九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

攀纏植物の機巧に就いて ：（第二報）：（附豫報補正）

鈴木, 清太郎
九州帝國大學農學部動物學教室

大森, 福義
九州帝國大學農學部動物學教室

荒木, 良照
九州帝國大學農學部動物學教室

https://doi.org/10.15017/20760

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 2 (5), pp.389-398, 1927-12. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：

攀纏植物の機巧に就いて

(第二報)

(附豫報補正)

鈴木清太郎
大森福義
荒木良照

(昭和二年十一月五日受領)

1. 既に豫報に於て攀纏植物の攀ぢ登る莖の作る曲線の曲率半徑は支柱の太さに無關係で，常に一定であると云ふことに就いて述べた。(1)

吾等は更に實驗を進めて曲率半徑よりも大なる半徑を持つて居る支柱に就いて實驗し，尙植物の種類を增加して，その理論の正否を見んとした。

前報に於て得たる曲線の方程式は拋物線であつた。けれども更に計算する所に依れば，拋物線にあらずして楕圓なるを妥當とする。

即ち
$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

此處で $a=r\sec\theta$ $b=r$ 但し，r は支柱の半徑，θ は切斷面の傾角即ち植物の莖の登る傾きである。曲率半徑を ρ とすれば

$$\rho=\frac{\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}}=r\sec^2\theta=r+\frac{h^2}{4\pi^2r}$$

故に植物の歩み h は

$\rho\geqq r$ ならば $h=2\pi\sqrt{r(\rho-r)}$

$\rho\leqq r$ ならば $h=2\pi\sqrt{r(r-\rho)}$

以上の式より計算せる曲率半經の値と，前報の實驗の結果とを比較すれば次の如し。

---

(1) 鈴木清太郎，長澤武雄，大森福義。九州帝國大學農學部學藝雜誌第二卷第三號 155 頁。

アサガホ *Pharbitis Nil*, CHOIS.

Fig. 1. Pitch and diameter of support.
(*Pharbitis Nil*, CHOIS) $\rho=7.78$ cm

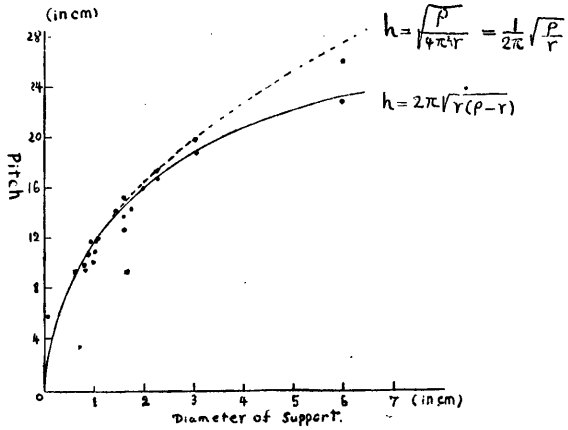

Table 1. Pitch and radius of support.
(*Pharbitis Nil*, CHOIS.)

表 1. 支柱の半徑と歩み (アサガホ)
$\rho=7.78$ cm

支柱の半徑	歩み (實驗)	歩み (計算)	誤差
0.02 cm	6.06 cm	2.47 cm	−3.59 cm
0.33	9.49	9.78	0.29
0.38	10.03	10.47	0.44
0.40	9.93	10.74	0.81
0.41	10.84	10.92	0.08
0.44	12.46	11.29	−1.17
0.48	10.37	11.76	1.39
0.48	11.34	11.76	0.42
0.70	14.45	13.99	−0.46
0.78	12.58	14.68	2.10
0.78	15.76	14.68	−0.85
0.86	14.53	15.33	0.80
0.80	14.34	14.80	0.46
0.97	16.13	16.14	0.01
1.12	16.96	17.13	0.17
1.50	20.37	19.25	−1.09
1.50	19.35	19.28	−0.07
1.12	17.56	17.14	−0.42
2.98	26.25	23.76	−2.49
2.96	23.13	23.73	0.60

以上の曲線及表に依れば實驗値と計算の結果とはよく一致する。

次にルコウ草及ツクネ芋の場合を示せば次の如し。

Table 3. Pitch and radius of support.

(*Dioscorea tennipes*, FRANCH et SAV.)

