



Title	麥稈の力學的研究 (第1報) : 麥稈の屈服強さ、彈性係數に就いて
Author(s)	森田, 昇; MORITA, Noboru
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 1(1), 87-90
Issue Date	1951-12-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11501
Type	departmental bulletin paper
File Information	1(1)_p87-90.pdf



麥稈の力學的硏究(第1報)

麥稈の屈服強さ、彈性係數に就いて

森田 昇

(北海道大學農林專門部)

Study on the dynamical Characteristics of Wheat Straw

1. Bending Strength and Modulus of Elasticity by Bending.

NOBORU MORITA

緒 言

從來又最近でも稈の強さに對しては多くの硏究¹⁾²⁾がなされているが、それ等は農學的な栽培上の立場から行なはれてきたように思えるので之を物理學的な、力學的な立場から検討してみたいというところから本實驗にとりかかつた。麥稈に働く外力は風と穗重或は雨露及びそれ等の伴つたものが主である。風が麥稈を倒さそうとする力は片持梁に外力が働いた曲げ作用に又穗重及び雨露は稈の軸方向に力が作用して折ろうとする柱の問題と考えることが出来る。この考えをおし進めていくためには今麥稈を一つの梁と考えれば曲げ作用の式として $M = \sigma Z$ 、又柱と考えれば挫屈作用の式として $W_k = n\pi^2(EI/l)^2$ 、或は $\sigma_k = n\pi^2 E(k/l)^2$ 但し

M = 曲げモーメント

σ = 曲げ強さ

Z = 断面係數 = $\frac{\pi}{32} \left(\frac{d_1^4 - d_2^4}{d_1} \right)$
(断面を圓環として)

d_1 = 稈の外徑

d_2 = 稈の内徑

W_k = 挫屈荷重

E = 彈性係數

I = 断面の二次モーメント

$$= \frac{\pi}{64} (d_1^4 - d_2^4)$$

l = 柱の長さ

σ_k = 挫屈強度

k = 最小断面二次半徑

n = 柱端の條件による常數

の如き式から強さを決めようというのであるが、それには先づ E とか σ の値を知らねばならない。然るにこれ等の値に就ては未だに明らかにされていないようなので、稈の太さ、稈の厚さ等精度の點からは相當批判の餘地があると思うが一應屈服強さ、彈性係數の凡その値を求め得たので取敢えず本實驗の概略を述べて第1報とし、斯道の先輩その他大方の御叱正に預り度いと願うものであります。

本實驗を遂行するに當り御教示御指導を賜つた田町以信男教授、工學部久野陸夫教授に又實驗に協力せられた須山教授、藤本和子嬢に對し茲に深謝の意を表する。尙硏究費の一部は文部省科學硏究費の援助を戴いた。

實驗材料、方法及び結果

供試材料は赤銹不知1號で農業物理硏究所芽室分室で生育したもの、刈取後相當日數經過した

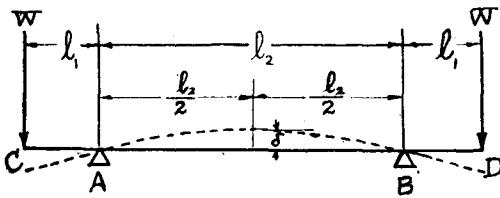
第 1 表

(農業物理研究所芽室分室調査)

稈長 mm	稈の太さ mm	撓折能率 g	穂長 mm	粒數 個	穂重 g	粒の長徑 mm	粒の短徑 mm	千粒重 g	容積重 g
1139	5.19	3.08	241.7	16.04	0.6377	6.03	2.63	35.9512	200.182

氣乾状態のもので第1表の如き特性のものを使用した。

供試材料は生物であり同一品種にても栽培條件等によつて異なるものと思はれるが、取扱を簡単にするため、理想的な状態を假定して本實驗に於ては試料はそれ等の條件を満足するものとして實驗を進めた。即ち試料は均一質からなり、断面はどこでも同一の完全な圓環をなす。又内外徑はどこでも同じとしたことである。上のような假定の下に於て第1圖に示す如く曲げ作用を與えれば弾性限の範圍内では次式が成立する。即ち



