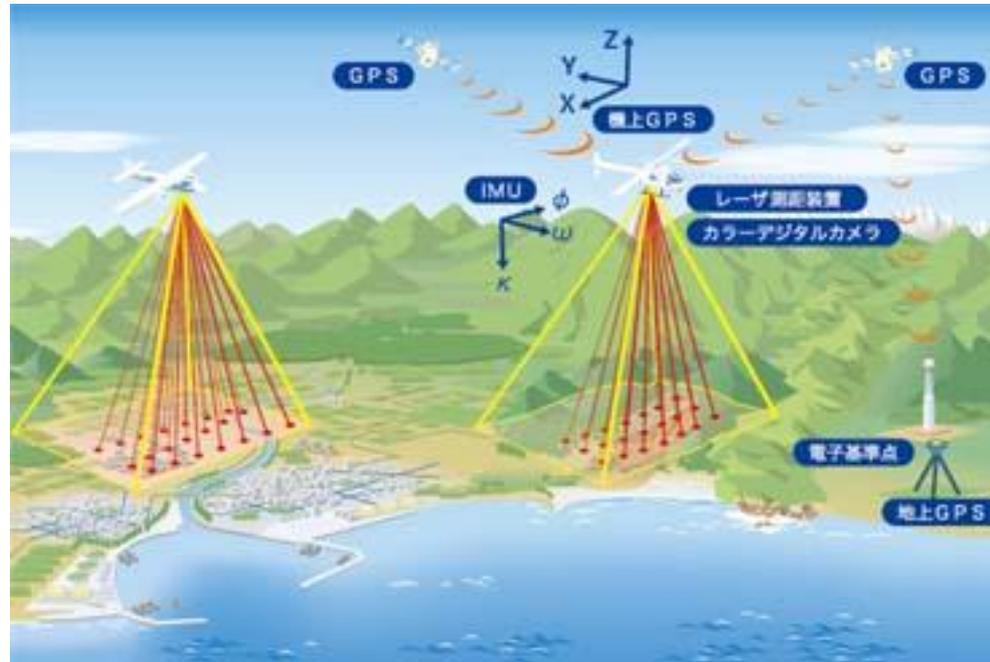


発表①

航空レーザー計測による効率的な森林資源の把握



北海道森林管理局 計画課 佐々木貢

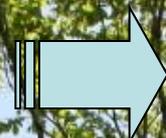
アジア航測株式会社 空間情報事業部 大野勝正

森林の適切な管理経営のため、森林資源の把握は重要

- 森林調査簿等のデータベース
- 森林計画等の策定
- 間伐等の事業発注
- 調査・研究、その他



これまで、必要の都度、
人手による森林調査を実施



新たな森林調査の手法を導入

航空レーザ計測技術の活用



主として標準地等によるサンプル調査

- ・ 標準地の設定の仕方
- ・ 調査者の熟練の度合い
⇒調査精度に人為的な誤差が生じる
- ・ 用途に応じ別々の調査が必要
- ・ 調査コストが大きい

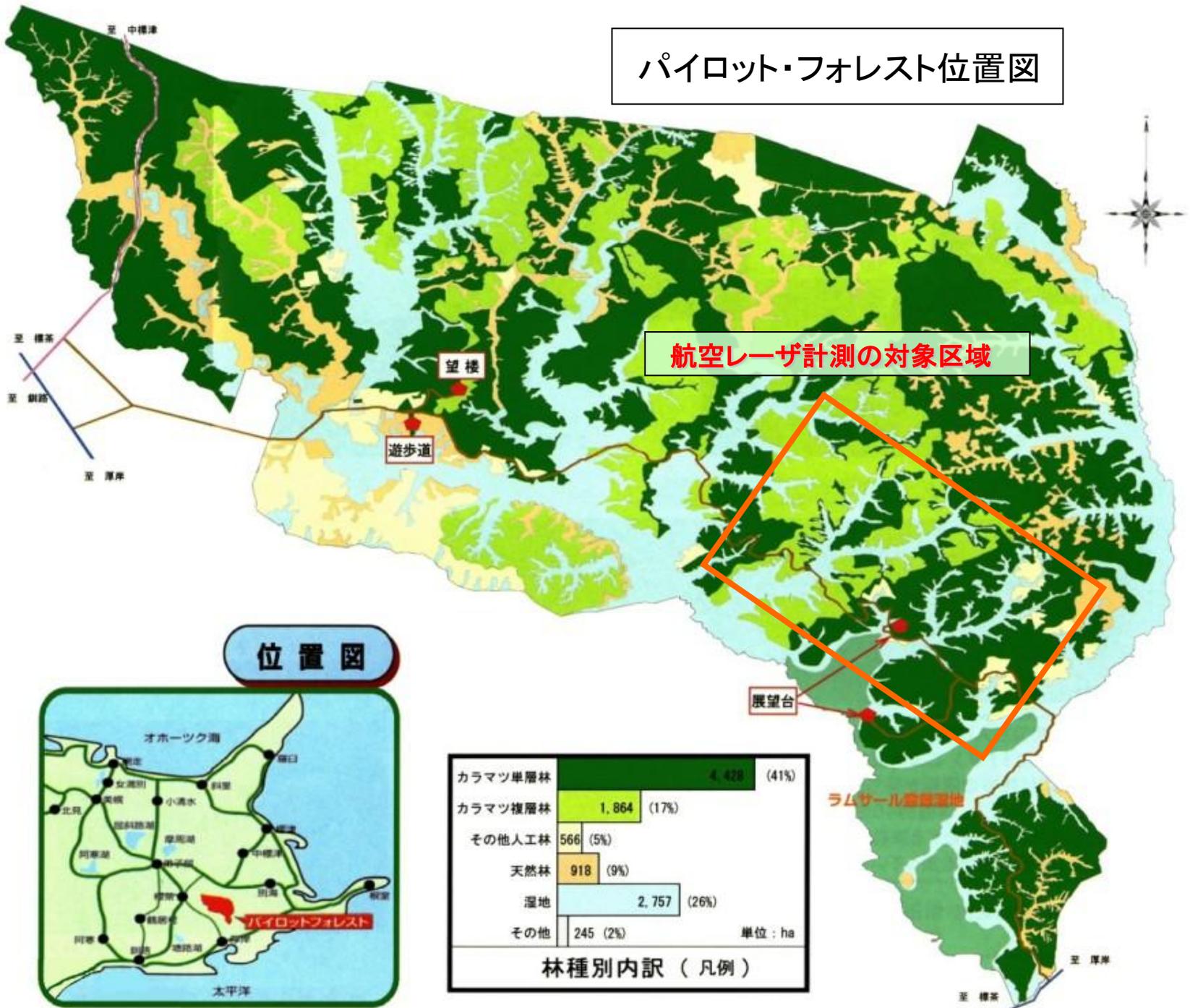
- ・ サンプルではなく、全面積・全立木
- ・ 土地の形状も同時に計測
- ・ 電子機器を用いた高精度な計測
- ・ 計測データは多岐の用途に対応
- ・ 時点におけるデータを網羅的に収集
- ・ コストは相対的に安価

根釧西部森林管理署の パイロット・フォレストで実証調査を発注



- ・ カラマツ人工林 1,500haを調査
- ・ 航空レーザ計測
- ・ 空中写真撮影
- ・ データ検証のための現地調査

パイロット・フォレスト位置図



位置図



カラマツ単層林	4,428	(41%)	単位：ha
カラマツ複層林	1,864	(17%)	
その他人工林	566	(5%)	
天然林	918	(9%)	
湿地	2,757	(26%)	
その他	245	(2%)	
林種別内訳（凡例）			

