

作物、雑草の幼苗期における力学的性質について

第1報 稲, 麦, ナタネ, 落花生, メヒシバの幼苗期における
力学的性質について

永田 雅輝*・御手洗 正文**
古池 寿夫**・岡田 芳一*

Studies on the Mechanical Properties of Crops and Weeds in Seedling Stage

I. On the mechanical properties of rice plants, wheats (barleys), peanuts and fingergrass in seedling stage

Masateru NAGATA, Masafumi MITARAI,
Toshio FURUCHI and Yoshiichi OKADA

(1976年9月14日受理)

緒 言

筆者らは昭和41年以来、小型トラクタ用ウィーダの開発と標題の作物と雑草に対する利用研究にとり組み、ほぼその実用化に成功した。ウィーダの齒杆及びその作業媒体である土塊の幼植物に対する作用としては、引抜き、地際部分の茎部と根部の切断及び曲げ等の物理的作用が複合して加えられる。従って、ウィーダの作用機構を解明するためには作用対象となる作物と雑草の幼苗期の力学的性質を把握する必要がある。そこで筆者らは1972年に乾田直播水稻、裸麦、落花生、ナタネについて、また1973年には畑水稻、小麦、メヒシバについて調査を行ない、ほぼ概要を把握することができた。以下、兩年の試験結果をまとめて報告する。

試 験 方 法

1. 試料及び育苗方法 供試材料及播種時期を第1表に示す。水稻、裸麦、落花生、ナタネの育苗

第1表 試 料

試 料 (品種)	播 種 時 期	年 次	土 性	覆 土 深 さ	育 苗 方 法
水 稻(タチカラ)	7月 12日	1972年	壤 土	3.0cm	ポ ッ ト
畑 水 稻	7月 4日	1973	〃	〃	畑 圃 場
裸 麦(南風)	11月 6日	1972	〃	〃	ポ ッ ト
小 麦	12月 1日	1973	〃	〃	畑 圃 場
落花生(千葉大粒)	7月 16日	1972	〃	〃	あみかご

第2表 測定項目及び測定位置

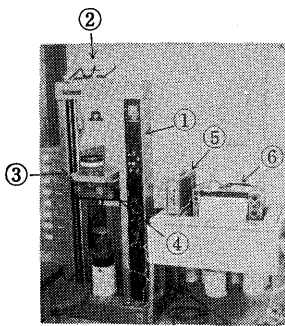
試料 \ 測定項目	長・短径	せん断抵抗力	曲げ抵抗力 (スパン長)	圧縮抵抗力 (圧縮幅)
水稲(軟)	±1.0 cm	$\begin{cases} \pm 0.5 \text{ cm} \\ \pm 1.0 \\ \pm 1.5 \\ \pm 2.0 \end{cases}$	$\begin{cases} 0.0 \sim \pm 0.3 \text{ cm} \\ (2.0 \text{ cm}) \end{cases}$	—
水稲(硬)	±1.0			—
ナタネ	-1.5	-1.5	$\begin{cases} 0.0 \sim -3.0 \\ (1.0 \text{ cm}) \end{cases}$	0.0 ~ -0.9 cm (9mm)
裸麦	-1.5	-1.5		—
落花生	-1.0	-1.0	$\begin{cases} 0.0 \sim -3.0 \\ (2.0 \text{ cm}) \end{cases}$	0.0 ~ -0.5 (5mm)
メヒシバ	0.0	0.0	—	—
小麦	0.0	$\begin{cases} 0.0, +0.7 \\ +1.4 \end{cases}$	$\begin{cases} 0.0 \sim \pm 3.0 \\ (1.5 \text{ cm}) \end{cases}$	+0.15 ~ -0.15 (3mm)
畑水稲	±0.5	$\begin{cases} 0.0, \pm 0.5 \\ \pm 1.0, \pm 1.5 \end{cases}$	$\begin{cases} 0.0 \sim -3.0 \\ (1.5 \text{ cm}) \end{cases}$	—

