

十勝管内における湿性畑土壌の物理的特徴と作物生育

第1報 多湿黒ボク土の物理性とテンサイ根系

保井聖一*・丹羽勝久**・大淵清志*・菊地晃二***

Physical Characteristics and Crop Growth of Wet Upland Soils in Tokachi District

(I) Physical Properties and Root System Development of Sugar Beet of Wet Andosol

Seiichi YASUI*, Katsuhisa NIWA**, Kiyoshi OHBUCHI* and Koji KIKUCHI***

* Zukosha Co. Ltd. 17, Kita-1, Nishi-18, Obihiro, Hokkaido 080-0048, Japan

** Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, present address ; Zukosha Co. Ltd.

*** Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, 11, Nishi-2, Inada,
Obihiro, Hokkaido, 080-8555, Japan

Abstract

The productivity of Wet Andosol in Tokachi district is lower than that of Andosol in the same district. As a result, yields of sugar beet in Wet Andosol have been lower. For the purpose of clarifying the physical characteristic of these soils at present state, soil physical properties as well as the root systems of sugar beet were investigated in Wet Andosol and Andosol located in the same upland field.

1. Porosity filled with gravitational water as well as the porosity from -3.1 to -31.0 kPa of the sub-layer in Wet Andosol were remarkably lower than those of Andosol.

2. Soil water potential of Wet Andosol was kept from 0 to -13.1 kPa in layers below 45 cm for 11 days after rain-fall. On the other hand, soil water potential of Andosol was kept from -3.3 to -22.9 kPa in corresponding layers.

3. Gaseous phase ratio in Wet Andosol was kept lower than $0.03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ in layers from 45 to 75 cm for 11 days after rain-fall, while it increased to $0.08 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ in layer at 85 cm. On the other hand, the gaseous phase ratio in Andosol was kept larger than $0.18 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ in layers below 45 cm during the same period.

4. Length and number of the root of sugar beet in layers below 40 cm of Wet Andosol were extremely low in latter part of July. On the other hand, root of sugar beet was developed to lower layers and more abundantly in Andosol.

5. Growth and yield of sugar beet in Wet Andosol were inferior to those in Andosol.

From the above results, the lower growth and yields of sugar beet in Wet Andosol are considered to be caused by the lower gaseous phase ratio, which resulted in the poor root development as well as the poor water absorption by root.

Key words : Wet Andosol, Sugar beet, Root system development, Porosity, Gaseous phase ratio

* 株式会社ズコーシャ・総合科学研究所 〒080-0048 北海道帯広市西18条北1丁目17番地, ** 帯広畜産大学土地資源利用学講座 (現在, 株式会社ズコーシャ・総合科学研究所),

*** 帯広畜産大学土地資源利用学講座 〒080-8555 北海道帯広市稲田町西2線11番地

キーワード: 多湿黒ボク土, テンサイ, 根系発達, 孔隙率, 気相率

1. はじめに

十勝管内の畑面積は258,000 haで、北海道の畑面積の約27%を占める(農林水産省北海道統計情報事務所, 1999)。このうち、普通畑面積は畑面積の68%を占め、主としてテンサイ、パレイショ、コムギ、マメ類が作付けられている。畑地に分布する土壌は、黒ボク土が全体の33%を占め、次いで褐色低地土(24%)、多湿黒ボク土(16%)の順で、火山性土の分布割合が大きい(北海道立中央農業試験場, 1993)。

十勝管内の火山性土は、菊地ら(1975)により、母材、水分環境、地形要因などから類型区分され、土層改良に活用するための土壌類型区分図が作成されている。また、地力保全基本調査(北海道立中央農業試験場, 1978)では、黒ボク土は化学性不良、多湿黒ボク土は理化学性不良土壌とされ、土地生産力可能性分級がⅢ等級からⅣ等級と位置づけられている。

黒ボク土および多湿黒ボク土の化学性については、菊地(1981)、西宗ら(1982a)により、酸性改良や施肥改善などが検討された。一方、物理性については、山田(1968)、田村(1968)、菊地(1981)により、有機物およびペントナイト施用による団粒化促進、土層構成に対応した土層改良方法などが策定・活用されている。

その結果、十勝管内帯広市における火山性土のテンサイ収量は1970年の約50 tha^{-1} から1980年前後の約60 tha^{-1} までに増加し、土地生産性は向上・安定してきた(菊地, 1996)。しかし、それ以降の火山性土のテンサイ収量は停滞傾向にある。また、多湿黒ボク土のテンサイ収量は、降水量の多少に関わらず黒ボク土よりも低く推移しており、特に多雨年で著しく減少する。

以上のことから、これまで多湿黒ボク土に対しては各種の土壌改良が行われてきたが、物理性改善は不十分と考えられる。

そこで、本研究では、同一圃場内で微地形による水分環境の違いで生成した黒ボク土および多湿黒ボク土を供試土壌とし、土壌の物理性およびテンサイ根系から現況の多湿黒ボク土の物理的特徴を明らかにすることを目的とした。