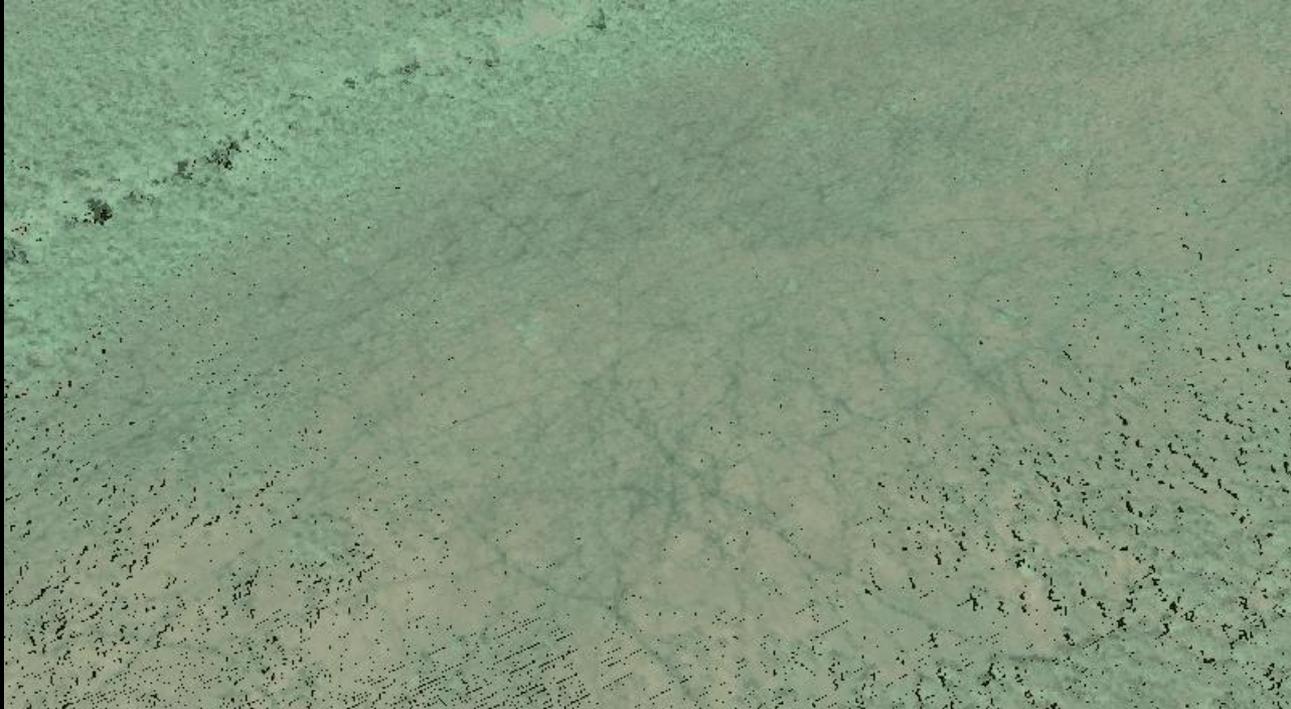
ラムサール条約湿地

至 榑茶

至 厚岸

航空レーザー計測とは

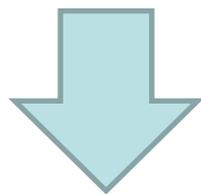




航空レーザ計測の成果品

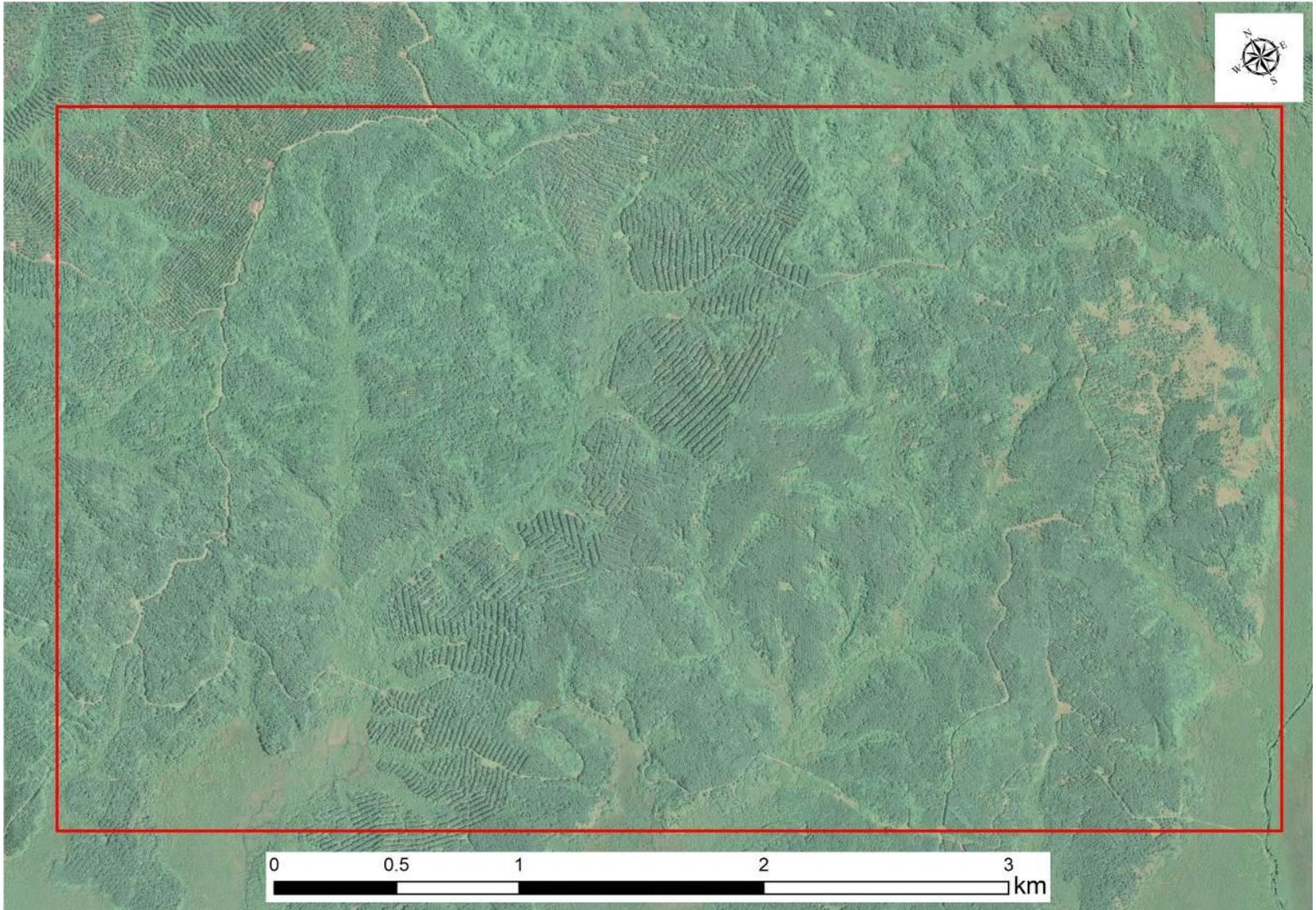
地盤情報

- 地盤標高情報(0.5mメッシュ標高データ)
- 森林基本図(等高線、林小班界、路網)
- 微地形表現地図
- 空中写真

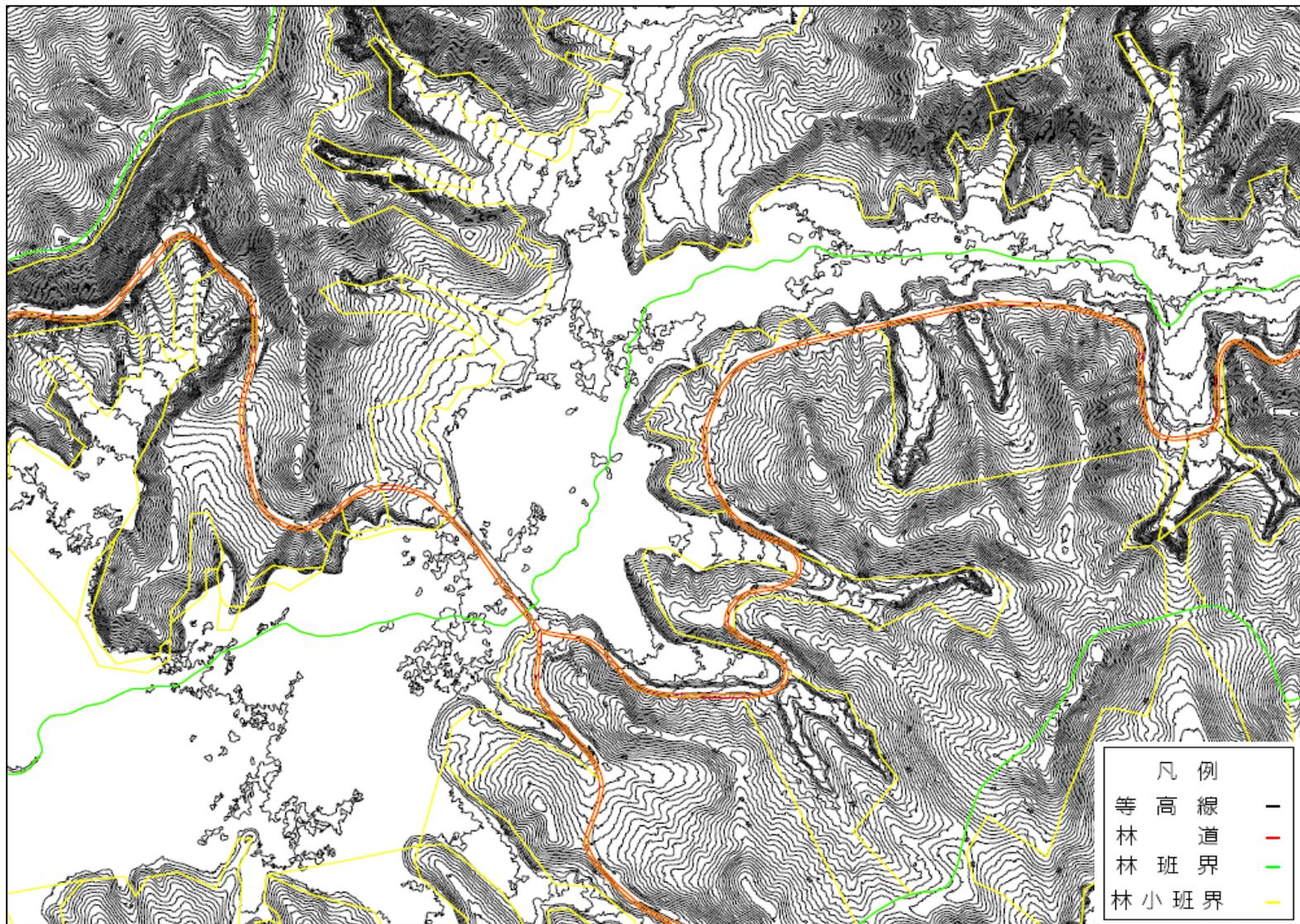


森林GISで使用できる情報として整備

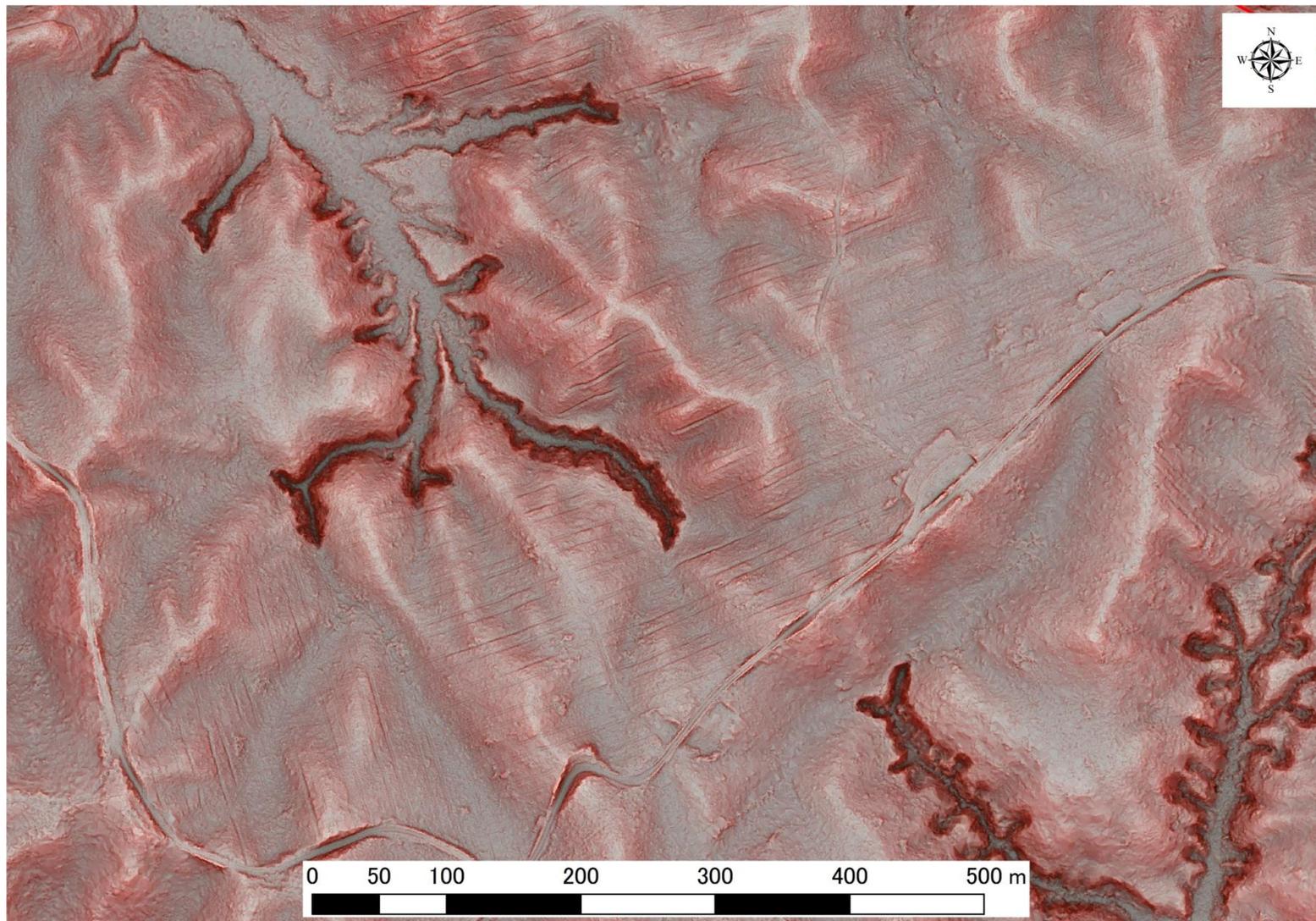
空中写真



森林基本图



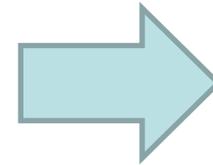
微地形表現地図(赤色立体地図)



