

麻縄（間縄）の伸縮（間縄の精度検証）

明治の初めに行われた地租改正地引絵図，地押調査更正図の測量で現在の公図の元が作られたのですがこのときに距離の測定に使われたものに間縄があります，間縄は主に麻縄ですがこの麻縄の伸縮についての調べてみました。（明治8年1月東京府郷村地券取扱7条但し書きに「縄縄」の記載あり）（神奈川県〔相模川から東と練馬区，杉並区，世田谷区と東京都多摩地区を含む〕では具体的な記載が見あたらないので間縄を使用していたと考えられます）

距離はその他に竹縄（竹を薄くそいで幅3～4cm，長さ1間～2間の帯状のものを何本か繋いで作ったもの）です，縄ではありませんが竹縄と言っています。

竹は張力による伸びが無く正確に測ることができます，今でも竹の物差しは作られており使われています。（明治8年10月千葉県実地調査心得書第28条に“竹縄を使用すべし”の記載あり）

埼玉県実地調査心得書と人民心得書に熊谷県地租改正着手心得書に“竹片条（竹縄）を使うこと”の記載あります，竹縄は“数時間水に浸してから使う”旨の注意書きがあります。千葉県の公図，佐藤甚次郎著平成11年12月発行の198頁にもその状況が記載されており，実際には縄を使ったこともあったようです。竹縄の欠点は“折れる”で結果的には麻縄が使われたとの資料もあります。

その他に東京府の朱引内（武家屋敷，市街地）の測量に鉄鎖を使うように通達がありますが重いので農耕地（郷村地）の丈量に使われた可能性はないでしょう。（明治7年9月，東京府地租改正紀要第三項に“市街地は鉄鎖を使う”旨の記載あり）

縄の伸縮実験

縄の伸縮とは土地の面積で言う“縄伸び”とは意味が違います，縄に張力を与えることによって縄が伸縮することです。

現代で使うスチールテープ，エスロンテープでも標準で与える張力が決まっています，スチールテープの場合は10kg，エスロンテープでは5kgとか8kgとその製品毎に定められています，これを標準張力といいます，測るときにその標準張力を与えてから数値を読み取ります。張力が標準より弱ければ実際より長く測り，強ければ短く測る結果になります。明治の資料にはどの程度の張力を与えて測るのかという基準はありません。

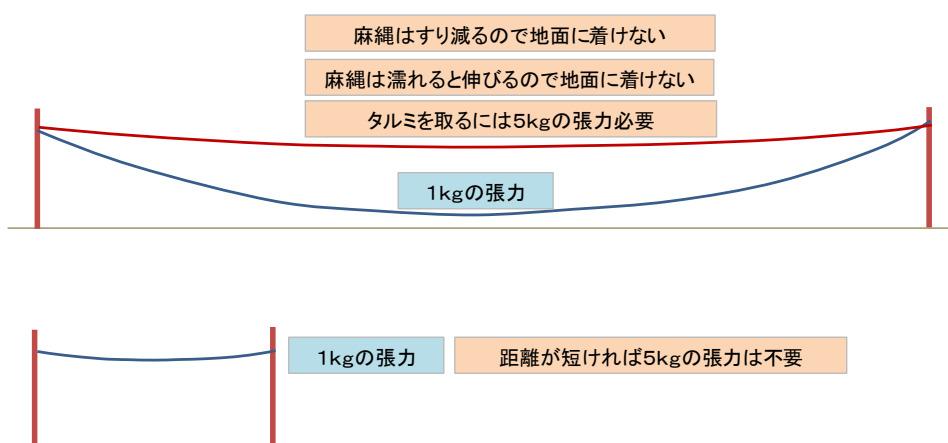
麻縄は防水のため柿渋，蠟などを塗ってあったようです，濡れば吸湿して伸びの割合が大きくなります，それと地面を引きずって行きますと直ぐ磨り減ってさらに伸びやすくなりますので地面に着けないように注意して測ることが必要です。

実際に間縄を使って気がついたことは以外と“タルミ”が大きいことがあげられます，感覚的にたると“実際より長く測ってしまう”という意識が働き強く引いてしまいます

ので強く引いた分だけ短く測る結果になります。

下図で説明すれば、標準張力 1 kg であれば平坦なところに置いた場合、あるいは距離が短い場合は“縄がたるんでいる”という認識はありませんが距離が長いと“縄がたるんでいる”と意識してしまい強く引きます、距離が長いほどタルミが大きくなり、強く引くことになり実際より短く測る結果になってしまいます。

