



Title	付属牧場の採草地土壌の理化学性 : 付属牧場草地の土壌・土層改良に関する研究 I
Author(s)	前田, 隆; Maeda, Takashi; 相馬, 剋之 他
Citation	北海道大学農学部牧場研究報告, 13, 1-18
Issue Date	1988-01-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/48922">https://hdl.handle.net/2115/48922</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	13_1-18.pdf



## 付属牧場の採草地土壌の理化学性

### — 付属牧場草地の土壌・土層改良に関する研究 I —

前田 隆・相馬 尅之・矢沢 正士・

藤原 幸彦・鈴木 慎一・朝日田康司\*・高木 亮司\*\*

北海道大学農学部農業工学科

\*北海道大学農学部畜産学科

\*\*北海道大学農学部付属牧場

#### 要 旨

前田 隆・相馬尅之・矢沢正士・藤原幸彦・鈴木慎一・朝日田康司・高木亮司 (1987) 付属牧場の採草地土壌の理化学性—付属牧場草地の土壌・土層改良に関する研究 I—, 北大・牧場研究報告13: 1-18。

付属牧場の草地土壌の地力増進のための土質改善の方法を確立するために、採草地土壌の物理性、化学性の現状を調べ、今回対象とした草地土壌における問題点とその改善方法について検討した。ここでいう土質改善とは、土壌の物理性の改善を目的とする土層改良、化学性の改善を目的とする土壌改良の両者を包含したものと位置付けている。

草地土壌の現況把握の結果、本地区の土壌は有効土層の厚さにやや難があるものの、土層構成上にはとくに問題となる欠陥は見当たらない。しかし土壌全体が湿潤で、土壌断面の比較的浅い部分に湧水面が存在する。これは草地の地下水位が高いことと、地形的に丘陵部から平坦部に移行する所で浸透水が湧出しやすく、しかも排水条件が不備であることなどに起因する問題である。また土壌の pH がやや低い(弱酸性)。

以上の現況把握に基いた、付属牧場草地における当面の土質改善として、①深耕と有機物の施用による作土層の拡大、②浸透水の排除、地下水位低下のための承水路、暗渠、明渠の整備、③酸性矯正などの実施が必要であると結論された。

キーワード：土質改善、地力、土壌の物理性

#### I. はじめに

土壌の生産力(地力)は、土壌の物理性、化学性および生物性の調和により発現するものであるが、なかでも土壌の物理性は地力の増進をはかる上でとくに重要な性質である。すなわち、良好な土壌の物理的環境の形成とその維持管理(適性な保水性と透水性、安定な土壌構造の確保)は、土壌中の微生物活性を高め、土壌の養分供給能の増大をもたらすからである。

ところで土壌の地力増進策として、種々の土壌改良や土層改良などが実施されているが、これらの増進策が十分な効果を発揮するためには、予め改良対象となる農地や農地土壌の現況把握が必要不可欠である。

一般に土壌改良は、主として土壌の化学性の改善(酸性矯正やリン酸補給など)を目的とし、ま

た土層改良は主として土壌の物理性の改善（透水性，通気性の改良や膨軟化など）を目的とする。筆者らは先に<sup>1),2)</sup>，北大農場飼料畑土壌の地力増進に関して，土壌改良と土層改良を包含した総合的な増進策として土質改善を位置付けたが，本研究においてもこのような視点に基いた土質改善を考えることにする。

筆者らは今回，北海道大学農学部附属牧場の採草地土壌の生産力（地力）の増進をはかるべく，現況把握のための土壌調査，分析を実施した。本報告は，その調査，試験結果をとりまとめ，主として土壌物理性の面から，有効な土質改善の方法について言及したものである。

なお継続中の試験もあり，また調査対象とした草地も附属牧場の一部にしか過ぎないため，今後さらに調査，分析を続行して附属牧場草地における全般的な土質改善の在り方についてまとめる予定である。

## II. 方 法

### 1. 調 査 地 点

今回の土壌調査ならびに分析の対象地区は，Fig. 1 に示す更新予定の採草地である。この採草地内の6地点で試抗して土壌調査を行うとともに，5地点で不攪乱試料と攪乱試料を採取して以下に述べる項目の室内試験を行った。なお土壌調査および試料採取は，昭和62年8月26～27日に行った。

