

前方後円墳の築造用の物差し基準長に対する導出方法の検討

清水建設 技術研究所 正会員 ○百田 博宣, 西 琢郎, 鈴木 誠
清水建設 技術研究所 藤盛 紀明

1. はじめに

前方後円墳の築造に使用された物差し・尺度については、慣用尺（尋）か制度尺（漢尺、晋尺など）か、基準長（何尋、何尺：以下「尺度」と称す）は幾らかなど、考古学分野で議論が盛んである。しかし、既往の尺度の推定結果には相違もあり、導出方法にも課題があると考ええる。そこで本研究では、既往の研究内容を吟味し、前方後円墳築造に用いられた尺度の導出方法に対する評価・考察を示すことを目的とする。

2. 古墳築造用の尺度に対する既往の研究

古墳築造用の尺度導出方法については、①宮川らの区の尋数・尋の実長を推定する方法¹⁾、②須股の復元した計測値から許容誤差内で歩数×尺度を推定する方法²⁾、③西村⁴⁾の計測値と理論値（尺×完数）の誤差から尺度を求める方法、④白崎⁵⁾・西村⁶⁾の計測値の残差平方和を最小にして（最小二乗法）尺度を導出する方法、に大別される。宮川らの研究¹⁾を除く制度尺の尺度算出結果を表-1に示すが、最も一般的な手法と考えられる最小二乗法の白崎⁵⁾と西村⁶⁾の推定結果にも差があり、解の信頼性を確認する必要があるものと考ええる。

そこで、最小二乗法を用いた尺度導出方法に注目し、既往の適用方法や結果の妥当性・信頼性を検討する。

3. 尺度導出に対する最小二乗法の適用方法の検討

白崎・西村の尺度導出に対する最小二乗法の適用方法は次の通りであり、その概念を図-1に示す。

- 計測長 L を基準長 a で除して、完数値 N を算出
- 理論長 $L'' = \text{基準長 } a \times \text{完数 } N$

$$\text{残差 } \varepsilon_b = \text{ABS}(L - L'') \leq a/2$$

- ε_b の残差平方和 $S = \sum \varepsilon_b^2$ を求

め、 S を最小にする「 a 」を算出

しかし、本来古墳の築造に際して、設計者は「設計長 W 」を決め、これを地割する。図-1のように、地割結果が計測長 L であり誤差 E_d が生じるが、これと残差 ε_b は基本的に異なる量である。

また $\varepsilon_b \leq 2/a$ であり、 a の増大で ε_b も増大すること、設計長と理論長が一致する条件 ($E_d = \varepsilon_b$) は $E_d \leq a/2$ の場合であることがわかる。このため、 $E_d > a/2$ の場合は推定された基準長 a の信頼性は低いものと考えられる。

ここでは、文献6をトレースするが（計測値は表-2）、後円部半径の上段：中段：下段＝3：4：5 の分析結果から、文献6では「中段半径/4」を計測値として仁徳陵・応神陵・履中陵の3古墳の基準長と全10古墳の基準長を検討している。3古墳では S の最小値から $a=2.82\text{m}$ 、10古墳では $a=1.13\text{m}$ 、 1.41m を求め、共通の最適基準長を

キーワード 前方後円墳 ものさし 尺度 最小二乗法 残差平方和

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設(株)技術研究所 地下技術G TEL 03-3820-5293

表-1 既往の尺度算出結果 (cm)