注：上記の表は地表面を 0.0 cm として、地上をプラスcm(+), 地下をマイナス cm(-) で表示した。

項目について18~20ヶとし、測定期間は発芽後(播種後6~8日目)から約1ヶ月間とした。

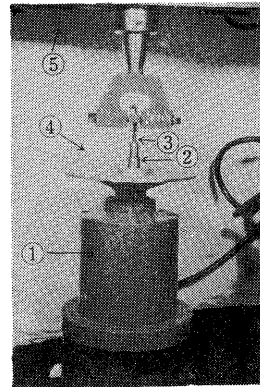
(1) 作物、雑草の性状 草丈、茎の断面積の経日変化を測定した。茎の断面積は長径、短径をマイクロメータで 1/100 mm まで測定し、楕円形公式により求めた。

(2) 引抜き抵抗力 試料を第1図に示すテンシロン(UTM 4L)にセットし、茎の最下端部をロードセルに連結したクリップではさみ、クロスヘッドを下降速度 200 mm/min で引抜いた。抵抗力は上端に取り付けたロードセル(TLB-5)で検出し、ストレンアンプを通してペンレコーダに記録させた。ポット、網籠で育苗した作物は、種子までの覆土を取り除いて引抜き抵抗力を測定した。



- ① テンシロン(UTM4L)
- ② ロードセル(TLB-5)
- ③ 試料
- ④ クロスヘッド
- ⑤ スtrenアンプ
- ⑥ ペンレコーダ

第1図 引抜き抵抗力測定装置



- ① ロードセル
- ② プランジャーシリンダ
- ③ プランジャー
- ④ 試料
- ⑤ クロスヘッド

第2図 せん断抵抗力測定装置

(3) せん断抵抗力 せん断抵抗力測定装置は第2図に示すようにテンシロンの下端に固定したロードセル上にプランジャーシリンダ(ディーゼルエンジンの部品)をのせ、クロスヘッドに固定したフ

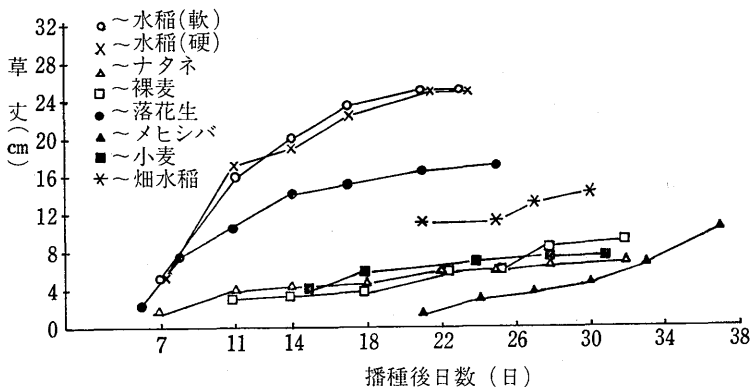
ランジャーを 50 mm/min で下降させて、シリンダーの横穴から挿入した試料をせん断した。このときのせん断に要する力をせん断抵抗力として測定した。

(4) 曲げ抵抗力及びたわみ 曲げ抵抗力はロードセル上のスパン（スパン長：1~2 cm）に試料をのせ、クロスヘッドを 50 mm/min の速度で下降させて試料の中央を曲げ、(2)、(3) と同じ方法でペンレコーダに記録して求めた。たわみは記録されたペン軌跡の初期微動点（作用開始時）から最大曲げ抵抗力を示す点までの記録紙上の距離（ S mm）と、クロスヘッドの下降速度（ V_1 mm/s）、記録紙送り速度（ V_2 mm/s）から最大たわみ量 [$V_1 \cdot S / V_2$ (mm)] を求めた。