2. 試験方法

1) 供試圃場の土壌性状調査

a) 供試圃場

供試圃場は、圃場内に多湿黒ボク土および黒ボク土が分布する十勝管内帯広市富士町の畑圃場を用いた。本圃場は、圃場全体の栽培暦が同一で、施肥、播種、防除、収穫等の栽培管理条件は土壌タイプに関係なく均一であ

表-1 テンサイの栽培概要

Table 1 Outline of sugar beet cropping

品種	栽植密度 (株/ha)	移植日	収穫日
ストーク	69,000	4月23日	10月12日

る。ただし、多湿黒ボク土が分布する部分に1982年と1997年の2回、深さ100 cmに暗渠排水が施工されている。

b) 土壌断面調査および物理性

1998年4月に多湿黒ボク土および黒ボク土上の土壌断面調査を行い、各層ごとに土壌試料を採取し、固相率、重力水孔隙率、易有効水分孔隙率(土壌環境分析編集委員会編, 1997)を測定した。

c) 土壌水分吸引圧

供試圃場の多湿黒ボク土および黒ボク土において、1998年5月上旬から10月上旬まで、土壌水分吸引圧をテンシオメータ法により測定した。テンシオメータは、深さ15 cmから85 cmまで10 cmごとに設置し、2日に一度の割合で測定を行った。

2) 作物調査

a) 供試作物

供試作物は、深根性であり、土壌物理性に敏感に反応する(西宗, 1987)テンサイ(*Beta vulgaris* Linn. var. *saccharifera* Alef.)とした。テンサイの品種はストークである。

表-1に1998年のテンサイ作付けの栽培概要を示した。テンサイ栽植密度は69,000株/haであり、施肥はha当りN240 kg, P_2O_5 460 kg, K_2O 180 kgとした。

b) 根系調査

テンサイの生育初期に相当する6月下旬、生育中期に相当する7月下旬、ならびに生育後期に相当する9月下旬に、根系調査(根数分布、深さ別根長量)を2反復で行った。根数分布調査は、テンサイ株直下土壌の垂直断面を10 cmメッシュに区分し、それぞれのメッシュでテンサイ根数を目視で計測した(図-1)。

また、同時期にテンサイ株直下土壌を縦25 cm、横50 cmの範囲で、深さ10 cmごとに80 cmまで採取し、根を水洗分離後、深さ別根長量をNewman法(植物栄養実験法編集委員会, 1990)により測定した。

c) 生育収量調査

生育調査は、生育期間中2週間に一度の割合で合計9回、草丈と根周を測定した。収量調査は、10月中旬に3反復で行い、根重量および根中糖分を測定した。

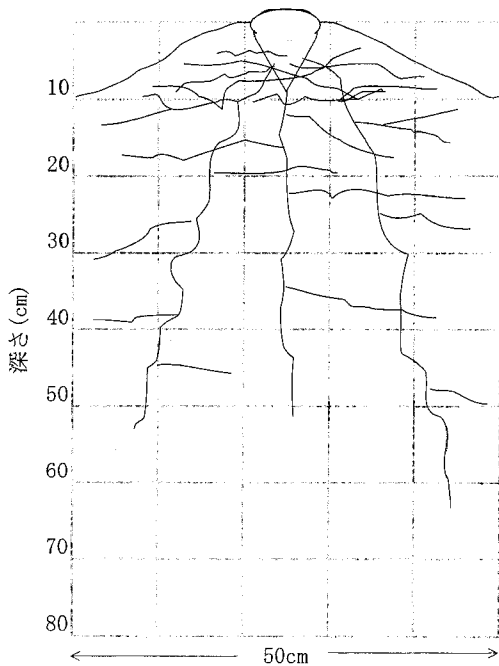


図-1 根系調査の模式図

Fig. 1 Method of the measurement of root system distribution.

3. 結 果

1) 気象概要

1998年の帯広市における気象概要を図-2に示した。テンサイの活着期である5月の旬平均気温は平年値より高温で経過したが、茎葉繁茂期に相当する6~8月の期間は低温傾向であった。また、根肥大漸増期である9月以降は高温で経過した。テンサイ生育期間中の積算降水量は900mmと平年値(610mm)に比べ多かった。日照時間は6月下旬、7月中旬を除き、平年値より少なかった。

2) 土壌断面の特徴および物理性

供試圃場の土壌断面柱状図を図-3に示した。両土壌の母材は、作土が樽前山由来の火山灰(Ta-b, Ta-c)、心土が樽前山由来の火山灰(Ta-d)および恵庭岳由来の火山灰(En-a)であり、土層を構成する母材の違いはみられなかった。また、多湿黒ボク土の深さ30~42cmでは土壌硬度が20mm、黒ボク土の深さ35~42cmでは22mmであり、土壌診断基準(農林水産省北海道農業試験場・北海道立農業試験場, 1989)により、両土壌の作土直下には耕盤層が生成されていると判断された。

