

5. コントロール調査結果の分析

これまでのコントロール調査（再測）結果から、樹高の計測誤差及びプロット大円外周部及びプロット内部の立木本数の計測誤差が材積計算に影響を及ぼしていること、受託団体や計測者毎に誤差の傾向があること等が明らかとなった²⁶。

この結果を受けて、調査マニュアルを改良するなど、PDCA サイクル（Check＝コントロール調査、Action＝マニュアルの改良などの対策）として継続的に実施することが重要である。

なお、コントロールチームの再測結果で本体調査事業の調査結果を書き換えることは、恣意的な修正により誤差の傾向も含めたデータ品質の客観性を損なう恐れがあるため実施しない。

5.1. 分析項目と分析方法

再測結果について、定量的調査項目（立木本数、胸高直径、樹高、及び材積）と、定性的調査項目（林分分割、地形概況、林分発達段階等）に分けて分析した。分析項目の区分を表 5.1.1 に示す。

表 5.1.1 分析項目

項目		分析内容
定量的調査項目	<ul style="list-style-type: none"> ● プロット面積 	➤ 誤差
	<ul style="list-style-type: none"> ● 立木本数 ● 胸高直径 ● 樹高 ● 材積 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 誤差 ➤ 誤差率
定性的調査項目	<ul style="list-style-type: none"> ● 円周杭あり ● 林分分割 ● 斜面方位 ● 斜面傾斜 ● 局所地形 ● 優占樹種 ● 更新方法 ● 発達段階 ● 植被率（高木・亜高木） ● 施業形跡 ● 病虫害 ● 気象害 ● 動物情報 ● 林床被覆率 ● 巨礫・岩率 ● 土壌侵食痕 ● 植被率（低木・草本） ● 優占種（低木・草本） 	➤ 判断の一致率

²⁶ 森林生態系多様性基礎調査における精度検証調査（第4期）報告書（平成28年度）。林野庁，平成29年3月

5.1.1. 定量的調査項目の分析方法

定量的調査項目の分析は、以下のように行った。

【プロット面積】

プロット面積が過少であったり過大であったりすると、立木本数誤差に影響を及ぼす可能性がある。そこで、プロットの面積の誤差を受託団体毎に分析した。

「プロット面積の誤差」は、受託団体が設定したプロットの水平投影面積から0.1ha（調査設計で定められたプロットの水平投影面積）を差し引いた値と定義した。

【立木本数／胸高直径／樹高】

立木本数、胸高直径、樹高の計測の「誤差」と「誤差率」を受託団体毎、計測者毎に分析を行った。

「誤差」は、受託団体の計測値からコントロールチームの計測値を差し引いた値と定義した。

「誤差」は、立木のサイズによって、精度を考える上での意味が異なってくる。例えば、樹高 5m と樹高 20m の立木では、同じ樹高誤差 1m でも計測精度に与える影響度が異なる。そこで、「誤差」を相対的に評価するため、「誤差率」を誤差の絶対値÷コントロールチーム計測値と定義した。

過年度の報告において²⁷、小径木ほど直径誤差率が大きくなりやすい傾向が認められた。そこで今年度のコントロール調査結果の分析では、これまでの分析に加えて、再測した立木を直径 1 - 5cm、5 - 18cm、18cm 以上に区分した場合の、各直径階の直径誤差と誤差率について分析した。同様に、樹高についても、直径階毎に誤差と誤差率の分析を行った。

なお、立木調査結果の一連の分析においては、明らかに受託団体の誤記と思われるデータは除外し、純粹に計測によって生じた誤差に分析の対象を絞っている。

【材積】

受託団体のデータとコントロールチームのデータを用いて林分材積を推定し、材積誤差・誤差率の分析を行った。第4期の精度検証調査の報告では²⁸、立木本数誤差が材積誤差に影響する可能性が示唆された。そこで、プロット全体の立木本数が把握されている詳細調査プロットのデータを対象に、受託団体、コントロールチームの立木調査本数と、共通の直径と樹高の計測値（コントロールチーム計測値を採用）を用い、それぞれの材積を推定し比較することにより、立木の過剰・見落しによる材積推定への影響を分析した。

²⁷ 森林生態系多様性基礎調査における精度検証調査（第4期）報告書（平成30年度）。林野庁，平成31年3月

²⁸ 森林生態系多様性基礎調査における精度検証調査（第4期）報告書（平成28年度）。林野庁，平成29年3月

材積の算出は、「森林資源調査データ解析（第4期）報告書（平成28年度）」のp72で示されている計算手法によって行った（表5.1.2）。

表 5.1.2 材積の計算手法

項目	計算方法
樹高未計測木の樹高推定	ネスルンド式により推定 $H = 1.2 + \{D / (a + b \times D)\} \cdots (1)$ (H：樹高、D：胸高直径、a及びb：パラメーター) 胸高直径と樹高の実測データから、最小二乗法により(1)のパラメーターを求めた。
材積の計算	「立木幹材積表」（林野庁計画課編、1970）に記載されている材積式から、樹種及び地域により、適用する材積式を選択。該当しないものは近いと考えられる樹種にまとめた。タケについては、材積集計から除外。
haあたり材積への換算	胸高直径1cm以上～5cm未満：小円内 胸高直径5cm以上～18cm未満：中円内 胸高直径18cm以上：大円内 でそれぞれ計算。 この点を考慮してhaあたり材積に換算。 林分分割されている場合で、プロットに非森林が含まれる場合、林分占有率を計算の考慮に入れる。

5.1.2. 定性的調査項目の分析方法

コントロール調査（再測）における定性的調査項目の確認では、以下に示したような点に着目して、判断の一致／不一致を判定した。

【プロットの設定】

円周杭の有無

【林分分割／見取り図】

林分分割の判断／林分分割線の位置／プロット内の地物の記入

【地形概況】

局所地形の判断／斜面方位の判断／斜面傾斜

【林分構成】

優占樹種の判断／更新方法の判断／林分発達段階の判断／高木層・亜高木層の植被率／施業痕跡

【プロットに関する特記事項】

病虫害の判断／動物情報の判断

【土壌侵食・下層植生調査】

林床被覆率／巨礫・岩率／土壌侵食痕／植被率（低木・草本）／優占種（低木・草本）

※「土壌侵食痕」については調査前の気象条件によって、「優占種（低木・草本）」については受託団体の調査とコントロール調査の時期によって、結果に違いが出る可能性がある。

これらの定性的調査項目について、受託団体チームの判定とコントロールチームの判定が一致しているか否かを評価した。「一致率」を受託団体毎に「再測したプロット数」に対する「判定が一致したプロット数」の割合と定義して、受託団体毎・調査項目毎に算出した。

5.2. 定量的調査項目の分析結果

実測したデータを根拠として林分材積等の森林資源量を推定することは、多様性基礎調査の大きな目的の一つである。材積推定の精度を担保するには、立木本数、胸高直径、樹高といった林分材積推定に関連する因子（＝定量的調査項目）の精度が確保されていなければならない。

この項では、今年度のコントロール調査（再測）結果のうち定量的調査項目の分析結果から計測の精度・品質を示す。なお、計測誤差は必ず発生するものであり、コントロールチームの計測結果にも誤差が含まれているため、2チームの計測結果が「完全に一致」することはありえない。受託団体チームの調査結果とコントロールチームの調査結果が「一致しない」ことは、必ずしも受託団体チームの調査結果が「誤っている」ことを意味しないということに留意しなくてはならない。

5.2.1. プロットの面積

各受託団体が設定したプロットの花積の誤差を表 5.2.1 に示す。また、プロットの花積の誤差の代表値と分布を箱ひげ図として図 5.2.1 に示す。

箱ひげ図は、黒の横棒が中央値（第 2 四分位数）、箱の上下が第 3 および第 1 四分位数、“ひげ”の上下が最大値と最小値、丸印が外れ値を示している（四分位範囲の 1.5 倍を超えた値が外れ値として表示されている）。