第1圖 撓みの測定方法

$$\delta = \frac{Wl_1^2 l_2^2}{8EI} \text{ 或は } E = \frac{Wl_1^2 l_2^2}{8\delta I}$$

但し W = 荷重 (kg)

l_1 = AC 或は BC の長さ (mm)

l_2 = AB の長さ (mm)

δ = AB の中央に於ける撓み (mm)

I = 断面の二次モーメント

$$= \frac{\pi}{64} (d_1^4 - d_2^4)$$

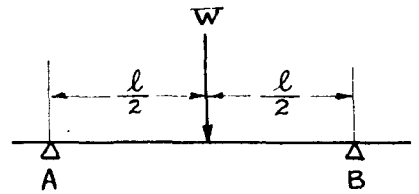
d_1 = 外徑 (mm)

d_2 = 内徑 (mm)

E = 曲げによる弾性係數 (kg/mm²)

これより $W, l_1, l_2, \delta, d_1, d_2$ を測定して曲げによる弾性係數の E が求められる。

又曲げによる壁面屈服の強さは第2圖の如くして次式から求めた。



第2圖 風阻強さの測定法

$$M = \sigma Z$$

但し M = 曲げモーメント = $\frac{Wl}{4}$

W = 荷重

l = 兩支點間の距離 = AB の長さ

Z = 断面係數 = $\frac{\pi}{32} \left(\frac{d_1^4 - d_2^4}{d_1} \right)$

σ = 曲げによる壁面屈服強さ (kg/mm²)