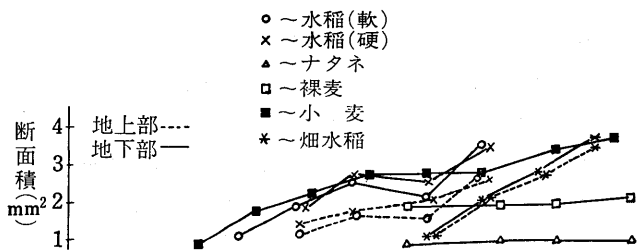
(5) 圧縮抵抗力 ロードセル上に、それぞれの長さで切断した試料（第2表参照）をのせ、クロスヘッドの下降速度 50 mm/min（ナタネ、落花生）、10 mm/min（小麦）で茎の側面を押しつぶすのに要する力を圧縮抵抗力として測定した。

試験結果及び考察

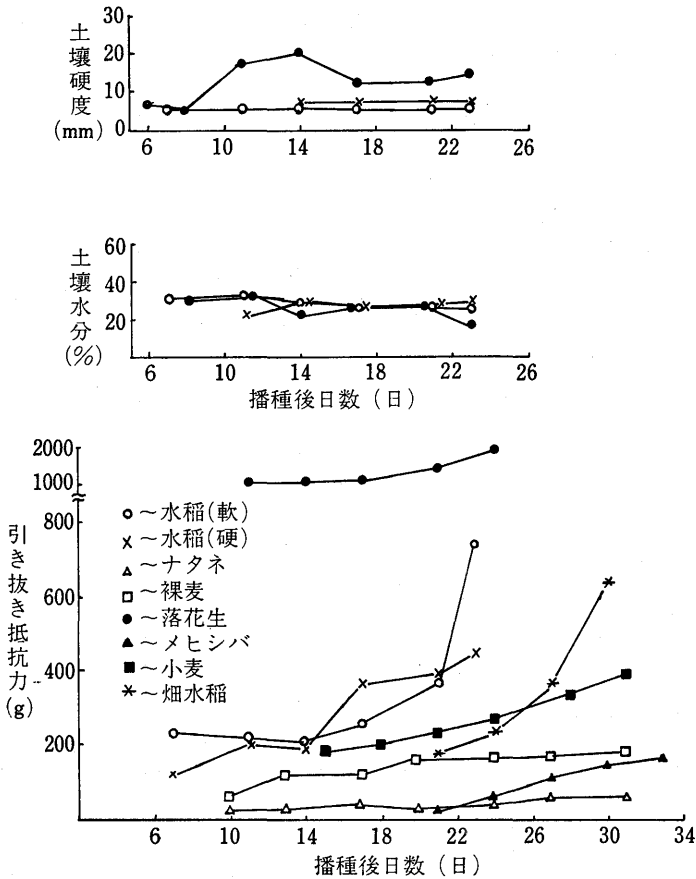
1. 作物、雑草の性状 草丈、茎の断面積の経日変化を第3図、第4図に示す。水稻、落花生の草丈は播種後24日にはそれぞれ 25 cm、16 cm となったが、ナタネ、裸麦、小麦、メヒシバは伸長するのが遅く、播種後32日になっても 5~9 cm であった。茎の断面積は、各作物とも草丈が伸長するにつれて増大したが、一時、水稻、小麦では播種後18~22日頃に停滞する傾向がみられ、また裸麦、ナ



第3図 草 丈



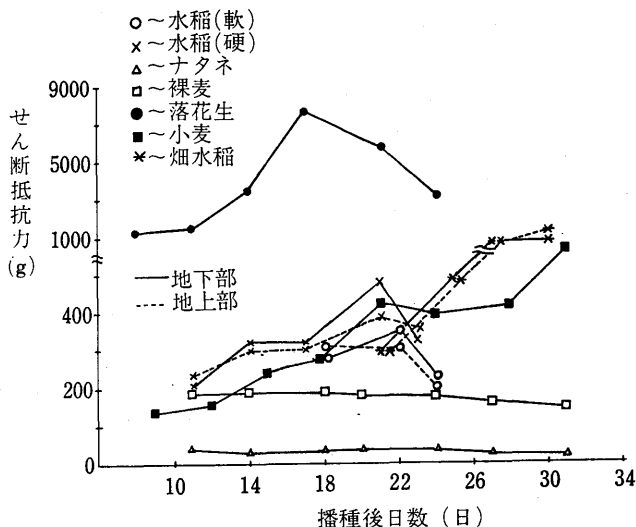
2. 引抜き抵抗力 引抜き抵抗力と抵抗力測定期間中の土壌水分、土壌硬度の測定結果を第5図に示す。測定期間中（播種後30日まで）の引抜き抵抗力は、落花生が最も大きく1,000~2,000gであ