受託団体が設定したプロットの花積は、平均 0.096ha で、0.1ha より小さくなっていることが多かった。個別にみると受託団体 C は、ほぼ 0.1ha に近い設定となっており、サイズのばらつきも小さかった。受託団体 H は、サイズのばらつきは小さいが、いずれも 0.1ha より小さく設定されていた。

プロットサイズのばらつきでみると、最も大きかったのは受託団体 F 及び K であった。

面積が最も過小となっていたのは、受託団体 D のプロットで、面積 0.081ha（誤差：-0.019ha）、面積が最も過大となっていたのは、受託団体 K のプロットで、面積 0.110ha（誤差：+0.010ha）であった。

なおプロットサイズの誤差が 0.01ha を超えた場合、小円の花積に相当する誤差となり、立木本数に大きな影響が出る可能性がある。

表 5.2.1 受託団体毎のプロット面積

受託団体	プロット数	プロット面積 (ha) ²⁹			
		最小 (誤差 ³⁰)	最大 (誤差)	平均 (誤差)	標本標準偏差
A	8	0.084 (-0.016)	0.100 (0.000)	0.092 (-0.008)	0.005
B	7	0.090 (-0.010)	0.101 (0.001)	0.097 (-0.003)	0.004
C	7	0.091 (-0.009)	0.104 (0.004)	0.100 (0.000)	0.004
D	7	0.081 (-0.019)	0.099 (-0.001)	0.094 (-0.006)	0.006
E	7	0.084 (-0.016)	0.104 (0.004)	0.094 (-0.006)	0.006
F	8	0.086 (-0.014)	0.109 (0.009)	0.096 (-0.004)	0.007
G	8	0.091 (-0.009)	0.102 (0.002)	0.095 (-0.005)	0.004
H	9	0.091 (-0.009)	0.098 (-0.002)	0.094 (-0.006)	0.002
I	9	0.082 (-0.018)	0.102 (0.002)	0.094 (-0.006)	0.006
J	9	0.088 (-0.012)	0.102 (0.002)	0.097 (-0.003)	0.005
K	8	0.089 (-0.011)	0.110 (0.010)	0.098 (-0.002)	0.007
L	8	0.094 (-0.006)	0.103 (0.003)	0.099 (-0.001)	0.004
全体	95	0.081 (-0.019)	0.110 (0.010)	0.096 (-0.004)	0.005

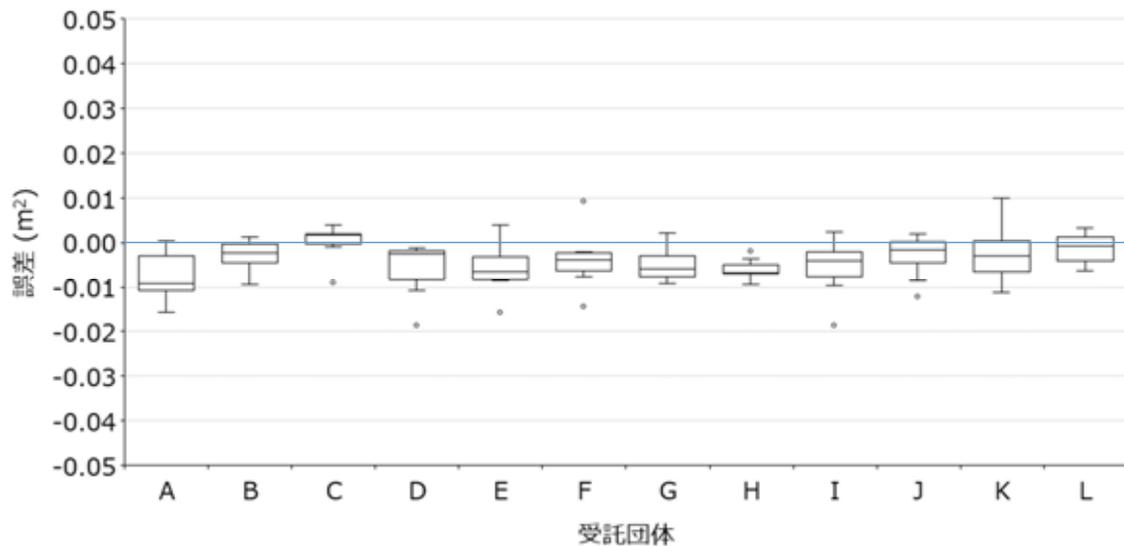


図 5.2.1 受託団体ごとのプロット面積誤差の箱ひげ図

5.2.2. 立木本数

(1) 大円外周部の見落木、過剰木

本来計測すべき立木を計測していないのが見落木、逆に本来プロット外とすべき立木または同じ立木を重複して計測してしまうのが過剰木である。これら不適切な作業は、大円外周部における調査対象範囲の錯誤によって発生することが多い（図 5.2.2）。大円部では胸高直径 18cm 以上の立木が計測対象であるため、外周部における立木の見落としや過剰はプロットの材積推定に大きく影響する。

再測では大円外周部の立木と中心杭間の斜距離を計測し、見落木と過剰木の有無を記録した。

²⁹ プロット面積：受託団体が設定したプロットの水平投影面積

³⁰ プロット面積の誤差 = 受託団体が設定したプロットの水平投影面積 - 0.1

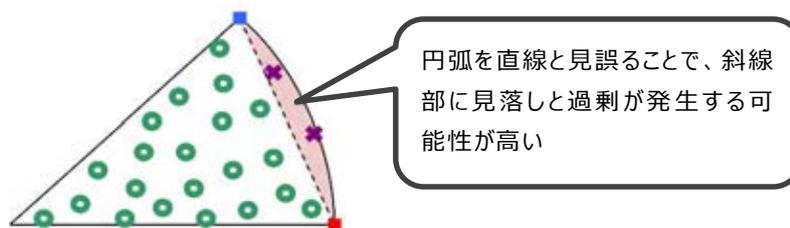


図 5.2.2 大円外周部における見落とし・過剰要因の模式図

表 5.2.2 に、大円外周部における胸高直径 18cm 以上の見落木と過剰木の本数と、見落とし・過剰の割合を示した。過剰木総数は 18 本（平均 0.19 本/プロット）、見落木総数は 61 本（平均 0.64 本/プロット）であった。昨年度の過剰木は 0.17 本/プロット、見落木は 0.65 本/プロットであり、今年度の立木本数誤差は昨年度からほぼ変化なかった。

過剰木は、受託団体 H が最も多く 7 本、次いで受託団体 G が 6 本であった。

見落木は、受託団体 J が最も多く 14 本、次いで受託団体 E が 10 本であった。

過剰木と見落木をトータルで見た立木本数誤差は、受託団体 J が最も多く 14 本、次いで受託団体 E と H の 12 本であった。なお、受託団体 J の立木本数誤差は、見落しのみによって生じたものであった。

表 5.2.2 大円外周部の見落とし・過剰による直径 18cm 以上の立木の本数誤差

受託団体	プロット数	受託団体立木本数	過剰木	見落木	立木本数誤差 ³¹	確定立木本数 ³²	立木本数誤差率 ³³
			合計本数	合計本数	合計本数 (プロット平均)		
A	8	343	0	5	5 (0.63)	348	1.44
B	7	208	0	2	2 (0.29)	210	0.95
C	7	297	0	1	1 (0.14)	298	0.34
D	7	289	0	6	6 (0.86)	295	2.03
E	7	419	2	10	12 (1.71)	427	2.81
F	8	432	3	0	3 (0.38)	429	0.70
G	8	478	6	3	9 (1.13)	475	1.89
H	9	438	7	5	12 (1.33)	436	2.75
I	9	580	0	5	5 (0.56)	585	0.85
J	9	495	0	14	14 (1.56)	509	2.75
K	8	433	0	2	2 (0.25)	435	0.46
L	8	534	0	8	8 (1)	542	1.48
全体	95	4946	18	61	79 (0.83)	4989	1.58

