

コウヨウザンの優良クローンの選抜

遺伝資源部 探索収集課 山田浩雄※・磯田圭哉・近藤禎二・大塚次郎※※・山口秀太郎・生方正俊

1 はじめに

コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) はヒノキ科コウヨウザン属の常緑針葉樹で、江戸時代に渡来したとされる中国および台湾原産の外来樹種である。成長が早く、材質にも優れることから、新たな造林樹種の一つとして注目されている⁴⁾。神社仏閣に多く植栽されているほか、ある程度の本数でまとまって植栽されている林分も各地に点在している⁵⁾。その中で、広島県庄原市の727 個体からなる林分は、92 の母樹から増殖したさし木クローンの苗木が植栽されたものであったことから^{1, 2)}、クローン検定林と見なして優良クローンの選抜が可能となったことがわかった。本報告は、この広島県庄原市の林分でクローン毎に成長と材質の評価を行い、その中から成長や材質の優れた 22 クローンを優良系統として選定した結果を取りまとめた。

なお本研究は、第4期中長期計画の新需要創出に資する樹種の収集と保存の一環として行い、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「西南日本に適した木材強度の高い新たな造林用樹種・系統の選定及び改良指針の策定」によって実施した研究の一部である。

2 材料と方法

(1) 対象林分

コウヨウザンの優良クローンの選抜を行った林分は、2015 年現在、約 52 年生の広島県庄原市の民有林で、台湾産コウヨウザン種子を入手し、1962 年頃、自家造林用に育苗した苗木を数年にわたって植栽した林分である³⁾。

2015 年から 2016 年にかけて、林分の周囲測量、立木位置図の作成、毎木調査として、樹高、胸高直径、ファコップによる樹幹の応力波伝播速度の測定を行った。その結果、林分の面積は 0.64ha、平均樹高は 20.2m、平均胸高直径は 26.5cm、林分材積は 1006m³/ha であった³⁾。

この林分を構成する 727 個体について、マイクロサテライトマーカーを用いて DNA 分析を行った結果、92 の遺伝子型（今後はクローンと記す）が検出され、さし木により増殖されたクローン苗が植栽されていることが判

明した^{1, 2)}。1 クローンあたり最多で 90 個体（今後はラメートと記す）から最少で 1 ラメートであった（図-1）。61 クローンで 2 ラメート以上が検出された。ラメート数の多い上位 10 クローンで全 727 個体の内の 420 個体、全体の 58%を占めた。

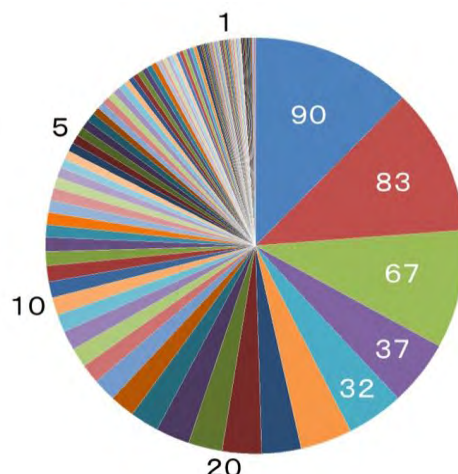


図-1 対象林分に植栽されている 92 クローンの各ラメート数^{1, 2)}。図の数字はラメート数を示す。

(2) 優良クローンの選抜方法

成長や材質の優れた優良クローンを選抜するため、樹高、胸高直径および応力波伝播速度のそれぞれについて、以下の線型モデルを仮定した分散分析を行い、最小自乗推定値を求めた。

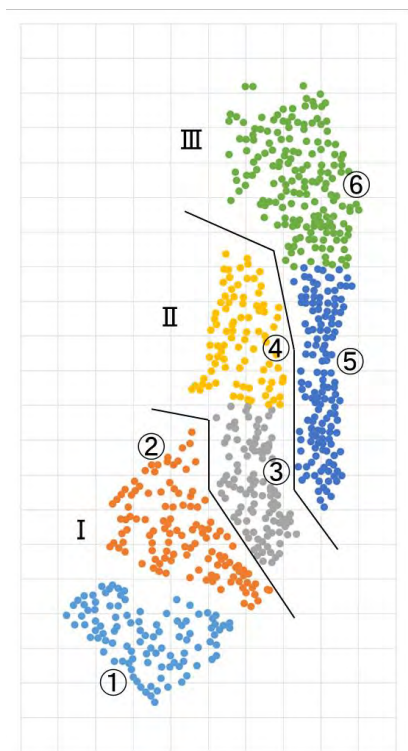
$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij}$$

