

#### 5.2.4 メッシュ集計

樹頂点ごとに算出した樹高・DBH・単木材積の解析結果を20mメッシュ単位で集計して平均値を算出した。立木密度は、フィルタリングで樹頂点が除外される前のメッシュ内立木本数をhaあたりに換算して算出した。ha材積は、平均単木材積と立木密度を乗じて算出した。各メッシュの林齢は森林簿から20mメッシュに結合した。表5.7に20mメッシュの属性データ一覧を示す。

表 5.7 20mメッシュの属性一覧と由来データ

林相データ	メッシュ別計算結果						森林簿
林相名	立木密度	平均樹高	平均DBH	平均単木材積	ha材積	Lorey's height	林齢

モデル作成に使用した各地域別のメッシュ数を、年齢ごとに表 5.8 に示す。なお、このメッシュ数は前述した補正処理等を経て最終的にモデル作成に利用したメッシュ数である。

一定程度以上のメッシュ数がある年齢級では、作成したモデルの信頼性が確保できると考えられるが、メッシュ数の少ない年齢級における予測結果は信頼性が低くなる。特に、若年齢級と高齢級ではメッシュ数が少ないため、おおむね 20 年生以下及び 100 年生以上の成長予測結果には留意が必要となる。

表 5.8 成長予測モデル利用メッシュ数

年齢級	メッシュ数								
	スギA	スギB	スギC	ヒノキA	ヒノキB	ヒノキC	カラマツA	カラマツB	カラマツC
1									
2	50	24		60		7			
3	314	59	1	247		115			
4	793	520	36	1,088	4	904	50	27	
5	1,494	1,009	67	2,876	191	1,333	115	1,327	6
6	2,952	1,772	186	4,475	147	2,324	740	1,129	69
7	7,083	3,006	319	5,734	612	4,404	831	2,010	24
8	10,106	4,860	577	7,760	610	4,455	1,751	3,459	5
9	16,893	5,856	699	7,820	333	4,915	3,256	4,323	15
10	24,846	13,077	1,465	10,563	230	5,646	8,661	14,485	114
11	22,879	20,285	4,007	11,911	80	5,756	13,585	12,520	381
12	20,764	27,437	4,331	10,488	257	6,494	12,185	7,215	582
13	14,316	23,054	2,619	7,432	78	4,389	5,974	5,017	868
14	11,944	9,658	2,175	3,207	32	2,627	4,334	3,557	313
15	7,980	6,518	1,052	2,592	17	1,391	2,116	260	164
16	6,241	4,490	1,137	4,223	388	1,289	368	1,016	74
17	5,421	5,911	772	5,258	818	1,340	339	580	80
18	3,402	4,428	488	6,647	33	989	176	660	45
19	2,985	3,941	280	5,793	129	1,123	102	2,182	6
20	1,782	2,819	241	7,509	2	918	95	566	5
21	1,527	3,112	328	7,541		1,135	311	318	5
22	625	2,618	723	1,411		726	754	26	
23	683	1,600	177	1,445		494	83		34
24	425	680	29	240	1	127	1		34
25	237	501	31	593		58		1	13
26	261	212	10	97		12	2		8
27	237	99	5	140	1	13			14
28	201	26		1		8			
29	164	26		15		8	4		3
30	99					3			
31	26	24		6		30			
32	66	5							9
33	28	88	3	2		3			
34	3	17							
35	6			1					
36									
37	35					3			
38	5								
39		3		1				7	
40	3						6		
合計	166,876	147,735	21,758	117,176	3,963	53,039	55,839	60,685	2,871

### 5.2.5 樹高成長曲線の計算方法

樹高と林齢の関係から、樹高成長曲線を算出する。適用する成長式の候補としては、一般に多く用いられるミッチャーリッヒ式またはリチャーズ式が挙げられる。リチャーズ式はミッチャーリッヒ式よりもパラメータとなる変数が多く、汎用性が高いことから、リチャーズ式がより適していると判断した。

$$\text{ミッチャーリッヒ式： } Ht = a(1 - b \cdot \text{EXP}(-c \cdot t))$$

$$\text{リチャーズ式： } Ht = a(1 - b \cdot \text{EXP}(-c \cdot t))^d$$

$t$  は林齢、 $Ht$  は林齢  $t$  における上層樹高、 $a, b, c, d$  はパラメータである。 $a$  パラメータは理論上の最大樹高となる。

なお、本業務で作成する成長曲線は、若齢林の成長についても適切に表せることが重要であり、原点を通る必要がある。そのため、リチャーズ式の  $b$  パラメータは 1 に固定した。20m メッシュ別に求めた林齢と樹高データから、非線形回帰によりリチャーズ式の  $a, c, d$  のパラメータを求めた。

回帰の際は、齢級ごとに外れ値を算出し、それを除いたデータを用いて実施した。R(ver.4.2.1)の `boxplot` 関数により齢級ごとの箱ひげ図を作成し、第3四分位数 + (第3四分位数 - 第1四分位数)  $\times 1.5$  を上回る値、または第1四分位数 - (第3四分位数 - 第1四分位数)  $\times 1.5$  を下回る値を外れ値として除いた。