古墳名	須股 ²⁾	新井 ³⁾	西村 ⁴⁾	白崎 ⁵⁾	西村 ⁶⁾
箸墓	23.1	26.7	23.3, 22.4	21.16, 25.00	
景行	23.1		23.5, 24.0		
垂仁	23.1	26.7	22.6	25.17	
ウナナベ		26.7	25.4, 25.9	21.36, 23.40	
コナベ		26.7	25.2	25.46	
日葉酢媛	23.1	26.7	22.0	21.82, 29.42	
応神	29.4	26.7	22.0, 23.3	21.83, 23.29	23.3-23.9
仲津姫	29.4	26.7	25.6, 22.6	22.19, 23.87	23.3-23.9
允恭	23.5	26.7	23.9	22.89, 26.97	23.3-23.9
白鳥	23.1	26.7	30.1, 24.7	23.30, 26.76	
誉田墓山		26.7	22.0	21.67, 23.74	23.3-23.9
御廟山		26.7	32.9	23.57	23.3-23.9
仁徳	29.4	26.7	22.4, 24.0	24.42, 27.27	23.3-23.9
土師ニホナヰイ	24.3	26.7	22.0, 26.3	22.39, 26.48	23.3-23.9
履中	29.4	26.7	28.0, 31.0	22.81, 24.50	23.3-23.9
宇度墓			32.1		
西陵			24.7		
継体	29.4	26.7	23.1	22.90, 35.17	
河合大塚山			24.5		
築山			24.4, 25.0		
五色塚			23.6		23.3-23.9
崇神	23.1				
行者塚					23.3-23.9
仲哀	23.1	26.7		21.91, 24.25	
磐之媛	24.0	26.7		24.57, 27.37	
成務	23.1				
神功陵	23.1				
反正陵	29.4				

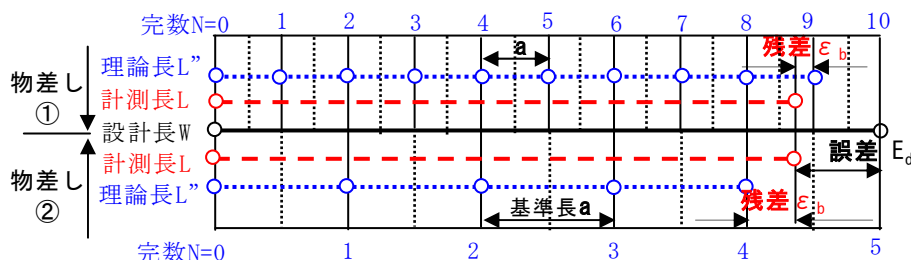


図-1 古墳の設計長と計測長および理論長の関係

$a=1.41\text{m}$ と推定し、1歩=6尺より 1尺=23.5cmの漢の小尺系統の物差しが築造に使用されたと推論している。

本研究では「中段半径/4」の計測値に、3古墳では「中段半径」、10古墳では「上段半径/3」を加え、 a と S の関係を図-2, 3に示す。図-2の「中段半径/4」と「中段半径」は複雑な変動を示すが、両者の変動傾向は相違し最適値が一致しない可能性がある。図-3の「中段半径/4」と「上段半径/3」の関係も同様であり、原因を示すため図-2の「中段半径/4」の解析結果の一部を表-3に抽出する。表によれば、基準長 a の変化で完数の組合せが変わり、組合せ毎に S の極値が現れる解の多峰性問題であり、解の安定性に懸念が残る。また、「中段半径/4」、「中段半径」、「上段半径/3」のように計測値が替わると S の極値の出現状況も変わり、この点でも解の信頼性に疑問が残る。更に、 a の増大に従って S が増大するトレンドが認められるが、これは残差 $\varepsilon_b \leq a/2$ の関係に起因したものである。このため、残差平方和 S を重み係数 $(a/2)^2$ で正規化した S'' を $S''=S/\{\text{古墳数} \times \text{重み係数}(a/2)^2\}$ で定義し、図-2, 3に S'' の算出結果もプロットした。

S'' は計測値の種類に拘らず、 a の変化に対して変動幅は比較的に小さく、結論として、 S'' を最小とする基準長 a の推定が困難なことを示している。また、最小二乗法的な導出方法を用いる場合は、 S の代わりに S'' のように $\varepsilon_b \leq a/2$ の関係を考慮した評価関数が必要と考える。

表-2 西村（文献6）に使用された後円部半径

古墳名	上段(m)	中段(m)	下段(m)
応神	75.78	101.43	125.80
仲津姫	46.63	63.33	85.45
允恭	37.78	50.55	68.98
誉田墓山	39.81	52.69	65.67
御廟山	29.54	39.52	
仁徳陵	87.80	112.33	
土師・ホヅ・イ	46.96	65.00	78.57
履中	66.89	90.67	
五色塚	36.00	50.00	62.50
行者塚	20.60	27.67	34.06