多湿黒ボク土における深さ42~71cmの土層は、壁状を呈し、土壌硬度18mmと、ち密度は低かった。また、

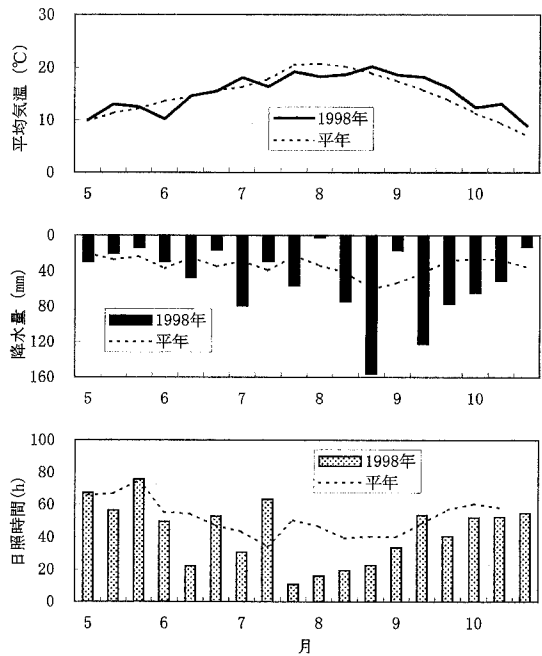


図-2 旬別平均気温、降水量および日照時間の推移

Fig. 2 Change in temperature, precipitation, and sunshine.

この壁状の土層には亀裂や孔隙は観察されなかった。一方、黒ボク土における42cm以深の心土は、弱い塊状構造の発達が見られ、硬度は23mmとち密度が高かった。この土層は、中小孔隙に富むのが特徴であった。

供試土壌の物理性を表-2に示した。物理性の内、易有効水分孔隙率(-3.1~-98.1kPa)は、1997年帯広市別府町の多湿黒ボク土において多雨期の土壌水分吸引圧が下層土でほぼ-10kPa以上、作土でほぼ-30kPa以上で推移した(丹羽ら, 1999)ことから、3分画して表示した。

多湿黒ボク土の心土層における重力水孔隙率は0.01~0.08 m³ m⁻³であり、特に深さ42~71cmでは0.01 m³ m⁻³以下と著しく小さい値を示した。これに対して、黒ボク土の心土層は、重力水孔隙率が0.08~0.24 m³ m⁻³と大きかった。

-3.1~-9.8kPaの孔隙率は多湿黒ボク土の深さ42~71cmおよび黒ボク土の深さ76~100cmで著しく低く、-9.8~-31.0kPaの孔隙率も同じ土層で低い傾向を示した。固相率は、多湿黒ボク土の深さ62~102cmで高い値を示した。

3) 土壌水分吸引圧および気相率の推移

25mmの降雨がみられた6月27日から11日間(無降雨期間)の土壌水分吸引圧の推移を図-4に示した。この

多湿黒ボク土								黒ボク土									
層位	深さ (cm)	土性	土色	硬度 (mm)	構造	孔隙	亀裂	層位	深さ (cm)	土性	土色	硬度 (mm)	構造	孔隙	亀裂		
Ap	0~30	L	10YR2/1	12	粒状 (中)	小・中孔隙 (含む)	狭小・中幅	Ta-b Ta-c	Ap	0~27	CL	10YR2/1	16	粒状 (中)	小・中孔隙 (含む)	狭小・中幅	Ta-b Ta-c
A	30~42	L	10YR2/1	20	塊状 (弱)	小孔隙 (含む)	狭小		A	27~35	CL	10YR1.7/1	18	塊状 (弱)	小孔隙 (含む)	狭小	
2Ag	42~48	SiC	10YR4/1	18	壁状	なし	なし	Ta-d	2AC	35~42	L	10YR4/2	22	塊状 (弱)	小孔隙 (含む)	狭小	Ta-d
2ACg	48~62	SiC	10YR3/2	18	壁状	なし	なし		3C1	42~56	CL	10YR4/3	23	塊状 (弱)	小・中孔隙 (含む)	狭小・中幅	En-a
3C1g	62~71	HC	5Y7/1	18	壁状	なし	なし	En-a	3C2	56~76	SL	10YR4/3	23	塊状 (弱)	小・中孔隙 (含む)	狭小・中幅	
3C2g	71~87	SL	7.5Y4/4	25	塊状 (弱)	小孔隙 (含む)	なし		4C1g	76~100+	L	10YR4/3	23	塊状 (弱)	小・中孔隙 (含む)	狭小・中幅	
3C3g	87~102	LS	7.5YR5/6	22	塊状 (弱)	小孔隙 (含む)	なし										

図-3 供試土壌の断面柱状図

Fig. 3 Columnar section of the soil profiles.

表-2 供試土壌の物理性

Table 2 Physical properties of Wet Andosol and Andosol

層位	深さ (cm)	固相率* ($m^3 m^{-3}$)	重力水 孔隙率* ($m^3 m^{-3}$)	易有効水分孔隙率 ($m^3 m^{-3}$)		
				-3.1~-9.8 kPa (pF 1.5~2.0)	-9.8~-31.0 kPa (pF 2.0~2.5)	-31.0~-98.1 kPa (pF 2.5~3.0)
多湿黒ボク土						
Ap	0~30	0.271	0.147	0.069	0.066	0.062
A	30~42	0.324	0.055	0.021	0.037	0.060
2Ag	42~48	0.240	0.006	0.008	0.024	0.050
2ACg	48~62	0.250	0.010	0.008	0.023	0.045
3C1g	62~71	0.412	0.006	0.003	0.010	0.021
3C2g	71~87	0.347	0.030	0.034	0.046	0.059
3C3g	87~102	0.361	0.076	0.040	0.048	0.058
黒ボク土						
Ap	0~27	0.303	0.159	0.022	0.083	0.055
A	27~35	0.284	0.123	0.042	0.044	0.046
2AC	35~42	0.295	0.076	0.038	0.044	0.047
3C1	42~56	0.281	0.196	0.049	0.041	0.033
3C2	56~76	0.301	0.216	0.040	0.035	0.034
4C1g	76~100	0.301	0.244	0.003	0.014	0.036

