

図-6 重心位置の計算結果

登坂傾斜30度、第1速における実測重心位置は、接地部後端より1200mm付近に位置し、付加荷重装置なしの状態での機体本来の重心位置とほぼ同じ位置となっている。一方、同一条件でも登坂傾斜角15度では、その差は150mm程度であり、傾斜角によってその差は異っている。したがってこの方式による後退登坂性能の改善にあたっては、登坂傾斜角度、後退速度に応じたカウンターウエイトの調節が重要である。

条件Ⅱの測定結果は図に示していないが、谷側への偏移が大きく、登坂勾配20度程度の勾配においても、エンジンの出力不足となり十分な登坂走行が出来なかった。したがってこの条件での実験回数も少なく十分なデータが得られなかった。表-2、計算条件Ⅲは、ブレードをフロート状態にした場合であるが、各傾斜度における重心位置は、条件Ⅰ)とほぼ同じ値となっている。

供試機械の荷重付加装置の重量は1491kgfと大きく、勾

配抵抗の増加要因となっている。したがって荷重付加装置は、ブレードフロート時の結果のように、機体に付属している比較的重量のある荷重要素、ブレード、エンジン等を利用した方法が優れており今後の検討課題である。例えば、後退登坂時には、ブレードを山側に移動しカウンターウエイトとして利用する事が可能であれば、総重量を増加させる事なく、重心位置調節が可能でありエネルギーロスも少なく効果的な方法と考えられる。

図-7に試験条件I-R-1、登坂地盤Bにおける登坂時のアナログ記録波形を示す。

試験目標の一つは、重心位置調節方式による後退登坂限界を知る事であったが、図-7に示す様に、20m区間の所要時間は41秒、履帯回転数は接地圧力線図より約4回転であるので、履帯のすべり率は34.2%、車速は0.49m/secであった。高いすべり率を伴ったが、カウンターウエイトの効果が発揮され36度の急斜面後退登

坂走行する事が出来た。

V 摘 要

傾斜地におけるブルドーザの後退登坂性能を改善する目的で、荷重付加装置を製作し、供試ブルドーザ(キャタピラ三菱D4L)機体後部に装着し後退登坂試験を実施した。

- 1) 動的接地圧波形をコンピュータ処理する方法で、後退登坂状態での動的重心位置の測定が出来た。
- 2) 動的重心位置は、傾斜角度、登坂速度によって異なっているが、計算値より10～20%谷側に位置している。
- 3) 荷重条件I、後進1速で、傾斜30度登坂時における静的重心位置は履帯接地長の1/3山側よりの点であったが、走行時の位置は、平地で機体本体のみの重心位置に近い値となり、その条件で、傾斜角36度の急傾斜面の後退登坂走行が出来た。

4) 供試した荷重付加装置は、1460 kgf と大きな重量増のため、速度段2以上の登坂速度では、エンジンの出力不足となり充分な試験が出来なかった。

5) 荷重付加装置の効果は大きく、登坂傾斜、登坂速度に応じて付加荷重量を調整する事によって、接地圧分布の偏りが修正され履帯部の走行抵抗を軽減し、その結果傾斜地での後退登坂性能は改善される事がわかった。

燃料消費量の測定も試験全般にわたり実施したが、測定系に空気が混入し正確な測定が出来なかったため、今回の報告から除いた。接地圧測定センサーは、センサーボルト表面に土が附着した場合感度が低下した。今後の測定は、シュー全体をビューム構造で支え、ビューム歪を測定する方法に改善する必要がある。最後に本試験を実施するにあたり、試験地及び試験用ブルドーザを提供していただきました関東農政局塩那台地開拓建設事業所農用地建設協業組合、小平興業、キャタピラ三菱市場開発課の各位に深謝いたします。

