

機械化作業にともなう環境変動ととうもろこしの 生育反応に関する研究

(4) 作土の踏圧程度ととうもろこしの生育

工藤 純・本田 太陽

(東北農試)

1. ま え が き

畑地に対する大型機械の導入は、機械自体の重さによって土壌が踏圧され緊密化する。土壌踏圧は、①コンバイン等の収穫機の作業によって地表全面より起こるもの、②プラウ耕の際地下20~30cmの鋤床層に形成されるもの、③中耕、除草その他の管理作業によって畦間の地表より起こるもの、④碎土、均平作業により地下10cm以下の層位にほぼ全面に現われるもの等が認められ、いずれも作物根が生育する作土内に形成される。これら踏圧層の緊密度が極端な場合は、既往の結果によれば、①根の生育に対する抵抗力の増加、②根圏への土壌水分の移動の抑制、③根域の酸素不足および土壌の硝酸化成の低下、④透水性の低下に伴う土壌侵蝕の増大等により作物生育に不利な状態と考えられている。そこで筆者らは1965~66年の2カ年、機械化作業に伴う環境変動のうち、土壌の踏圧程度がとうもろこしの生育、収量におよぼす影響について試験したので結果の概要を報告する。なお、本試験のとりまとめに当たり御指導と御校閲をいただいた東北農試農業技術部長木根淵旨光博士ならびに同部機械化栽培第二研究室長西川広栄技官に心から謝意を表する。

2. 試 験 方 法

供試圃場は磷酸吸収係数が著しく高い(約2400)軽鬆な(固相率約20%)火山灰土壌の熟畑で、踏圧処理前10a当り堆肥を1,500Kg散布し、耕起、整地後自重約2,300Kgのホイールトラクターによって地表より踏圧し、第1表のように土壌緊密度を当場の大規模機械化圃場で認められる踏圧程度を中心として5段階に設定した。播種は踏圧完了後鍬で5cmの深さに作畦し、施肥間土して手播を行なった。

第1表 試 験 区

試 験 区		踏 圧 方 法 (トラクターによる踏圧回数)		
踏圧程度	記 号			
無踏圧	無踏圧	無	踏	圧
弱 //	弱 (2)	全面	2回	踏圧
中 //	中 (9)	//	9回	//
強 //	強 (14)	//	14回	//
極強 //	極強 (20)	//	20回	//

- 注. 1) 供試品種：とうもろこし 交7号(F1)
 2) 栽植密度：60cm×20cm(833本/a)
 3) 施肥量(Kg/10a)：N 15.0(内8.0 12葉期追肥)，P₂O₅ 15.0，K₂O 12.0
 4) 1区88~112m² 1区制

3. 試 験 結 果

試験は前述のように2カ年実施したが、土壌の踏圧程度に対するとうもろこしの生育反応は兩年ともほぼ同じ傾向を示したので、本報告は1966年の結果について説明する。

1. 土壌の物理性および土壌水分

トラクターによる踏圧回数がますにつれて第2表、第3表のように土壌硬度および土壌の固相率が増加し作土が緊密となるが、緊密度の区間差は表層に近い層ほど大きく、深層となるにつれて縮小する。すなわち、本試験における土壌踏圧の程度は地下20cmで極強踏圧区の固相率が30.5%，土壌硬度は19.0Kg/cm²に対し、無踏圧区ではそれぞれ26.7%，12.2Kg/cm²を示している。また、地下10cm附近の層位では極強踏圧区の固相率32.4%，土壌硬度は32.6Kg/cm²となり、無踏圧区ではそれぞれ22.7%，9.5Kg/cm²と地下20cmに比べて区間差が大きい。この状態はとうもろこしの生育期間を通じて認められた。

第2表 土 壤 の 硬 度

試 験 区	土 壤 硬 度 (Kg/cm^2)			
	地下5cm	10cm	15cm	20cm
無 踏 圧	10.3	9.5	10.6	12.2
弱 (2)	19.2	18.8	17.3	15.8
中 (9)	31.6	24.8	21.1	16.9
強 (14)	34.3	27.5	21.4	17.4
極強 (20)	36.8	32.6	22.9	19.0