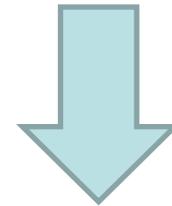
航空レーザー計測の成果品

森林資源情報

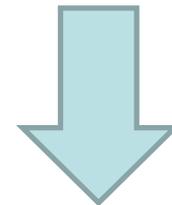
- 林相区分図
- 樹木本数・立木密度
- 樹高(毎木)
- 胸高直径(毎木)
- 材積(毎木) ※材積式を利用した
詳細な蓄積把握
- 収量比数(小班単位)
- 樹冠疎密度(小班単位)
- 樹冠長率(毎木)
- 形状比(毎木)



小班単位で集計

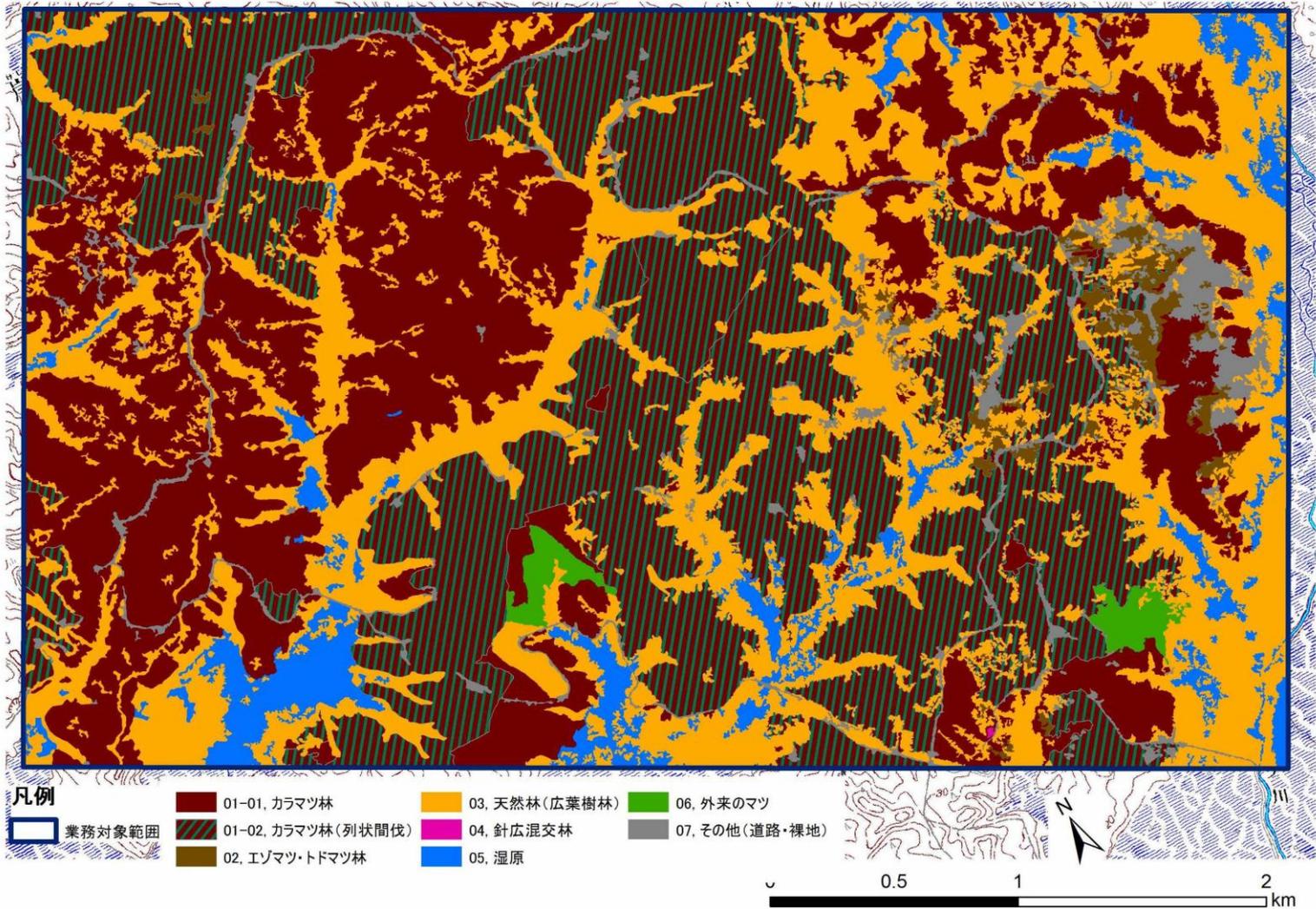


森林GISの
属性情報として整備

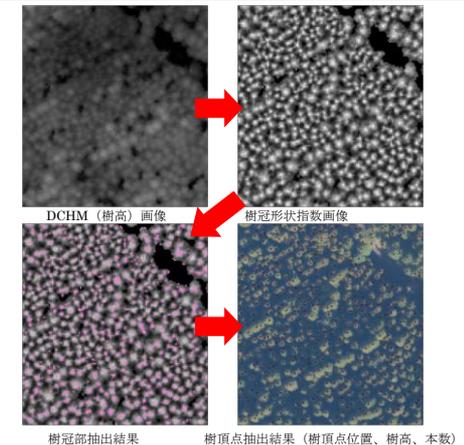
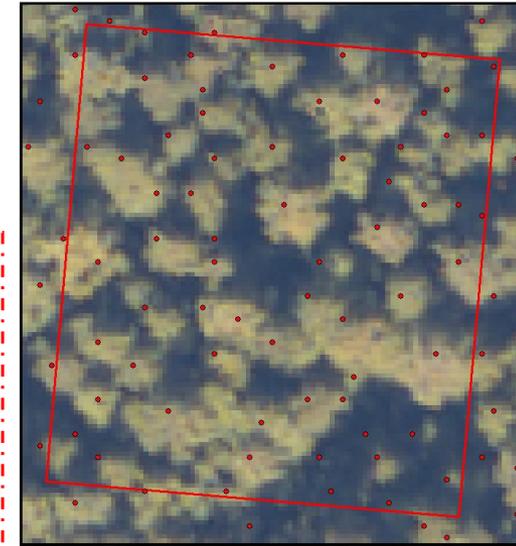
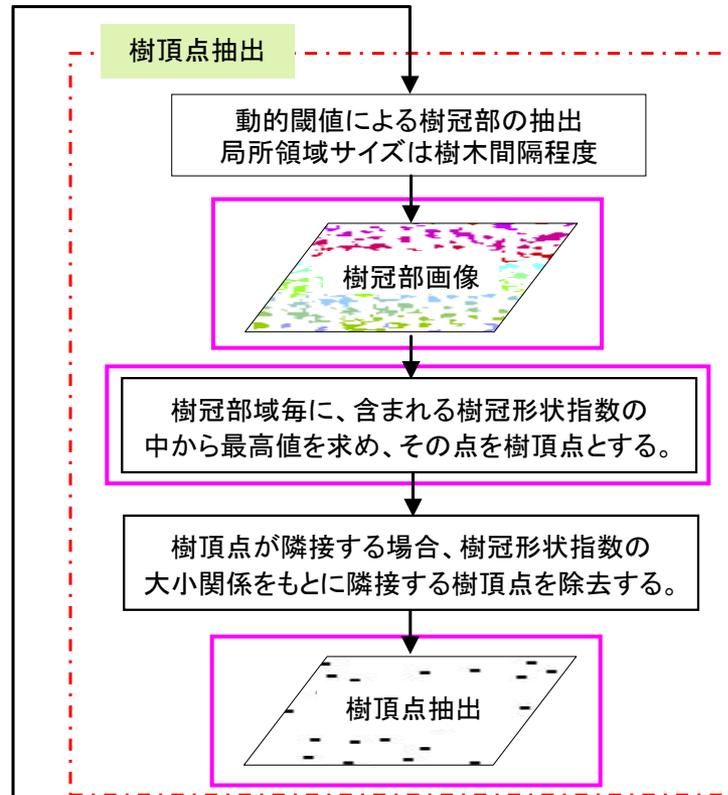
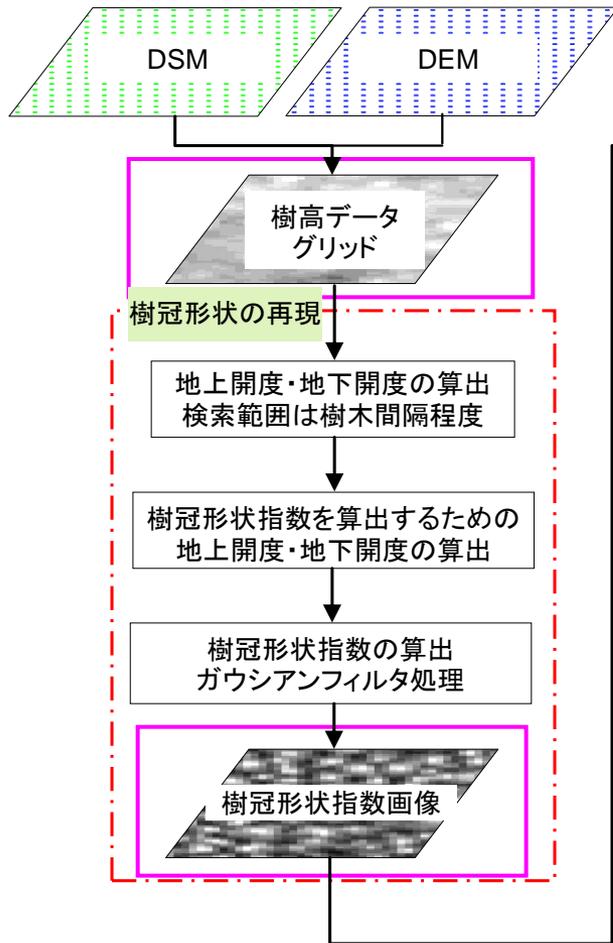