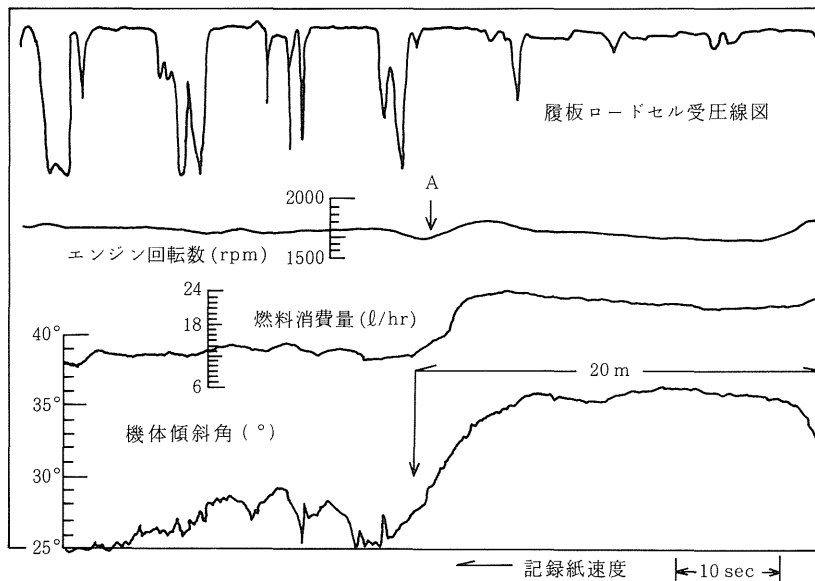


図-7 地盤B、傾斜角25°-37°、登坂時の記録例

- | | |
|---|---|
| 文 献 | 4) E.D. Lwow: Theory of Tractoo P80
(1954) |
| 1) V. Guskov : J. Terramechanics 15, 4,
(1968) | 5) 藤井弘章・沢田敏男・渡辺忠・農土論集, 83, 44
(1979) |
| 2) A. P. Sablyam and YE. I. Maximenko :
J. Terramechanics 2, 3. (1965) | 6) 大柿光司: 機械学会論文集 47, 419 (1981) |
| 3) M. G. Bekker : Theory of Land Locomo-
tion 120 (1962) | 7) 杉山昇: 土と基礎, 11 (1972) |
| | 8) 日本工業出版: 建設機械と土質, P56 (1973) |

Studies on the Hill Side Tractor

Test result using counter-weight equipment to improve reverse climbing ability on a steep-slope field

TAKEMI MACHIDA

Usually the construction of field reclamation, grass land development and reclamation on improved slopes, are carried out by using a track-type vehicle travelling in forward and reverse directions using a shuttle motion.

But on the steep slope, land reclamation work is done using only the forward gear. Consequently, cycle time is increased according to the slope inclination, due to limited climbing ability in reverse.

If the reverse climbing performance on steep slopes is improved to surpass that of the forward gear, it is expected that the total construction work on a steep-slope field will change to a more efficient level.

For this reason, the main items in this study was the improvement of a vehicle's reverse climbing performance by shifting the gravity center using counter-weight equipment which is attached to the vehicle's rear.

The dynamic weight distribution under the track was measured by a small load cell which is mounted on the top point of the track shoe bolt. It was recorded by a data recorder under actual work conditions, analyzed and calculated by a micro-computer (SORD ACE-100) in a laboratory and compared with the calculated static gravity condition.

In testing, it was found that there was an improvement in the reverse climbing performance and the optimum gravity center shifted 1/3 of the distance from upper sprocket of the track, while using the counter-weight equipment.

It was also noted that the static condition was equal to that of a regular track's static condition on unsloped land.

In our test under actual field conditions, using a Caterpillar model D4L, it was able to climb efficiently in the 1st reverse gear adjusting the counter-weight so that the center of gravity was 1/3 of the distance from the upper sprocket. (see fig. 7 chart) It shows the performance while climbing a 36° slope in reverse.

As a result of this test, it was found that by using a counter-weight attachment on the rear of a bulldozer climbing in reverse uphill, when properly balanced, the gravity center improve and increased the climbind ability.

(Sci. Rep. Fac. Agr. Ibaraki Univ., No.31, 69 ~ 78, 1983)

土壌硬度が根菜類の地下部形状に及ぼす影響

第1報 土壌硬度とダイコンの根部形状

森 泉 昭 治 ・ 大 崎 和 二

緒 言

近年、大型トラクタの普及に伴ない、畑作でも大型トラクタ作業が増大している。この大型トラクタ作業による問題点として、車輪踏圧による土層の緻密化・硬化現象があげられる。つまり、土壌圧縮による土層の緻密化（硬化）は根の伸長・肥大に対する抵抗力、土壌中の通気性・水分移動などの面で作物生育に影響すると言われている^{1),2)}。

土壌硬度と作物生育に関する研究は、従来、種々の作物に対して行われているが^{3~12)}、それらの成果からすると、特に根菜類にその影響が顕著であるとされている。しかし、土壌硬化が前述のごとく様々な要因変化をもって作物生育に影響すること、最近の根菜類栽培ではトンチャによる土壌膨軟化が拡大していることなどを考えると、従来の研究事例のみでは不足であり、また不十分な面も存在すると思われる。

本研究は土壌硬度と根菜類の地下部形状との関係をより明確にし、適正な栽培法・作業法確立の基礎資料を得る目的で始めたものである。本報では、土壌硬度とダイコンの根部形状との関係を現象的にとらえ、若干の統計分析も含め検討してみたので以下に報告する。