*: -0.1~-3.1 kPa (pF0~1.5)

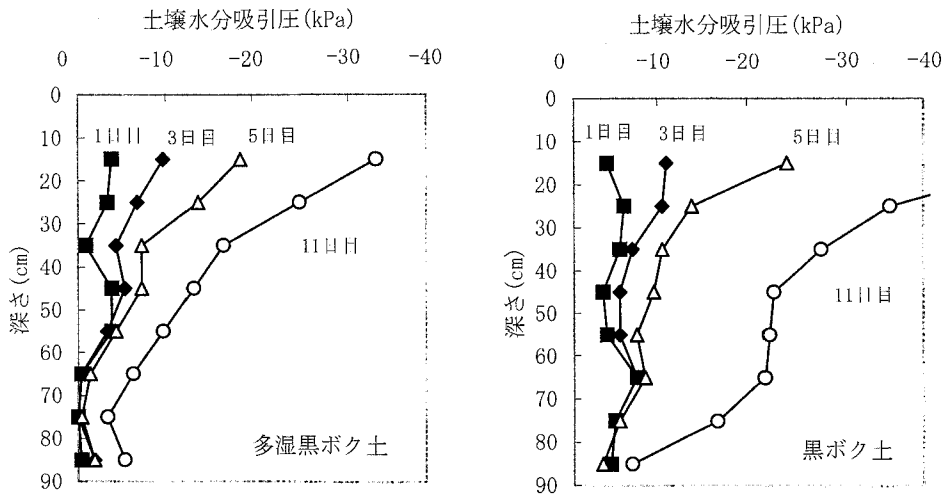


図-4 降雨（25 mm）後の土壌水分吸引圧の推移

Fig. 4 Change in soil water potential after rainfall (25 mm).

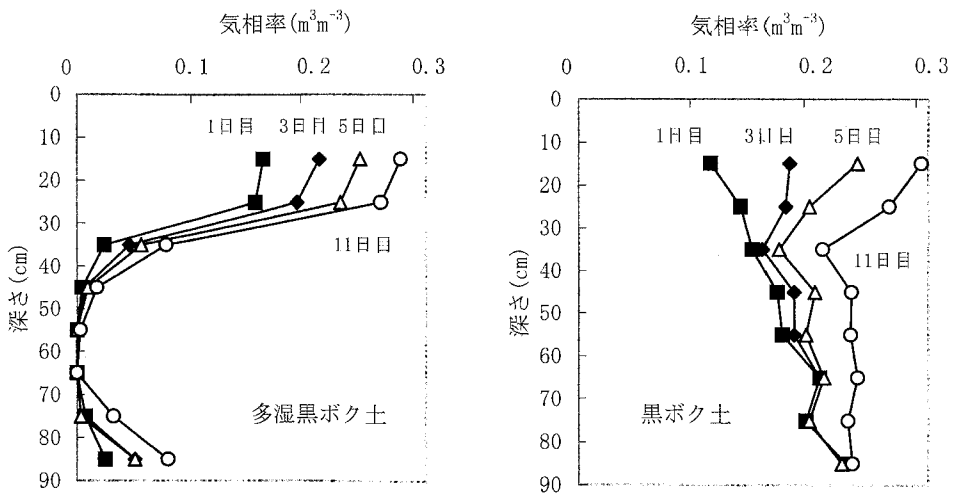


図-5 降雨（25 mm）後の気相率の推移

Fig. 5 Change in gaseous phase ratio after rainfall (25 mm).

期間は、土壌水分吸引圧の測定中、最も長い無降雨期間であった。

土壌水分吸引圧は、両土壌とも全層において降雨後の日数経過とともに低下した。多湿黒ボク土の降雨後1日目の土壌水分吸引圧は、深さ45~55 cmで-3.8 kPa、65 cm以深では-0.4 kPa以上であった。多湿黒ボク土の土壌水分吸引圧は降雨後1日目から5日目までほとんど変化していなかったが、11日目には深さ45~55 cmで-9.7~-13.1 kPa、65 cm以深で-3.3~-6.3 kPaと全層で-3.1 kPa以下（pF 1.5以上）を示した。

一方、黒ボク土の45 cm以深の土壌水分吸引圧は、降雨後1日目で-3.3~-7.3 kPa、降雨後11日目で-6.8~-22.9 kPaであった。

同時期における降雨後の気相率の推移を図-5に示した。気相率は、土壌水分吸引圧と体積水分率との関係、ならびに固相率から求めた。なお、算出された気相率は、ヒステリシスを考慮していないため、湿潤過程では実際の値より過小評価されると思われる（Hillel, 1984）。