(2) 詳細調査における見落木、過剰木

詳細調査プロットでは、小・中・大円の計測対象の立木を全て再測するため、必須項目調査プロットでは確認できない、大円外周部を除くのプロット内部（以下、「プロット内部」という）の過剰木・見落木を把握することが出来る。

³¹ 立木本数誤差 = 過剰木本数 + 見落木本数

³² 確定立木本数 = 受託団体立木本数 - 過剰木本数 + 見落木本数

³³ 立木本数誤差率 = 立木本数誤差 ÷ 確定立木本数 × 100

表 5.2.3 に、詳細調査プロットにおける立木本数誤差を示す。プロット内部の見落木については、直径 5cm 未満、5～18cm、18cm の 3 つの直径階 に分けて示している。また、表 5.2.4 に、立木本数誤差を直径階ごとに集約して示す。

プロット内部の立木見落しは、直径 1～5cm の立木で頻発しており（プロット E2 の 9 本、L2 の 6 本など）、全体では 32 本発生していた。直径 5～18cm の立木の見落しは、直径 5cm 未満の立木よりも少なく、全体で 24 本で、多くのプロットで発生頻度が低い。プロットによっては多発していた（プロット B1 の 8 本、E2 の 4 本等）。

プロット内部の直径 18cm 以上の立木の見落しは、8 つのプロットで確認された。それらは、プロットあたり 1 本発生する程度であるが、プロット B1 では 3 本発生していた。

なお、プロット内部の過剰木は、直径 18cm 以上のものが 1 本のみであり、プロット内部の誤差のほとんどが見落木であった。

表 5.2.3 詳細調査プロットにおける立木本数誤差

受託 団体	受託団体 確認本数	大円外周部		プロット内部（大円外周部を除く）				立木 本数 誤差	確定立木 本数	立木本数 誤差率
		過剰木 本数	見落木 本数	見落木本数			過剰木 本数			
				直径 1-5cm	直径 5-18cm	直径 18cm-				
A1	102	0	2	0	1	0	0	3	105	2.9
A2	46	0	0	0	0	0	0	0	46	0.0
B1	101	0	0	0	8	3	0	11	112	9.8
B2	43	0	0	0	2	1	0	3	46	6.5
C1	47	0	0	0	0	0	0	0	47	0.0
C2	57	0	0	0	1	0	0	1	58	1.7
D1	64	0	0	4	1	1	0	6	70	8.6
D2	79	0	1	1	0	0	0	2	81	2.5
E1	141	0	4	0	0	0	0	4	145	2.8
E2	207	0	1	9	4	1	0	15	222	6.8
F1	75	0	0	2	2	0	0	4	79	5.1
F2	120	0	0	2	0	0	0	2	122	1.6
G1	65	0	0	2	1	1	0	4	69	5.8
G2	98	0	0	0	0	0	0	0	98	0.0
H1	108	2	0	4	0	0	0	6	112	5.4
H2	43	0	1	0	0	0	0	1	44	2.3
I1	77	0	0	0	0	0	0	0	77	0.0
I2	110	0	0	0	1	0	0	1	111	0.9
J1	181	0	1	1	1	0	0	3	184	1.6
J2	93	0	3	0	1	1	0	5	98	5.1
K1	115	0	0	0	0	0	0	0	115	0.0
K2	121	0	0	0	1	0	0	1	122	0.8
L1	111	0	3	1	0	1	1	6	116	5.2
L2	169	0	0	6	0	1	0	7	176	4.0
全体	2373	2	16	32	24	10	1	85	2452	3.5

表 5.2.4 詳細調査プロットにおける立木本数誤差

調査区分	詳細調査プロット数	受託団体立木本数	大円外周部		プロット内部		確定本数	本数誤差(プロット平均)	
			過剰木本数	見落木本数	過剰木本数	見落木本数			
直径	1-5 cm	24	441	-	-	-	32	473	32 (1.3)
	5-18 cm		417	-	-	-	24	441	24 (1)
	18 cm-		1515	2	16	1	10	1538	29 (1.2)
全体		2373	2	16	1	66	2452	85 (3.5)	

5.2.3. 胸高直径

各受託団体の胸高直径誤差を表 5.2.5 に示す。各受託団体の誤差の平均は、針葉樹で -0.52cm ~ $+0.29\text{cm}$ 、広葉樹では -0.40cm ~ $+0.13\text{cm}$ であった。誤差の平均値をみると、平均値が負の値となっている団体が針葉樹で 5 団体に対し、広葉樹で 8 団体となり、直径計測は針葉樹では過大計測、広葉樹では過小計測となる傾向となった。最大となった誤差の絶対値は、針葉樹で 3.1cm、広葉樹で 10.2cm であった。

針葉樹ではすべての団体が誤差 5cm 以内だったが、広葉樹では誤差が 5cm 以上の団体があった。広葉樹で 5cm 以上の誤差が認められたのは、受託団体 A、D、E、H、L の 5 団体であった。特に受託団体 E は、正・負の両側に 5cm 以上の誤差が見られた。

表 5.2.5 胸高直径誤差³⁴

受託団体	針葉樹 (単位 : cm)					広葉樹 (単位 : cm)				
	再測立木数	- 誤差最大	+ 誤差最大	平均	標準偏差	再測立木数	- 誤差最大	+ 誤差最大	平均	標準偏差
A	137	-1.0	1.9	0.11	0.40	138	-3.0	5.3	0.03	0.67
B	133	-1.0	1.6	0.20	0.31	114	-3.5	4	0.13	0.76
C	139	-1.3	0.1	-0.45	0.26	68	-1.0	0.1	-0.40	0.26
D	75	-2.5	0.0	-0.52	0.37	166	-6.0	1.7	-0.35	0.76
E	257	-0.9	2.9	0.17	0.52	226	-7.6	6.8	0.10	0.87
F	179	-1.3	1.0	0.02	0.26	113	-0.6	0.5	-0.06	0.19
G	175	-1.7	1.1	-0.03	0.24	143	-2.8	4	-0.09	0.51
H	224	-2.4	3.1	0.02	0.45	75	-10.2	0.4	-0.18	1.19
I	312	-1.2	0.9	0.02	0.24	25	-0.3	0.4	-0.02	0.18
J	302	-0.8	1.4	-0.01	0.26	120	-1.0	1.5	-0.04	0.24
K	244	-0.4	1.9	0.29	0.30	117	-1.9	1.6	0.00	0.46
L	251	-2.3	1.0	-0.13	0.37	178	-6.3	6.1	-0.14	0.78
全体	2428	-2.5	3.1	0.01	0.39	1483	-10.2	6.8	-0.07	0.69

図 5.2.3 と図 5.2.4 に受託団体毎の胸高直径誤差の代表値と分布を箱ひげ図で示した。図の横軸の英字は受託団体、括弧内は再測した立木本数を示している。なお、5cm 以上の誤差は、正・負の両側とも、箱ひげ図の枠外となっている。

針葉樹の誤差は、12 受託団体のうち 2 団体（受託団体 C、D）が負の側に偏って分布しており、計測値全体がやや過小計測となっていることが分かる（図 5.2.3）。受託団体 A、B、K は、正の側に偏っており、やや過大計測になっていることが分かる。また、受託団体 E と H は、外れ値が広い範囲に現れており、外れ値を生じさせるような誤った計測が多いことを示している。

³⁴ 直径誤差 = (受託団体チームの直径計測値) - (コントロールチームの直径計測値)

広葉樹でも、受託団体 C、D が負の側に偏り、受託団体 B、E、K が正の側に偏って分布していた（図 5.2.4）。また多くの団体で、広葉樹の直径誤差の外れ値は針葉樹に比べ広い範囲に現れていることが見て取れる（図 5.2.3、図 5.2.4）。