第5図 引抜き抵抗力及び土壌水分、土壌硬度

り、次に水稻 200~700 g, 畑水稻 200~650 g, 小麦 200~400 g, 裸麦 50~200 g, メヒシバ 30~150 g, ナタネ 20~60 g の順に小さくなった。また、引抜き抵抗力の経日変化は、ナタネ、裸麦、小麦、メヒシバでは小さいが、水稻、畑水稻では播種後21日から23日にかけて大きな増加を示した。すなわちこの時期から水稻、畑水稻では根部が著しく発達するものと考えられる。硬質土壌の水稻は軟質土壌の水稻に比べてかなり複雑な抵抗力の推移を示したが、大きな差はみられなかった。土壌硬度の経日変化は、水稻では5~8 mm とほぼ一定であったが、落花生では5~20 mm とかなり変動があり、土壌水分も水稻 20~32%, 落花生 17~30% と差がみられることから、これらの変動は引抜き抵抗力に若干影響したものと考えられる。

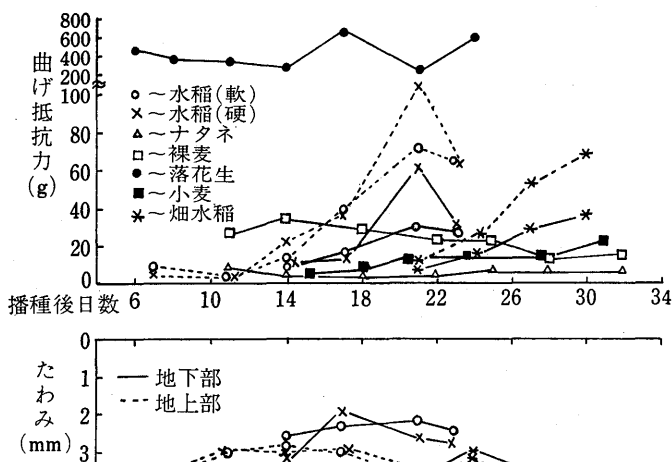
3. せん断抵抗力 せん断抵抗力の経日変化を第6図に示す。落花生のせん断抵抗力は播種後8~



第6図 せん断抵抗力

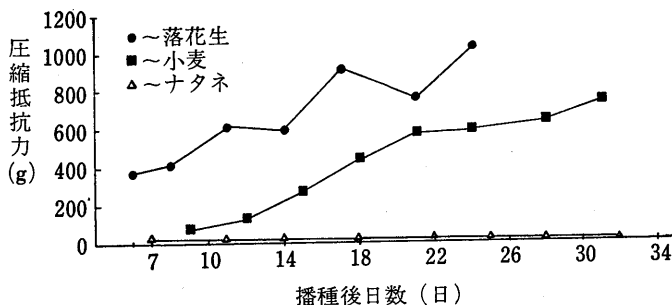
17日に 1,200 g から 7,400 g に増大し、他の作物に比べ 5～15 倍の大きさを示したが、22日から24日には 5,400 g から 3,100 g に減少した。これは茎の断面積がこの時期に減少することに関連しているものと考えられる。水稻、小麦のせん断抵抗力は播種後 14～18 日までは約 300 g で増加しなかったが、20日には 100～200 g 増加した。畑水稻は播種後30日の間に抵抗力が 300 g から 1,000 g に増加したが、ナタネ、裸麦はそれぞれ 200 g、40 g のままほとんど増加しなかった。水稻、畑水稻の地下部は地上部に比べ若干抵抗力が大きく、硬質土壌の水稻は軟質土壌の水稻より 875～100 g 大きな抵抗力を示した。