求めた成長曲線をガイドカーブとして、上限線と下限線を決定した。各線の決定は和口ら(2013)<sup>4</sup>の検討に基づき平均偏差率を算出した。平均偏差率は以下の式により求められる。

$$\delta = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{Y - Y'}{Y'} \right|$$

このとき、 $N$  はサンプル数、 $Y$  は上層木平均樹高、 $Y'$  は算出したガイドカーブにより求めた樹高である。

これを基に基準となる上限線と下限線を決定する。この値を以下の式に代入しガイドカーブの上限・下限線を求めた。

$$Ht = A (1 + n \delta) (1 - \text{EXP}(-b \cdot t))^c$$

---

<sup>4</sup>和口美明, 今治安弥, & 迫田和也. (2013). 長伐期化に対応した奈良県スギ人工林地位曲線の作成.

$n$ は平均偏差率の倍数であるが、 $n$ が $\pm 2.5$ のときに分布の95.5%が含まれる。このときの曲線を上限・下限線として設定した。

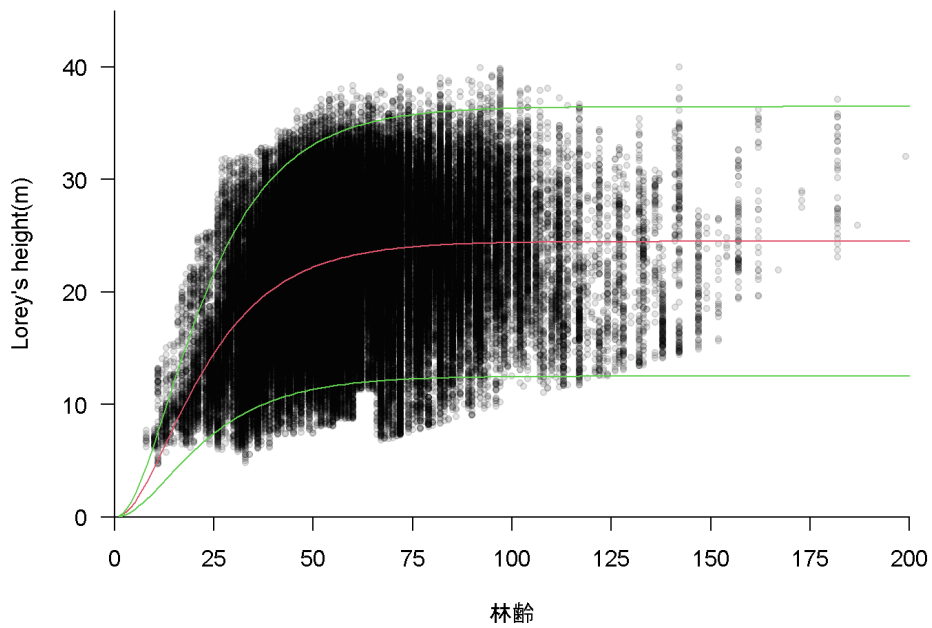
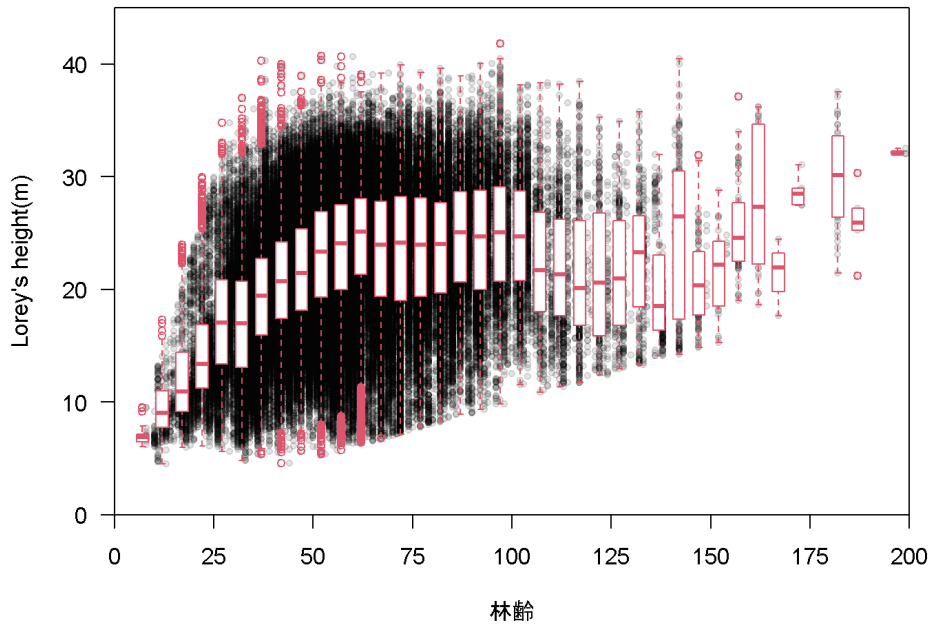


図 5.11 箱ひげ図の算出(上図)と外れ値を除いた回帰(下図)