表 3. 支柱の半徑と歩み (ツクネイモ)

$\rho=11.79$ cm

支柱の半徑	歩み (實驗)	歩み (計算)	誤差
0.40 cm	15.11 cm	13.42 cm	−1.69 cm
0.50	15.38	14.94	−0.45
1.10	19.54	21.55	2.01
1.50	23.00	24.69	1.69
2.90	31.02	31.00	−0.02

更に本年に至つて支柱の直徑の大さの範圍を增加して實驗せる結果は次の表にて示すが如きである。

Table 2. Pitch and radius of support.

(*Quamoclit vurgalis*, CHOIS.)

表 2. 支柱の半徑と歩み (ルコウ草)

$\rho=4.55$ cm

支柱の半徑	歩み (實驗)	歩み (計算)	誤差
0.33 cm	7.82 cm	7.35 cm	−0.47 cm
0.40	7.61	8.05	0.44
0.46	7.65	8.57	0.92
0.46	8.70	8.57	−0.13
0.97	11.34	11.71	0.35
1.12	12.68	12.30	−0.39
1.13	11.63	12.36	0.73
1.50	13.41	13.43	0.02
1.53	15.04	13.49	−1.55
2.96	15.04	13.64	−1.40

Fig. 2. Pitch and radius of support.
(*Quamoclit vurgalis*, CHOIS.) $\rho=2.58$ cm.

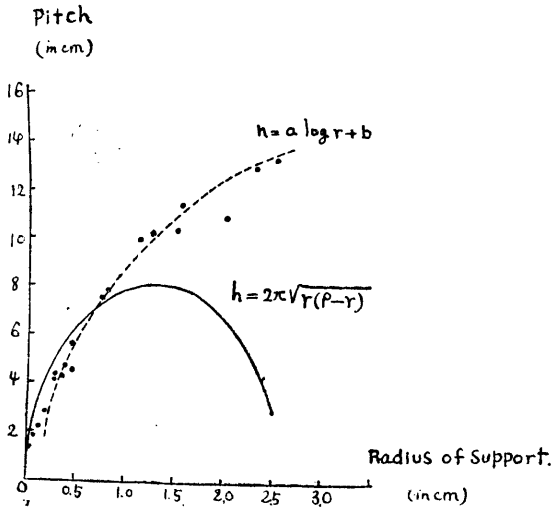

Table 4. Pitch and radius of support.
(*Quamoclit vurgalis*, CHOIS.)

表 4. 支柱の半徑と歩み (ルコウ草) $\rho=2.58$ cm.

支柱の半徑	歩み (實驗)	歩み (計算)$_1$	誤差	支柱半徑の10倍の對數	歩み (計算)$_2$	誤差
0.04 cm	1.37 cm	1.99 cm	0.62 cm	0.6021-1	−1.70 cm	−3.07 cm
0.08	1.90	2.74	0.84	0.8751-1	−1.41	−3.31
0.11	2.24	3.20	0.96	0.0212	−1.06	−3.30
0.20	2.94	4.31	1.37	0.2900	1.75	−1.19
0.27	4.08	4.94	0.86	0.4314	3.22	−0.86
0.27	4.24	4.94	0.70	0.4314	3.22	−1.02
0.38	4.35	5.76	1.41	0.5798	4.77	0.42
0.40	4.65	5.82	1.17	0.5966	4.95	0.30
0.45	5.61	6.16	0.55	0.6532	5.53	−0.08
0.46	4.50	6.21	1.71	0.6628	5.64	1.14
0.75	7.56	7.35	− 0.21	0.8751	7.86	0.30
0.78	7.95	7.43	− 0.52	0.8921	8.03	0.08
1.13	9.98	8.05	− 1.93	1.0512	9.69	−0.29
1.25	10.07	8.09	− 1.98	1.0969	10.17	0.10
1,50	10.22	8.00	− 2.22	1.1761	11.00	0.78
1.55	11.28	7.95	− 3.33	1.1903	11.15	−0.13
2.05	10.87	6.56	− 4.31	1.3118	12.41	1.54
2.30	12.79	5.06	− 7.73	1.3617	12.94	0.15
2.50	13.19	2.80	−10.39	1.3979	13.31	0.12
	$\rho=2.58$			$a=10.44$	$b=-1.28$	

註 計算$_1$ は $h=2\pi\sqrt{r(\rho-r)}$ 計算$_2$ は $h=a\log r+b$ にての數値

Fig. 3. Pitch and radius of support.