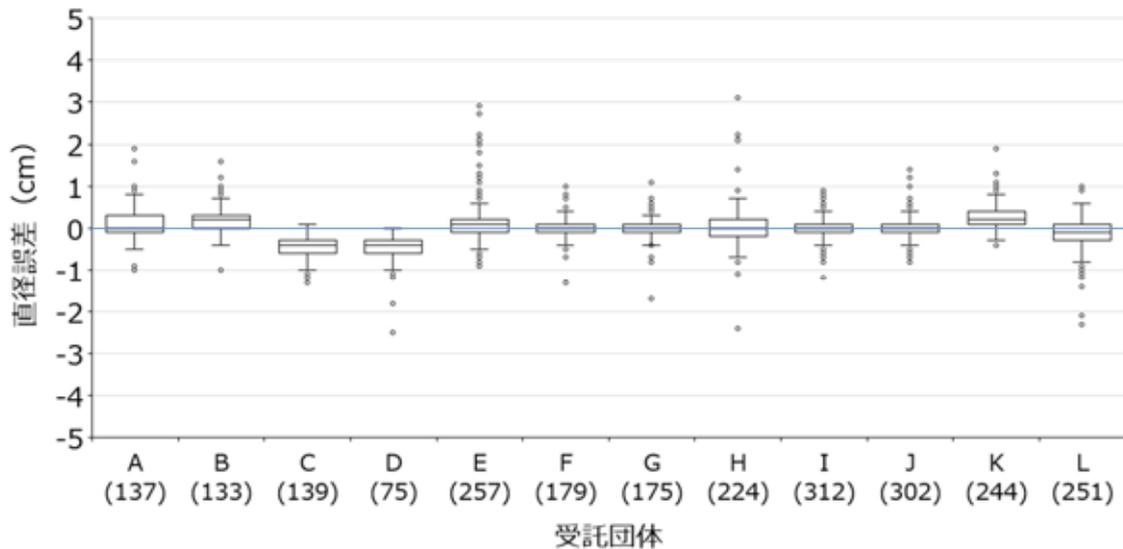


図 5.2.3 受託団体毎の胸高直径誤差の箱ひげ図（針葉樹）

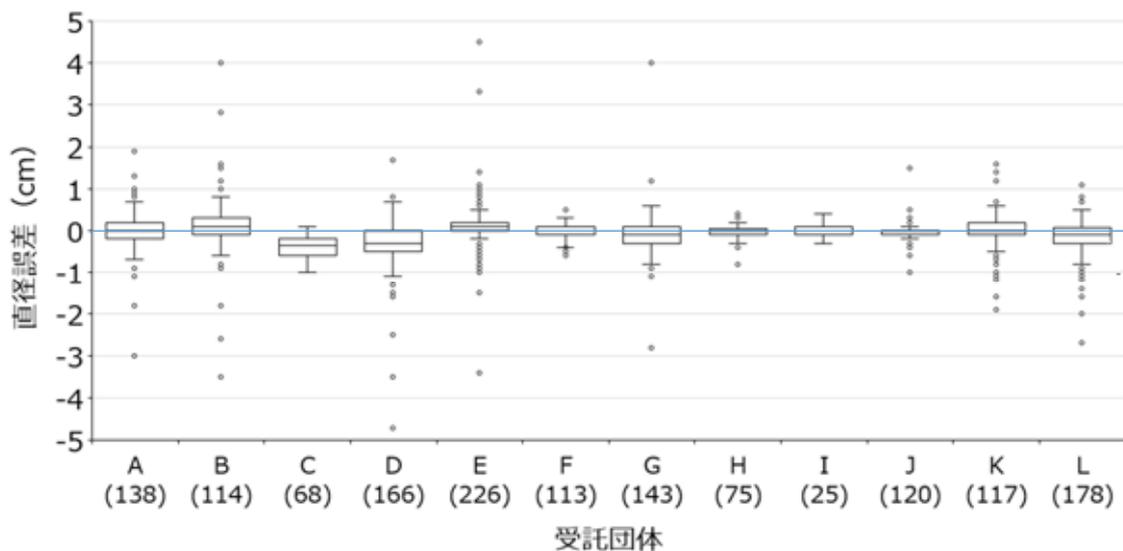


図 5.2.4 受託団体毎の胸高直径誤差の箱ひげ図（広葉樹）

図 5.2.5 に計測者毎の胸高直径誤差の代表値と分布を箱ひげ図で示した。図の縦軸の英字は各計測者が所属する受託団体、数字は計測者を表している。括弧内は再測した立木本数を示している。5cm 以上の誤差は、正・負の両側とも、箱ひげ図の枠外となっている。なお、再測する立木本数には多寡があるため、評価の際には注意を要する。

受託団体 C 及び D の計測者は、針葉樹、広葉樹とも過少気味に計測していた。受託団体 K の計測者は、特に針葉樹で過大気味に計測していた。

受託団体 A の計測者は、4 名いるが、それぞれの誤差の傾向はまちまちであり、計測者 A2 は針・広ともに正側、計測者 A3 は負側に偏った。

受託団体 E の計測者 E4 は、針葉樹で誤差のばらつき（”箱の大きさ”）が大きく、なおかつ、誤差が正の側に偏っていた。また、受託団体 E の広葉樹の計測では、計測者 E1 が正の側、E2 が負の側に誤差が偏っていた。

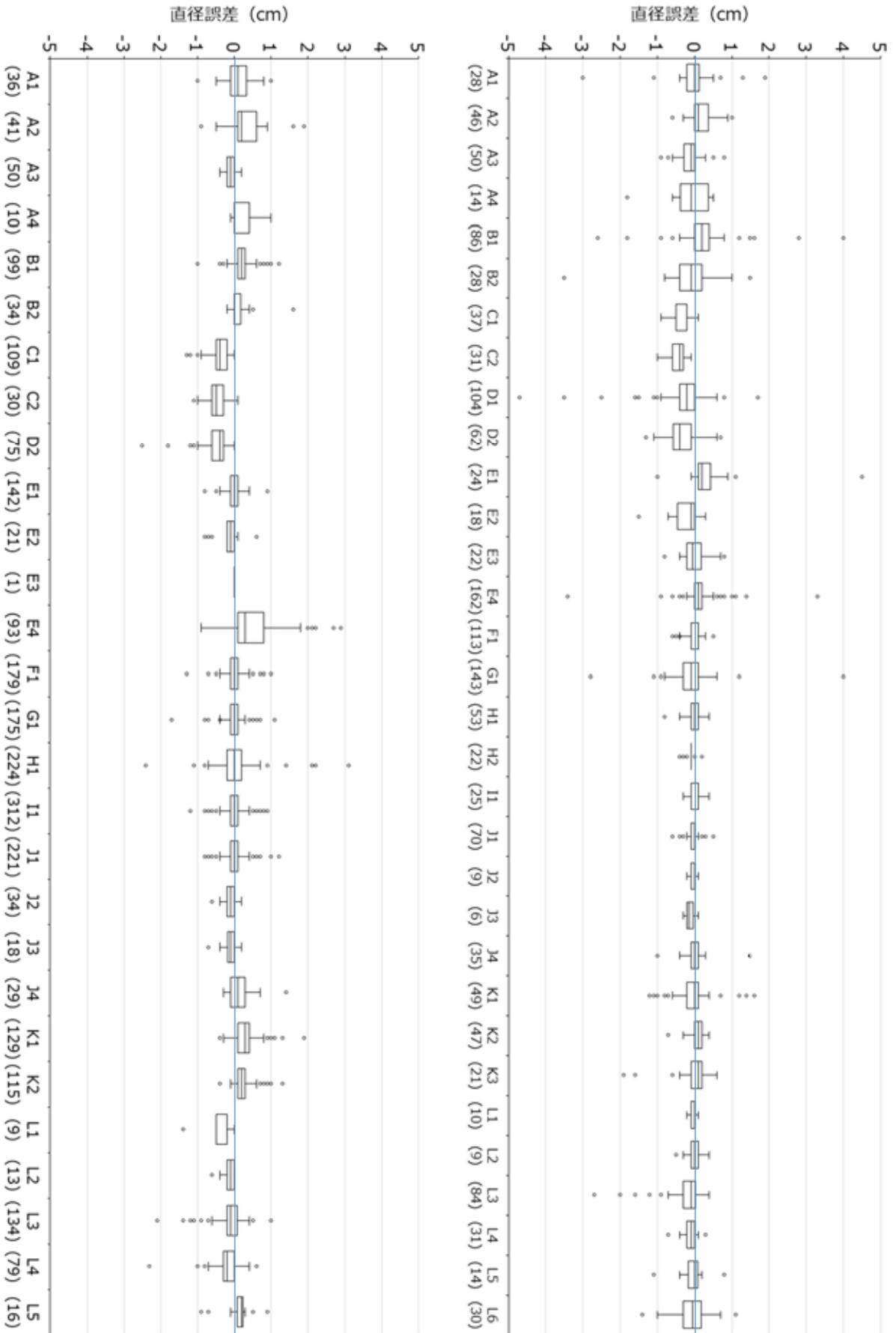


図 5.2.5 計測者毎の胸高直径誤差の箱ひげ図 (左：針葉樹、右：広葉樹)