本試験に当り、当農場の宮本榮技官に御協力を頂いた。記して謝意を表する。

試 験 方 法

試験は1977年に茨城大学農学部付属農場の圃場（火山灰土壌）で行った。試験場所の土性区分は地表面からの深さ0~20cmがCL、深さ20~30cm間がLiCに属している。

1. 試験区の設定および耕種概要

ダイコンの品種は、本来の根部形状が異なる黒葉理想（長円錐形）と大蔵（長円筒形）の2種を用いた。試験区は各品種ごとに4区（第1表）で計8区を設け、1区2連制とした。試験用の畦は、第1表に示した処理土表面上に高さ15cm、幅20cmのものを人力で作製した。

耕種概要は第2表のとおりである。元肥は試験区作製前に全面散布し、ロータリーで深さ15cmまでの表層土と混和した。なお、播種期日は9月13日で当地方の慣行からみると遅れたが、その後の生育をみる限り本試験の目的には何らの支障を生じなかった。

第1表 試験区の設定

区の略号		作畦前の土壌処理
理想	大蔵	
RS	OS	サブソイラで深さ約58cmまで心土破碎
RT1	OT1	大型トラクタ車輪で踏圧 1回
RT3	OT3	同 上 の 踏 圧 3回
RT7	OT7	同 上 の 踏 圧 7回

注) 大型トラクタ：総重量1,600kg、後輪幅29cm、前輪幅15cm

第2表 耕種概要

品 種 名	黒葉理想, 大蔵	
施 肥 量	元 肥	高度化成(18-12-16)60kg/10a, 苦土石灰 60kg/10a
	追 肥	尿素 10kg/10a
播 種 期 日	9月13日	
播 種 密 度	畦幅 90cm, 株間 25cm	
間 引 き	第1回目9月28日, 第2回目10月6日	
病 害 虫 防 除	ダイアジノン 2kg/10aを播種直後に全面散布 ディブテックス 1,000倍希釈液を5回散布	

2. 測定方法

(1) 土壌硬度：山中式土壌硬度計を用い、1区当り4反復測定をした。なお、測定は土壌水分が明らかに異な

った5時期に実施した。
 (2) 乾燥密度および自然含水率：内容積100CCの円筒サンブラに試料採取後、110°Cで24時間熱乾して求めた。測定時期は4回で、1回の測定では1区当り2反復測定とした。

(3) ダイコンの生育調査：生育調査は10月25日に第1回(発芽後38日)、11月8日に第2回(発芽後52日)、11月24日に第3回目(発芽後68日)を実施した。調査個体数は第1～2回が1区当り20本、収穫時の第3回目が1区当り30本とした。根径測定はノギスを用い、長径と短径を測定し、その平均値を根径とした。肥大部根長

は第1回調査時が根径2mm、第2回調査時が根径4mm、第3回調査時が根径6mm以上の部位までの長さで規定した。

結 果

1. 乾燥密度および土壌硬度

第3表に各区の乾燥密度を示した。深さ5～10cmの乾燥密度平均値をみると、その値は0.572～0.599 g/cm³の範囲であり、各区間における差は小さい。これに対し深さ15～20cmの場合、各区とも異なった処理を実施しているため、最小がRS・OS区の0.562 g/cm³、最大がRT7・OT7区の0.827 g/cm³と、その差が大きく現れた。また、深さ20cm以下の乾燥密度にも、各区の処理の影響がみられた。各試験区の自然含水率は第4表のと

第3表 各区の乾燥密度

(単位：g/cm³)

	5～10 cm	15～20 cm	20～25 cm	30～35 cm
RS, OS	0.576 ± 0.046	0.562 ± 0.038	0.574 ± 0.075	0.633 ± 0.073
RT1, OT1	0.588 ± 0.039	0.750 ± 0.065	0.756 ± 0.041	0.730 ± 0.116
RT3, OT3	0.599 ± 0.040	0.809 ± 0.081	0.782 ± 0.050	0.742 ± 0.057
RT7, OT7	0.572 ± 0.043	0.827 ± 0.044	0.791 ± 0.046	0.711 ± 0.056