小班単位で抽出し
集計、表示が可能

林相区分図

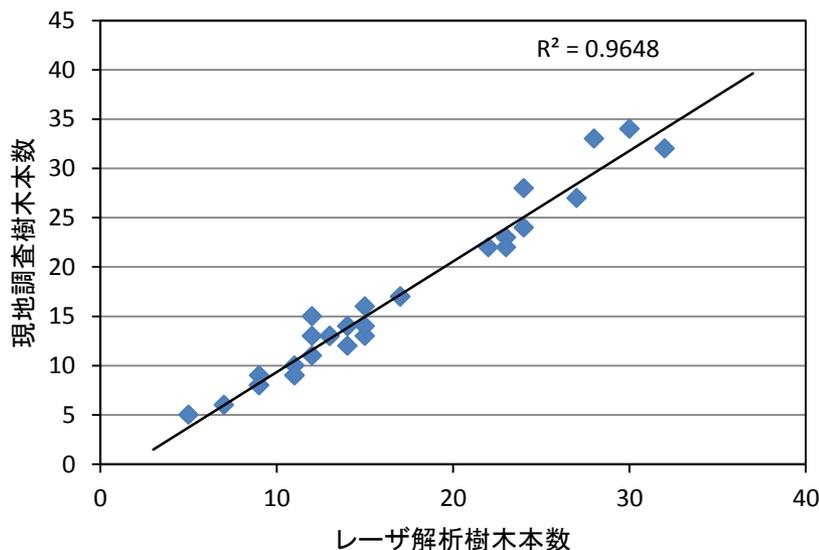


樹木頂点の抽出



特許第4279894号

樹木頂点の抽出精度

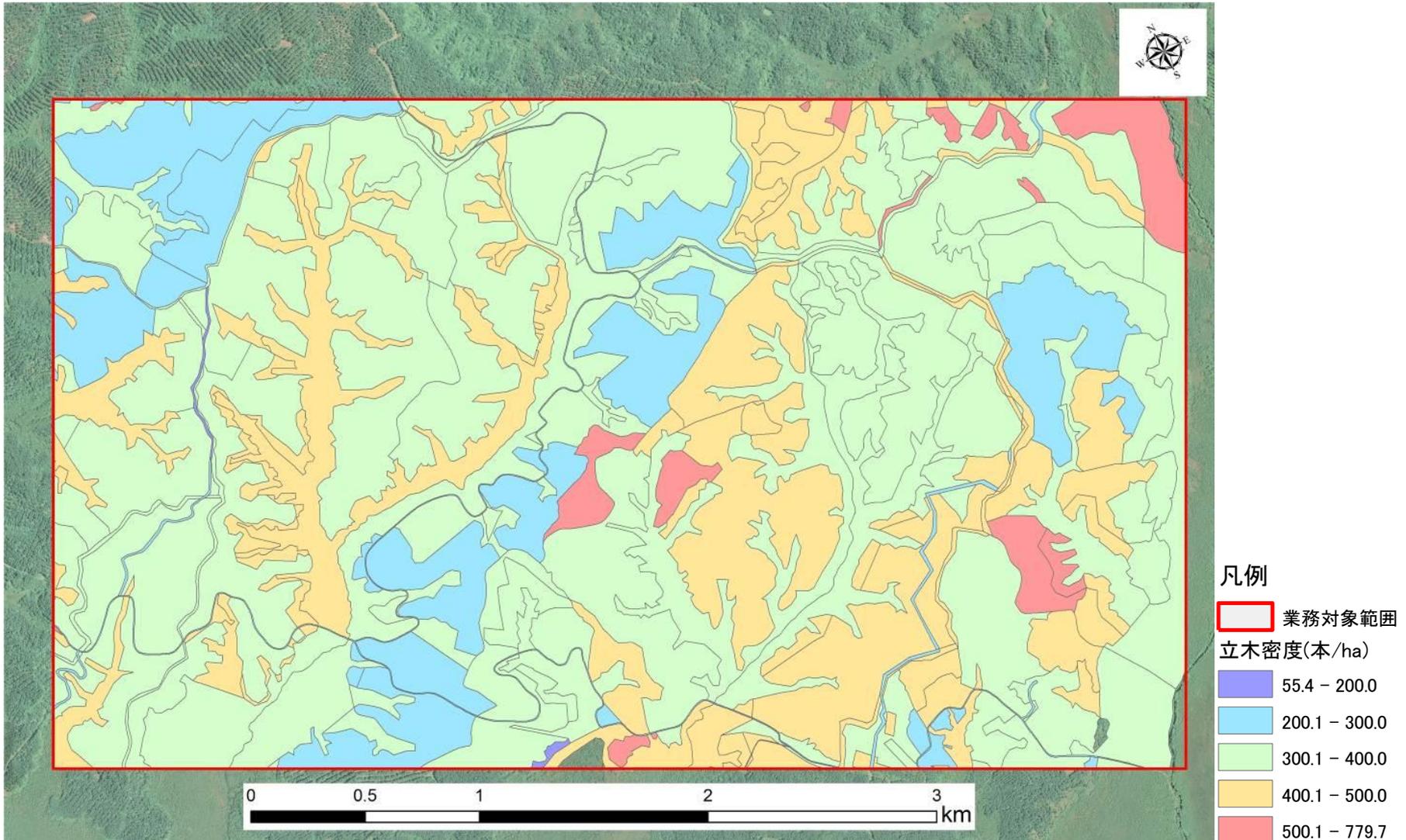


- 現地調査結果と比較して高い相関と抽出精度
- RMSEは1.7

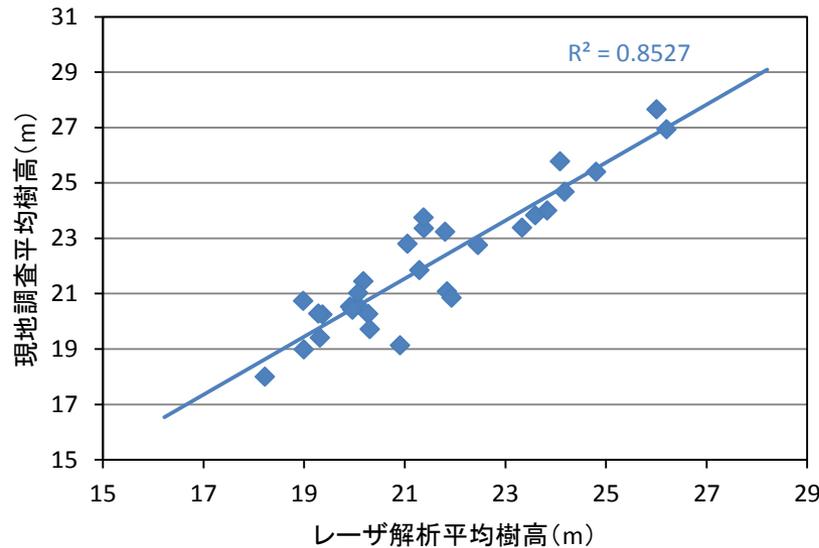
※RMSE: 真値からのばらつき。
小さいほど真値との誤差が小さい。

Plot No	現地調査 樹木本数	レーザ解析 抽出本数	抽出精度 (%)
1	16	15	93.8
2	13	12	92.3
3	17	17	100.0
4	23	23	100.0
5	10	11	110.0
6	17	17	100.0
7	34	30	88.2
8	28	24	85.7
9	13	15	115.4
10	22	23	104.5
11	24	24	100.0
12	33	28	84.8
13	13	13	100.0
14	27	27	100.0
15	14	15	107.1
16	15	12	80.0
17	9	11	122.2
18	13	13	100.0
19	22	22	100.0
20	12	14	116.7
21	32	32	100.0
22	11	12	109.1
23	8	9	112.5
24	9	11	122.2
25	14	14	100.0
26	9	9	100.0
27	14	14	100.0
28	5	5	100.0
29	6	7	116.7
30	8	9	112.5
平均	16.4	16.3	102.5
	RMSE		1.7