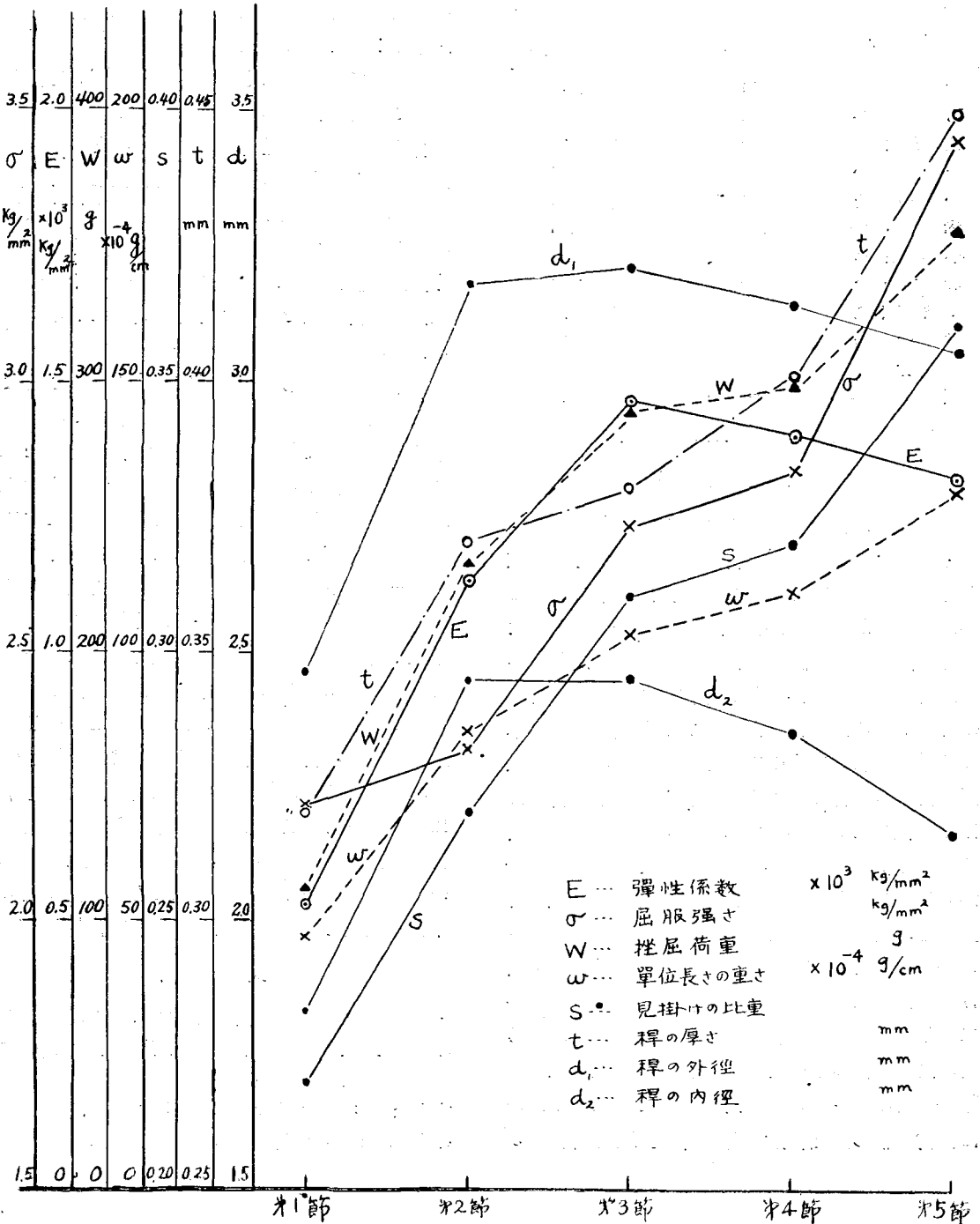
第 2 表

試 験 回 數	第 1 節			第 2 節			第 3 節			第 4 節			第 5 節		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均
25															
外 徑 d_1 mm	2.77	2.12	2.46	3.58	2.71	3.18	3.63	2.59	3.21	3.57	2.51	3.14	3.32	2.52	3.05
内 徑 d_2 mm	2.20	1.55	1.83	2.95	1.87	2.45	2.91	1.95	2.45	2.67	1.75	2.35	2.44	1.80	2.16
稈の厚さ t mm	0.38	0.27	0.32	0.54	0.26	0.37	0.50	0.31	0.38	0.53	0.28	0.40	0.53	0.36	0.45
單位長さの重さ $w \times 10^{-4}$ g/cm	53	37	47	115	59	85	133	67	103	147	74	111	156	98	129
見掛けの比重 s	0.26	0.17	0.22	0.39	0.19	0.27	0.37	0.26	0.31	0.46	0.29	0.32	0.44	0.29	0.36
撓風荷重 W g	161.4	85.9	111.5	337.2	135.5	232.4	469.7	145.6	290.2	455.5	221.9	297.5	437.7	231.2	355.0
弾性係數 $E \times 10^3$ kg/mm ²	1.49	0.35	0.53	1.86	0.69	1.13	1.88	0.84	1.46	2.30	0.78	1.40	1.74	1.04	1.32
風阻強さ σ kg/mm ²	3.74	1.31	2.21	3.70	1.66	2.32	4.12	1.82	2.73	3.75	1.77	2.84	4.62	2.83	3.45

尙稈長の平均は 1230 mm; 稈重の平均は 1.75 g.

試驗器は Holde fleiss 氏の藁稈挫折試驗器を用い、先づ突出梁の状態で中央の撓みを 0.01 mm 迄測れる讀取望遠鏡で測定し、更に單純梁として中央に荷重をかけて屈服せしめ後同じ讀取望遠鏡

にて屈服面の外徑、内徑を測定した。試料は穂首から數えて第1節から第4節或は第5節迄測定した。第2表に示したものは適當に選ばれた30本から得た結果の平均値であつてこれを圖示した



