

関東・四国地域のスギにおける樹高を用いた一変数材積式の検討

Evaluation of one-way volume equation as a function of tree height for Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) trees in Kanto and Shikoku districts, Japan

西園朋広*¹・細田和男*¹・富村洋一*¹・佐野真琴*¹・北原文章*²・小谷英司*³

Tomohiro NISHIZONO*¹, Kazuo HOSODA*¹, Yoichi TOMIMURA*¹, Makoto SANO*¹, Fumiaki KITAHARA*² and Eiji KODANI*³

*1 森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki 305-8687

*2 森林総合研究所四国支所

Shikoku Res. Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Kochi 780-8077

*3 森林総合研究所東北支所

Tohoku Res. Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Morioka 020-0123

要旨：関東・四国地域のスギを対象として、樹高を独立変数とする一変数材積式の利用可能性を検討した。まず、樹高を独立変数とする一変数材積式を調製した。次に現実林のデータに、既存の二変数材積式と今回調製した一変数材積式の両者を適用して、林分材積を推定した。両者を比較した結果、林分材積が 500m³/ha を超える範囲では、一変数材積式で推定した林分材積は、二変数材積式で推定した林分材積と比べて過大であった。上層樹高・収量比数が大きいほど過大推定の程度は大きくなった。

キーワード：一変数幹材積式・スギ・樹高・リモートセンシング

I はじめに

近年のリモートセンシング技術（デジタル空中写真・LiDAR等）の発達によって、樹高を簡単に、精度良く測定できる可能性が出てきた。このことから、著者らは、前報（1）において、秋田地方のスギを対象に、樹高を独立変数とする一変数材積式の利用可能性を検討した。その結果、一変数材積式で推定した林分材積は二変数材積式で推定した林分材積と比べて過大であること、上層樹高・収量比数が大きいほど過大推定の程度は大きいことがわかった。しかし、秋田以外の地域のスギにおいても、これらの結果が得られるかは不明である。本研究では、関東地域と四国地域のスギを対象に、樹高を独立変数とする一変数材積式の利用可能性を検討した。

II 方法

1. 資料 幹材積の資料として、既存の二変数材積式（2～4）を調製するために旧東京営林局（関東地域）・旧高知営林局（四国地域）管内のスギ林から収集されたデータ（以下、資料1と記す）を用いた。個体数は関東地域で450、四国地域で1370である。なお、調製資料（2～3）に記載されているデータと今回入手できたデータは完全には一致していない。調査及びデータ処理の方法

は既報（1）と同じである。現実林分の資料として、民有林の林分密度管理図（4～6）を調製するために茨城・埼玉・千葉・東京・神奈川・山梨・静岡・徳島・香川・愛媛・高知の各都県内のスギ人工林から収集されたデータ（以下、資料2と記す）を用いた。資料2には、調査プロットの直径階別の樹高・本数、プロット面積等が記載されていた。プロット数は関東地域で304、四国地域で198である。両資料の概要を表-1に示す。

2. 一変数材積式の調製 個体の樹高 H (m) と幹材積 V (m³) との関係を次式によって近似し、材積式を調製した。

$$V = aH^b \quad (1)$$

ここで、 a と b は係数である。この式を資料1に回帰し、係数を推定した。既報（1）と同様に、5つの樹高階を設定し、樹高階で推定式を分割すべきか否かを検討した。AICを用いて適切な分割数と閾値を求めた。この分割数と閾値の組み合わせを用いて材積式を調製した。調製方法の詳細は既報（1）を参照されたい。

3. 一変数材積式の現実林分への適用 調製した一変数材積式を用いて、資料2の直径階別の樹高から直径階別の材積を推定した。プロット内の全個体の材積を積算して、林分材積 V_1 を推定した。また、既存の二変数

材積式を用いて、同様に林分材積 V_2 を推定した。一変数材積式と二変数材積式を比較するために、両者の差 V_{diff} ($=V_1 - V_2$) を求めた。林分構造が V_{diff} に与える影響を把握するために、上層樹高・収量比数と V_{diff} との関係について、単相関分析を行った。

III 結果と考察

AIC の比較結果に基づいて、関東地域では樹高階を分割せず単一の式を、四国地域では2つの樹高階に分割し2つの式を用いて材積式を構成することにした(図-1, 表-2)。

V_1 と V_2 との間には強い相関(関東で $r = 0.8561$, $p < 0.001$, 四国で $r = 0.8801$, $p < 0.001$, 図-2)が認められた。 V_1 と V_2 の差を統計的に検定したところ、関東では V_1 は V_2 より大きかったが ($p = 0.003$)、四国では V_1 と V_2 に差は認められなかった ($p = 0.3735$)。ただし、林分材積が $500\text{m}^3/\text{ha}$ を超える範囲のみをみると、四国地域においても V_1 は V_2 と比べて大きい傾向があった。したがって、秋田地域と同様に、関東及び四国地域においても、 $500\text{m}^3/\text{ha}$ を超える範囲では、一変数材積式で推定した林分材積は二変数材積式で推定した林分材積と比べて過大だといえる。