立木密度分布図



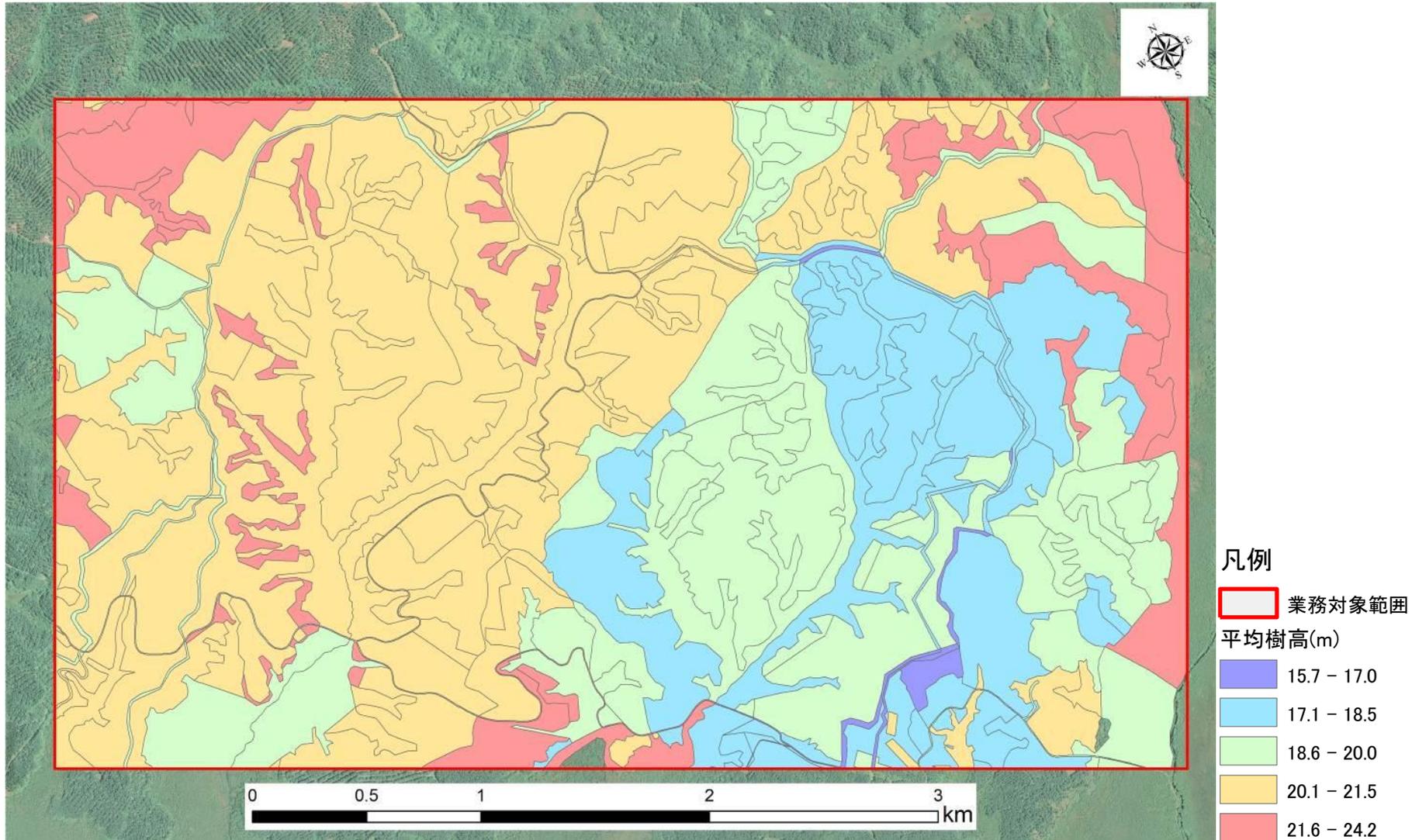
航空レーザーによる樹高計測精度



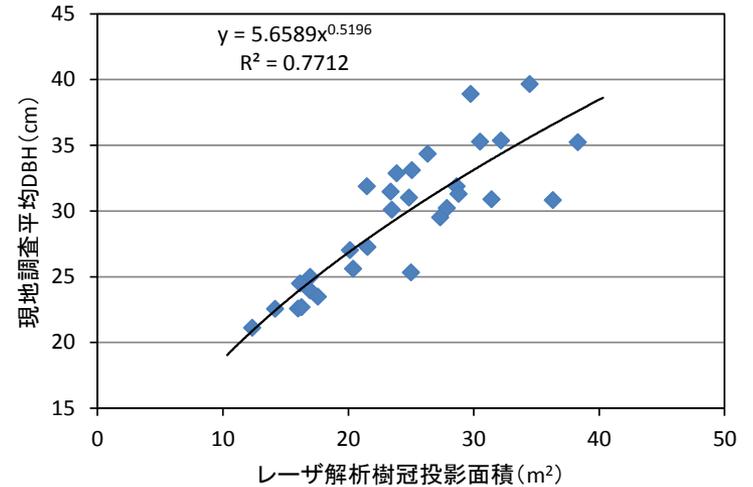
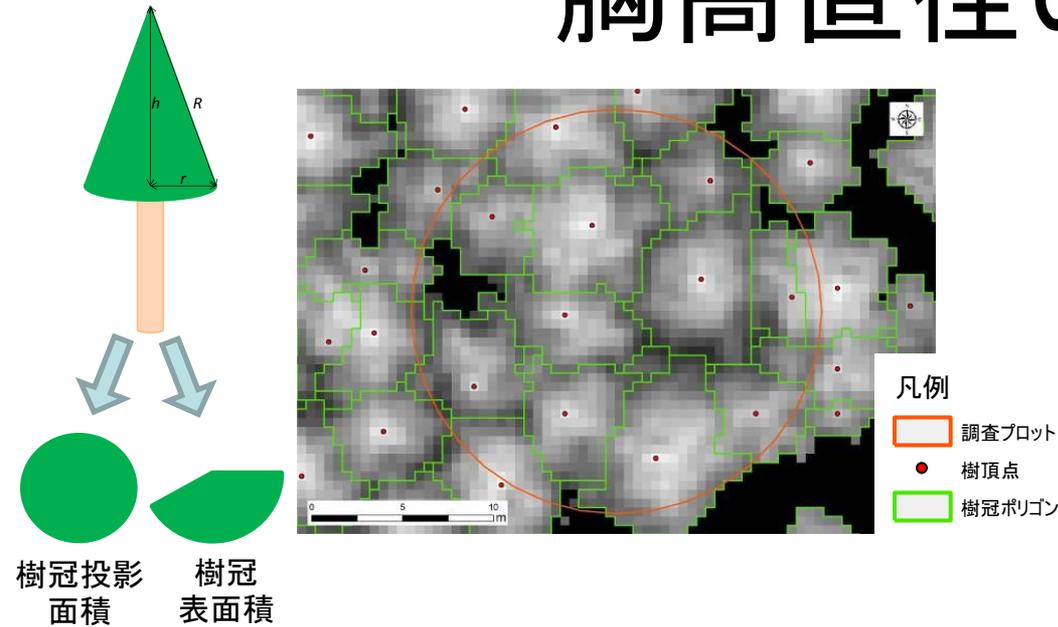
- 樹木本数同様、現地調査と比較して高い相関と計測精度
- RMSEは1.1

Plot No	現地調査 平均樹高 (m)	レーザー計測 平均樹高 (m)	計測精度 (%)
1	23.38	23.3	99.8
2	24.68	24.2	98.0
3	20.24	19.4	95.7
4	20.27	20.3	100.0
5	22.79	21.1	92.4
6	21.08	21.8	103.6
7	20.28	19.3	95.1
8	20.61	20.1	97.3
9	27.65	26.0	94.1
10	20.73	19.0	91.6
11	21.44	20.2	94.1
12	18.98	19.0	100.1
13	21.02	20.1	95.5
14	20.53	19.9	97.0
15	23.82	23.6	99.1
16	19.72	20.3	103.0
17	23.36	21.4	91.5
18	26.93	26.2	97.3
19	18.00	18.2	101.2
20	20.85	21.9	105.2
21	19.41	19.3	99.5
22	22.75	22.5	98.7
23	24.00	23.8	99.3
24	21.84	21.3	97.5
25	20.41	20.0	97.8
26	25.77	24.1	93.5
27	23.75	21.4	90.0
28	19.13	20.9	109.3
29	23.23	21.8	93.9
30	25.40	24.8	97.7
平均	22.07	21.5	97.6
RMSE			1.1