4. 曲げ抵抗力及びたわみ 各作物の曲げ抵抗力とたわみを第7図に示す。落花生の曲げ抵抗力は



れて地下部より大きくなった。軟質土壌の水稲と硬質土壌の水稲では抵抗力の差はみられず、両方とも地上部が地下部より 20~30 g 大きい値を示した。たわみについては、小麦が 4~6 mm とやや大きく、水稲では地上部が 3~4 mm、地下部が 2~3 mm であった。また硬質土壌の水稲と軟質土壌の水稲はほぼ同じ推移を示した。畑水稲では経日とともに地上部のたわみが地下部より大きくなった。

5. 圧縮抵抗力 ナタネ、落花生、小麦の圧縮抵抗力を第 8 図に示す。圧縮抵抗力は作物によって圧縮幅を変えて測定したが、第 8 図では圧縮幅 1 mm 当りに直して表示した。圧縮抵抗力は落花生



第 8 図 圧縮抵抗力

が 400~1,000 g, 小麦 80~850 g, ナタネ 15~20 g と作物によってかなり大きな差がみられた。落花生の抵抗力の推移は播種後 10 日から 14 日まで 600 g のまま増加せず、17 日に約 300 g 増加し、21 日には 150 g 減少するなど大きな変動を示した。小麦は播種後 9~21 日の間に 50 g から 600 g に増加し、28 日には 750 g になった。ナタネの圧縮抵抗力は非常に小さく、播種後 32 日を過ぎても約 20 g であり、ほとんど増加はみられなかった。

6. 各測定値の変異係数 前述してきた各測定値は播種後日数を基準にして測定した 18~20 ケのサンプルの平均値であるが、同じ播種後日数のサンプルでも測定値はかなり広い幅で分布しているため、各測定値の変異係数を求めた (第 3 表)。草丈の変異係数は小麦が 0.14~0.42 とやや大きな変異を示したが、水稲、畑水稲、ナタネ、裸麦は 0.10~0.20 と小さく、各試料間の生育過程はほぼ同じであると考えられた。各抵抗力の変異係数は作物によってかなり差があり、畑水稲、裸麦ではやや小さいが、ナタネでは 0.30 以上の変異を示す場合が多くみられた。抵抗力別では、せん断抵抗力が 0.15~0.25 と小さく、引抜き抵抗力は 0.20~0.30、圧縮抵抗力は 0.20~0.40 とやや大きな変異を示した。また曲げ抵抗力の変異係数は各作物とも 0.30~0.40 以上を示すものが多く、特にナタネでは 0.50~0.70 と非常に大きな変異がみられた。

第3表 各測定値の変異係数

試料	播種後日数	6~12日	13~18日	19~24日	25~32日
	測定項目				
水 稻	草 丈	0.09~0.10	0.06~0.18	0.08~0.11	—
	引抜き抵抗力	0.25	0.10~0.24	0.37~0.38	—
	せん断抵抗力	—	0.24	0.25~0.29	—
畑 水 稻	草 丈	—	—	0.13~0.16	0.06~0.12
	引抜き抵抗力	—	—	0.23~0.30	0.22~0.26
	せん断抵抗力	—	—	0.16~0.18	0.14~0.15
	曲げ抵抗力	—	—	0.14~0.52	0.33~0.35
裸 麦	草 丈	0.19	0.14~0.19	0.10~0.13	0.10
	引抜き抵抗力	0.28	0.22~0.28	0.12~0.23	—
	せん断抵抗力	0.45	0.15~0.26	0.15~0.17	0.16~0.26
	曲げ抵抗力	0.48	0.23~0.26	0.25~0.29	0.31
	圧縮抵抗力	0.25	0.17~0.43	0.21~0.44	0.23~0.29
小 麦	草 丈	0.14	0.23~0.29	0.18~0.42	0.26~0.32
	引抜き抵抗力	0.60	0.25~0.38	0.23~0.38	0.23~0.26
	せん断抵抗力	0.23	0.16~0.19	0.19~0.32	0.17~0.23
	曲げ抵抗力	0.35	0.41~0.43	0.39~0.46	0.29~0.35
ナ タ ネ	草 丈	0.14~0.23	0.06~0.09	0.13~0.17	0.10~0.16
	引抜き抵抗力	0.24~0.34	0.29~0.37	0.25~0.32	0.19~0.26
	せん断抵抗力	0.19~0.30	0.25~0.27	0.28~0.47	0.38~0.44
	曲げ抵抗力	0.54~0.57	0.50~0.59	0.64~0.74	0.57~0.66
メヒシバ	草 丈	—	0.24~0.25	0.24~0.26	0.18~0.22
	引抜き抵抗力	—	0.26	0.26~0.55	0.38~0.52

