施優先度の評価図の作成を行い、施策の評価や公益的機能の持続に向けた森林管理の仕組みを検討するための基礎データを得る	民有林のスギ、ヒノキ等人工林について、5年ごとの整備状況等を調査するとともに、今後の水源環境保全・再生施策の推進及び森林・林業行政の推進に資するための基礎データを得る
経緯		第3期5か年計画に記載されている「巡視の試行」の一環として今回の業務で新たに実施をするもの	前回調査 (H26, 27) では現地踏査及び空中写真の画像解析等による調査を行った。今回は現地踏査に加え、航空レーザ測量データ解析の技術を追加し、精度向上及び効率化を図る。
主な実施内容	航空レーザ測量	現地調査、データ解析	現地調査、データ解析
成果物	<ul style="list-style-type: none"> ・グラウンドデータ ・グリッドデータ ・等高線データ 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・下層植生分布図 ・土砂流出箇所抽出図 ・巡視優先度評価図 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・林相区分図 ・森林資源情報 ・手入れ度評価 等

※次回調査は5年後 (第4期計画期間中) の実施を想定

2 航空レーザ測量とは

- ・航空機に登載したレーザスキャナから地上にレーザ光を照射し、地上から反射するレーザ光との時間差より得られる地上までの距離と、GNSS (全世界測位システム) 測量機、IMU (慣性計測装置) から得られる航空機の位置情報より、地上の標高や地形の形状を調べる測量方法
- ・レーザの反射強度により、地表面の高さ、樹高、樹種、下層植生の有無の判別が可能
- ・現地調査と組み合わせることにより、地形や森林の様々な解析が可能



3 水源林土壌保全基礎調査の成果事例①「土砂流出箇所抽出図の作成」

(1) 概要

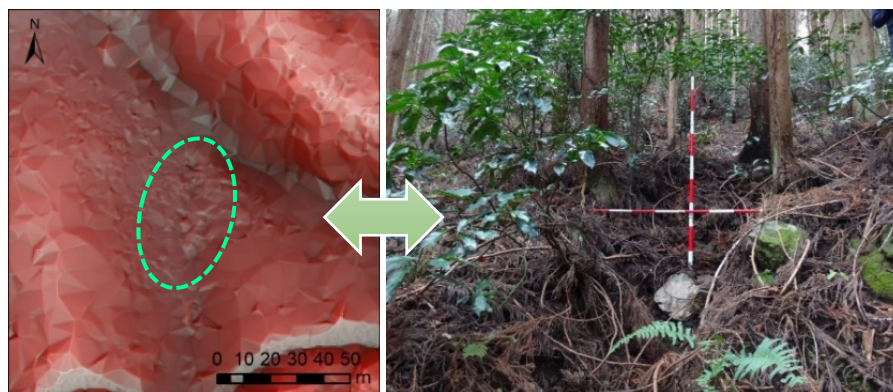
レーザ計測データをもとに、微地形表現図として、一枚の画像で地形の凹凸を直感的にイメージできる赤色立体地図を作成した。この微地形表現図を判読し、リルやガリ(※)等の小規模な土壌の流出箇所を抽出し、分布図として表示した。

※1 リル：降水に起因した水の流れによって地表面が削られてできた細い溝のこと

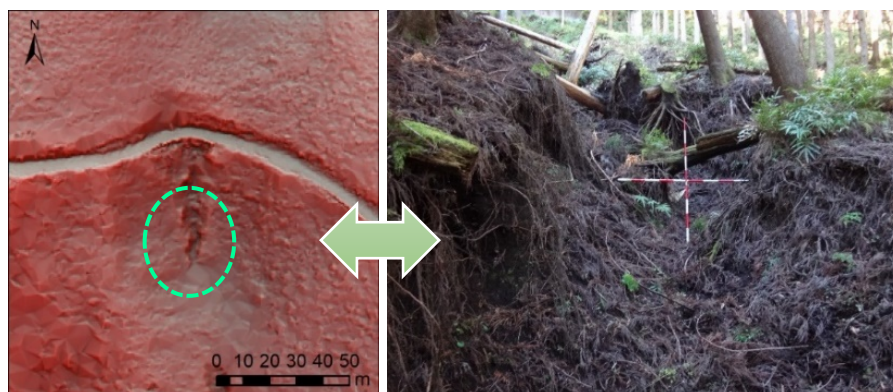
ガリ：リルが発達して沢状になった地形のこと

(2) 赤色立体地図と現地状況

小田原市内で確認された
リル
(幅 0.8m、深さ 0.4m)



