HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	麥稈の力學的研究 （第２報）: 麥稈の強さに就いて
Author(s)	森田, 昇
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 1(1), 91-93
Issue Date	1951-12-31
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11502
Type	bulletin (article)
File Information	1(1)_p91-93.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

麥稈の力學的研究 (第2報)

麥稈の強さに就いて

森田　昇

(北海道大學農林專門部)

Study on the dynamical Characteristics of Wheat Straw

2. Strength of Wheat Straw

Noboru Morita

緒　言

麥稈が倒伏する原因として穗重の外には主に風と雨露等が考えられる。風に對しては曲げ作用を，雨露に對しては挫屈作用を考えればよいと思う。實際に倒伏が起るのはこの兩作用が重なつた時に多く起つているようである。單獨ならば寧ろ雨露による挫屈作用の影響の方が大きいのではなかろうか。これ等に對して麥稈がどの程度外力に耐え得るか夫々に就て檢討してみたが麥稈それ自身は豫想していたよりも遙かに強く倒伏を防ぐためには寧ろ植物上體を保持している根と土壤との關係をもつと强化すべく對策を講じたらよいのではなかろうか。

この考え方を決定づけるには更に多くの證明が必要だが，一應その概略を述べて斯道の先輩その他大方の御叱正に預りたいと願うものである。

本實驗を遂行するに當り御敎示と御激勵を賜つた田町以信男敎授及び工學部久野陸夫敎授に又實驗に協力せられた藤本和子孃に對し玆に深謝の意を表する。尙研究費の一部は文部省科學研究費の援助を蒙いた。

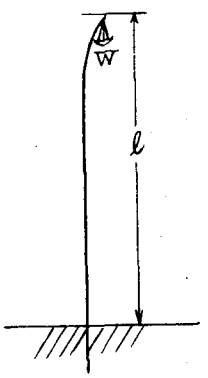
I　挫屈作用

挫屈作用というのは長い柱に軸方向の荷重がかかりその柱が細いために多少の偏心を伴つて曲げ作用を受け遂には破壞する現象をいうのであるが麥の場合は穗それ自身が荷重になる。これが雨露をうけると尙更荷重が增し稈を倒そうとする。

今稈がそれ等の力にどれだけ抵抗出來るものかを調べてみた。

實驗方法及び結果

供試材料は第1報と同樣農業物理研究所芽室分室で生育した赤銹不知1號で刈取後風乾狀態にあつたものを用いた。この試料を第1圖の如く固定して穗先に相當するところに分銅を乘せる皿を取付け分銅を加えることによつて荷重を增加させ稈の破壞する荷重を求めた。又長さ及び稈の破壞した斷面から外徑と內徑を測定して第1表を得た。表中 W = 挫屈荷重，d_1 = 外徑，d_2 = 內徑，l = 長さ，E = 彈性係數



第 1 圖

結果の考察

測定した結果から見てこの材料を挫折させる平均の荷重は 7.85 g である。供試材料の穗重は 0.6377 g でこれを 0.64 g とすれば供試麥稈は 12 倍以上の荷重に耐えうることとなる。卽ち安全率が 12 というわけで普通安全率が 12 なら先づたい

第 1 表

	W g	d_1 mm	d_2 mm	l mm	E $\times 10^3$ kg/mm^2
1	7.3	2.92	1.59	1065	1.03
2	6.8	2.80	1.94	1115	1.46
3	5.3	2.91	2.10	1170	1.15
4	7.4	3.09	2.27	1180	1.31
5	8.7	2.99	2.29	1230	2.00
6	6.8	2.47	1.64	1090	2.23
7	8.3	3.10	2.23	1190	1.44
8	7.4	2.77	1.76	1090	1.47
9	7.8	3.09	2.37	1025	1.12
10	12.7	3.29	2.20	1190	1.59
平均	7.85	2.943	2.039	1134.5	1.48