ただし、 y_{ij} : 樹高、胸高直径または応力波伝播速度、 μ : 平均値、 α_i : i 番目のブロックの固定効果、 γ_j : j 番目のクローンの変量効果、 ε_{ij} : 誤差である。

立地の影響を検討するため、ブロックに区分しない場合、地形に応じて 3 ブロックまたは 6 ブロックに区分した場合の 3 通りについて分散成分を推定して反復率を求めた（図-2）。反復率はクローン分散をクローン分散と誤差分散の和で除したものと定義した。最も反復率の高いブロック分けで樹高、胸高直径、応力波伝播速度それぞれの最小自乗推定値から偏差値を算出してクローンの評価を行い、優良クローンを選抜した。

※ 現在 関西育種場 育種課

※※ 現在 九州育種場 育種技術専門役



図－2 対象林分の立木位置図とブロックの配置. ローマ数字は3ブロック、丸数字は6ブロックを示す.

3 結果と考察

(1) 樹高、胸高直径、応力波伝播速度のクローン間差

樹高、胸高直径、応力波伝播速度を対象に、林分をブロックに区分しない場合、3ブロックに区分した場合、6ブロックに区分した場合の3通りについて、それぞれ分散分析を行った。その結果、全てのブロック区分で有意なクローン間差が認められた（表－1～3）。

ブロック区分の違いごとに反復率を求めた結果（表－4）、樹高と胸高直径ではブロック区分をしない場合に最も反復率が高く、応力波伝播速度では6ブロックに区分した場合に最も反復率が高かった。しかし、ブロック区分による反復率の違いはわずかであった。これは同一クローンのラメートがある特定のブロックに偏って植栽されているのではなく、林分全体にランダムに植栽されている傾向にあるためと考えられた（図－3）。

以上の結果から、樹高と胸高直径についてはブロックを区分しないでクローンごとの平均値から偏差値を求め、応力波伝播速度については6ブロックに区分してクローンごとの最小自乗推定値から偏差値を求め、それぞれを各クローンの評価値とした。

表－1 分散分析表：ブロックに区分しない場合

	樹高			胸高直径		
	自由度	平均平方	P値	自由度	平均平方	P値
クローン	90	123.91	<0.001	90	431.42	<0.001
誤差	636	49.27		636	135.91	
	応力波伝播速度					
	自由度	平均平方	P値			
クローン	70	277738.8	<0.001			
誤差	368	130433.5				

表－2 分散分析表：3ブロックに区分した場合

	樹高			胸高直径		
	自由度	平均平方	P値	自由度	平均平方	P値
クローン	90	99.22	<0.001	90	378.07	<0.001
ブロック	2	1666.99	<0.001	2	2792.38	<0.001
誤差	634	44.16		634	127.53	
	応力波伝播速度					
	自由度	平均平方	P値			
クローン	70	253772.7	<0.001			
ブロック	2	2782427.4	<0.001			
誤差	366	115941.8				

表－3 分散分析表：6ブロックに区分した場合

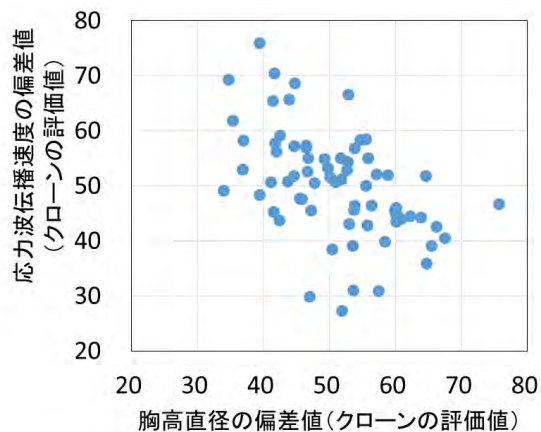
	樹高			胸高直径		
	自由度	平均平方	P値	自由度	平均平方	P値
クローン	90	81.75	<0.001	90	331.19	<0.001
ブロック	5	1761.75	<0.001	5	2927.12	<0.001
誤差	631	35.70		631	113.79	
	応力波伝播速度					
	自由度	平均平方	P値			
クローン	70	226314.0	<0.001			
ブロック	4	2606785.0	<0.001			
誤差	364	103220.9				