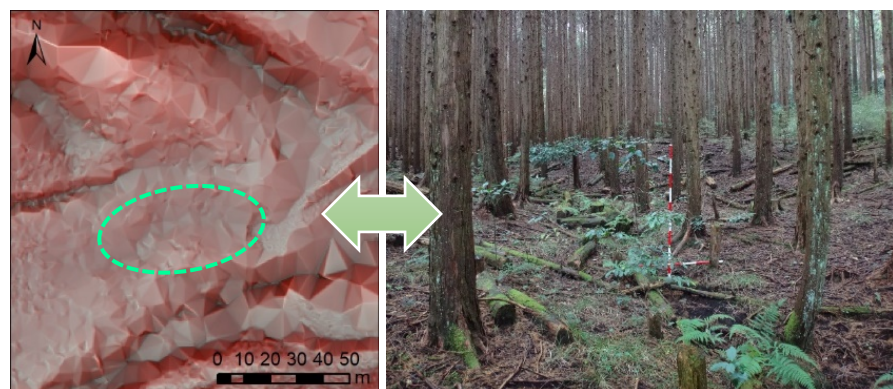
山北町内で確認された
ガリ
(幅 2.0m、深さ 2.0m)



現地状況との比較では、赤色立体地図ではリルやガリの幅や深さを10cm単位の精度では正確に読み取れないため、リルとガリの区別は困難であった。また、リルの一部は赤色立体地図上で、その存在を判読するのが困難なケースもあった。このため、赤色立体地図からの判読では、リルとガリは区別せずに一体的に扱った。

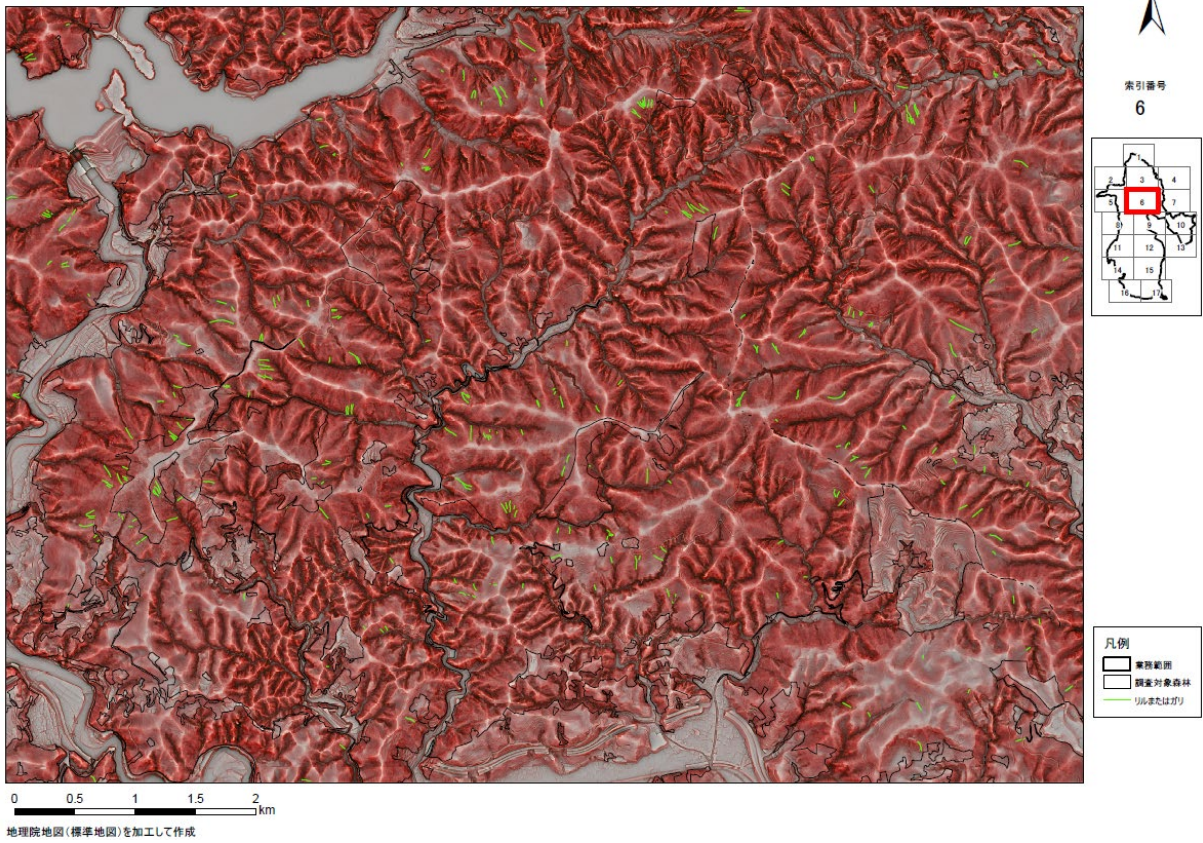
赤色立体地図からの
判読が困難なリルの例
(山北町内)