注 1) 数値は平均±標準偏差
 2) 深さの基準は畦の表面上とした。

第4表 各試験区の自然含水率

区	深さ	5～10 cm	15～20 cm	20～25 cm	30～35 cm
RS		35.0～40.5%	39.4～41.4%	39.6～43.1%	42.2～48.7%
RT1		36.0～41.3	40.8～43.7	41.8～45.2	42.4～50.7
RT3		35.7～41.1	38.7～44.5	38.8～45.2	40.8～49.3
RT7		38.5～42.4	38.3～43.2	40.2～44.4	44.0～50.5
OS		38.0～42.0	39.1～42.2	39.2～46.3	42.2～49.6
OT1		38.7～40.6	38.1～42.3	40.9～42.7	41.0～45.6
OT3		36.5～41.9	38.8～41.1	38.8～42.3	40.6～48.1
OT7		38.2～42.9	38.8～41.2	38.7～44.5	39.9～48.5

注) 数値は試験期間中(9～11月)における4時期測定 of 最小～最大値である。

第5表 試験期間中における各区の土壌硬度

(単位：指標硬度目盛 mm)

深さ 項目 区	5 cm			15 cm			25 cm			35 cm		
	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大
RS	4	1	5	5	2	11	13	11	15	14	12	15
RT1	4	2	7	14	10	19	16	13	20	17	15	20
RT3	5	2	7	18	16	22	19	17	21	17	15	20
RT7	4	1	7	20	16	24	22	20	23	18	14	20
OS	4	2	5	5	1	9	13	8	17	12	9	14
OT1	5	1	6	16	11	20	18	13	22	16	12	19
OT3	6	2	7	19	15	22	20	18	22	18	16	21
OT7	5	2	9	21	18	23	22	21	23	19	16	21

注) 土壌硬度は試験期間中の5時期に測定。

りである。試験期間中の測定時期によって、自然含水率は最大で8.6%の差が認められた。

土壌硬度(第5表)は、トラクタ車輪踏圧区で深さ15cmから急増している。車輪踏圧の各区を比較すると、深さ15cmの場合、RT1・OT1区の指標硬度は14~16mm、RT3・OT3区は18~19mm、RT7・OT7区は20~21mmであり、車輪踏圧回数の増加にしたがって土壌硬度は大きくなった。この傾向は、深さ25cmと35cm地点でも同じである。車輪踏圧区の深さ15cmと25cm地点を対比すれば、深さ25cm地点の土壌硬度が深さ15cm地点より全て大きい。これは畦の基準高さを15cmとしたが、場所によっては作製上の誤差があるため、深さ15cm地点の測定の一部には、畦底部のやわらかい部分が含まれたことによる。なお、RS・OS区は心土破碎されているが、深さ25cm地点から土壌硬度が急増大している。これは心土破碎後、深さ15cmまでロータリ掛けした影響である。

2. ダイコンの生育状況

第1~3回調査時におけるダイコンの生育状況を第6表に示した。第1回調査時の根重は、RT1区が最小で47.5g、OT3区が最大で65.1gであった。しかし、両品種間の根重は、総体的にみて差が生じていない。こ

れに対し、第2~3回調査時の根重では、両品種間の全ての対応区(処理法が同じ区)で、大蔵ダイコンの根重の方が理想ダイコンより大きい値を示した。また、葉重の場合も第2回調査以降は、大蔵ダイコンの値が、理想ダイコンの値より全て大きかった。根重と葉重の関係をみると、第2回から第3回調査時にかけてT/R率が1より小さくなっている。

肥大部根長は各調査時点で理想ダイコンの場合6.0~9.8cm、大蔵ダイコンの場合4.3~7.9cmの範囲で伸長がみられた。肥大部根長を両品種の対応区で比べると、理想ダイコンの方が大蔵ダイコンより大きい値となっている。肥大部根長は第1~3回調査とも、RS区>RT1区>RT3区>RT7区 およびOS区>OT1区>OT3区>OT7区の関係が認められた。この関係は土壌硬度の大きさの順と逆である。抽出部根長は理想ダイコンの第1~2回調査で、土壌硬度の大小に比例する傾向を示したが、その外はこの傾向が認められなかった。なお、RS・OS区の抽出部根長は、第1~3回調査とも他区に比べ小さかった。