多湿黒ボク土では心土の気相率が低く、特に深さ45~75 cmでは降雨後5日目まで0.01 m³ m⁻³以下と著しく

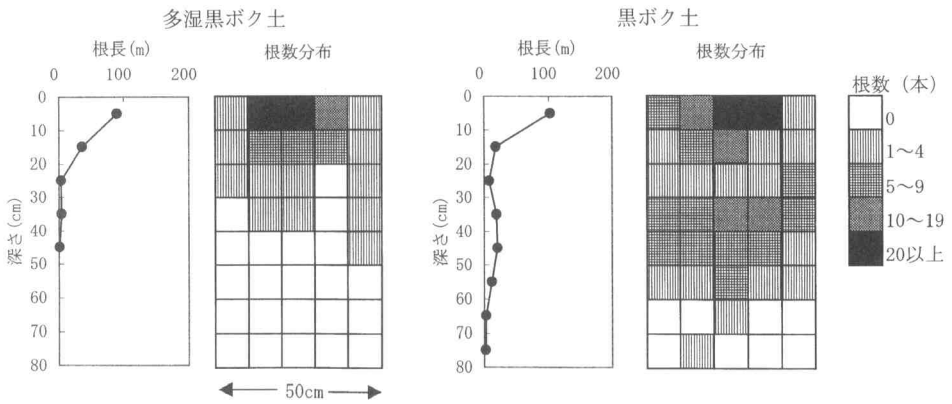


図-6 土層深さ別の根長量および根数分布 (6月下旬)

Fig. 6 Root length and root number distribution (late in June).

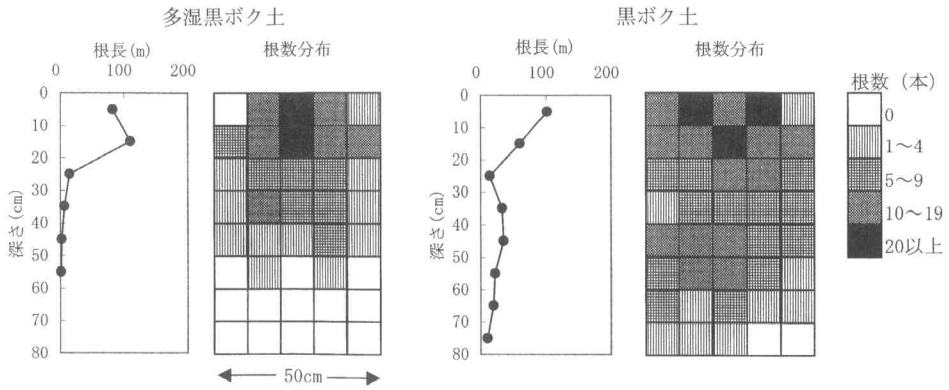


図-7 土層深さ別の根長量および根数分布 (7月下旬)

Fig. 7 Root length and root number distribution (late in July).

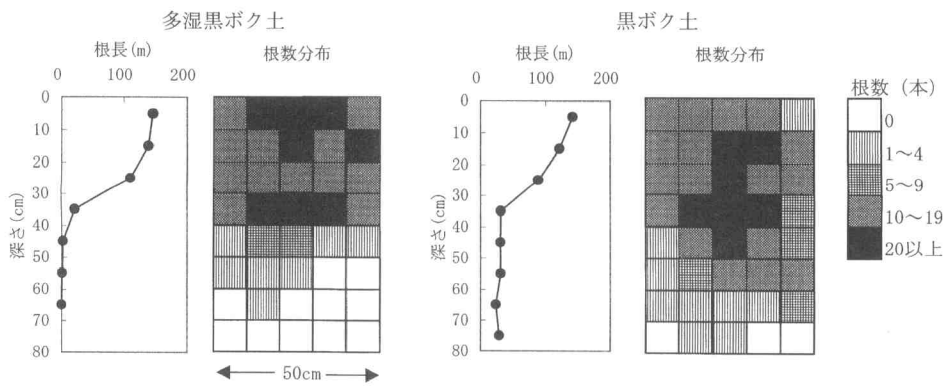


図-8 土層深さ別の根長量および根数分布 (9月下旬)

Fig. 8 Root length and root number distribution (late in September).

低い値で推移した。また、降雨後11日が経過しても、深さ45~75 cmの気相率は低く、深さ75 cmにおいて $0.03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ まで増加したにすぎなかった。しかし、深さ85 cmの気相率は、降雨後1日目の $0.03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ から11日目の $0.08 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ まで増加し、深さ35 cmと同等の推移を示した。

これに対し、黒ボク土の45 cm以深の気相率は、降雨後1日目において $0.18 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 以上の高い値を示し、日数の経過にしたがって増加した。

テンサイ生育期間中において、45 cm以深の気相率が $0.1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 以上となる割合(気相率 $0.1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 以上の測定回数 $\times 100$ /全測定回数)を求めた結果、多湿黒ボク土が0%であったのに対し、黒ボク土は96%であった。