摘 要

作物、雑草の幼苗期（播種後 6~32日）の引抜き抵抗力、せん断抵抗力、曲げ抵抗力、圧縮抵抗力を測定し、次の結果を得た。

1) 水稻：引抜き抵抗力は播種後 14~22日目に 200 g から 700 g と急激な増加を示した。せん断抵抗力は地上部、地下部とも同じ傾向を示し、200 g から 500 g まで階段状に増加した。曲げ抵抗力は100 g 以下であった。

2) 畑水稻：引抜き抵抗力は 200 g から 650 g まで緩やかに増加し、せん断抵抗力は 300 g から 1,000 g まで直線的に増加した。曲げ抵抗力は地上部、地下部ともほぼ同じで、10 g から 60 g に増加した。

3) 裸麦：引抜き抵抗力は播種後10日から20日までは階段状に 50 g から 200 g に増加したが、そ

7) メヒシバ: 播種後21日から33日までの引抜き抵抗力は 20 g から 150 g と直線的に増加した。おわりに本研究に対して御協力いただいた当研究室専攻生の金留善孝氏に感謝の意を表します。また昭和47年度文部省科学研究費(奨励研究A)の交付を受けたことを付記して、関係各位にお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 永田雅輝他: 各種作物の幼苗期における力学的性質について(第1報) 農機学会第31回総会講演要旨 p.56 (1972)
- 2) 永田雅輝他: 各種作物の幼苗期における力学的性質について(第2報) 農機学会第32回総会講演要旨 p.70 (1973)

Summary

We determined the extracting resistance, the shearing resistance, the bending resistance and the compressive resistance of crop plants and weeds in seedling stage (during 6~32 days after seeding). The results obtained are as follows.

(1) The paddy rice: The value of extracting resistance increased rapidly from 200g to 700g during 14~22 days after seeding. The values of shearing resistance of the terrestrial stem and the subterranean stem showed a similar tendency, and increased stepwise from 200g to 500g. The value of bending resistance was less than 100g.

(2) The upland-cultured paddy rice: The value of extracting resistance increased gradually from 200g to 650g, and the value of shearing resistance increased straightly from 300g to 1,000g. The values of bending resistance of the terrestrial stem and the subterranean stem showed a similar tendency, and increased only slightly from 10g to 60g.

(3) The naked barley: The value of extracting resistance increased stepwise from 50g to 200g during 10~20 days after seeding, and thereafter was almost unchanged. The values of shearing resistance and bending resistance decreased stepwise.

(4) The wheat: The value of extracting resistance increased gradually from 200g to 400g. The value of shearing resistance increased stepwise from 150g to 940g. The value of compressive resistance increased slowly from 50g to 750g. The value of bending resistance was less than 30g.

(5) The peanuts: The forces of resistance of peanuts were very large in comparison with other crops. The value of extracting resistance increased gradually from 1,000g to 2,000g, and the value of shearing resistance showed 7,600g on 17th day after seeding. The value of compressive resistance increased stepwise from 400g to 1,000g.

(6) The rapeseed: The values of extracting resistance, shearing resistance and compressive resistance increased only slightly from 20g to 60g:

(7) The fingergrass: The value of extracting resistance increased straightly from 20g to 150g during 21~33 days after seeding.