根径は、第1回調査から第2回調査にかけて2.0~3.8倍と急に増大した。同一品種間での各区根径の大きさは、2個所の例外を除けば、全体としてRS区<RT

第6表 ダイコンの生育状況

区		項目	根重	葉重	肥大部根長	抽出部根長	根径	根径指数
第1回調査 (発芽後38日)	RS		53.9 g	119.9 g	24.9 cm	0.2 cm	1.8 cm	7.2
	RT1		47.5	122.8	17.9	0.5	1.7	9.2
	RT3		57.1	149.5	15.9	0.7	2.0	12.9
	RT7		61.2	166.5	15.4	0.7	2.3	14.8
	OS		50.7	162.6	20.9	0.4	1.3	6.5
	OT1		59.3	161.7	17.2	0.5	1.7	9.8
	OT3		65.1	182.4	16.0	0.6	2.1	13.4
	OT7		55.0	138.4	14.5	0.4	2.2	15.0
第2回調査 (発芽後52日)	RS		395.5	374.8	30.9	7.0	4.2	13.6
	RT1		346.3	415.5	27.6	7.4	4.3	16.1
	RT3		410.3	457.3	24.6	7.8	4.7	19.1
	RT7		390.5	482.0	22.4	8.4	4.6	21.2
	OS		488.0	479.3	26.5	5.4	4.9	19.0
	OT1		464.8	523.3	25.1	5.8	5.1	20.6
	OT3		488.8	529.0	22.3	6.4	5.2	23.4
	OT7		478.8	525.8	21.8	5.7	5.2	24.2
第3回調査 (発芽後68日)	RS		850.5	537.8	38.4	11.8	5.4	14.4
	RT1		818.7	551.8	36.1	13.1	5.8	16.3
	RT3		827.3	567.3	31.9	12.6	6.0	19.3
	RT7		784.5	587.0	28.6	12.4	6.1	21.6
	OS		969.8	583.8	30.8	9.0	6.4	21.0
	OT1		1,111.7	659.8	32.2	12.0	6.8	21.4
	OT3		1,073.7	629.7	29.7	12.5	6.8	23.6
	OT7		1,078.7	647.5	28.6	11.4	7.0	25.0

注) 根形指数 = 根径/肥大部根長 × 100

1区 < RT3区 < RT7区 および OS区 < OT1区 ≤ OT3区 ≤ OT7区 の関係が認められる。また、第2回調査以降、大蔵ダイコンの根径は理想ダイコンの値より大きくなり、両者の品種的特性をよく表わした。根形指数(根径/肥大部根長 × 100)は全調査時点で、RS区 < RT1区 < RT3区 < RT7区 および OS区 < OT1区 < OT3区 < OT7区 の関係を示した。これは土壌硬度の大きさと正の相関になっている。両品種の対応区間の比較では、第1回調査のRS区対OS区を除く他の調査値は、全て大蔵ダイコンの根形指数の方が、理想ダイコ

ンの値より大きかった。そして両品種間における根形指数の差(第7表)は、ダイコンの生育に伴ない大きくなる傾向を示した。

3. 岐根・変形根の発生割合

正常根と岐根・変形根の発生割合は、第8表のとおりである。また、それらの写真を第1図に示したが、ここの岐根とは主根が不明で、写真①のB・C・Dのものである。RS・OS区では、正常根が第1～2回調査で95%以上、第3回調査で93%と高い数値であった。これに対し、RT7・OT7区の第2～3回調査では、正

第7表 形状測定値における品種間の差

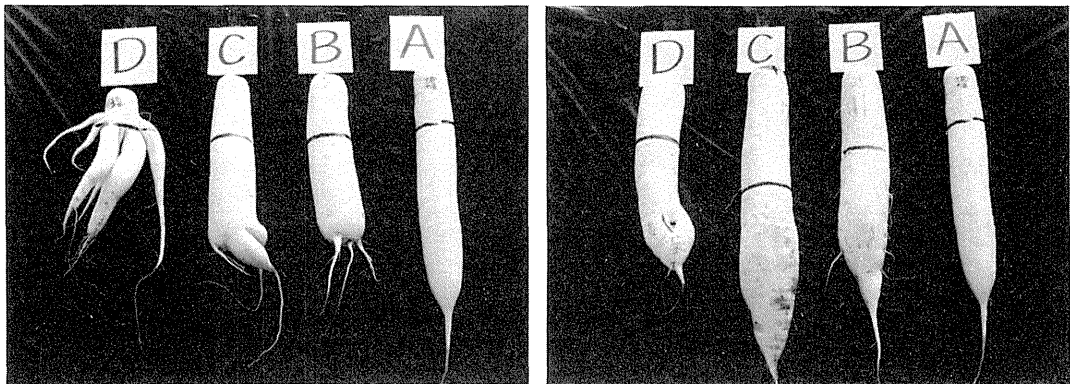
対応区	項目	肥大部根長	根径	根形指数
第1回調査	RS - OS	4.0 cm	0.5 cm	0.7
	RT1 - OT1	0.7	0	-0.6
	RT3 - OT3	-0.1	-0.1	-0.5
	RT7 - OT7	0.9	0.1	-0.2
第2回調査	RS - OS	4.4	-0.7	-5.4
	RT1 - OT1	2.5	-0.8	-4.5
	RT3 - OT3	2.3	-0.5	-4.3
	RT7 - OT7	0.6	-0.6	-3.0
第3回調査	RS - OS	7.6	-1.0	-6.6
	RT1 - OT1	3.9	-1.0	-5.1
	RT3 - OT3	2.2	-0.8	-4.3
	RT7 - OT7	0	-0.9	-3.4