第 3 圖

ものが第3圖である。そしてこれ等の値を既に知られている木材、竹その他と比較したものが第3表である。

第3表

材 料	σ kg/cm ²	E ×10 ⁵ kg/cm ²
す ぎ	580	0.57~1.3
も み	640	0.42~1.1
え ぞ ま つ	590	0.43~1.1
た う ひ	580	0.42~0.86
ひ の き	630	0.60~0.86
赤 松	730	0.57~1.40
か ら ま つ	830	0.98~1.10
お ほ な ら	790	0.59~1.10
や ま ざ く ら	880	0.57~1.10
け や き	870	0.84~1.10
竹	700~3000	1.70
鐵 鋼	4000~6000	20.0~21.5

(機械工學便覽による)

結果に対する考察

具體的に言つて従來の“程の強さ”は程に曲げ作用を與えてその挫折荷重を求めそれを各品種の程の強さとして比較している。然し乍らこれで程が強いとか弱いとかを規定として決定するのは根據が薄弱と思う。細いから弱い、太いから強いとか荷重が大きいから強いと言ふことは一應尤ものようであるが、あながち太いから強いとは簡單には言いきれないものである。即ちこれには單位面積當りのと言うことが省かれていて單に荷重だけで比較しているからである。例えば單位面積當り大きな荷重に耐え得る材料は細くとも強い場合がある。これを金屬材料にその例をとれば軟鋼と鑄鐵との曲げ許容應力を比較すると軟鋼の900~1200 kg/cm²に對して鑄鐵は450 kg/cm²、即ち曲げ強さに於ては軟鋼は鑄鐵の約3倍の強さを持つてることが解る。従つて同じ曲げ作用を受ける所に同じ直徑のものを使用すれば、鑄鐵は軟鋼の1/3の強さしかないし、同じ強さをもたせるためには約3倍の斷面係數(斷面を圓とすれば約 $\sqrt[3]{3}$

$d \approx 1.45d$)を持たせることが必要となる。かかる見解からは今迄のように程の曲げ強さを荷重のみで比較していたことは妥當とは考えられない。この強さは、單位面積當りの荷重で表はす可きである。云い換えれば單位面積にどれ位の荷重が支持出来るかによつて比較すべきものと思う。

そこで上述の如く實驗から E 及び σ を得たが他にこれと比較すべき藁稈類の E や σ は現在迄に報告されたものが見當らないので、どの程度信用が出来るかは今後の實驗に俟たねばならない。止むを得ずこれを現在測定されている木材或は竹のそれと比較してみると第3表に示す如く非常によく似た數値が得られた。これは得た E や σ の値が比較的妥當な値であることを裏書していると考えられる。

第2表及び第3圖を見て面白く思うことは直徑は穂先で極めて細く中頃で太さ最大で、根元に來ると又細くなり所謂紡錘形、流線形をしていることである。これは外力の抵抗を最も少くする上に効果的であることは一般によく知られている。又強さは穂首より根元にかけて次第に強くなり曲げモーメントに大體比例していること及び彈性係數の E は全體に涉つて同一でなく穂首の近くでは柔軟で彈力性を持ち根元では剛くなつて強い支持力を包藏していることで今更ながら自然の攝理の極めて微妙且つ合理的なのに感嘆させられる。

又強さ、荷重、單位長さの重さ、見掛けの比重、程の厚さ等の相互關係も面白い。これ等今迄に“程の強さ”を表すために用いられて來た挫折荷重、單位長さの重さ或は程基重³⁾⁴⁾(程下部10cmの乾物重)、程の厚さと屈服強さとの關係に就ては今後の實驗を俟つて論議を進めたい。

文 獻

- 1) 池田利長：日本作物學會紀事。11-1, p. 26, 1939(昭14)。
- 2) 渡邊勇、飛岡五六：農業及び園藝。23卷8號, p. 445, 1948(昭23)。
- 3) ATKINS: Jour. Agr. Res. Vol. 56, 1938.
- 4) ATKINS: Jour. Agr. Res. Vol. 76, 1948.