ていの振動にも充分抵抗することが出來る。尙普通作の場合小麥では稈の重さと穗の重さとは略々等しいといはれている。豐作型では稈重より穗重が大であり，不作型では穗重より稈重が大きい。この場合は不作型に相當すると考えられる。然る時は稈重の平均は 1.75 g であるから — これは前の穗重の約 2.7 倍である。— これを穗重と見做すと約 4.5 倍の荷重に耐えうることとなる。雨に叩かれ露に濡れても荷重は穗の重さの 4.5 倍となるとは思はれない。試料が風乾狀態にあるので成熟期を想定して 1.75 g に水分 30% を加えたとしても尙麥稈は 3 倍强の抵抗力を持つていることになる。

以上のことから判斷して根元さえしつかりと保持することが出來れば比較的倒伏し易いと言はれる赤銹不知でも充分な抵抗力を持つていることが解る。

又實驗中の觀察から重要なことは麥稈が挫折荷重で折れた時の穗首の位置は葦の保持點を通る水平線よりももつと下になることである。穗首が葦の保持點と略々水平の位置となる荷重は，いい換えると穗が地について了う荷重は挫折荷重の約 80% 程度であつたことである。

卽ち根さえ堅固に保持しておけば雨露だけでは先づ挫屈は起るまい。これに强風が伴い葉が他の葉や稈とからみ合う等のことが同時に起つて始めて折損の起ることが考えられる。

次に挫屈を示す有名な式に EULER の式がある。この場合 EULER の式を採用することは理論的に異論を持つものではあるが，適用してみた結果は案外比較的よく當嵌まることが解つた。卽ち

$$W = \frac{\pi^2 EI}{4l^2} \times 1000$$

但し W = 挫屈荷重 g

E = 曲げによる彈性係數 kg/mm^2

I = 斷面の二次モーメント

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

l = 稈の長さ mm

この式に第 1 報にて求めた平均の d_1, d_2, E と $l = 1230$ mm をとつて計算した結果を第 2 表に示す。計算から求めた挫折荷重は實驗の結果とよく似ている。

第 2 表

	d_1 mm	d_2 mm	E $\times 10^3$ kg/mm^2	l mm	W g
穗首より第 4 節間	3.14	2.35	1.40	1230	7.47
穗首より第 5 節間	3.05	2.16	1.32	1230	6.84

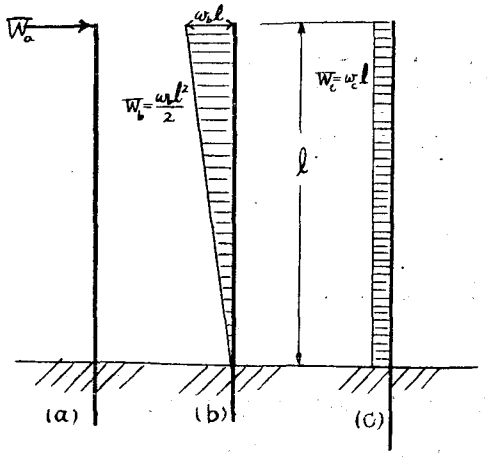
又前の實驗の數値を EULER の式に代入して E を求めてみると第 1 表の右に示した如くその平均値は 1.48 となり實驗から求めた E の値と略々一致している。

以上のことから挫屈荷重の近似的な値を知るには EULER の式が使い得ることが解つた。

Ⅱ 曲げ作用

麥稈が强い風を受ける時の有樣は丁度片持梁に荷重が働いた曲げ作用の時によく似ている。これに對しては風洞試驗を試みたいと思うが取敢えず理論の上から一應檢討してみた。

麥稈に外力がどのように働くかを決めることが大切であると同時に困難なことである。今外力の働き方を第 2 圖の如く 3 つの場合を考えてみる。(a) は穗先に集中して働く場合であり (c) は穗先から根元まで一樣な分布荷重が働き (b) は穗先で大きく根元になるほど小さくなる分布荷重の場合を示している。然し實際はこれ等よりもつと複雜なものと思うが，今第 2 圖の (a), (b), (c) の如く外力