現地では幅 0.6m、深さ 0.4m
のリルを確認

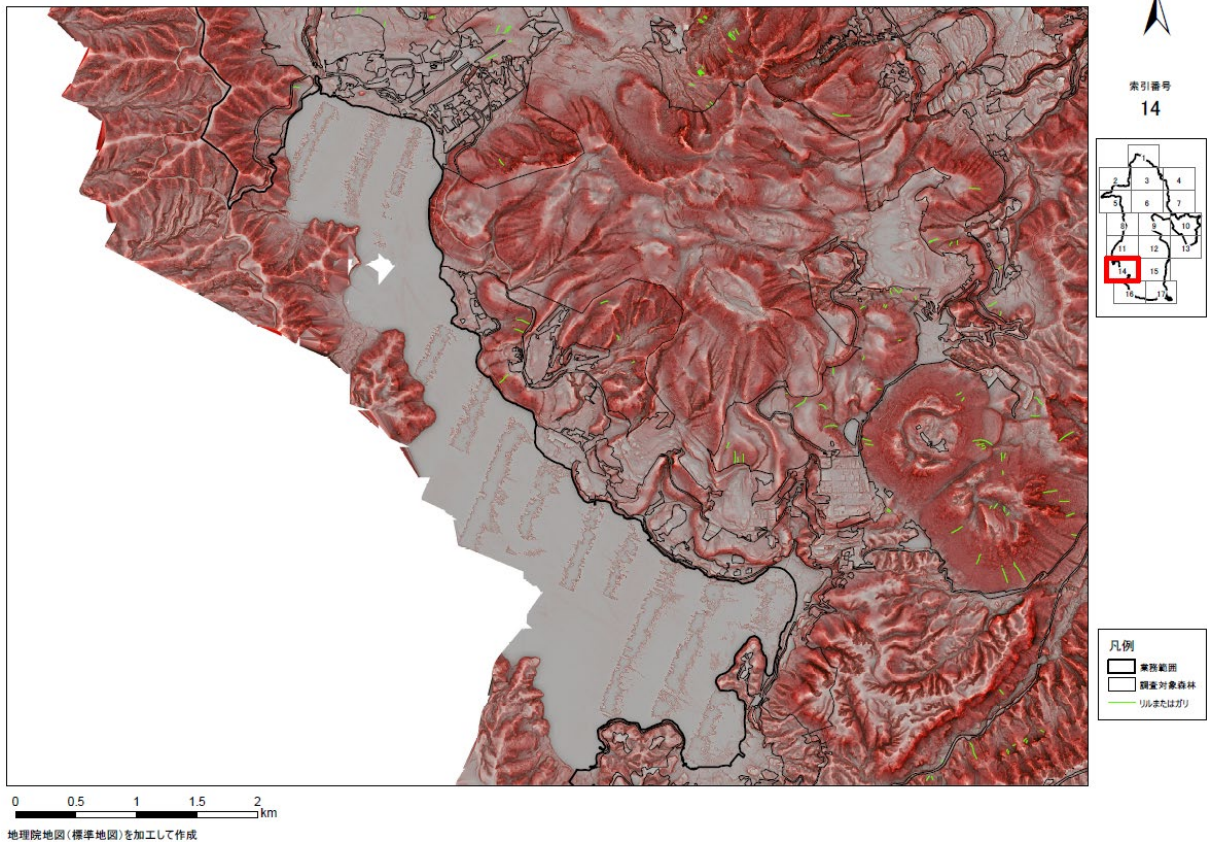


(3) 土砂流出箇所抽出図

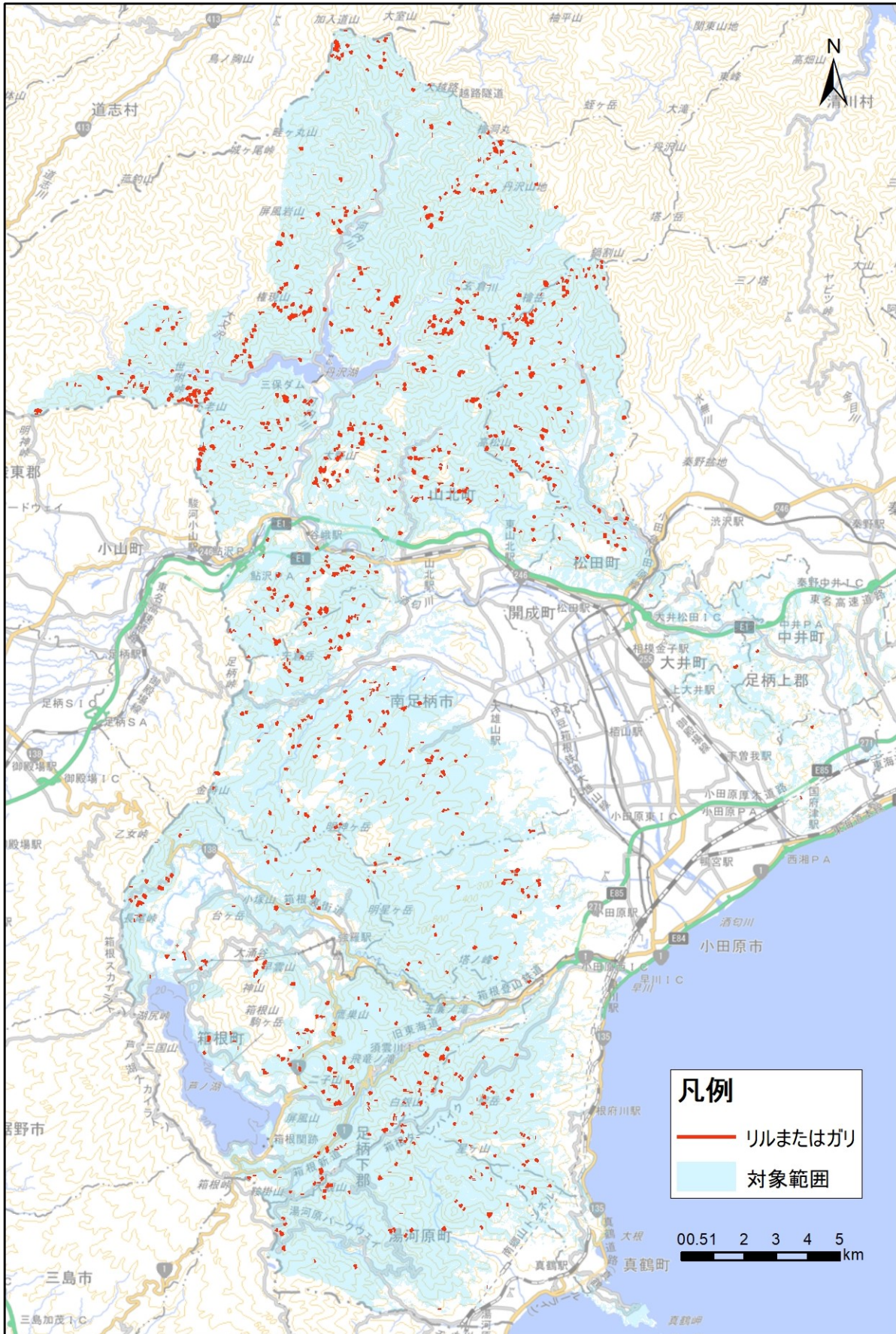
土砂流出箇所抽出図



土砂流出箇所抽出図



(4) リル・ガリの分布図



(5) 集計結果

松田山北地域のうち、丹沢湖以北の地域では、急峻な溝状の地形は多く見られたが、これらのほとんどは幅が5m以上であったため、ガリとは判読しなかった。そのため、リル・ガリの密度は低かった。丹沢湖以南のスコリアが厚く堆積していた地域では、リル・ガリの密度が特に高かった。これらの地域では、リル・ガリは斜面上部や沢の源頭部付近で多く発生していた。

南足柄市域では、場所によってはスコリアの堆積（0.5m未満）が見られたことから、そのような場所においてリル・ガリが多く発生していたものと考えられる。

箱根町、小田原市西部、湯河原町、真鶴町域では、斜面中腹から下部にかけての、土砂が堆積しやすい緩傾斜の平衡斜面等にリル・ガリが多く発生していた。箱根町域では、箱根中央火口丘（二子山等）の中腹部から下部の緩傾斜斜面に多数のリル・ガリが形成されていた。