両地域において、収量比数が大きいほど V_{diff} は大きくなった(関東: $r=0.400$, $p<0.001$, 四国: $r=0.570$, $p<0.001$)。また、上層樹高が大きいほど V_{diff} は大きく(関東: $r=0.669$, $p<0.001$, 四国: $r=0.234$, $p<0.001$)、特に関東において、上層樹高と V_{diff} との相関が強かった。したがって、秋田地域と同様に、関東及び四国地域においても、収量比数・上層樹高が大きいほど過大推定の程度は大きいといえる。

収量比数が大きい過密木の個体は、平均的な林分の個体に比べて、樹高が同じでも直径・材積が小さい可能性が高い。そのため、収量比数が大きい林分で樹高のみから材積を推定すると過大推定になったと考えられる。

関東地域の材積式は、樹高 20m を超える範囲において、四国地域の材積式よりも上方に位置していた(図-1)。このことが特に関東地域において樹高が大きいほど過大推定の程度が大きかったことにつながっていた。材積式が上方に位置していたのは、樹高 30m を超える範囲に 6m^3 以上の大きな材積の個体が存在していたためである。この範囲では、樹高の変化が小さいにもかかわらず、材積の変化は著しく大きい(図-1左)。この結果は、大サイズにおける材積の変化が樹高でなく直径の変化に起因していることを意味している。以上から、大サイズのスギについては、樹高のみから材積を推定することは難しい

と推察できる。林分密度・サイズが推定精度に大きく影響することが秋田以外でも確認された。樹高を用いた一変数材積式の特徴として認識しておく必要がある。

本研究は農林水産省プロジェクト研究「低コストな森林情報把握技術の開発」の一環として実施した。

表-1. 資料の概要

地域	統計量	材積式調整データ				現実林分データ						
		林齢 (年)	樹高 (m)	直径 (cm)	材積 (m^3)	林齢 (年)	上層樹高 (m)	平均樹高 (m)	平均直径 (cm)	林分材積 (m^3/ha)	本数密度 (本/ha)	収量 比数
関東・ 旧東京 営林局	平均	52.1	20.0	30.4	1.0325	38.3	16.7	16.3	20.1	400.7	1592.6	0.77
	標準偏差	22.2	7.0	16.5	1.4639	15.5	4.4	4.3	5.8	161.7	832.3	0.09
	最大	168.0	39.3	114.0	10.8451	90.0	29.9	28.6	37.6	956.0	6800.0	0.97
	最小	12.0	4.8	5.9	0.0079	11.0	3.1	3.1	4.2	16.6	433.0	0.38
四国・ 旧高知 営林局	平均	45.4	14.2	17.5	0.2282	35.5	17.0	17.5	21.5	398.3	1548.5	0.72
	標準偏差	10.2	4.4	7.0	0.2446	15.3	5.0	13.0	7.8	176.6	959.1	0.12
	最大	63.0	28.4	51.0	2.4255	75.0	28.4	187.0	41.7	901.4	4840.0	0.95
	最小	20.0	3.3	4.3	0.0043	11.0	6.3	6.1	6.6	58.2	380.0	0.44

表-2. 一変数材積式の係数

地域	樹高階	a	b
関東・旧東京営林局	分割なし	0.000003	4.063069
	20m未満	0.000079	2.900899
四国・旧高知営林局	20m以上	0.000005	3.831630

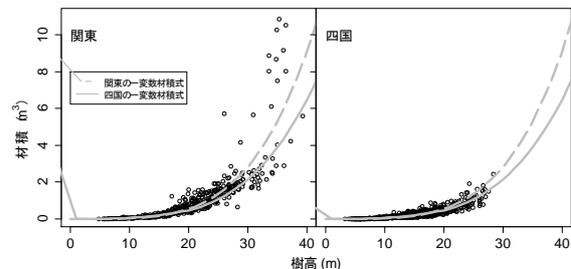


図-1. 資料1における樹高と材積との関係

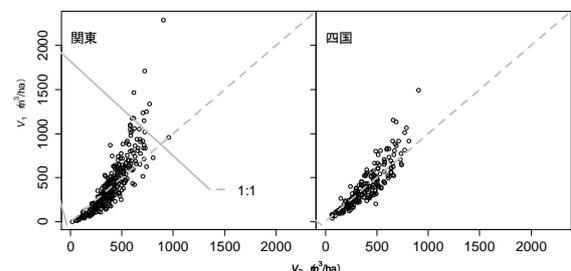


図-2. V_2 と V_1 との関係

引用文献

- (1) 西園朋広ら (2016) 秋田地方のスギにおける樹高を用いた一変数材積式の検討. 関東森林研究 67:223-226
- (2) 林野庁 (1959) 高知営林局スギ人工林立木材積表調製説明書. 林野庁, 東京: 42pp
- (3) 林野庁 (1961) 東京営林局スギ人工林立木材積表調製説明書. 林野庁, 東京: 35pp
- (4) 林野庁 (1980) 南近畿・四国地方スギ林分密度管理図. 日本林業技術協会, 東京: 1pp
- (5) 林野庁 (1981) 北関東・東山地方スギ林分密度管理図. 日本林業技術協会, 東京: 1pp
- (6) 林野庁 (1981) 南関東・東海地方スギ林分密度管理図. 日本林業技術協会, 東京: 1pp