表－4 ブロック区分による反復率の違い

	樹高	胸高直径	応力波伝播速度
ブロック区分なし	0.176	0.211	0.161
3ブロックに区分	0.159	0.206	0.169
6ブロックに区分	0.161	0.196	0.170



図－3 同一クローンのラメート配置の事例. 2クローンを示した. オレンジ色の点は同じクローンのラメートの植栽位置を示し、おおよそランダムに植栽されている。



図－４ 胸高直径の偏差値と応力波伝播速度の偏差値との関係。有意な負の相関関係が認められる。

（２）優良クローンの選抜

成長形質である胸高直径の偏差値と材質形質である応力波伝播速度の偏差値との間には有意な負の相関関係が認められた（図－４、 $r=-0.62$ ）。これにより、成長と材質が共に優れるクローンの選抜は困難なことから、３ラメート以上調査されたクローンの中から、以下の４つの基準、①さし木向け優良クローン：調査ラメート数 29 以上および樹高と胸高直径の偏差値 50 以上、②成長に優れたクローン：樹高または胸高直径の偏差値 60 以上、③優良クローン：樹高または胸高直径および応力波伝播速度の偏差値 50 以上、④材質に優れたクローン：応力波伝播速度の偏差値 60 以上を優良クローンとして選抜した（表－５）。

ラメート数の多かった上位 10 クローンは、今回、全て優良クローンとして選抜された（図－１、表－５）。この林分の施業履歴は不明であるが³⁾、ラメート数の多かった上位 10 クローンは、全て成長形質の偏差値が 50 以上であったことから、植栽後、これらのクローンの個体は結果的に選択され残されてきた可能性がある。今後、これらの優良クローン等を用いて採種園、採穂園を造成することで、コウヨウザンの優良種苗の生産が期待される。

４ 引用文献

- 1) 磯田圭哉・山田浩雄・近藤禎二・大塚次郎・生方正俊（2016）さし木造林されたコウヨウザン林における成長形質のクローン間変異の解析. 第 5 回森林遺伝育種学会大会講演要旨集：18.
- 2) 磯田圭哉・松下通也・山田浩雄・近藤禎二・大塚次郎・生方正俊（2017）広島県庄原市のコウヨウザン林におけるクローン構成の解明と成長形質のクローン間変異の解析. 第 128 回日本森林学会大会学術講演集：150.
- 3) 近藤禎二・山田浩雄・磯田圭哉・大塚次郎・飯田啓達・飯野貴美子・木下敏・生方正俊・久保田正裕・三浦真弘・藤澤義武（2016）広島県におけるコウヨウザンの成長. 第 127 回日本森林学会大会学術講演集：209.
- 4) 林野庁：平成 28 年度 森林・林業白書、<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/28hakusyo/index.html>.
- 5) 山田浩雄・安部波夫・塙栄一・大塚次郎・磯田圭哉・生方正俊（2016）コウヨウザンの所在地データベースの作成. 第 127 回日本森林学会大会学術講演集：142.

表ー5 選抜した優良クローンの特性表

クローンID	調査した ラメート数	樹高の 偏差値	胸高直径の 偏差値	応力波伝播 速度の偏差値
【さし木向け優良クローン: 調査ラメート数29以上、樹高と胸高直径の偏差値50以上】				
Y0002	90	62	64	44
Y0004	83	57	56	50
Y0005	37	54	56	47
Y0010	32	50	50	52
Y0012	29	56	58	40
Y0024	67	52	54	47
【成長に優れたクローン: 樹高または胸高直径の偏差値60以上】				
Y0001	22	61	65	39
Y0021	7	61	60	46
Y0023	19	67	65	52
Y0745	7	58	60	44
Y0047	6	57	66	43
Y0084	11	60	62	45
Y0159	4	73	76	47
【優良クローン: 樹高または胸高直径および応力波伝播速度の偏差値50以上】				
Y0007	22	53	49	55
Y0008	11	50	46	57
Y0028	19	58	57	52
Y0678	4	56	53	67
Y0680	7	50	52	55
Y0691	6	58	56	55
【材質に優れたクローン: 応力波伝播速度の偏差値60以上】				
Y0014	8	45	45	69
Y0797	11	39	41	66
Y0829	3	41	44	66