大井町、中井町、小田原市の東部域では、ほとんどリル・ガリは確認されなかった。

市町ごとのリル・ガリの数と密度

地域	市町名	リル・ガリ の数 (箇所)	単位面積当たり のリル・ガリの 密度 (箇所/km ²)	調査対象 森林面積 (km ²)
松田山北	山北町	807	5.9	137.6
	松田町	169	7.0	24.3
足柄箱根	大井町	6	1.4	4.1
	中井町	2	0.4	5.1
	南足柄市	194	4.0	48.0
	小田原市	93	2.5	37.0
	箱根町	236	4.2	55.8
	真鶴町	8	2.0	4.0
	湯河原町	68	2.4	28.4
全域		1,583	4.6	344.3

スコリア層厚範囲ごとのリル・ガリの数と密度

スコリア層厚	リル・ガリ の数 (箇所)	単位面積当たり のリル・ガリの 密度 (箇所/km ²)	リル・ガリ の密度比	調査対象 森林面積 (km ²)
0.5m未満	1,358	4.2	1.00	322.8
0.5m以上1.0m未満	136	10.1	2.40	13.5
1.0m以上	89	11.0	2.62	8.1
全域	1,583	4.6	—	344.3

※「H23 スコリア調査」で示された等厚線で囲まれた各領域を集計単位とした。

4 水源林土壌保全基礎調査の成果事例②「下層植生の分布状況のランク区分」

(1) 概要

下層植生の分布状況について、植被率とレーザ光の反射数から下層植生の水平分布を算出し、現地調査結果（植被率）を踏まえて補正し、これに樹冠の鬱閉度を組み合わせ、下層植生の分布状況を試行的にランク分けした。

ランク区分はタイプⅠ、タイプⅡ、タイプⅢ、タイプⅣの4通りとした。

下層植生の分布状況のランク区分

区分	概要	例
タイプⅠ	樹冠が鬱閉し下層植生が貧弱な状態	今後施業が必要な樹林など
タイプⅡ	樹冠が鬱閉しているが、下層植生が豊かな状態	陰性の草本等が多いか、シカ対策工が効果を発揮している樹林など
タイプⅢ	樹冠が開放しているが、下層植生が貧弱な状態	間伐直後の樹林やシカによる食害を受けた樹林など
タイプⅣ	樹冠が開放し下層植生が豊かな状態	適度な光が下層に差し込み、豊かな下層植生が繁茂している樹林