当然、明治の地租改正ではタルミの補正、張力の補正はしておりませんので結果がそのまま公図の精度の一部に反映しているはずなのでこの点を調べてみました。



タルミを意識して測れば伸びの割合は距離が長いほど大きく、距離のバラツキも大きい特徴があります、又測る前に一定の負荷、強めの負荷を与えて馴染ませる必要があります、この作業は現代にスチールテープ、エスロンテープでも同じことをします。麻縄は自然繊維を撚っていますのでこの馴染ませる作業をしないと距離のバラツキが大きく、データとしては不都合な結果になってしまいます、この点が地租改正人民心得書第7条には“伸縮無きよう精密に取り調べろ”とか、“その日の始めに縄の伸びが無いか確認する”などありますが具体的な注意書きはありません、どの程度の力で引っ張れという注意もありません。これらのことを考慮すれば実験で得られた結果より実際はデータのバラツキが大きいことが当然予想できます。

(千葉県、埼玉県では竹縄を使うよう地租改正実施調査心得書に書かれています、埼玉県では作成方法についても説明されています。)

生データ

生データ	伸び mm				
長力kg\長さm	10	20	30	40	50
1	7	15	25	26	40
3	25	45	62	98	90
5	41	70	101	158	215
7	58	90	160	192	270

麻縄3mm, 5本より(一般品は3本より)

実験データです、実験に使った麻縄は直径3mmの5本よりの伸縮の小さい縄を使いました、明治時代に麻縄の写真を見てもっと荒い編みに見えるので3本よりだったと思いますので実際の伸びはもっと大きかったと考えられます。

黄色の枠はデータの的に合理性のないと考えられる数値です、間縄で正確な数値を得るはなかなか難しいことです。

修正データ

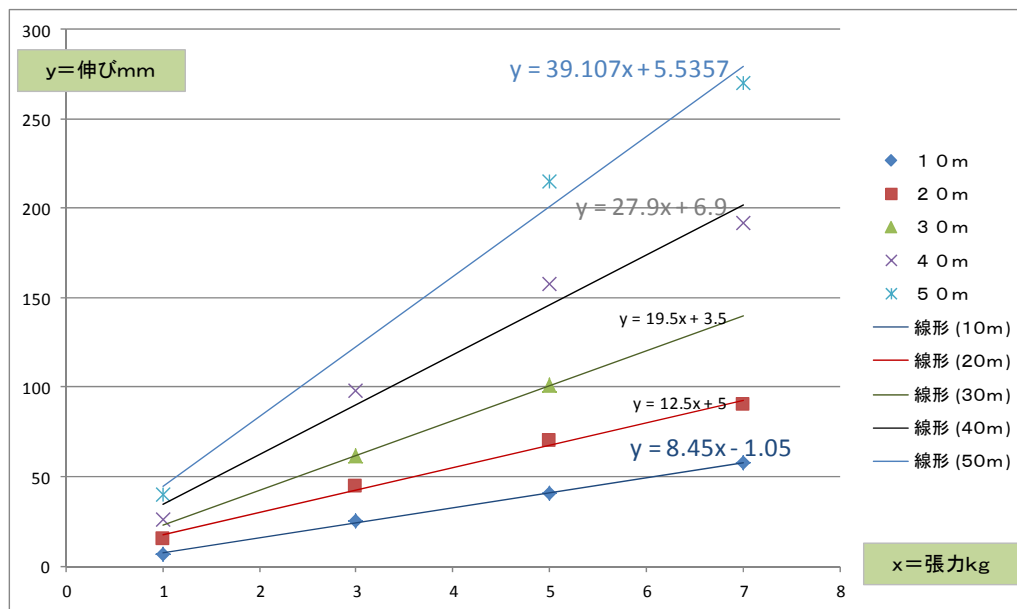
データ数が少ないのですが傾向を見るためです、機会があれば大量のデータを取って解析してください。生データの黄色塗りの個所のデータを除いて“伸びの相関グラフ”を作成しました。

異常値を除いたデータ		伸び mm				
長力\長さ	10	20	30	40	50	
1	7	15		26	40	
3	25	45	62	98		
5	41	70	101	158	215	
7	58	90		192	270	

麻縄3mm, 5本より(一般品は3本より)

伸びの相関グラフ (エクセルを使用)