4) テンサイ根の発達程度

6月下旬におけるテンサイの土層深さ別根長量および根数分布を図-6に示した。多湿黒ボク土における根長量および根数は心土層で少なく、特に50 cm以深ではテンサイ根が認められなかった。これに対し、黒ボク土では、深さ80 cmまで根が伸長しており、断面内における根数も多かった。

7月下旬のテンサイの根長量および根数分布を図-7に示した。7月下旬には、多湿黒ボク土の根は深さ60 cmまでに伸長したが、心土層の根長量は7 m以下と少なく、6月下旬に比べて根数の増加量も顕著ではなかった。一方、黒ボク土では、心土層において根長量、根数ともに増加し、根長量は10~35 mと多湿黒ボク土に比べて多かった。しかし、耕盤層より上部(深さ20~30 cm)の土層では、根長量の増加はほとんど見られなかった。

9月下旬の根長量および根数分布を図-8に示した。9月下旬の多湿黒ボク土のテンサイ根は、7月下旬に比較し深さ40 cmまでの根数は増加したが、それ以深での増加量は少なかった。一方、黒ボク土の心土層におけるテンサイの根数は、7月下旬よりも増加していた。

5) テンサイの生育および収量

テンサイの草丈の推移を図-9に、根周の推移を図-10に示した。テンサイの草丈は、心土層の根系発達が不良であった多湿黒ボク土が、根系発達が良好な黒ボク土よりも低く推移した。また、テンサイ根周も、草丈の推移と同様の傾向を示した。

テンサイの収量調査結果を表-3に示した。

心土層の根系発達が劣った多湿黒ボク土上のテンサイ収量は 53 tha^{-1} と黒ボク土に比べ12%の収量減であり、十勝中央部の目標収量 60 tha^{-1} (北海道農政部, 1987)を下回った。一方、根系発達が良好であった黒ボク土の収量は、 60 tha^{-1} と目標収量に達した。また、糖収量は多湿黒ボク土で劣り、収量と同様の傾向を示した。

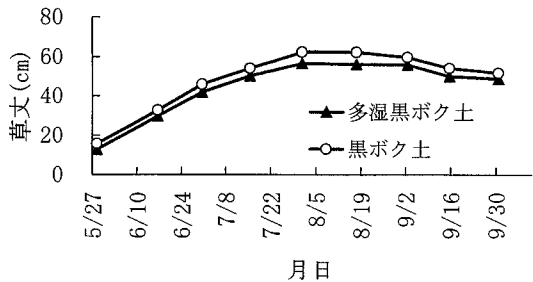


図-9 テンサイの草丈の推移

Fig. 9 Change in plant height of sugar beet in the two soil types.

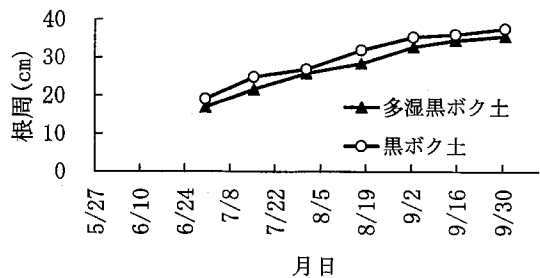


図-10 テンサイの根周の推移

Fig. 10 Change in the length around the root tuber of sugar beet at harvest in the two soil types.

表-3 テンサイの収量

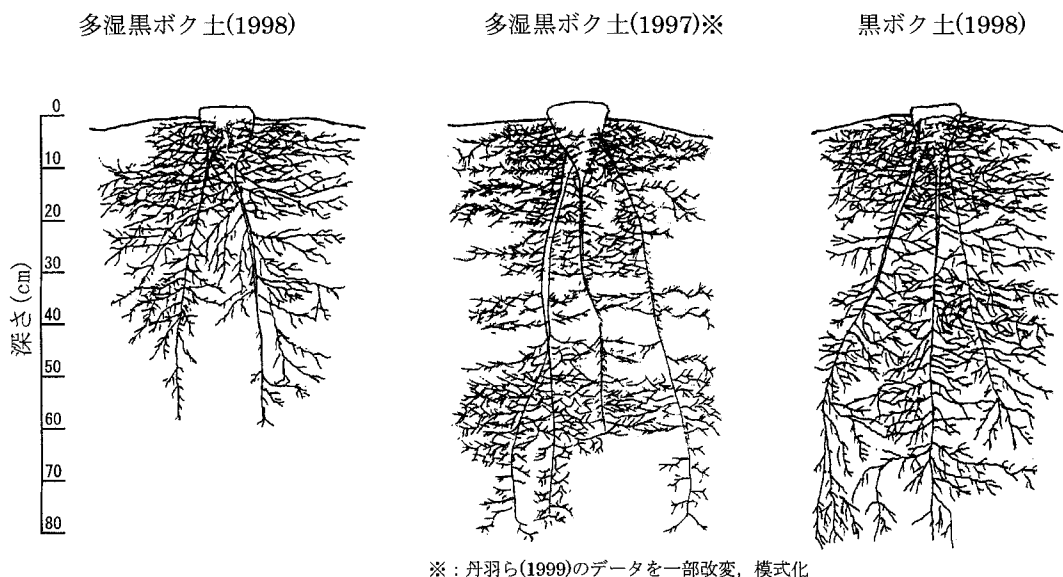
Table 3 Yields of sugar beet in the two soil types