(*Quamoclit vurgalis*, CHOIS.)

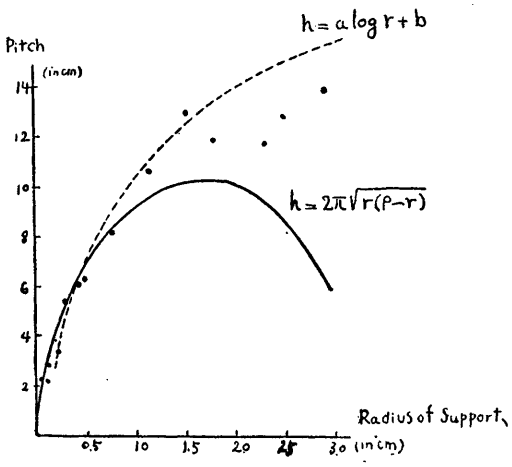

Table 5. Pitch and radius of support.

(*Quamoclit vurgalis*, CHOIS.)

表 5. 支柱の半徑と歩み (ルコウ草)

支柱の半徑	歩み (實驗)	歩み (計算)$_1$	誤　差	支柱半徑の10倍の對數	歩み (計算)$_2$	誤　差
0.04 cm	2.37 cm	2.17 cm	−0.20 cm	0.6021-1	−5.14 cm	−7.51 cm
0.08	2.32	3.08	0.76	0.8751-1	−2.94	−5.26
0.11	2.91	3.61	0.70	0.0212	−0.53	−2.38
0.20	3.46	4.87	14.1	0.3010	2.65	−0.81
0.28	5.46	5.65	0.19	0.4393	4.19	−1.27
0.40	6.19	6.68	0.49	0.6021	6.01	−0.18
0.45	6.53	7.02	0.49	0.6532	6.58	0.05
0.75	8.02	8.55	0.53	0.8752	9.06	1.04
1.13	10.64	9.63	−1.02	1.0512	11.02	0.38
1.50	12.93	10.09	−2.84	1.1761	12.43	−0.51
1.80	11.83	10.03	−1.80	1.2553	13.30	1.53
2.30	11.77	9.13	−2.64	1.3617	14.49	2.27
2.50	12.07	8.40	−3.67	1.3979	14.89	2.82
2.90	13.70	6.03	−7.68	1.4624	15.61	1.91

$\rho = 3.22$　　$a = 11.16$　$b = -0.71$

以上に依れば支柱半徑小なる範圍に於ては式と實驗とよく一致する。けれども支柱の半徑著しく增加して曲率半徑 ρ の値よりも大なる時に於ては實驗値よりも甚だしく小である。例へば支柱の半徑と曲率半徑と等しき時には理論上より步みは零となるべきである。然れども實際の場合には支柱の半徑增加するに從つて，莖の曲率半徑も增加するが如し。

2. 今實驗の結果より步みと支柱の半徑との關係を對數函數で表はせると假定せば

$$h = a \log r + b$$

となる。今ルコウ草の場合に於ける此の a, b は

Experiment 1.	a	10.44	Fig. 2. from Table 4.
	b	-1.28	
Experiment 2.	a	11.16	Fig. 3. from Table 5.
	b	-0.71	

然れども支柱半徑 r が小なる時は ρ の値が略一定なるを以つて，その時の ρ の値を以つて植物固有の曲率半徑と考へるを便宜よろしきを以つて，新らしく行ひし他の植物に就いて測定せし ρ を次に揭ぐ。

Table 6. Various plants and characteristic radius of curvature.