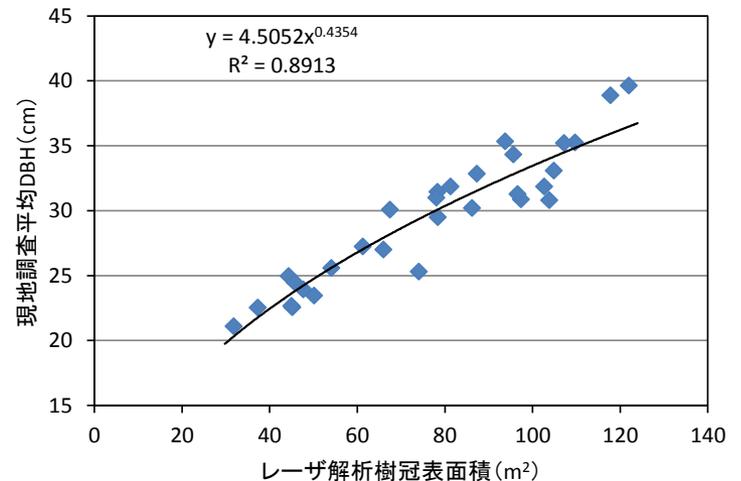
樹高分布図



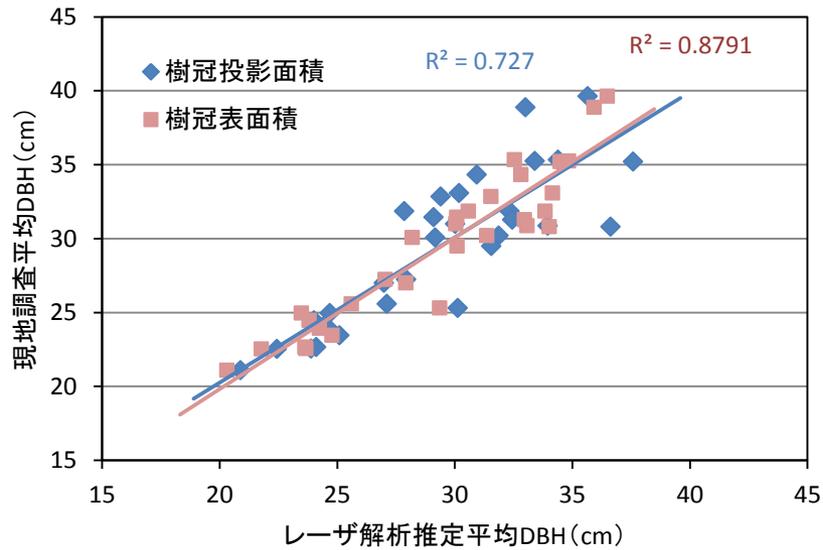
胸高直径の推定



- 樹冠投影面積と樹冠表面積を用いて、現地調査胸高直径との相関を調査



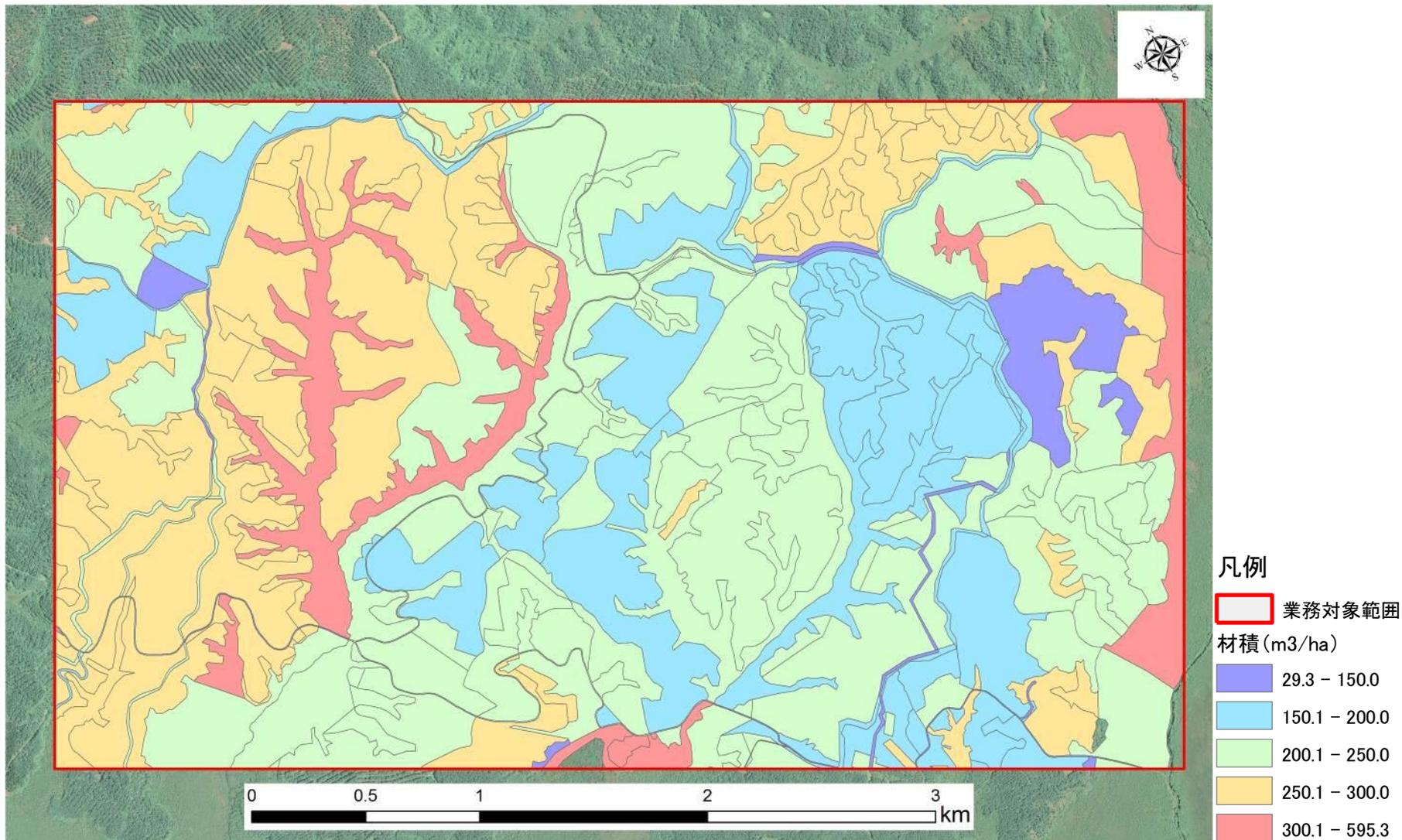
胸高直径の推定精度



Plot No	現地調査 平均DBH (cm)	樹冠面積 推定DBH (cm)	計測精度 (%)	樹冠表面積 推定DBH (cm)	計測精度 (%)
1	30.9	33.9	109.9	33.1	107.1
2	31.8	32.3	101.5	33.8	106.3
3	27.0	27.0	99.9	27.9	103.4
4	25.0	24.7	98.9	23.5	94.1
5	30.2	31.9	105.5	31.4	103.9
6	25.3	30.1	119.1	29.4	116.1
7	22.5	22.4	99.6	21.8	96.7
8	23.9	24.6	102.9	24.2	101.3
9	33.1	30.2	91.2	34.2	103.3
10	23.5	25.1	107.0	24.8	105.7
11	24.5	24.0	98.2	23.8	97.3
12	22.5	23.9	106.0	23.7	105.0
13	27.2	27.9	102.6	27.0	99.3
14	22.7	24.1	106.3	23.6	104.2
15	31.9	27.8	87.4	30.6	96.0
16	30.8	36.6	118.9	34.0	110.4
17	31.4	29.1	92.5	30.1	95.7
18	32.8	29.4	89.5	31.5	96.0
19	25.6	27.1	105.9	25.6	100.0
20	31.0	30.0	96.8	30.0	96.9
21	21.1	20.9	99.0	20.3	96.3
22	31.3	32.4	103.7	33.0	105.4
23	35.3	33.4	94.7	34.8	98.8
24	35.3	34.4	97.3	32.5	92.1
25	30.1	29.2	97.0	28.2	93.8
26	38.9	33.0	84.9	35.9	92.4
27	29.5	31.6	107.0	30.1	102.0
28	35.2	37.6	106.8	34.5	98.0
29	34.3	30.9	90.1	32.8	95.6
30	39.6	35.6	90.0	36.5	92.1
平均	29.5	29.4	100.3	29.4	100.2
RMSE			2.6		1.7

- 樹冠表面積がより高い精度で胸高直径の推定が可能
- RMSEは1.7

材積分布図



径級・材積区分

(第4号様式に準拠)

適用材積表

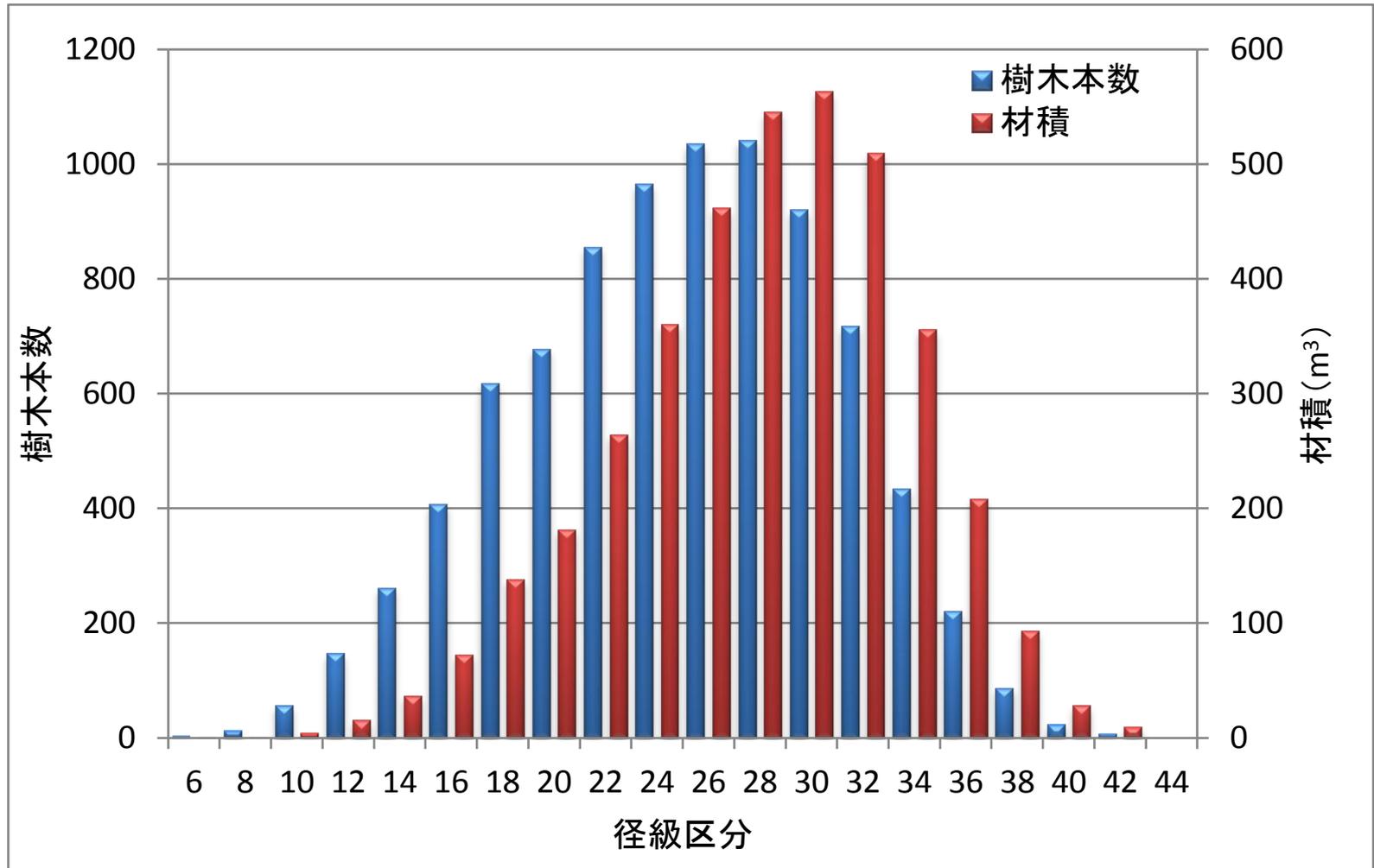
2021い1 林小班						
調査簿面積	計測面積※1	カラマツ※2 占優面積	樹種	径級区分	適用区域	
					本数	材積
35.26	27.23	23.58	カラマツ	6	3	0.08
				8	12	0.51
				10	56	4.10
				12	147	15.10
				14	261	36.35
				16	406	72.46
				18	618	137.67
				20	677	180.86
			小計		2,180	447.13
				22	855	264.11
				24	965	360.59
				26	1,035	461.49
				28	1,041	545.40
				30	920	563.25
			小計	32	717	509.21
				34	434	355.85
				36	221	207.58
				38	86	93.15
				40	23	27.95
				42	7	9.41
				44		
			小計	46		
				48		
				50		
				52		
				54		
				56		
			小計	58		
					0	0.00
			合計		8,484	3,845.13

※1 林小班GISポリゴン面積、業務対象範囲を跨ぐ場合は範囲内の面積

※2 林小班中のカラマツ占優面積

- 航空レーザー解析により調査範囲を毎木調査可能
- 毎木の胸高直径、材積が計算できることから径級・材積区分を林小班単位で集計可能

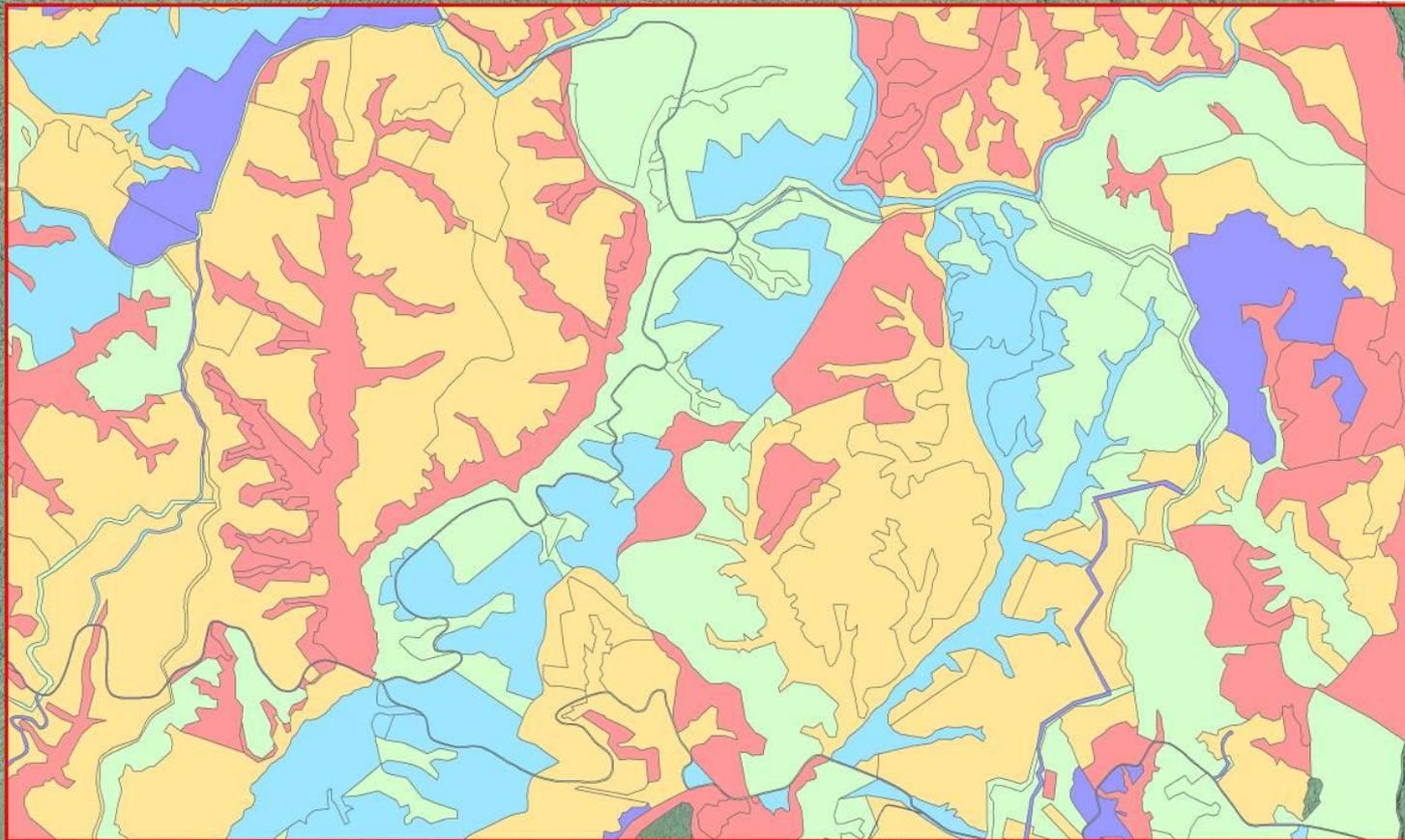
径級・材積区分 (ヒストグラム)