再測で計測した針葉樹の直径計測値と受託団体の誤差を、団体毎に計測者で色分けて図 5.2.6 と図 5.2.7 に示した。これらの図から団体毎さらには計測者毎に異なる傾向があることが分かる。例えば受託団体 E の計測者 E4 は、E1～E3 に比べて明らかに直径を過大に計測する傾向がある。

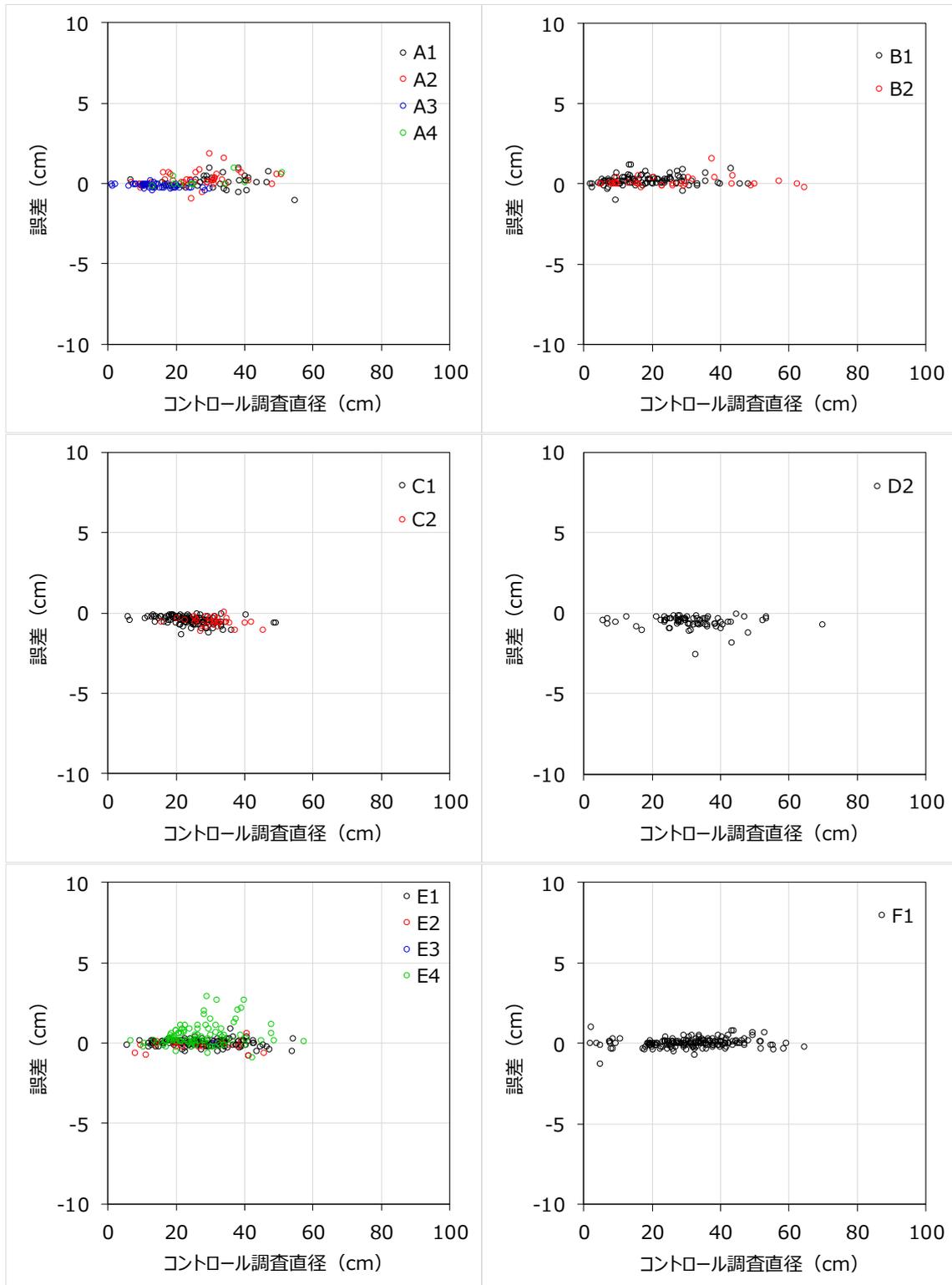


図 5.2.6 受託団体 A～F の再測直径と直径誤差 (針葉樹)