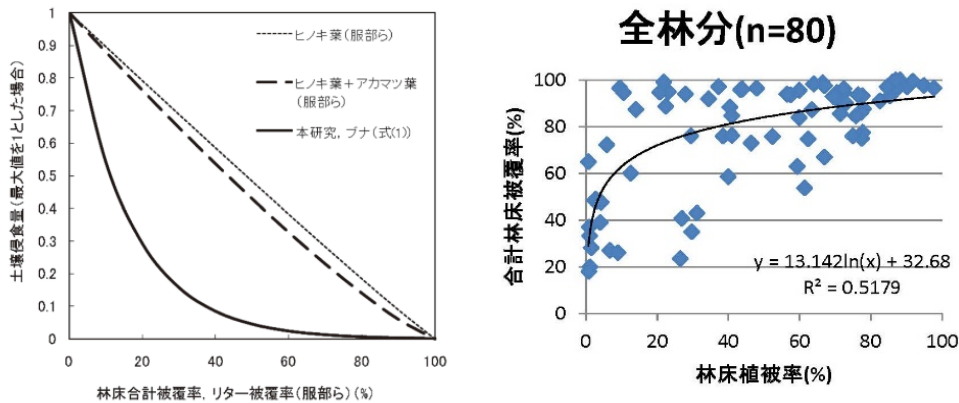
タイプⅠ～Ⅳにおける下層植生の分布状況例

(2) 閾値の設定

下層植生については 1.5m から 5m の下層植生水平分布（植被率）を、樹冠の鬱閉度については相対幹距比を用いて、タイプ区分を行うこととし、それぞれの閾値を設定した。

ア 下層植生

下層植生の水平分布（植被率）の閾値は、初ら（2010）による林床合計被覆率が 75% を超えると土壌侵食量が小さくなることと、本県が平成 25 年～27 年に行った調査により林床合計被覆率が 75% のときの林床植被率が 25% であることから、ここでは 25% を閾値として設定し、それ以上と未満とした。



林床合計被覆率と土壌侵食量（左）、林床植被率と林床合計被覆率（右）の関係

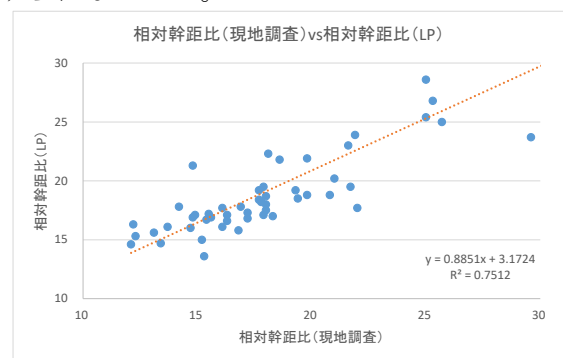
左図：「丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地における林床合計被覆率と土壌侵食量の関係」（初ら、2010）より引用、右図：神奈川県「平成 25 年～27 年の森林生態系効果把握調査」結果より引用

イ 相対幹距比

樹冠の鬱閉度として、森林資源解析で航空レーザ計測データから算出した樹冠疎密度が利用できる可能性があり、航空レーザ計測データによる樹冠疎密度との相関を確認したが、それぞれの関係に明瞭な相関はみられなかった。