表-3 3古墳の中段半径/4の解析結果(図-2)の一部抽出

基準長(m)	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
仁徳陵(完数)	12	11	11	10	10	10	9
応神陵(完数)	11	10	10	9	9	9	8
履中陵(完数)	9	9	9	8	8	8	8
残差平方和	2.74	0.50	1.22	3.43	0.10	1.68	4.79
(最小自乗法)最適値 m	2.37	2.54		2.82			3.05

参考文献

- 1) 宮川 渉：日本計量史学会誌 16号, 1993.
- 2) 須股孝信：第17回日本土木史研究発表会, 1997.
- 3) 新井宏：日本計量史学会誌 13号, 1993.
- 4) 西村淳：考古学雑誌, 第73巻, 第1号, 1987.
- 5) 白崎昭一郎：日本計量史学会誌 16号, 1993.
- 6) 西村淳：人文学と情報処理No. 20, 1999.

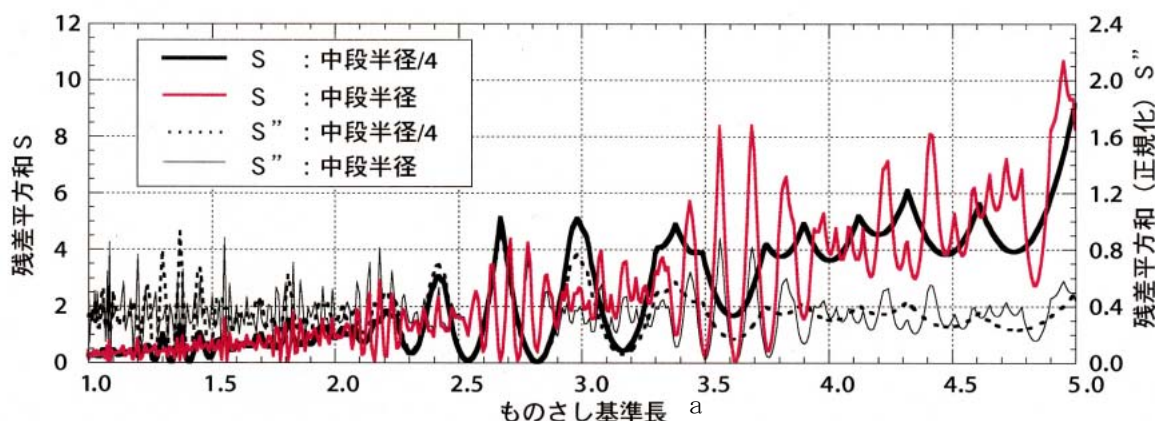


図-2 3古墳の中段半径に対するものさし基準長と残差平方和の関係

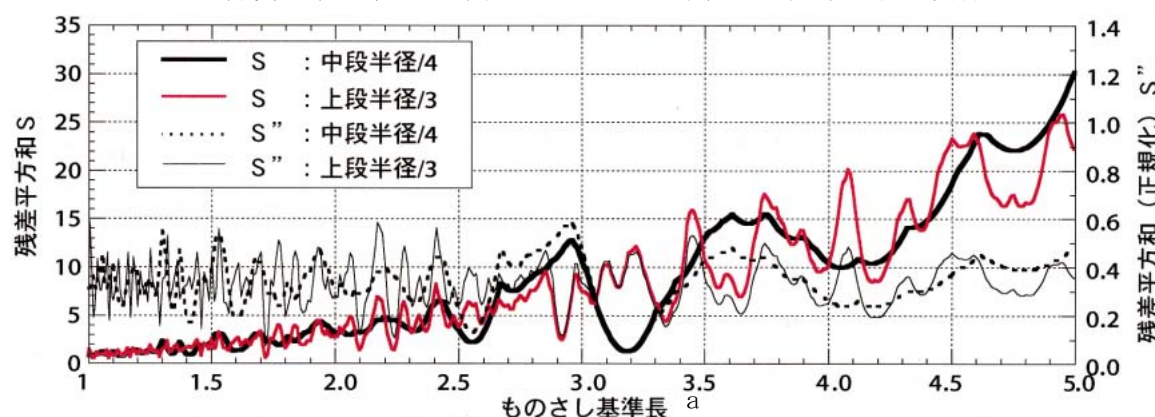


図-3 畿内10古墳の中段半径と上段半径に対するものさし基準長と残差平方和の関係