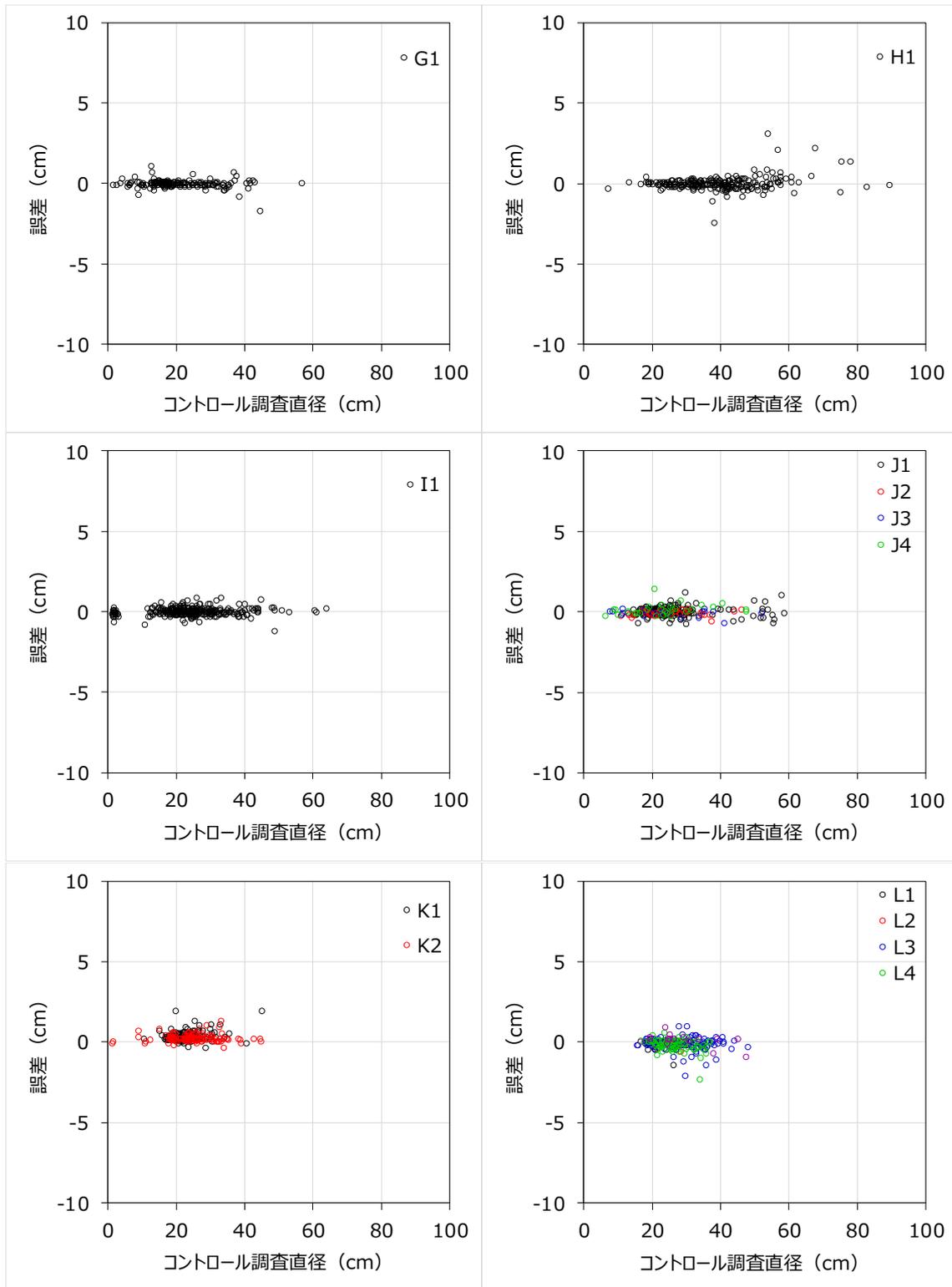


図 5.2.7 受託団体 G~L の再測直径と直径誤差 (針葉樹)

再測で計測した広葉樹の直径計測値と受託団体の誤差を、団体毎に計測者で色分けて図 5.2.8 と図 5.2.9 に示した。これらの図から、広葉樹の直径計測は、どの受託団体においても、針葉樹と比較してばらつきが大きくなる傾向があった。この傾向は、受託団体 B、D、E、L で顕著であった。

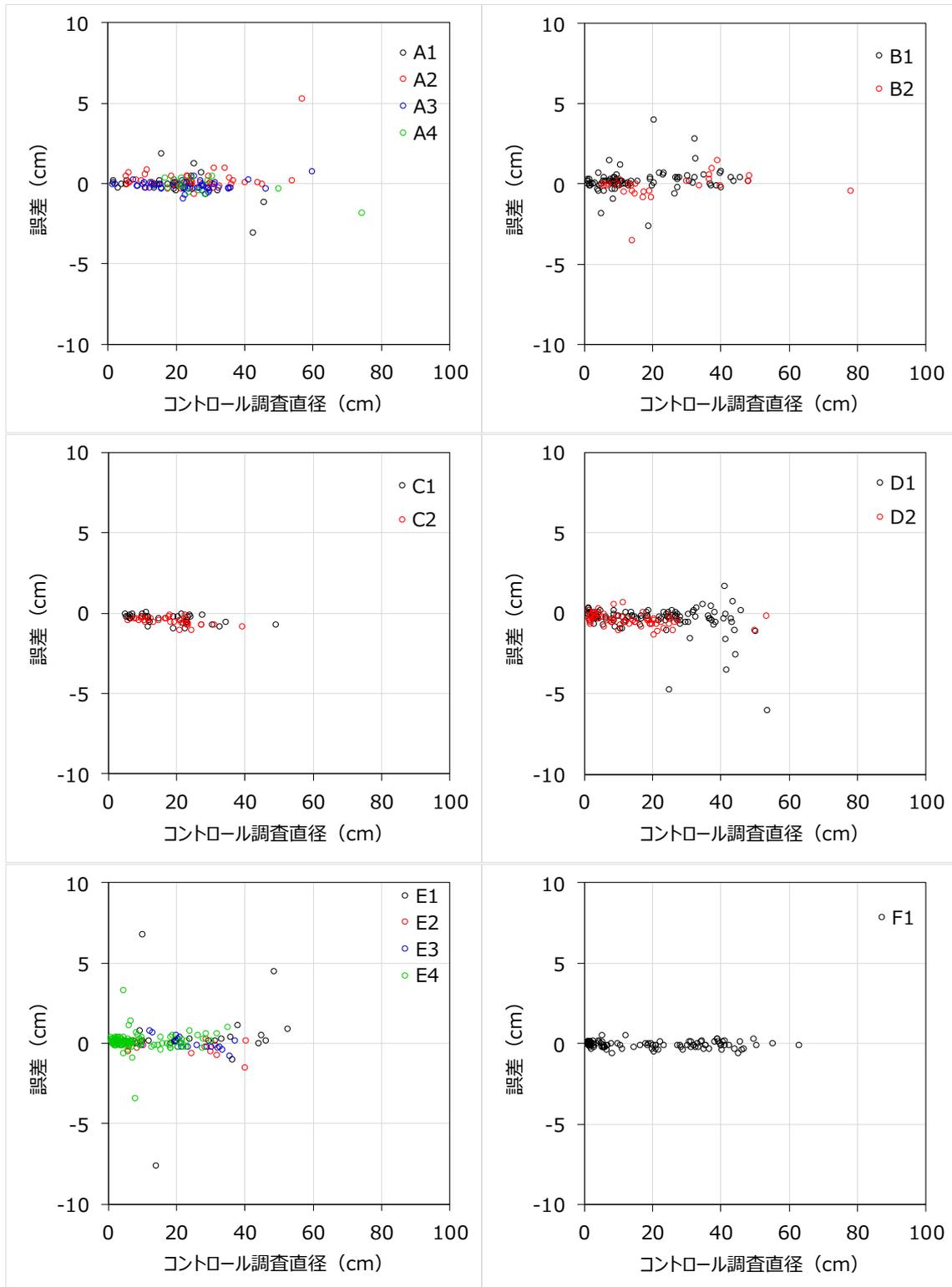


図 5.2.8 受託団体 A~F の再測直径と直径誤差 (広葉樹)