注) 数値は各項目における理想ダイコンの値から大蔵ダイコンの値を引いたものである。

第8表 正常根および岐根などの割合

区	調査時 項目	第1回調査			第2回調査			第3回調査		
		正常根	岐根	変形根	正常根	岐根	変形根	正常根	岐根	変形根
RS		100%	0%	0%	95%	5%	0%	93%	7%	0%
RT1		95	5	0	65	10	25	80	3	17
RT3		75	25	5	15	80	5	27	67	6
RT7		5	95	0	0	100	0	7	93	0
OS		95	0	5	95	0	5	93	7	0
OT1		90	0	10	90	0	10	90	7	3
OT3		50	50	5	30	70	0	50	47	3
OT7		25	75	0	0	100	0	7	90	7

注) 変形根とは根形が扁平(長径/短径 ≥ 1.2)あるいはクビレ状を呈したもの。



① 岐根と正常根

② 変形根と正常根

注) ①と②のA: 正常根, ①のB・C・D: 岐根, ②のB・C・D: 変形根

第1図 理想ダイコンの各種形状

常根が7%以下と極端に少なかった。正常根の割合はRS・OS区が最も高く、次いでRT1・OT1区、RT3・OT3区、RT7・OT7区の順であった。また、岐根発生割合の大小は、前記と逆の傾向を示した。特に、RT7・OT7区の第2～3回調査では、岐根が90%以上もあった。変形根はRT1区の第2回調査時が25%、第3回調査時が17%と各区の中で高い値を示した。

考 察

前述の結果によると、肥大部根長は土壌硬度の大小と負の相関関係、また根径は正の相関関係になることが認められた。そして、肥大部根長と根径の比である根形指数は、当然、土壌硬度の大小と正の相関関係にあることが明確に認められた。つまり、これらは土壌硬度が小さい区ほど細長い根形のダイコン、逆に土壌硬度が大きい区ほど尻づまりのずんぐりタイプのダイコンとなることを意味している。

両品種の対応区間における根形指数の差(第7表)は、土壌硬度が大きくなるに従い小さくなる傾向が、第2～3回調査時に認められた。また、肥大部根長でも前記の

傾向が明らかに示されている。したがって、品種による固有の根形が、土壌硬度の影響で変わったものと推察される。この事は一般に理想ダイコンの根形が長円錐、大蔵ダイコンの根形が長円筒と言われている¹³⁾、理想ダイコンでも第1図の写真①-Bのごとく、殆ど長円筒となっている事実からも裏づけられる。土壌硬度が最も小さいRS・OS区と最も大きいRT7・OT7区の肥大部根長を、同一品種で比較すると、理想ダイコンの場合その差は8.5～9.8cm、大蔵ダイコンの場合2.2～6.4cmであった。また、根形指数における同様の比較でも、第2～3回調査の場合、その差は理想ダイコンの方が大蔵ダイコンより大きかった。したがって、理想ダイコンの根形の方が、土壌硬度の影響を大きく受け易いものと考察される。

前述の結果と考察をふまえ、肥大部根長・根径・根形指数について各区間のt検定(第9表)を行ってみた。肥大部根長は36検定のうち23検定で、また根形指数は36検定のうちで27検定(75%)で有意差が認められた。特に、第3回調査時における理想ダイコンの場合、根形指数は全対応区でその有意差が認められた。したがって、

第9表 肥大部根長・根径・根形指数のt検定結果

項 目 対応区	第 1 回 調 査			第 2 回 調 査			第 3 回 調 査		
	肥大部 根 長	根 径	根 形 指 数	肥大部 根 長	根 径	根 形 指 数	肥大部 根 長	根 径	根 形 指 数
RS - RT1	**	—	—	*	—	*	—	*	**
RS - RT3	**	—	**	**	*	**	**	**	**
RS - RT7	**	—	**	**	*	**	**	**	**
RT1 - RT3	—	—	**	—	—	**	**	—	**
RT1 - RT7	—	*	**	**	—	**	**	—	**
RT3 - RT7	—	—	—	—	—	—	**	—	**
OS - OT1	**	—	*	—	—	—	—	—	—
OS - OT3	**	**	**	**	—	**	—	*	*
OS - OT7	**	**	**	**	—	**	*	**	**
OT1 - OT3	—	*	*	*	—	*	*	—	—
OT1 - OT7	**	—	**	**	—	**	**	—	**
OT3 - OT7	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注 1) *印: 5%水準で有意差あり, **印: 1%水準で有意差あり。