収量比数分布図

収量比数: その林分が
持てる最大の幹材積に
対する当該林分の
幹材積の割合。
林分の込み具合を示す。

間伐優先度の把握に有効



凡例

 業務対象範囲

Ry

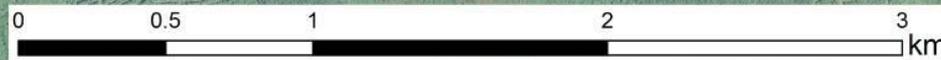
 0.085 - 0.350

 0.351 - 0.400

 0.401 - 0.450

 0.451 - 0.500

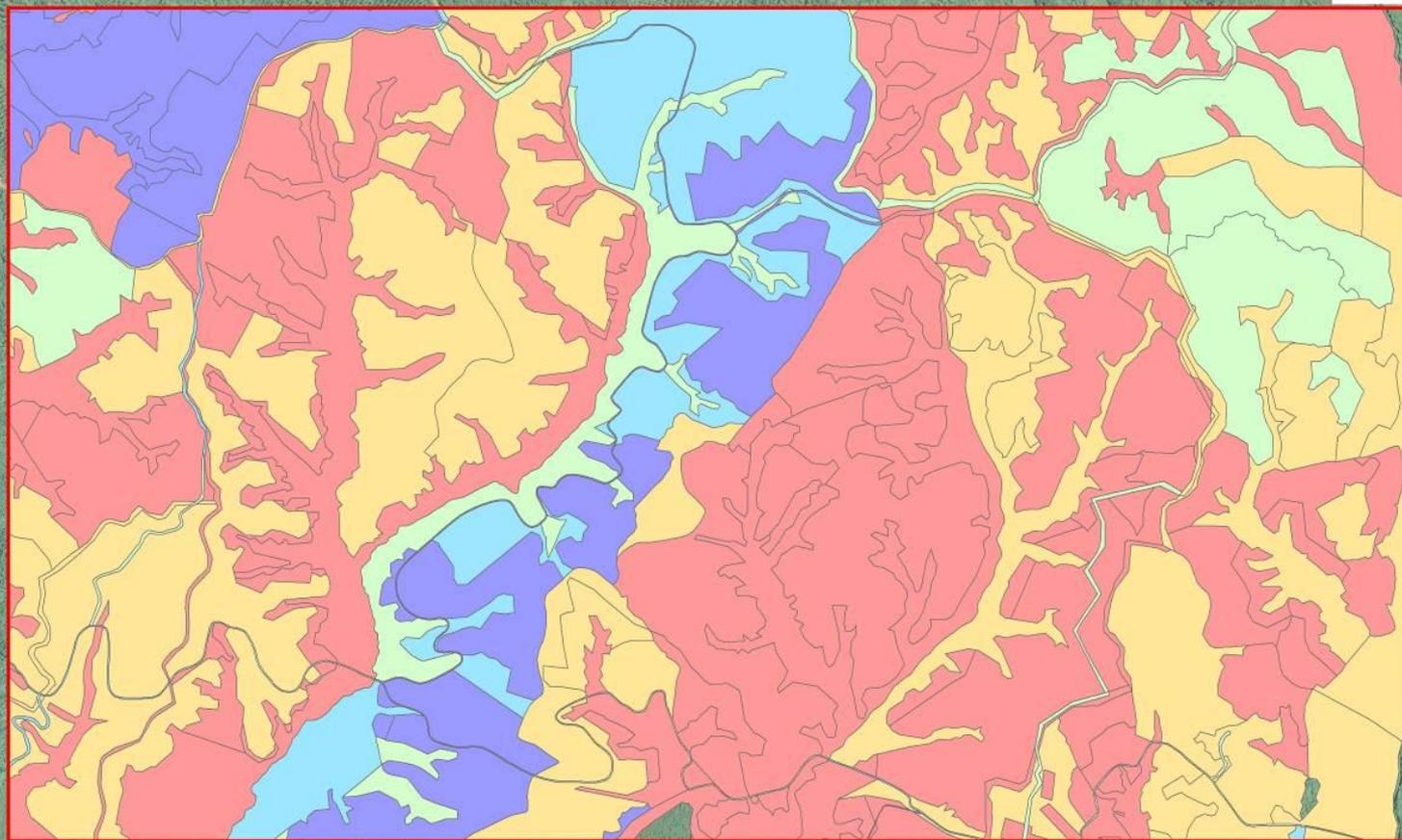
 0.501 - 0.766



樹冠疎密度分布図

樹冠疎密度: 樹冠が存在する面積を当該区域の面積で割った値。
樹冠の混み具合を示す。

間伐優先度の把握に有効



凡例

 業務対象範囲

樹冠疎密度(%)

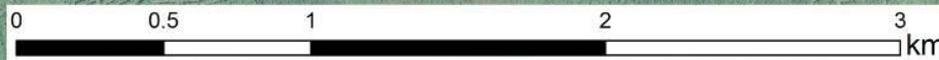
 57.0 - 80.0

 80.1 - 85.0

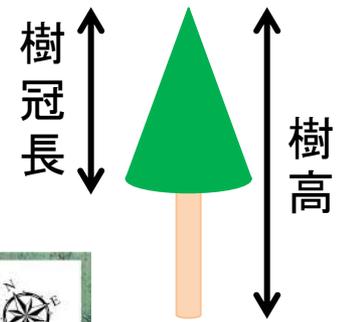
 85.1 - 90.0

 90.1 - 95.0

 95.1 - 100.0



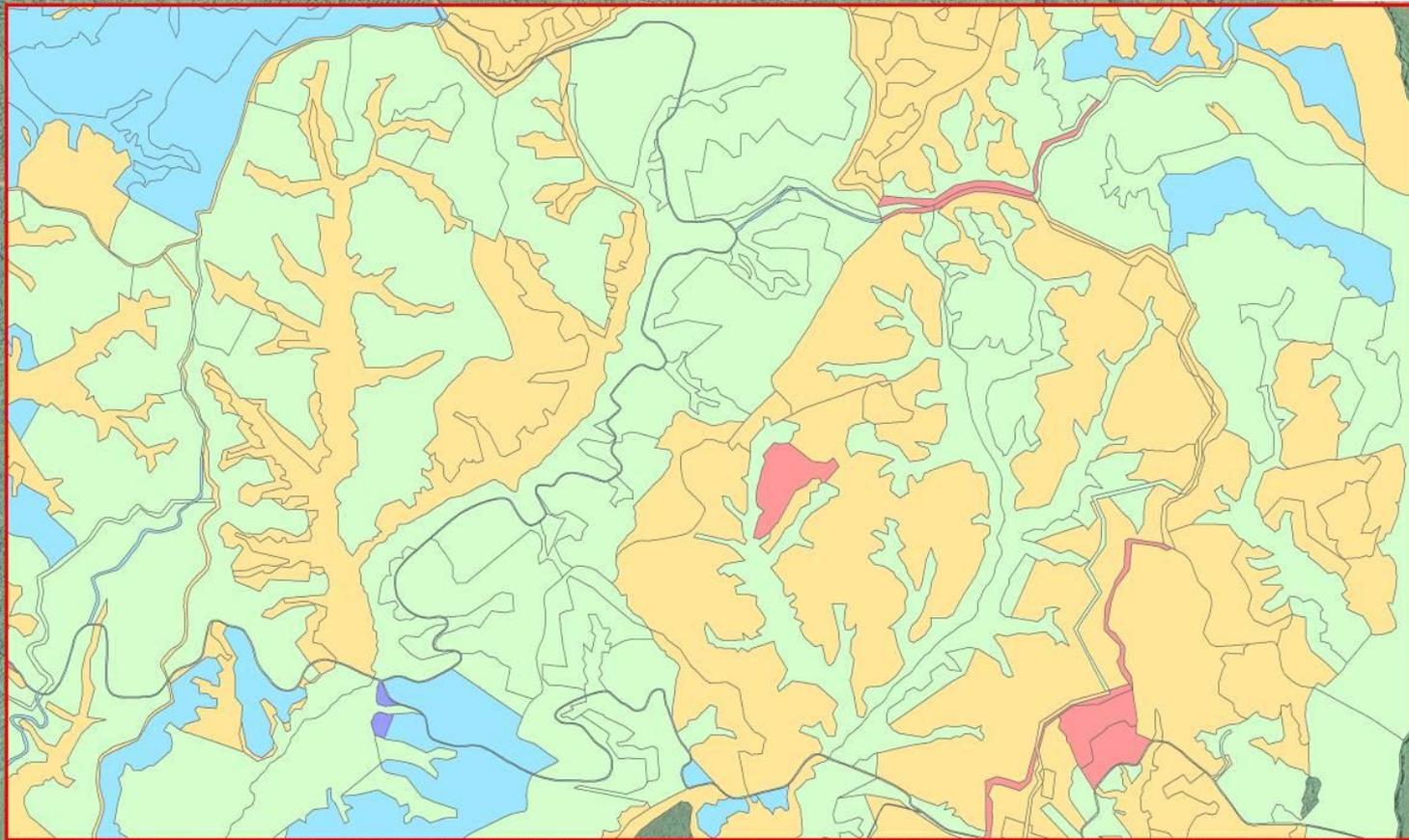
樹冠長率分布図



風雪害の危険度、間伐優先度、長伐期施業適地の把握に有効



樹冠長率 =
樹冠長 ÷ 樹高



凡例

 業務対象範囲

樹冠長率(%)