表 6. 種々なる植物の固有曲率半徑

學名	和名	莖の直徑	ρ
* *Millitia japonica*, A GRAY.	ナツフジ	2.2 mm	2.79 cm
* *Lonicera japonica*, THUNB.	スヒカズラ	1.4	1.49
* *Lygodium japonicum*, (TH.) SW.	カニクサ	1.1	7.50
Rhynchosia volubilis, LOUR.	タンキリマメ	0.9	5.54
Akebia quinata, DECNE.	アケビ	2.1	1.81
Pueraria triloba. (*P. hirsuta*.)	クズ	5.6	1.99
* *Dioscorea quinqueloba*, THUNB.	キクバドコロ	4.3	8.53
Pharbitis Nil, CHOIS.	アサガホ	2.0	7.78
Quamoclit vurgalis, CHOIS.	ルコウソウ	1.4	4.55
Ipomoea bona-nox, L.	ヨルガホ	1.7	5.85
Dioscorea tennipes, FRANCH et SAW.	ツクネイモ	4.3	11.79

* 印，右捲の植物

3. 次に植物の半徑と曲率半徑 ρ との關係は前報にて既に說きし如き關係があるか如何を調べる。

Table 7. Pitch and diamenter of stem.

ルコウ草 (*Quamoclit vurgalis*, CHOIS.)

表 7. 莖の直徑と歩み (ルコウ草)

實驗第一						實驗第二			
莖直徑	歩み	莖直徑	歩み	莖直徑	歩み	莖直徑	歩み	莖直徑	歩み
mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm
1.03	5.61	1.10	1.90	1.23	11.28	0.80	3.46	1.08	13.70
1.04	2.24	1.10	4.35	1.24	13.19	0.81	2.37	1.19	12.07
1.04	4.08	1.10	7.95	1.30	12.79	0.89	2.32	1.20	10.64
1.05	1.37	1.12	4.65	1.30	9.98	0.91	2.91	1.20	11.77
1.09	4.50	1.13	3.94	1.31	7.56	0.94	5.46	1.21	8.02
1.09	4.24	1.18	10.22	1.51	14.24	0.96	6.19	1.26	12.93

曲率半徑は植物の莖の太さが增加するに從つて增加することは否定出來ない樣である。同一植物に拘泥せず，多くの植物に就いて莖の直徑と曲率半徑との關係は，表によればあまり明かでない。

更に水耕法に依つて培養液の濃度を變へて，朝顏及びルコウ草に就いて計算せしに次の値を得た。

培養液	蒸溜水	100 gr.
	硝酸石灰	1.00
	硝酸加里	0.25
	硫酸マグネシウム	0.25
	一燐酸加里	0.25
	鹽化鐵	根跡

培養液の濃度は水と藥品との比を % で表はした，但し藥品の割合は上記培養液で調合したのである。

Table 8. The influence of the concentration of solution on the pitch of twinning plants.
(*Pharbitis Nil* CHOIS.)

表 8. 濃度の攀纏植物の歩みに及ぼす影響 (アサガホ)

濃度	歩み	莖の直徑	支柱の直徑	ρ
0.25 %	12.47 cm	2.05 mm	1.55 cm	5.86 cm
0.25	11.89	2.06	〃	5.40
0.25	12.34	2.03	〃	5.05
0.20	13.64	1.99	〃	6.86
0.20	14.37	1.96	〃	7.53

0.20	12.30	1.83	1.55	5.73
* 0.175	—	—	—	—
0.10	12.20	1.77	1.55	5.65
0.10	11.08	1.76	〃	4.79
0.10	12.85	1.48	〃	5.88
0.05	11.88	1.59	〃	5.49
0.05	11.46	1.56	〃	5.07
0.05	12.30	1.39	〃	5·73
0.03	9.76	1.77	〃	3.89
0.03	13.10	1.65	〃	6.39
0.03	11.81	1.65	〃	5.34

註 * 0.175 を上記培養液の濃度とす

Table 9. The influence of the concentration of solution on the pitch of twinning plants.
(*Quamoclit vurgalis*, CHOIS.)

表 9. 濃度の攀纏植物の歩みに及ぼす影響 (ルコウ草)

濃度	歩み	莖の直徑	支柱の直徑	ρ
0.70 %	8.64 cm	1.03 mm	1.55 cm	3.22 cm
0.70	9.47	1.06	〃	3.71
0.60	8.74	1.16	〃	3.27
0.60	9.12	1.16	〃	3.50
0.45	8.40	1.26	〃	3.08
0.45	8.87	1.23	〃	3.35
0.30	8.82	0.91	〃	3.32
0.30	8.85	1.13	〃	3.34
0.175	—	—	—	—
0.15	8.54	0.97	1.55	2.16
0.01	—	—	—	—
0.01	—	—	—	—
0.001	—	—	—	—
0.001	—	—	—	—
0.0001	—	—	—	—
0.0001	—	—	—	—

此の實驗から培養液の濃度と歩み，濃度と植物の莖の太さ，及び莖の太さと歩みとの相關關係を見た結果，相關係數 r は次の如くである事が分つた。

Table 10. The correlation among the pitch, the diameter of the stem and concentration.