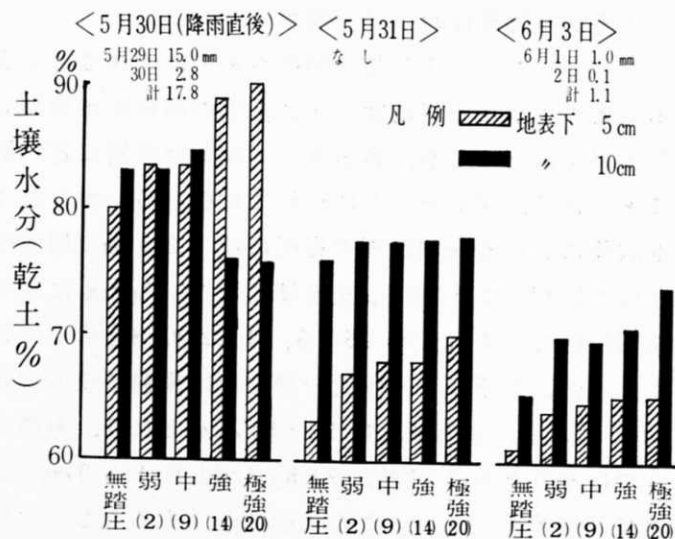
- 注 1) 硬度計: P-21型押込式硬度計
 2) 調査時期: 6月1日(踏圧後18日目)
 3) 硬度測定時土壌水分: 約65%

第3表 土 壤 の 三 相 分 布

試 験 区	三 相 V %					
	地表下2~7cm			地表下15~20cm		
	固相	液相	気相	固相	液相	気相
無 踏 圧	22.7	46.3	31.0	26.7	53.5	19.8
弱 (2)	29.0	53.8	17.2	28.5	53.5	18.0
中 (9)	31.3	53.6	15.1	29.0	54.1	16.9
強 (14)	31.5	54.3	14.3	29.8	54.4	15.8
極強 (20)	32.4	55.5	12.1	30.5	54.4	15.1

- 注 1) 調査時期 6月2日(踏圧後19日目)
 2) 1区 7回測定の平均値

つぎに土壌水分は第3表のように本試験の範囲では、鎌田ら^{1), 2)}が桔梗ヶ原火山灰土壌で認めた結果と同様、踏圧回数が多く、固相率が高くなるにつれて増加し、この傾向は第1図のようにとくに乾燥時に明瞭に認められた。



第1図 土 壌 水 分

なお、踏圧程度が中区以上の場合、1日当り20mm程度の降雨によって滞水するなど透水性の低下が認められたが、本試験では滞水時間が短かったため湿害としての滞水害は認められなかった。

2. 土 壤 踏 圧 程 度 と と う も ろ こ し の 生 育

(1) 生 育 日 数

発芽、雄穂および絹糸抽出期、成熟期等各時期までの日数は、土壌踏圧によって差が認められなかった(数値省略)。

(2) 地 上 部 栄 養 体 の 生 育

絹糸抽出期以前では、踏圧区は無踏圧区に比べて草丈が高く、出葉は早まる傾向が認められ、絹糸抽出期以後でも踏圧区の葉色は無踏圧区に比べてやや濃く、青葉数もやや多い傾向を示している(数値省略)。つぎに茎葉乾物重は生育各時期ともに踏圧区は無踏圧区に比べて高く、この傾向はとくに絹糸抽出期以前の時期において著しい。しかしながら絹糸抽出期頃より極強踏圧区(地下2~7cmの固相率32.4%)の生育が低下し、無踏圧区にはまさるが踏圧区間では最も低い生育量を示した(第4表)。

第4表 乾 物 重

試 験 区	茎 葉 重 (g/個体)			
	6月21日 (6葉期)	7月18日 (幼穂形成期頃)	8月18日 (絹糸抽出期)	9月7日 (絹糸抽出期後20日目)
無 踏 圧	0.41(100)%	13.2(100)%	82.3(100)%	93.9(100)%
弱 (2)	0.41(100)%	14.7(111)%	86.6(105)%	99.2(106)%
中 (9)	0.54(132)%	15.4(117)%	94.5(115)%	99.5(106)%
強 (14)	0.51(124)%	17.1(130)%	95.3(116)%	102.8(109)%
極強(20)	0.51(124)%	18.3(139)%	94.8(115)%	98.9(105)%