第 2 圖

が働くとし全荷重を等しいとすると，荷重及びモーメントは

$$W = W_a = W_b = W_c$$

$$W_b = \frac{w_b l^2}{2} \quad ; \quad W_c = w_c l$$

$$M_a = Wl \; ; \; M_b = \frac{2}{3} Wl \; ; \; M_c = \frac{1}{2} Wl$$

$$M_a : M_b : M_c = 1 : \frac{2}{3} : \frac{1}{2}$$ となる。

今 (a) に就て W 及び M_a を求めてみると

$$M = Wl \; ; \; M = \sigma Z = \sigma \frac{\pi}{32} \left(\frac{d_1^4 - d_2^4}{d_1} \right)$$

上式に第1報に於て求めた d_1 ; d_2 ; l ; σ を代入して M 及び W を計算すると第3表の數値が得られる。

第 3 表

	穗首より第1節間	穗首より第2節間	穗首より第3節間	穗首より第4節間	穗首より第5節間
d_1 mm	2.46	3.18	3.21	3.14	3.05
d_2 mm	1.83	2.45	2.45	2.35	2.16
l mm	363	687	932	1108	1230
σ kg/mm²	2.21	2.32	2.73	2.84	3.45
M kg-mm	2.24	4.74	5.86	5.92	7.18
W g	6.17	6.90	6.28	5.34	5.84

結果からみて穗首より第2節間が一番安全であり，第5節間よりも却つて第4節間が最も危險であるということになる。

外力が一點に集中することは先づあるまい。そこで (b) の場合に當嵌めてみる。最小の第4節間をとると

$$W = 5.34 \times \frac{3}{2} = 8.01 \text{ g}$$

卽ち (b) の場合の曲げ作用では平均約 8 g の荷重で折れることとなり，挫屈作用の場合の平均危險荷重 7.85 g と略々一致するから荷重としては (b) に近い外力が働くだろうことが豫想出來る。

一方風壓は風速の2乘に比例すると言はれている。この風壓を受ける面積を穗首に對していくらにとるかを決めることが重要である。今穗首の投影面積を約 6 cm² としその約 70% が風壓を受けると假定すれば約 4 cm² となる。ところで 8 g 荷重で倒れるとしてこれを風速に換算してみると第4表から風速 10 m/sec では風壓は 1.2 g/cm² で

第 4 表

風速 m/sec		1	5	10	15	20	30	45
風壓	kg/m²	0.13	3.0	12	27	48	108	343
	g/cm²	0.013	0.3	1.2	2.7	4.8	10.8	34.3

あるから風を受ける面積は 8/1.2 = 6.7 cm² となるし，風速 15 m/sec の場合は約 3 cm² となるから先づ 15 m/sec に近い風速が稈を倒す臨界點となるのではあるまいか。假令風で穗首が地上についてもそれだけで直ぐに稈が折れるとは前の挫屈作用の實驗中の觀察からも考えられない。又穗が地上につけば麥稈の外力を受ける條件が自から變つて稈がアーチの作用をするから 15 m/sec よりももつと大きな風速にも耐え得ることが豫想出來る。

總　括

麥稈が充分しつかり保持されているという假定の下にどの位の外力に耐えうるかを調べたが最初に考えていたよりも稈それ自體は非常に強いものであることが解つた。

麥稈が折れる外力を知るのに EULER の式を用いると便利である。

從つて今後麥の倒伏を論ずる場合稈の強さを問題にするよりも植物の上體を支持する稈が根及び土壤によつてどの程度に保持されているかを問題とすべきであるということを示唆しているのではなかろうか。

これ等に就ては今後更に研究を進めたい。