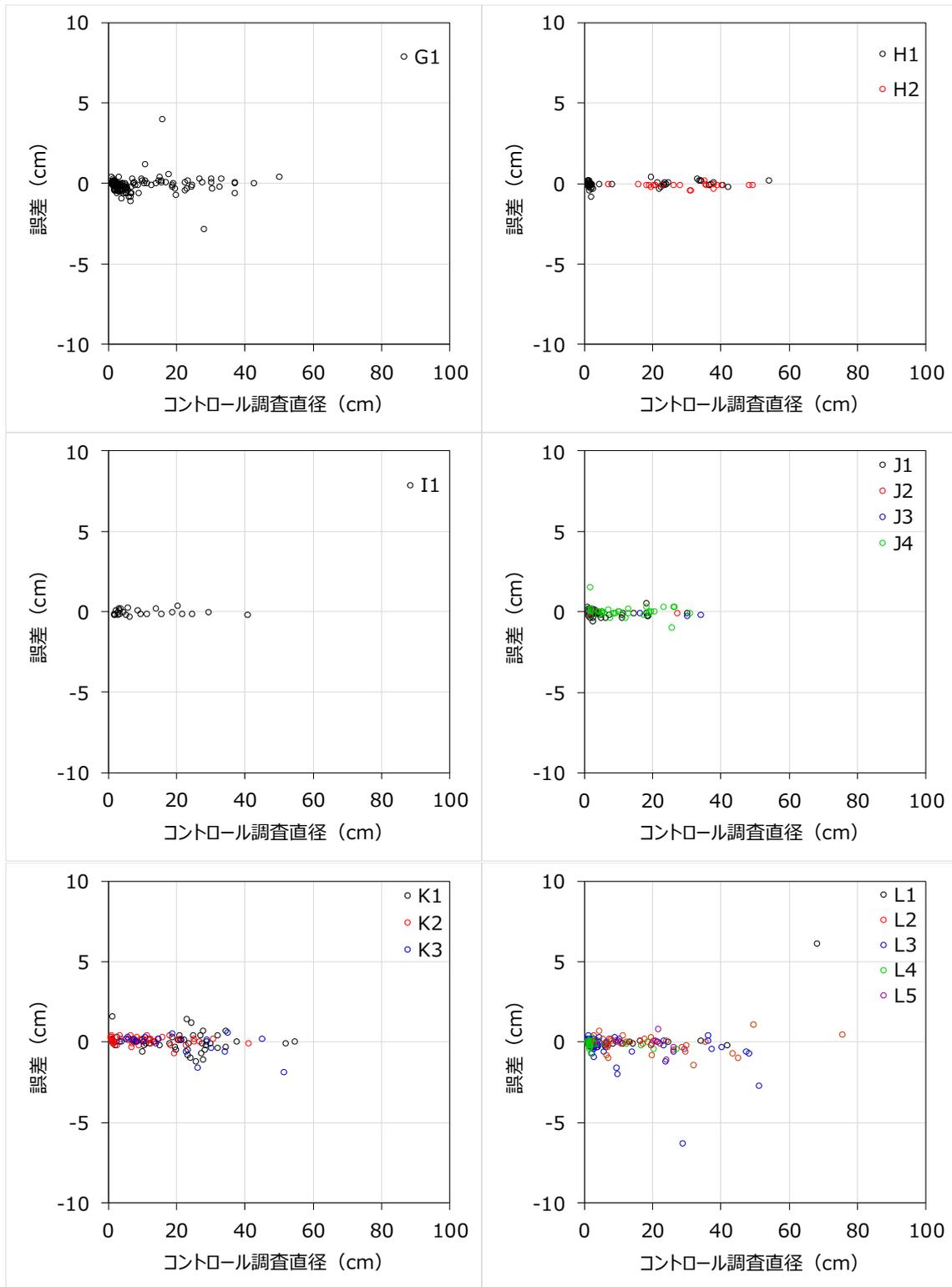


図 5.2.9 受託団体 G~H の再測直径と直径誤差（広葉樹）

誤差を相対的に見るため、「誤差率」を誤差÷コントロールチーム計測値と定義し、受託団体毎にまとめたものが表 5.2.6 である。

針葉樹の直径誤差率は平均 1.11%、広葉樹は平均 4.29%であった。最大誤差率は、針葉樹では 4 団体が 10%を上回り、広葉樹では 9 団体が 10%を上回った。第 5 期においても、広葉樹の直径計測は誤差が大きくなりやすいことが示された。

誤差率の平均が最も大きかった受託団体は、針葉樹では D (1.95%)、広葉樹では G (5.66%) であり、逆に最小だったのは針葉樹で H (0.63%)、広葉樹では A (1.67%) であった。

針葉樹で最大誤差率の計測値が発生したのは受託団体 F (47.62%) であり、広葉樹では K (123.08%) であった。

針葉樹、広葉樹ともに誤差率が最大となった計測値は、いずれも小径木のものであり、針葉樹は 3.1cm (コントロールチーム 2.1cm)、広葉樹は 2.9cm (コントロールチーム 1.3cm) の立木であった。

誤差率が 20%以上の立木は計 61 本あり、うち 50 本が胸高直径 5cm 未満の小径木であった。

表 5.2.6 胸高直径誤差率³⁵

受託団体	針葉樹 (単位：%)				広葉樹 (単位：%)			
	計測立木数	最大誤差率 ³⁶	平均	標準偏差	計測立木数	最大誤差率	平均	標準偏差
A	137	9.09	1.13	1.31	138	14.29	1.67	2.42
B	133	10.99	1.72	1.97	114	37.50	4.15	6.74
C	139	6.25	1.81	1.01	68	6.96	2.49	1.51
D	75	8.96	1.95	1.71	166	37.50	4.60	6.46
E	257	10.07	1.18	1.56	226	73.33	5.25	9.93
F	179	47.62	0.98	4.13	113	14.29	2.48	3.39
G	175	8.66	0.87	1.35	143	40.00	5.66	6.66
H	224	6.30	0.63	0.77	75	42.11	4.20	7.92
I	312	35.29	1.19	2.98	25	11.11	3.15	3.17
J	302	6.83	0.74	0.78	120	83.33	4.84	9.37
K	244	9.60	1.36	1.33	117	123.08	4.54	13.29
L	251	7.07	0.90	1.03	178	36.84	5.30	7.11
全体	2428	47.62	1.11	1.94	1483	123.08	4.29	7.78

図 5.2.10、図 5.2.11 に、針葉樹、広葉樹別に胸高直径誤差率の累積本数割合を示した。横軸は胸高直径の誤差率、縦軸は累積本数割合である。この図から、各受託団体の直径計測の品質が分かる。

針葉樹では、全受託団体において誤差率 10%以内の計測が全計測の 9 割以上であった。すなわち、針葉樹の直径計測の品質は、いずれの受託団体も概ね高いと言える。

一方、広葉樹では、誤差率 10%以内の計測が全計測の 9 割以上だったのは 5 団体であった (受託団体 A、C、F、I、K)。残る団体のうち、5 団体は誤差率 10%以内の計測が全計測の 8~9 割、2 団体 (受託団体 G、L) は誤差率 10%以内の計測が全計測の 8 割以下であった。

³⁵ 直径誤差率 = |直径誤差| ÷ コントロールチームの直径計測値 × 100

³⁶ 最大誤差率：誤差率の絶対値の最大

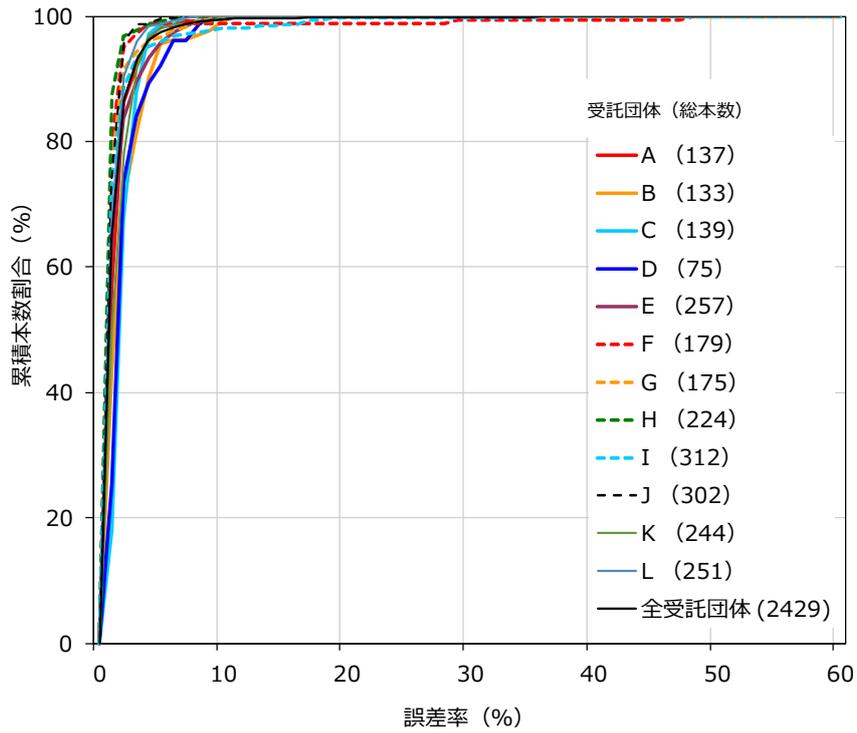


図 5.2.10 胸高直径誤差率の累積本数割合 (針葉樹)