以上のように踏圧区におけるとうもろこしの生育は、無踏圧区に比べて旺盛となる。この原因は軽鬆な火山灰土壌では踏圧によって生育に有効な土壌水分が増加し、可吸態の土壌養分が多くなるためと考えられる。とくに本試験のように生育初期にかけてか雨、多照に経過した場合、両者の生育差が大きくなるものと思われる。なお、踏圧区間では極強踏圧区を除いて土壌の緊密度が増加するにつれて生育が良くなるが、生育に影響する緊密層の部位は表層踏圧を行なった本試験では、①生育の区間差は生育初期から認められる、②土壌緊密度の区間差は地下20cmでは比較的小さいが、

地表附近で著しいこと、③根の生育経過などの関係から考え合わせることで、地下7～10cmの層位にあるように思われる。

(3) 根の生育

10葉期頃では踏圧区（とくに中踏圧区以上の強踏圧区）は無踏圧、弱踏圧区に比べて根が地表近くに多く、また絹糸抽出期後16日目（登熟最盛期）頃でも、踏圧区は永久根、支根ともに伸長が抑制される傾向を認めた（数値省略）。

(4) 収量構成要素ならびに収量

第5表 収量構成要素，ならびに収量

試験区	a 当り 雌穂数	不 個 歩	m ² 当り 粒 数		不 屑 歩	稈 粒 合	千粒重 (水分 15%)	登 熟 度 (稈実%× 100粒重)	a 当 り 子 実 重 (水分15%)	子実重 — 茎葉重 (乾物)
			精 粒 数	総粒数						
無 踏 圧	本	%	%		%		g		Kg %	
	833	0	3,564 (100)	4,566	21.9		231.0	1,804	80.4 (100)	1.09
弱 (2)	817	2.0	3,664 (103)	4,660	21.4		230.8	1,814	84.6 (105)	1.09
中 (9)	825	1.0	3,873 (109)	4,709	17.8		230.8	1,897	89.4 (111)	1.13
強 (14)	833	0	3,859 (108)	4,608	16.3		233.6	1,955	90.2 (112)	1.18
極 強 (20)	833	0	3,710 (104)	4,613	19.4		229.6	1,846	83.1 (103)	1.15

4. む す び

機械化作業に伴う環境変動のうち、軽鬆な火山灰土壌における土壌踏圧の程度がとうもろこしの生育、収量に及ぼす影響について検討した。その結果トラクターの踏圧（表面踏圧）によって、土壌の固相率（本試験ではとくに地下2～7cmの層位）は無踏圧区では22.7%に対し、2回、9回、14回、20回踏圧区ではそれぞれ29.0%、31.3%、31.5%、32.4%、と増加し土壌は緊密化する。これら踏圧区は無踏圧区（固相率22.7%）に比べて作土の液相率が高く、とくに乾燥時の土壌水分が高いことが認められた。つぎにとうもろこしの生育は踏圧によって根の伸長が幾分抑制されるが、茎葉の生育は無踏圧区に比べてまさり、さらに登熟度が向上するため子実収量は弱踏圧→強踏圧となるにつれて増加し無踏圧区に比べ5～12%程度増収することが認められた。しかしながら極強踏圧区（固相率32.4%、液相率12.1%）は踏圧区間では最も低い収量を示し無踏圧区比で3%の増収にとどまっている。このことから、固相率32.4%程度の極強踏圧条件は、根部発育の培地が制限的となるため生育中期以後の根部の発達が

第5表のようにa当り雌穂数の区間差はほとんどなく、m²当り総粒数も区間差が小さい。また、踏圧区は無踏圧の各区に比べて稈実歩合が高く登熟が良いため、踏圧区の子実収量は無踏圧区に比べて3～12%程高くなっている。なお、踏圧区間の子実収量は弱踏圧（地下2～7cm（以下省略）の固相率29%）→中踏圧（固相率31.3%）→強踏圧（固相率31.5%）となるにつれて増加するが、極強踏圧区（固相率32.4%）では幾分低く、踏圧区間では最低の収量を示した。