土壌	収量 (tha^{-1})	比率	糖収量 (tha^{-1})	比率
多湿黒ボク土	53.0	(88)	7.79	(92)
黒ボク土	60.0	(100)	8.50	(100)

4. 考 察

十勝管内において、テンサイ収量は、土壌型にかかわらず降水量と負の相関関係があり、生育初期に相当する5~7月の降水量がテンサイの最終収量に最も影響を及ぼす(菊地ら, 1997)。また、多湿黒ボク土のテンサイ収量は、降水量の多少に関係なく黒ボク土よりも低く推移する傾向がある(菊地, 1996)。これらのことから、テンサイの収量は、土壌の水分動態と密接な関係があると考えられる。

本調査の結果、多湿黒ボク土の深さ85 cmの気相率は、降雨後11日間で $0.03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ から $0.08 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ まで増加した。したがって、本土壌では、暗渠排水による速



※：丹羽ら(1999)のデータを一部改変，模式化

図-11 テンサイ根系発達の模式図 (7月下旬)

Fig. 11 Root system development of sugar beet in different soil types. (late July).

やかな排水がなされたと考えられる。

しかし、深さ45~75 cmの気相率は、降雨後11日間で $0 \sim 0.03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ の範囲で推移し、圃場の土壤水分吸引圧も $0 \sim -13.1 \text{ kPa}$ であり、ほとんど変化が認められなかった。これは、この土層の重力水孔隙率および $-3.1 \sim -31.0 \text{ kPa}$ の孔隙率が著しく小さかったためと考えられる。また、本土壤では深さ42~71 cmの土層のち密度が低いにも関わらず、7月下旬以降のテンサイ根は40 cm以深で著しく不良、60 cm以深ではほとんど認められず、そのほとんどが作土層に集中していた。このテンサイ根の分布調査結果は、28年前に多湿黒ボク土で調査された結果(西宗ら, 1982b)と同様の傾向であった。

このように、本調査の多湿黒ボク土は、深さ45~75 cmの土層の気相率が著しく低いために、通気が不十分な状態となり、テンサイの根系発達が阻害されたと考えられる。そのために、多湿黒ボク土におけるテンサイ根の吸水は深さ40 cmまでの浅い土層で主に行われ、吸水不良となって生育が劣り、収量が低下したと考えられる。

以上のことから、本土壤の物理性改良による水分環境の改善は、暗渠排水の施工だけでは解決が困難な状況にあると推測される。

これに対して、黒ボク土では、降雨後1日目から深さ45 cm以深の気相率が $0.18 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 以上の高い値で推移した。本土壤の深さ42 cm以深の重力水孔隙率は約0.20

$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ 以上と大きく、 $-3.1 \sim -31.0 \text{ kPa}$ の孔隙率も比較的高い値を示し、土壤水分吸引圧は降雨後11日間で $-3.3 \sim -22.9 \text{ kPa}$ の範囲で推移していた。また、7月下旬以降のテンサイ根は、深さ80 cmまで伸長しており、断面内の根数も豊富であった。

したがって、黒ボク土では心土の気相率が高い値で確保され、降雨後の深さ42 cm以深の通気性が向上した結果、テンサイ根の発達が促進され、吸水が比較的良好となり、収量が増加したと考えられる。

一方、丹羽ら(1999)は、1997年に本供試土壤と同じ母材からなる暗渠排水施工された多湿黒ボク土を調査した結果、テンサイ収量は黒ボク土と同等に良好であったことを報告している。これによると、降雨後の土壤水分吸引圧は深さ45 cmおよび75 cmで日数の経過とともに低下し、気相率は土壤水分吸引圧の低下に対応して上昇した。その結果、深さ45 cmでは約5~10%、深さ75 cmでは約5~15%の範囲で推移した。また、この多湿黒ボク土の心土の重力水孔隙率は $0.03 \sim 0.05 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ で、本調査の多湿黒ボク土より高かった。さらに、テンサイ根は深さ80 cmまで伸長しており、心土の根系発達は良好であった(図-11)。

以上のことから、暗渠排水が施工された多湿黒ボク土は、①降雨後の心土の気相率が著しく小さく、土壤水分吸引圧の低下に対してほとんど変化しないタイプ、②降雨後の土壤水分吸引圧の低下とともに心土の気相率が増

加するタイプに類型区分できると考えられる。したがって、多湿黒ボク土の生産性を向上させるためには、類型区分ごとの排水改良法の確立が必要である。

本調査の結果から、多湿黒ボク土のテンサイの根系を制限する要因は気相率であると考えられたが、テンサイ収量に影響を及ぼす下限値は明らかとならなかった。したがって、今回調査した多湿黒ボク土と黒ボク土の中間的な物理性を示す多湿黒ボク土を含め、テンサイ生育と土壌物理性および水分動態との関係を同一年で調査し、根系発達が抑制される気相率の下限値を明確にするとともに、テンサイ根を下層へ伸長させるための土層改良方法を確立する必要がある。