2) 第1回調査 d・f = 14~18, 第2回調査 d・f = 38, 第3回調査 d・f = 58

統計的にみても土壌硬度が根形に影響を与えているものと推察される。また、両品種間の各検定結果を総合的にみると、理想ダイコンの検定の方が、多くの個所で有意差を示している。これは理想ダイコンの根形の方が、土壌硬度の影響を受け易いという、前記の考察と適合している。

以上の検討結果からして、土壌硬度の大小がダイコンの根形に影響することは、ほぼ明らかである。しかし、前述のごとく土壌硬度の増大は、土壌中の通気性・水分移動の減少、根部肥大に対する物理的抵抗をもたらし、この三要因がどのように影響してダイコンの根形を変えたかは、本試験のみでは不明である。ただし、正常な作物生育のために必要とされている気相率²⁾以上の条件は、本試験期間中のどの時期でも満していた。自然状態での土壌水分は絶えず変動し、それに伴ない土壌硬度も変動¹⁴⁾している。第5表に示した本試験期間中の土壌硬度も、場所によっては指標硬度目盛で9mmと大きな変動を示した。したがって、鎌田¹⁵⁾も述べているが、根部生育のどの時期に、どのくらいの土壌硬度の場合、根形に影響を与えるか今後追求することが重要と思われる。

第8表によると、土壌硬度が大きい区ほど、両品種とも正常根の割合は減少し、逆に岐根は多くなっている。また数値でみる限り、RT1・OT1区からRT3・OT3区にかけて正常根は急減し、そして岐根が急増している。これらの事実からすると、ダイコン栽培の土壌硬度は、RT1・OT1区の値以下が好ましいと考えられる。このRT1・OT1区の土壌硬度は指標目盛で14~18mm、乾燥密度は $0.750 \pm 0.065 \text{ g/cm}^3$ であり、一般に火山灰土壌の根菜類栽培で望ましいとされている数値(土壌硬度18mm以下、乾燥密度 0.75 g/cm^3 ¹⁶⁾)とほぼ一致している。岐根発生の原因は多数あげられているが¹⁷⁾、土壌硬度に限ってみれば、上記の値以下にするよう実栽培上の注意が大切であろう。変形根は土壌硬度との関連が認められず、RT1・OT1区での発生割合が各区の中では高かった。しかし、その発生割合は最大でも25%であり、川延ら¹⁸⁾によるトラクタ車輪踏圧区の扁平根発生割合80%という数値に比較すれば、本試験の数値は極端に小さかった。

これは、本試験の場合岐根の発生が多く、そして岐根となったダイコンの肥大部は、踏圧層に余り侵入していないことが原因かとも思われる。この点の検討は、本調査のみでは不十分であるので、今後の課題としたい。

要 約

畑作において大型トラクタ車輪の踏圧は、土壌の緻密化・硬化を招き、特に根菜類の栽培では問題となるケースが多い。本研究は土壌硬度と根菜類の地下部形状との関連を、明確にする目的で始めたものである。本試験では2品種(理想・大蔵)のダイコンを用い、土壌硬度が異なる4区を設け調査し、土壌硬度と根形との関係を若干の統計分析も含め検討してみた。

主な結果は次のとおりである。

- (1) 調査は発芽後38日・52日・68日と3回行ったが、根重と土壌硬度との関係は両品種ともみられなかった。
- (2) 肥大部根長は土壌硬度の大小と負の相関関係、根径は正の相関関係になることが認められた。また、根形指数(根径/肥大部根長 $\times 100$)は、上記からして当然、土壌硬度の大きさと正の相関関係にあることが認められた。つまり、これらは土壌硬度が小さい区ほど細長い根形、土壌硬度が大きい区ほどずんぐりタイプの根形となることを意味している。
- (3) 両品種間の肥大部根長および根形指数の差は、土壌硬度が大きくなるに従って小さくなる傾向が、生育中・後期時点の調査で認められた。したがって、品種固有の根形は、土壌硬度によって大きく影響されるものと推察される。また、生育中・後期において、土壌硬度が最大と最小の区間における肥大部根長および根形指数の差をみると、理想ダイコンの方が大蔵ダイコンより大きかった。この結果からして、理想ダイコンの根形の方が、土壌硬度の影響を大きく受けているものと考察される。
- (4) 各区間のt検定を試みた結果、肥大部根長は36検定のうち23検定で、根形指数は36検定のうち27検定で、有意差が認められた。このことから統計的にみても、土壌硬度は根形発現に大きく影響していることが推察できる。