抑制され、その結果養分の供給に不足をきたし、とうもろこしの生育を抑制し、収量を低下させる一つの限界ではないかと思われる。長野県桔梗ヶ原火山灰土で行なった試験から、鎌田ら²⁾は土壌固相率が25～30%程度の踏圧は土壌中の有効水が増加することを認め、浦野ら³⁾は踏圧区は無踏圧区に比べてとうもろこしの収量は増収傾向を示したことを報じている。また、苦米地ら⁴⁾が東北農試の岩手火山灰土で行なった耕起法の試験でも、地下10cm以下が固相率25%程度（推定）に踏圧されたプラウ→デスク→ツース区の子実収量は、地下20cmまで膨軟なロータリー区に比べて17%増収したことを認め、筆者らの試験と一致する結果がみられる。これらのことから軽鬆な火山灰土壌においては、トラクター踏圧に伴う土壌の緊密化は固相率が32%以下の条件では、とうもろこしの生育ならびに収量に対しマイナスに影響することはないもののようである。むしろ収量確保の上からは膨軟な状態（固相率20%程度）に比べ、土壌固相率が25～32%程度の比較的緊密な条件が有利なことを知った。しかしながら土壌の緊密度の増加につれて透水性が低下するため、とくに当地方に広く分布する火山灰土壌

の傾斜畑では地表流去水による土壌侵蝕等が考えられるので、土壌保全の観点からさらに検討する必要があると考える。

参 考 文 献

1. 鎌田嘉孝：農業技術 20巻, 7号(1965)
2. 鎌田嘉孝：土壌の物理性 18巻(1968)

3. 浦野啓司他：長野県農業試験研究集報 5号

(1962)

4. 吉米地勇作他：昭和38年度畑作機械化に関する試験成績書(東北農試農業技術部,

1963)

機械化作業にともなう環境変動ととうもろこしの生育反応に関する研究

(5) 碎土の細粗ととうもろこしの生育

工藤 純・本田 太陽

(東北農試)

1. ま え が き

とうもろこしの大型機械化栽培における機械播種は、碎土の細粗、播種床の硬軟および乾湿等作土の状態によって機械の性能を十分に発揮することができない場合、播種精度が低下するため作物群落の立毛均斉度は低下し、子実収量の減少が認められる。とくに播種床の碎土の程度は収量に大きな影響を持つ発芽率および立毛の均斉度に影響する条件なので、作業体系計画化のためにきわめて重要な問題である。そこで筆者らは1965年、とうもろこしの大型機械化作業体系確立の基礎資料とするため、軽鬆な火山灰土壌の圃場において立毛均斉度に影響する作土の性状のうち、碎土の程度ととうもろこしの発芽、生育、および収量との関係を手播によって検討したので結果の概要を報告する。なお、本試験の遂行に当たり助言をいただき、とりまとめに際して御校閲を賜った東北農試農業技術部長木根淵旨光博士ならびに農業技術部機械化栽培第二研究室長西川広栄技官に心から謝意を表する。

2. 試 験 方 法

作土の碎土の程度は第1表に示すように32HPホイールトラクター装着のロータリーペーターを用い、ロータリーの回転数の遅速、耕耘力の多少によって細、中、粗、極粗の4区を設定した。なお、供試圃場は碎土条件設定前、堆肥(1,500Kg/10a)を散布し、整地後

自重約2,300Kgのホイールトラクターによって全面を15回踏圧し、ロータリーで耕起した場合碎土の程度が明瞭になるようにした。播種は人手で作畦、施肥、間土後手播きし、レーキで4cmの深さに覆土を行なった。また、土壌中の硝酸態窒素は、圃場に高さ24cm、縦横各1mの無底の木框を埋め、細区は1cm篩目を通した土壌を、粗区は篩目1cm以上の土壌をそれぞれ充填し、地下5cmに施肥層を作り、ビニールで雨覆い(通風は良好)をし、灌水区(25mm/5日)、無灌水区を設けて調査した。なお、作物は無作付とし、分析はHarper法によった。

第1表 試 験 区

試 験 区 (碎土の程度)	碎 土 の 方 法 (32HPトラクター装着ロータリーペーター使用)	
	ロータリー回転数	耕 耘 力 の 数
細	毎分 249 回転	26
中	140	26
粗	140	17
極 粗	140	9

- 注 1) 供試品種：とうもろこし交7号(F₁)
 2) 播 種 期：5月13日
 3) 栽植密度：60cm×20cm(833本/a)
 4) 施肥量(Kg/10a)：N15.0(内8.0 12葉期追肥) P₂O₅15.0, K₂O12.0
 5) 1区 112m² 1区制