そこで、樹冠の鬱閉度の代わりに相対幹距比を用いた。現地調査と航空レーザ計測データ解析による相対幹距比の相関をみると、決定係数は 0.7512 と高かった。

現地調査と航空レーザ計測データによる相対幹距比の相関

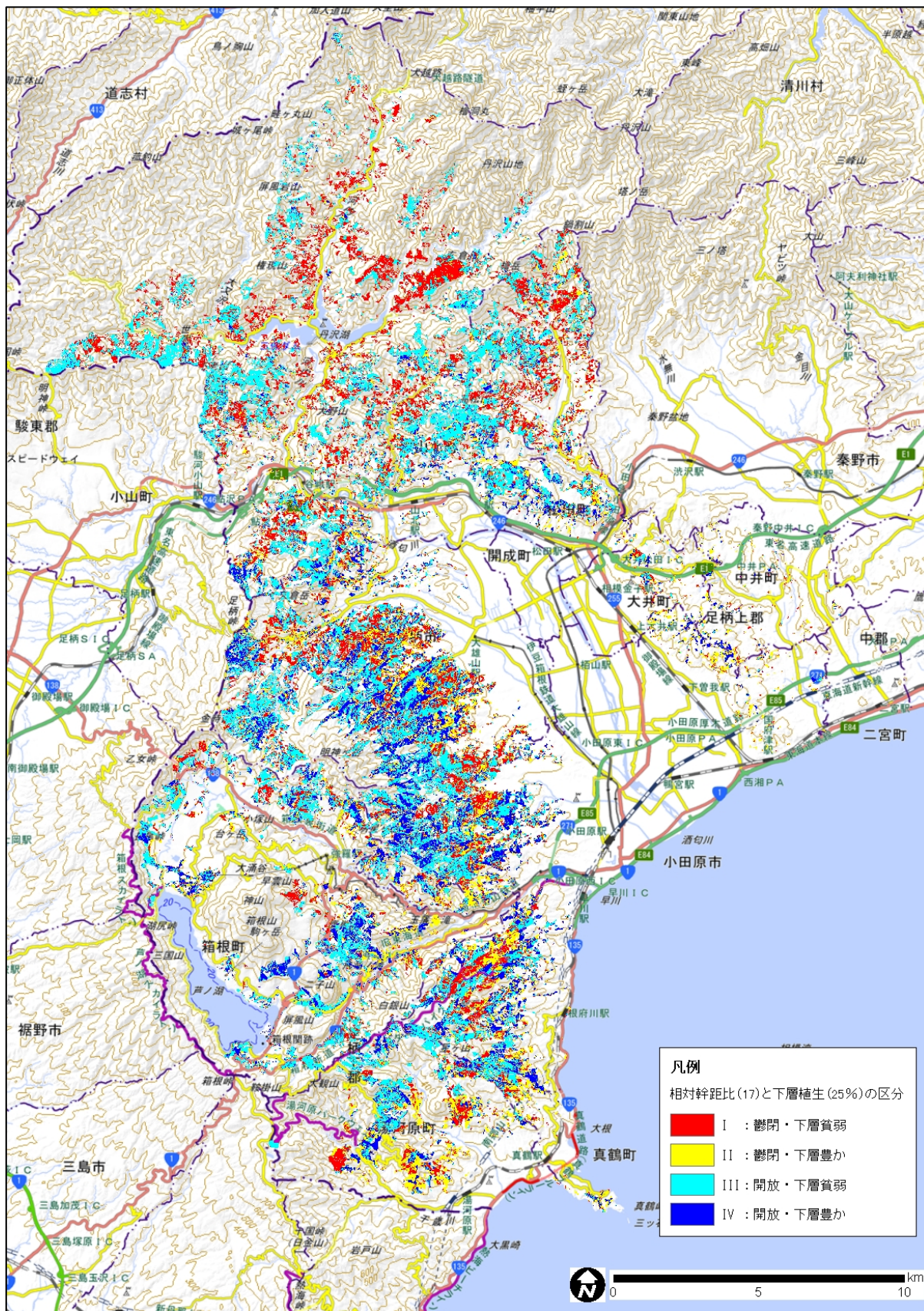


相対幹距比については、20 程度が適切、17～14 が密、14 以下が非常に密と一般的に言われることから、17 と 14 の両方を試行し、現地調査で得た収量比数、同立木本数、同上層木本数との関係を確認した結果、本業務では混み具合が「密」と評価される「17」を閾値とした。

※相対幹距比 上層木の平均樹高に対する立木の幹と幹の間の距離（幹距）の平均値の割合

$$\text{相対幹距比 (Sr)} = \text{幹距} \div \text{樹高} \times 100 \quad (\text{例；幹距 4m, 樹高 20m の場合}) 4 \div 20 \times 100 = 20$$