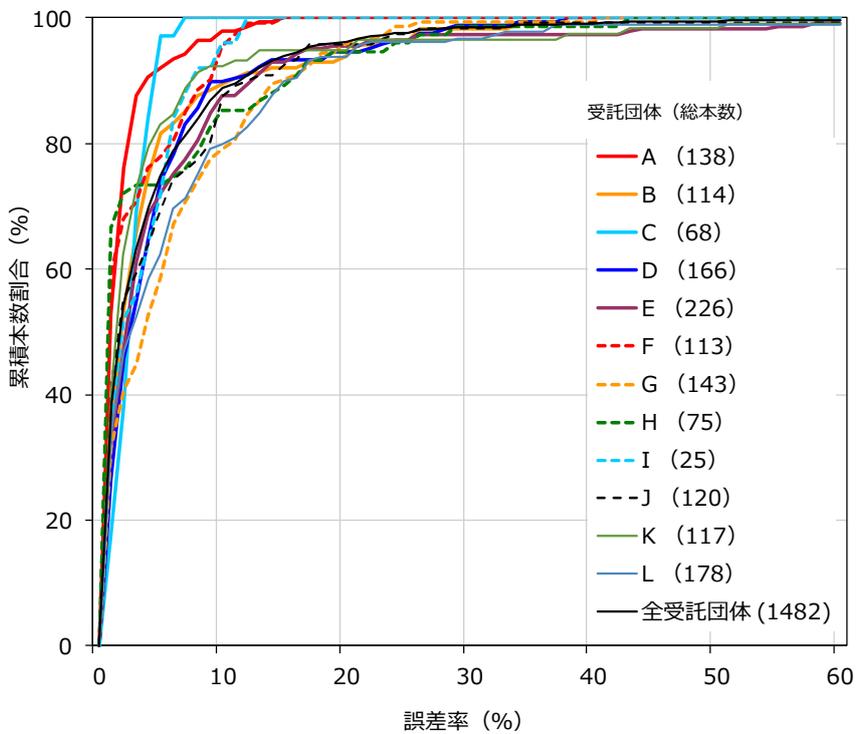


図 5.2.11 胸高直径誤差率の累積本数割合 (広葉樹)

今年度の分析では、再測した立木を直径毎に 1～5cm、5～18cm、18cm 以上の 3 つの直径階に区分し、直径階毎にそれぞれ、胸高直径の計測誤差・誤差率をとりまとめた（表 5.2.7）。

胸高直径 1～5cm の立木の直径誤差率は、針葉樹 7.41%、広葉樹 7.82%と、他の直径階よりも誤差率が大きくなった。また、標準偏差から、直径 1～5cm 小径木では、計測のばらつきが大きいことが示された。ただし、小径木の場合、わずかな計測誤差でも、率に直すと値が大きくなることに留意する必要がある。

針葉樹では、直径階が大きくなるほど誤差率が小さくなっていく（直径 5～18cm：誤差率 1.55%、直径 18cm 以上：誤差率 0.91%）。また、計測のばらつきも小さくなって行く。

広葉樹でも、直径階が大きくなるほど誤差率が小さくなっていくが、針葉樹ほど誤差率が小さくならない（直径 5～18cm：誤差率 3.43%、直径 18cm 以上：誤差率 1.54%）。広葉樹の直径 5～18cm の立木の直径誤差率は、針葉樹のおよそ 2 倍の値となっている。

針葉樹では幹が通直であるため計測誤差が出にくいのに対し、広葉樹では斜立や根曲りの影響で計測位置のずれや誤りによる計測誤差が出やすいことは、これまでのコントロール調査結果から既に知られている³⁷。そういった中で、広葉樹の直径の計測精度をどう管理していくか、調査結果の分析を通じて考えていく必要がある。

表 5.2.7 胸高直径階毎の胸高直径誤差・誤差率

調査項目			針葉樹			広葉樹		
			計測数	平均	標準偏差	計測数	平均	標準偏差
直径	1-5 cm	誤差 (cm)	40	-0.06	0.31	525	-0.01	0.28
		誤差率 (%)		7.41	10.27		7.82	10.84
	5-18 cm	誤差 (cm)	366	0.01	0.27	412	-0.07	0.70
		誤差率 (%)		1.55	1.79		3.43	5.90
	18 cm-	誤差 (cm)	2022	0.01	0.41	546	-0.13	0.93
		誤差率 (%)		0.91	1.03		1.54	2.31
全体	誤差 (cm)	2428	0.01	0.39	1483	-0.07	0.69	
	誤差率 (%)		1.11	1.94		4.29	7.78	

5.2.4. 樹高

各受託団体の樹高誤差を表 5.2.8 に示す。

受託団体の平均樹高誤差は針葉樹で-0.38～+0.72m、広葉樹で-0.76～+0.75m であった。誤差の平均値をみると、平均値が負の値となっている団体が針葉樹で 9 団体、広葉樹で 8 団体と、過小計測気味となっている団体が多数を占めていた。誤差の絶対値の最大は、針葉樹で 11.3m、広葉樹で 11.7m となった。

針葉樹での最大誤差は、受託団体 E、H、I を除いて 5m 以内であった。

広葉樹では 7 受託団体（B、D、E、G、H、J、L）が最大誤差が 5m を越えた。特に、受託団体 E は、正・負両側で最大誤差が 5m を越えた。

³⁷ 森林生態系多様性基礎調査における精度検証調査（第 4 期）報告書（平成 29 年度）、林野庁、平成 30 年 3 月

表 5.2.8 樹高誤差³⁸

受託 団体	針葉樹 (単位 : cm)					広葉樹 (単位 : cm)				
	計測 立木数	- 誤差 最大	+ 誤差 最大	平均	標準 偏差	計測 立木数	- 誤差 最大	+ 誤差 最大	平均	標準 偏差
A	79	-5.0	3.2	-0.21	0.82	90	-3.0	4.0	0.26	0.99
B	76	-3.7	1.0	-0.33	0.68	69	-3.8	6.1	-0.16	1.24
C	100	-4.3	2.0	-0.21	0.68	45	-3.2	4.9	-0.22	1.16
D	42	-3.1	4.8	0.58	1.57	103	-4.3	9.1	0.75	2.48
E	73	-6.4	3.9	0.72	1.46	108	-5.3	6.9	0.05	1.75
F	110	-2.9	2.8	-0.07	0.59	65	-2.9	4.1	-0.23	0.91
G	115	-1.9	1.1	-0.14	0.40	70	-5.8	1.4	-0.66	1.22
H	155	-11.3	3.8	-0.07	1.13	44	-7.5	4.8	0.03	1.90
I	167	-5.2	4.4	0.06	1.26	24	-3.6	2.7	-0.09	1.24
J	137	-2.6	2.1	-0.38	0.69	61	-5.9	1.6	-0.34	1.15
K	62	-3.3	1.1	-0.38	0.83	104	-3.8	2.5	-0.38	0.97
L	101	-3.6	2.3	-0.20	0.91	103	-11.7	2.7	-0.76	2.10
全体	1217	-11.3	4.8	-0.09	0.99	886	-11.7	9.1	-0.13	1.63

図 5.2.12、図 5.2.13 に受託団体毎の樹高誤差の代表値と分布を箱ひげ図で示した。図の横軸の英字は受託団体、括弧内は再測した立木本数を示している。なお、5m 以上の誤差は、正・負の両側とも、箱ひげ図の枠外となっている。

針葉樹では、5 団体 (A、B、C、J、K) の誤差の分布が特に負の側に偏っていた。それに対して、受託団体 D、E の針葉樹樹高の計測誤差は、正の側に偏っていた。

計測のばらつきから見ると、受託団体 D、E、I は、四分位の幅が広いことから、計測のばらつきがあることがうかがわれた。受託団体 I では、正の側に外れ値となるような誤差が多かった。

広葉樹では、4 団体 (A、D、E、H) で誤差が正の側に偏り、6 団体 (B、G、K、L) で誤差が負の側に偏っていた。

計測のばらつきから見ると、広葉樹では誤差の四分位の幅が広い団体が多く、針葉樹と比較して計測のばらつきが大きいことがうかがわれた。特に、受託団体 A、B、C、G、H は、広葉樹の樹高計測において計測のばらつきが大きくなった。

受託団体 D、E、L は、針葉樹と広葉樹のいずれの樹高計測においても、計測のばらつきが大きいことがうかがわれた。

³⁸ 樹高誤差 = (受託団体チームの樹高計測値) - (コントロールチームの樹高計測値)