距離が長いほど、大きな張力を与えますので伸びも大きくなります。このときにグラフの回帰式も取得します。



伸びの理論値

得られた回帰式から理論値を計算します、下の表がその値です。

伸びの理論値		伸び mm				
長力(修正)	実験長力	10	20	30	40	50
2	1	7.4	17.5	23	34.8	44.65
4	3	24.3	42.5	62	90.6	122.87
6	5	41.2	67.5	101	146.4	201.09
8	7	58.1	92.5	140	202.2	279.31
10	9	75	117.5	179	258	357.53

伸びのバラツキ調査

理論値と実測値の差を求めて伸びのバラツキ値を求めます。長さに対するバラツキの割合は長さに関係なく0.05%でした。

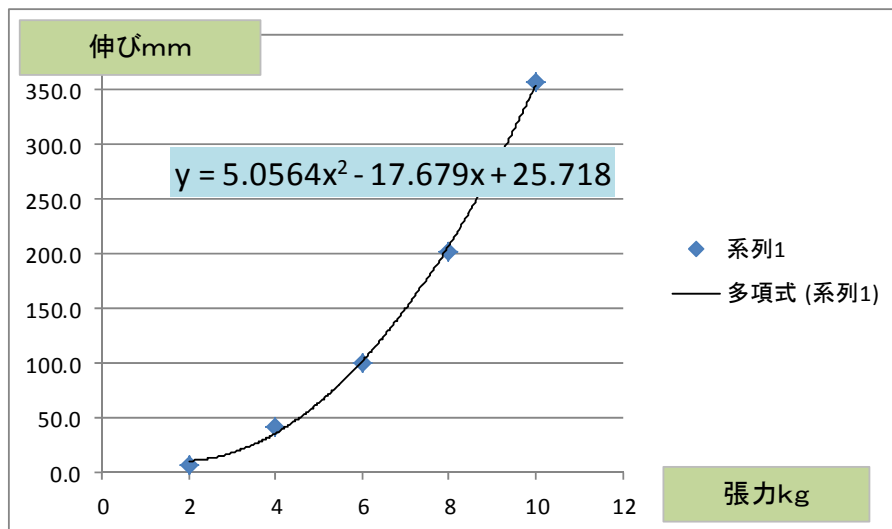
縄の場合は縄の劣化、濡れ、大きな張力など常に短く測ってしまう傾向が強い、このバラツキもマイナス、つまり短く測る傾向がありますので+0.05%として調整する必要がありますのかもしれませんが。

伸びのバラツキ調査		10	20	30	40	50
長力修正	長力kg\長さm					
2	1	-0.4	-2.5	2.0	-8.8	-4.7
4	3	0.7	2.5	0.0	7.4	-32.9
6	5	-0.2	2.5	0.0	11.6	13.9
8	7	-0.1	-2.5	20.0	-10.2	-9.3
	伸びバラツキmm	4	9	14	20	31
	バラツキ%	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06

バラツキの平均0.05%

伸び (mm) の相関式

理論値から張力に対する伸びの量との相関式をグラフからもとめます。



実験結果の結論

伸び理論値

長力kg	伸びmm	長さ相当	伸びmm	伸び平均%
2	7.4	10	18.2	0.18
4	42.5	20	63.7	0.32
6	101.0	30	149.7	0.50
8	202.2	40	276.2	0.69
10	357.5	50	443.1	0.89

実際は8～10kgの張力が加えられていたと推測される。

現代における巻き尺へ加える張力はナイロン製で8kg、金属製で10kgです、明治の時代にも8～10kgの張力が加えられていたと推測されます、つまり0.69%～0.89%程度縄は伸びた状態では測った、つまり短く測ったと考えられます。

張力を大きく加えれば距離が短く測ったことになることは誰でも知っていることです。地租改正地絵図、地押調査更正図の測量において政府、県令の布達、地租条例取扱心得書などにはこの部分には触れていないので測る人の裁量に任されていたと考えます。

決して“いい加減な”と言うことではありません、むしろ精確な地図を作る上で必要なことです。

2015/12/14 作成

2016/10/04 修正

土地家屋調査士 小野孝治

2015/12/15 “伸び%が境界の位置誤差に与える量” “伸びが0の場合の1点あたりに誤差” までを追加した。

2015/01/04 “伸び%が境界の位置誤差に与える量” “伸びが0の場合の1点あたりに誤差” までを削除した。

2016/10/04 “実験結果” “を再編集し分かりやすくした。