(3) 下層植生の分布状況ランク区分図



相対幹距比と下層植生の分布状況ランク区分図 (1.5m から 5m)

(4) 集計結果

全体的には植被率の低いタイプⅠ（樹冠が鬱閉し下層植生が貧弱な状態）およびⅢ（樹冠が開放しているが、下層植生が貧弱な状態）のエリアが広がっている。北部では南部に比べタイプⅠのエリアが多くみられ、南部では北部に比べ下層植生が豊かなタイプⅡ（樹冠が鬱閉しているが、下層植生が豊かな状態）やタイプⅣ（樹冠が開放し下層植生が豊かな状態）が多い傾向にあった。

水源施策上はタイプⅣの森林が最も好ましい状態と言え、理論的には森林整備を進めることでタイプⅣの森林へ誘導することが可能である。しかしながら、タイプⅢの森林が最も大きな割合を占めていることは、森林整備を行っても下層植生が十分に回復していない状況が示唆される。この傾向は南部よりも北部の方が強く、シカの生息状況を踏まえると、シカによる下層植生への影響が要因であると思われる。

相対幹距比と下層植生の分布状況ランク区分集計表(1.5mから5m)

No.	市町村	市町村コード	メッシュ数	ランク区分(メッシュ数)				
				ランクⅠ	ランクⅡ	ランクⅢ	ランクⅣ	合計
1	山北町	14364	95,112	36,469	6,638	44,653	7,352	95,112
				38.3%	7.0%	46.9%	7.7%	100.0%
2	小田原市	14206	65,782	12,881	12,572	22,696	17,633	65,782
				19.6%	19.1%	34.5%	26.8%	100.0%
3	松田町	14363	29,436	10,855	3,869	11,667	3,045	29,436
				36.9%	13.1%	39.6%	10.3%	100.0%
4	真鶴町	14383	3,815	663	1,408	1,046	698	3,815
				17.4%	36.9%	27.4%	18.3%	100.0%
5	大井町	14362	2,096	502	848	342	404	2,096
				24.0%	40.5%	16.3%	19.3%	100.0%
6	中井町	14361	2,288	453	1,059	173	603	2,288
				19.8%	46.3%	7.6%	26.4%	100.0%
7	湯河原町	14384	20,808	4,344	6,295	6,185	3,984	20,808
				20.9%	30.3%	29.7%	19.1%	100.0%
8	南足柄市	14217	76,075	17,242	11,636	29,464	17,733	76,075
				22.7%	15.3%	38.7%	23.3%	100.0%
9	箱根町	14382	37,860	6,429	6,575	15,286	9,570	37,860
				17.0%	17.4%	40.4%	25.3%	100.0%
合計			333,280	89,840	50,902	131,514	61,024	333,280
				27.0%	15.3%	39.5%	18.3%	100.0%

※1 メッシュは 20m×20m(400m²)

5 主な成果と課題

- ・森林の公益的機能を発揮させる上で最も重要な土壌保全の観点から、土壌流出が発生している場所、リスクの高い箇所や下層植生の分布状況について、網羅的な現地調査を実施しなくとも航空レーザ測量等により一定の状況把握ができた。
- ・今回、本県での初めての調査であったことから試行的な要素も多く、解析や図上での表現、集計方法については、さらなる改善の余地がある。
- ・巡視優先度評価図等について、巡視の試行等でも活用し、課題を整理していく。

6 今後について

- ・令和2年度は県央地域で同様に実施。土壌流出リスク評価や巡視優先度評価図については、解析や図上での表現方法等の改善を図り、水源保全地域全体で同等の精度と評価基準が担保できるよう、令和元年度に実施した県西地域についても追加的なデータ処理や再解析を実施予定。
- ・これまで実施してきた施策の評価や大綱期間終了後の森林の公益的機能の持続に向けた森林管理の仕組みを検討する材料として活用を図る。
- ・2か年で水源地域全域を調査完了、次回は5年後（第4期計画期間中）の実施を想定している。