 19.0 - 30.0

 30.1 - 35.0

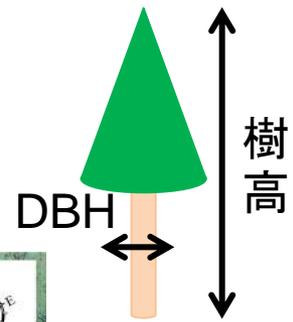
 35.1 - 40.0

 40.1 - 45.0

 45.1 - 53.3



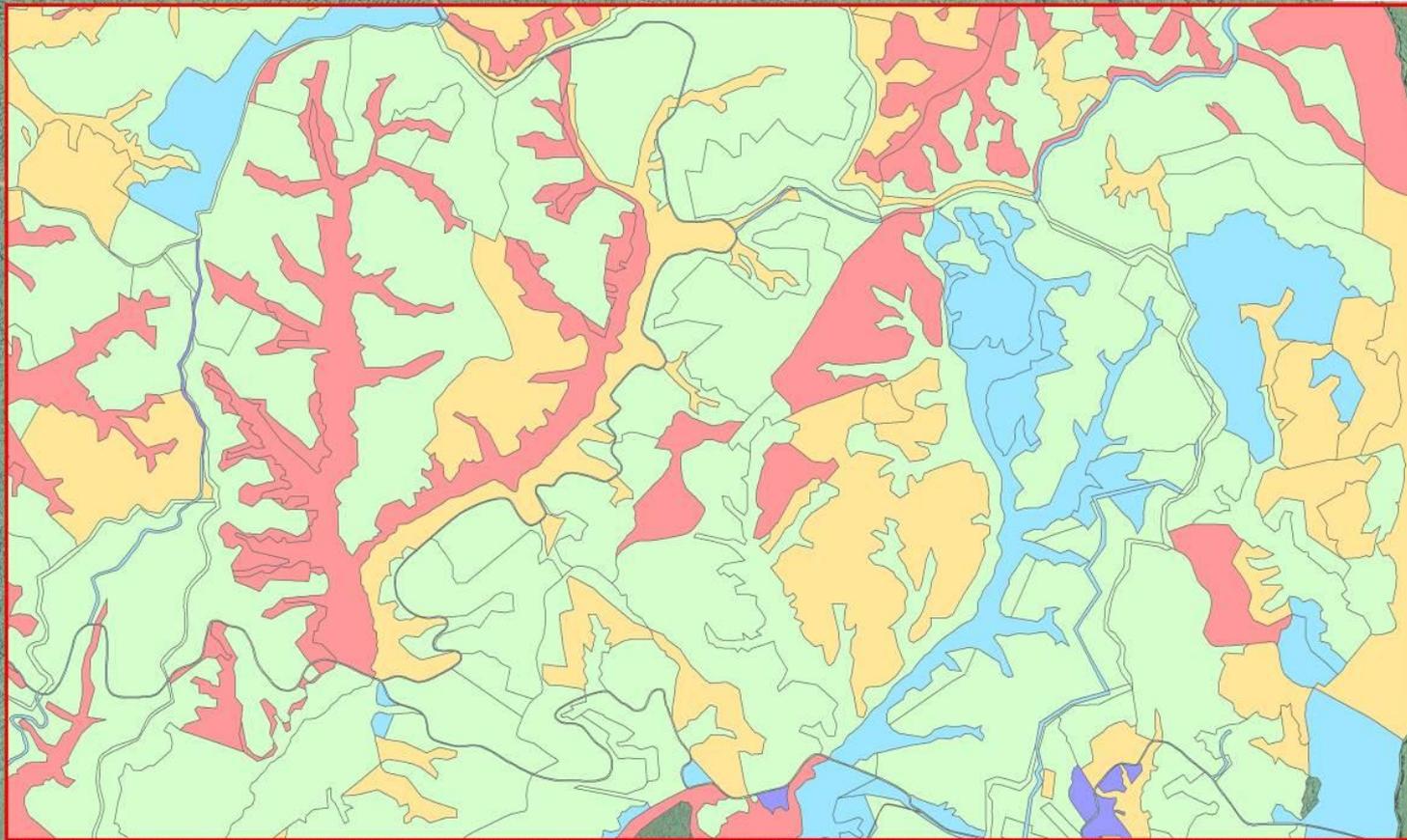
形状比分布図



風雪害の危険度、間伐優先度の把握に有効



形状比 =
樹高 ÷ DBH



凡例

 業務対象範囲

形状比

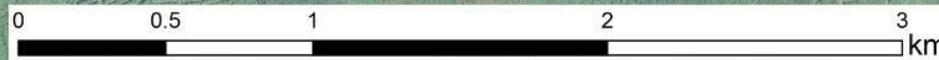
 51.0 - 65.0

 65.1 - 70.0

 70.1 - 75.0

 75.1 - 80.0

 80.1 - 97.2



GISの属性データ

小班ID	林小班名称	第1樹種	第1AREA	第1AREA%	第2樹種	第2AREA	第2AREA%	第3樹種	第3AREA	第3AREA%	樹木本数	立
00100017000000020200100	202_林班_い	カラマツ林	7.44	87.00	天然林(広葉樹林)	0.79	9.00	その他(道路・裸地)	0.20	2.00	2754.00	
00100017000000020200101	202_林班_い1	カラマツ林	23.58	87.00	その他(道路・裸地)	1.41	5.00	天然林(広葉樹林)	1.36	5.00	8484.00	
00100017000000020200102	202_林班_い2	外来のマツ	4.54	71.00	天然林(広葉樹林)	1.05	16.00	カラマツ林	0.66	10.00	296.00	
00100017000000020200103	202_林班_い3	その他(道路・裸地)	0.12	50.00	カラマツ林	0.11	44.00	天然林(広葉樹林)	0.02	6.00	31.00	
00100017000000020200104	202_林班_い4	カラマツ林	3.81	79.00	天然林(広葉樹林)	0.55	11.00	エゾマツ・トドマツ林	0.27	6.00	1397.00	
00100017000000020200204	202_林班_ろ4	カラマツ林	2.21	75.00	天然林(広葉樹林)	0.60	20.00	エゾマツ・トドマツ林	0.09	3.00	1093.00	
00100017000000020200207	202_林班_ろ7	カラマツ林	5.22	83.00	天然林(広葉樹林)	1.05	17.00	その他(道路・裸地)	0.05	1.00	2017.00	
00100017000000020200209	202_林班_ろ9	天然林(広葉樹林)	1.78	50.00	カラマツ林	1.29	36.00	エゾマツ・トドマツ林	0.30	8.00	386.00	
00100017000000020200210	202_林班_ろ10	カラマツ林	1.97	56.00	天然林(広葉樹林)	1.51	43.00	エゾマツ・トドマツ林	0.04	1.00	951.00	
00100017000000020200400	202_林班_に	カラマツ林	0.53	79.00	天然林(広葉樹林)	0.09	14.00	その他(道路・裸地)	0.05	7.00	219.00	

立木密度	RY	SR	平均樹高	樹冠長	樹冠長率	合計DBH	平均DBH	形状比	総材積	材積HA	樹冠疎密度	カラマツAREA	計伐材積_03	計出材_08	ha伐材積	ha出材
370.50	0.49	25.00	20.80	8.00	38.50	77662.80	28.20	73.80	1911.12	257.14	91.96	7.43	544.36	435.49	73.24	58.59
359.80	0.40	29.10	18.10	6.10	33.80	212900.10	25.10	72.30	4049.78	171.76	92.65	23.58	1153.54	922.83	48.92	39.14
446.40	0.52	24.00	19.70	6.80	34.30	7653.00	25.90	76.30	164.58	248.22	98.33	0.66	46.88	37.50	70.70	56.56
294.10	0.36	31.30	18.60	6.50	34.90	781.20	25.20	73.80	15.07	143.00	84.90	0.11	4.29	3.43	40.73	32.58
367.00	0.42	28.20	18.50	6.40	34.70	36231.30	25.90	71.40	728.23	191.33	94.92	3.81	207.43	165.94	54.50	43.60
493.70	0.51	24.70	18.20	5.40	29.70	25588.20	23.40	77.70	460.39	207.97	99.02	2.21	131.14	104.91	59.24	47.39
386.10	0.43	28.10	18.10	6.30	34.60	51441.00	25.50	71.00	1014.03	194.09	92.98	5.22	288.84	231.07	55.28	44.23
298.40	0.35	32.30	17.90	6.90	38.50	11150.80	28.90	62.00	231.90	179.28	97.63	1.29	66.05	52.84	51.07	40.85
482.10	0.46	26.90	16.90	5.00	29.30	22054.40	23.20	72.90	364.97	185.02	99.44	1.97	103.96	83.17	52.70	42.16
412.90	0.47	26.20	18.80	6.20	33.00	5611.80	25.60	73.20	116.18	219.06	96.79	0.53	33.09	26.47	62.40	49.92

航空レーザ解析のまとめ

- 調査範囲(約1,500ha)にカラマツが約32万本分布している。
- 2cm以下の誤差で胸高直径を推定する手法を開発した。
- 高い精度で空から毎木調査できることを証明
- 材積式を用いた32万本の合計材積は196,149m³であった。
- 地盤情報、森林資源情報をGIS情報に変換
- 従来の調査よりも低コスト化を実現

優位性と課題

◎優位性

- 多様な情報の収集、多面的な森林評価
- 入山困難箇所でも情報取得可能
- 大面積の森林情報の面的把握が可能
- 従来の手法に比べ、省力化・精度向上、低コスト化
- 解析データ、地理・地形情報等を統合し、GISで一元管理

○課題

- 天然林では、樹種判読の解析の精緻化が必要

調査結果の活用

航空レーザ計測の技術を用いて、

- ・ 地盤情報の活用による治山・林道計画支援
 - ・ 要施業林分の特定など、個別事業計画の策定支援
 - ・ 森林のゾーニング等、森林の取扱いの検討
 - ・ 各種現場業務の発注における地上調査の代替
 - ・ 森林調査簿等の基礎データの整備
 - ・ 任意の条件設定による該当林分の抽出
 - ・ アクセス困難な難地形の箇所状況把握
- ・・・等、各種業務への応用が期待できる。

今後の方向性

必要なデータを
いつでも入手



新時代の主役に!



各種ニーズに
即応!

○ データを管理・利用・更新するサイクルの構築が重要
(国が主体となって計画的・継続的に計測し情報を蓄積)
(※空中写真は、5年に1度更新・・・鮮度が大事)



○ 各種業務に直接活用でき、
今後の北海道林業において優位性を遺憾なく発揮



○ 民有林・国有林共通で利用できるデータソースとして、
森林調査の主役となり得る

今年度は、計測したデータと、実際の出材量との比較から
資源調査としての信頼性などを検証する予定

Fin...



北海道森林管理局