本調査の黒ボク土では、深さ 20~30 cm の土層における根長量が著しく少なく、生育中期までの増加はほとんど認められなかった。しかし、その理由は重力水孔隙率、易有効水分孔隙率、土壌水分吸引圧および気相率の結果からは判然としなかった。

5. 要 約

十勝管内に分布する多湿黒ボク土は、黒ボク土に比べ生産性が低い。このため、現況の多湿黒ボク土の物理的特徴を明らかにすることを目的とし、同一圃場に分布する多湿黒ボク土および黒ボク土の物理性とテンサイ根系を調査した。

1) 多湿黒ボク土の心土層の重力水孔隙率および $-3.1 \sim -31.0$ kPa の孔隙率は黒ボク土に比べ著しく小さかった。

2) 多湿黒ボク土の 45 cm 以深の土壌水分吸引圧は、降雨後 11 日目までに $0 \sim -13.1$ kPa で推移した。一方、黒ボク土は $-3.3 \sim -22.9$ kPa で推移した。

3) 多湿黒ボク土の深さ 45~75 cm の気相率は、降雨後 11 日間で $0.03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 未満の低い値で推移したが、深さ 85 cm では $0.08 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ まで増加した。これに対し、黒ボク土の 45 cm 以深の気相率は、 $0.18 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 以上の高い値で推移した。

4) テンサイ根は、多湿黒ボク土では 7 月下旬において 40 cm 以深の根長量および根数が少なかった。一方、黒ボク土では、テンサイ根がより深く、かつ断面内に多く分布していた。

5) テンサイの生育および収量は、多湿黒ボク土が黒ボク土に比べ劣った。

以上のことから、多湿黒ボク土は心土層の気相率が著しく低いために根系発達が劣り、その結果、根の吸水が不良となり、テンサイの生育・収量が低下したと考えられる。

謝 辞

本論文作成にあたり、山形大学農学部の粕渕辰昭教授、農林水産省農業環境技術研究所の長谷川周一氏に貴重なご助言を頂いた。また、(株)ズコーシャ総合科学研究所の皆様には現地調査にご協力を頂いた。以上の各位に感謝の意を表します。

引用文献

- 土壌環境分析法編集委員会編 (1997)：土壌環境分析法，p. 21~69，博友社，東京。
- Hillel, D. (1984)：土壌物理学概論—土と水の科学—，岩田進午監修，高見晋一・内嶋善兵衛共訳，p. 63~65，養賢堂，東京。
- 北海道中央農業試験場 (1978)：地力保全基本調査総合成績書，p. 33~49，北海石版所。
- 北海道中央農業試験場 (1993)：北海道土壌区一覧，北海道立農業試験場資料，21：102~119。
- 北海道農政部 (1987)：北海道施肥標準，p. 18，北海道農政部。
- 菊地晃二・関谷長昭・横井義雄 (1975)：十勝火山性土の改良に関する調査研究 (第 2 報) 作土の管理，改良のための土壌類型区分図について，北農，41：1~11。
- 菊地晃二 (1981)：十勝地方における土壌類型区分図とその土壌改良対策への応用，北海道立農業試験場報告，34：1~118。
- 菊地晃二 (1996)：十勝管内における土壌生産性の推移と今後の土地改良指針—テンサイ収量地図 25 年間からの考察—，p. 1~75，北海道十勝支庁。
- 菊地晃二・丹羽勝久・守山耕一・石田ゆずり・辻 紀子 (1997)：畑地土壌の物理性と水分動態，農士会北海道支部研究発表会講演集，42：32~37。
- 西宗 昭・藤田 勇・金野隆光 (1982 a)：十勝地方の畑作物の窒素利用 (第 2 報) 土壌別にみたテンサイの肥料及び土壌窒素の利用，北海道農試研報，133：17~39。
- 西宗 昭・斎藤元也・金野隆光・藤田 勇・宮沢数雄 (1982 b)：十勝に分布する肥沃度の異なった土壌におけるテンサイの生育解析，北海道農試研報，133：31~60。
- 西宗 昭 (1987)：新時代の土づくりと施肥技術 (畑作物編)，p. 154~173，農業技術普及協会。
- 丹羽勝久・辻 修・大淵清志・菊地晃二 (1999)：細粒質褐色低地土に生成した耕盤層が土壌水分動態およびテンサイ根系発達に及ぼす影響，ペトロジスト，43：7~15。

- 農林水産省北海道農業試験場・北海道立農業試験場
(1989): 土壌および作物栄養の診断基準, p. 42, 北海道農業試験会議.
- 農林水産省北海道統計情報事務所(1999): 北海道農林水産統計年報(農業統計市町村別編)平成9~10年, p. 8~62, 北海道農林統計協会協議会.
- 植物栄養実験法編集委員会編(1990): 植物栄養実験法, p. 46~49, 博友社, 東京.
- 田村昇市(1968): 土壌凍結地帯における土壌類型区分とその土壌改良対策への応用, p. 1~91, 田所印刷出版社(自費出版).
- 山田 忍(1968): 土壌の生成・分類・調査とその活用, p. 1~52, 養賢堂(自費出版).

受稿年月日: 2000年3月2日

受理年月日: 2000年7月12日