(5) 岐根の発生割合は、土壌硬度が大きい区ほど高かった。また、山中式土壌硬度計の指標硬度14～18mm以上、乾燥密度 $0.750 \pm 0.065 \text{ g/cm}^3$ 以上の区では、正常根が急激に減少し、そして岐根が急増していた。したがって、ダイコン栽培の土壌硬度・乾燥密度は、前記の値以下が好ましいと考えられる。なお、これらの数値は、火山灰土壌における根菜類栽培で望ましいとされている値¹⁶⁾とほぼ一致した。

(6) 本試験期間中の土壌硬度は土壌水分変化に伴ない、区によっては指標硬度目盛で9mmと大きな変動を示した。これらの事実からして、ダイコン根部生育のどの時期に土壌硬度が最も影響するかを追求することが、今後の課題である。

文 献

- 1) R. Scott Russell (田中典幸訳): 作物の根系と土壌, p. 223 (1981) 農山漁村文化協会
- 2) 土壌物理研究会編: 土壌の物理性と植物生育, p.11, p. 41 (1979) 養賢堂
- 3) Howard M. Taylor, Gene M. Roberson and Jessie J. Parker: Soil Science, **102**, 18 (1966)
- 4) Howard M. Taylor and Larry F. Rattlief: Soil Science, **108**, 113 (1969)
- 5) C. J. Gerard, H. C. Mehta and E. Hinojosa: Soil Science, **114**, 37 (1972)
- 6) A. Njos and A. Nordby: J. agric. Engng Res., **11**, 143 (1966)
- 7) G. S. V. Raghavan, E. Mckeyes, R. Baxter and G. Gendron: J. Terramechanics, **16**, 181 (1979)
- 8) 長崎明・三熊政明・高橋伸寿: 土壌の物理性, **9**, 38 (1963)
- 9) 西谷国宏: 農機誌, **28**, 39 (1966)
- 10) 滝嶋康夫: 土壌の物理性, **16**, 10 (1967)
- 11) 三好洋: 土肥誌, **43**, 92 (1972)
- 12) 古賀汎: 四国農試試報, **25**, 119 (1972)
- 13) 農山漁村文化協会編: 新野菜全書—ダイコン・ニンジン・カブ・ゴボウ—, p.43 (1976) 農山漁村文化協会
- 14) 森泉昭治: 茨大農学術報告, **28**, 99 (1980)
- 15) 鎌田嘉孝: 土壌の物理性, **14**, 4 (1966)
- 16) 農林省農林水産技術会議事務局編: 総合野菜畑作技術事典Ⅵ, p.64 (1977) 農林統計協会
- 17) 伊藤克己・塩野勇: 現代農業技術双書—ダイコン・カブ・ニンジン・ゴボウ—, p. 33 (1971) 家の光協会
- 18) 川延謹造・市瀬猛文・森田勇: 農及園, **38**, 1719 (1963)

Studies on the Relation between Soil Hardness and the Underground Part Shape of Root Vegetables

I . On the root shape of Japanese radish

SHOJI MORIIZUMI and KAZUJI OSAKI

The tread pressure by tractor wheels creates soil compaction and the increase of soil hardness. These phenomena become various problems on the cultivation of root vegetables. It is the purpose of this study to investigate the relation between soil hardness and the underground part shape of root vegetables. This paper deals with the root shape of Japanese radish.

The results were as follows.

- 1) The root diameter and root shape index (root diameter/root length \times 100) increased in proportion to the increase of soil hardness. The negative correlation was observed between root length and soil hardness. These results signify to produce slender root shape by the decrease of soil hardness and thickset root shape by the increase of soil hardness.
- 2) It was conjectured that the peculiar root shape of variety deformed under the influence of soil hardness and the influence differed between two varieties.
- 3) The statistical analysis of root length, root diameter and root shape index was conducted between four experimental plots. In the results of this analysis, it was inferred that the soil hardness influenced the root shape of radish.
- 4) The ratio of normal root reduced significantly from the plots above the dry bulk density of $0.750\pm 0.065\text{g/cm}^3$ and the Yamanaka's meter index of 14-18mm (cone index of SR-2 type; $4.2\text{-}7.5\text{kg/cm}^2$). Therefore, it is necessary to loosen compacted soil under the aforesaid values in the cultivation of radish.

(Sci. Rep. Fac. Agr. Ibaraki Univ., No.31, 79 ~ 87, 1983)