表 10. 歩み，莖の直徑及び濃度との相關

種別	濃度と歩み	誤差	莖直徑と歩み	誤差	濃度と莖直徑	誤差
アサガホ	r=0.42	±0.14	r= 0.21	±0.17	r=0.85	±0.05
ルコウソウ	r=0.39	±0.19	r=-0.04	±0.22	r=0.22	±0.21

培養液で行ひし結果は濃度と莖の太さの相關あるは至つて明かである。而して濃度と歩みとも可なり大なる相關がある。此れは成長の速度と歩みとの間に關係がある事を示しているのであろうと思はれる。但し濃度のずつと濃いものに就いてやつたのではないが，濃度が非常に増加すれば逆になるのであるかも知れぬ。

光線の影響に就いて實驗したのは，材料僅少でその結果明かでない。實驗せる方法は，寒冷紗を以て長立方形の被を作り白色，白灰色，灰色，黑色等に染め，此れを以つて植物を覆ひ依つて日光の光線の量を加減しようとした。その結果は白色のものは成長がよくて歩みも大きく，黑色のものは成長が惡くて歩みも小さくなる樣である。以上の二實驗に依つて，歩みが植物の成長と密接の關係があるのが分る。

一般に植物の攀纏するは支柱の直立するを必要とし，水平の場合に於ては攀纏し難しと云はれている。今水平よりの傾きによつて，如何に植物の歩みが變化するかを見た實驗の結果は次の如きである。

Table 11. The pitch and inclined of the support.

表 11. 支柱の傾斜と歩み

	夕			ルコウ草	
角度	莖の直徑	歩み	ρ	歩み	ρ
10°20′	2.17 mm	17.40 cm	9.13 cm	— cm	— cm
22 30	1.94	13.12	5.19	9.71	2.84
45 00	2.73	12.65	4.83	9.63	2.79
67 30	2.43	13.77	5.72	9.08	2.49
90 00	2.40	15.05	6.83	9.26	2.58

その傾斜角度が 10° 內外から容易に攀纏し初め，水平の位置に於ては攀纏せざることを夕顏及びルコウ草の場合に於て認めた。一般の植物について ρ は水平に近づくに從つて大きくなり捲方も粗雜に歩みも不規則になる傾向がある。

ON A PROPERTY OF TWINNIRG PLANTS (II)

(Résumé)

Seitaro SUZUKI, Hukuyosi OMORI, Yositeru ARAKI

The following relation between h, pitch of a twinning plant and r, radius of its cylindrical support explains our experiment which was made more extensively than that of previous report,

$$h = a \log r + b$$

where a and b are constants.

The characteristic radius[1] of a twinning plant has nevertheless a meaning as far as the thickness of the support is small. Using the various plants we obtained the following values besides the corrected values of the characteristic radii of the plants formerly experimented.

plants	Characteristic radii
* *Millitia japonica*, A GRAY.	2.79 cm
* *Lonicera japonica*, THUNB.	1.49
* *Lygodium japoncum*, (TH.) SW.	7.50
Rhynchosia volubilis, LOUR.	5.54
Akebia quinata, DECNE.	1.81
Pueraria triloba, (P. hirsuta.)	1.99
* *Dioscorea quinqueloba*, THUNB.	8.53
Pharbitis Nil, CHOIS.	7.78
Quamoclit vurgalis, CHOIS.	4.55
Ipomoea bona-nox, L.	5.85
Dioscorea tennipes. FRANCH et SAV.	11.79

* denotes the right handed twinning plant.

The formula used is $h = 2\pi\sqrt{r(\rho - r)}$

We observed also the effect of the solar intensity as well as that of the degree of the dilution of the culture-solution upon the length of the pitch.

---

(1) We used in the former report the word of "critical radius" instead of "characteristic radius", the latter expresses the real meaning more adequately than the former.