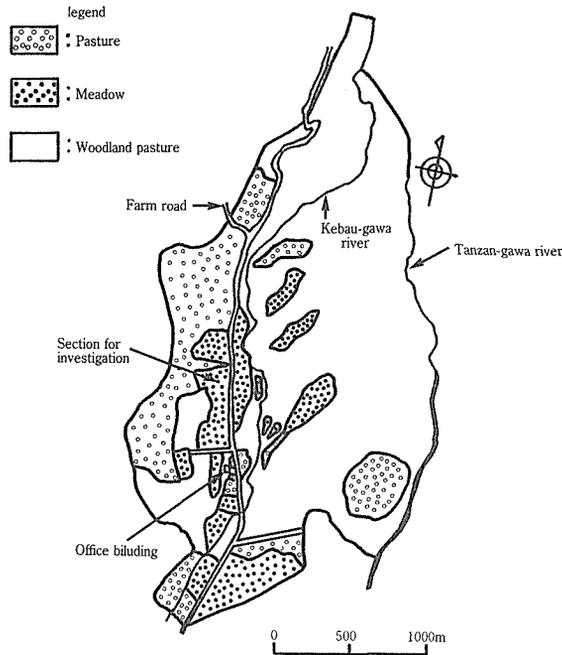


Fig. 1 Outline of the livestock farm, Hokkaido University and place of investigation.

## 2. 試験項目

- 1) 三相分布; 100cm<sup>3</sup>の試料円筒で不攪乱試料を採取し, 含水比, 乾燥密度を測定するとともに, 比重を別途測定して(攪乱試料による), 固相率, 液相率, 気相率などを求めた。
- 2) 飽和透水係数; 上述の不攪乱試料を毛管飽和し, 変水位透水試験により飽和透水係数を測定した。
- 3) 粗間隙量; 上述の不攪乱試料を用いて吸引法により, pF 0 ~ pF 1.8の水分保持量を求め, これを粗間隙量とした。
- 4) 土壌化学性; 風乾した攪乱試料を用いて, pH (ガラス電極法による), 有機物含有量(重クロム酸法による)および塩基置換容量 CEC (Peech 法による)を測定した。

## III. 結果および考察

### 1. 付属牧場採草地の地形と土壌断面

調査対象地点の平面図と縦断面図をそれぞれ Fig. 2(a), 2(b)に示す。

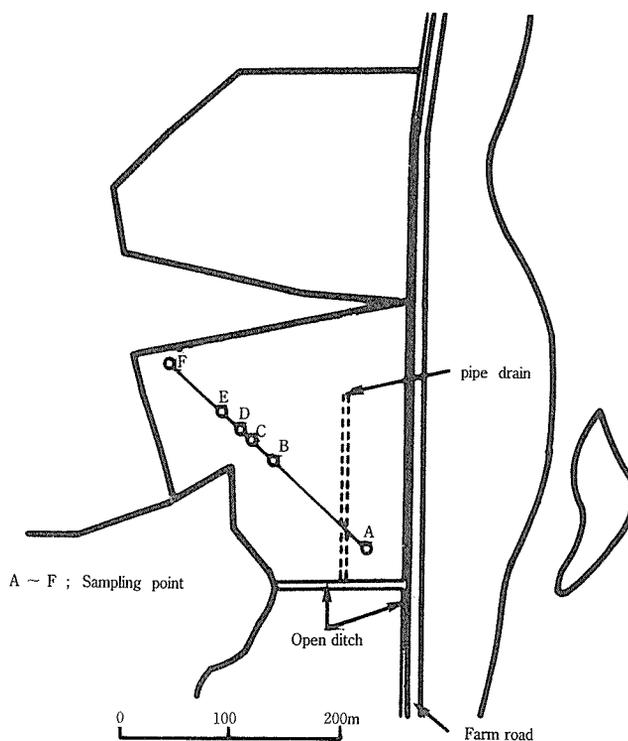


Fig. 2 (a) Plain figure of place investigated.

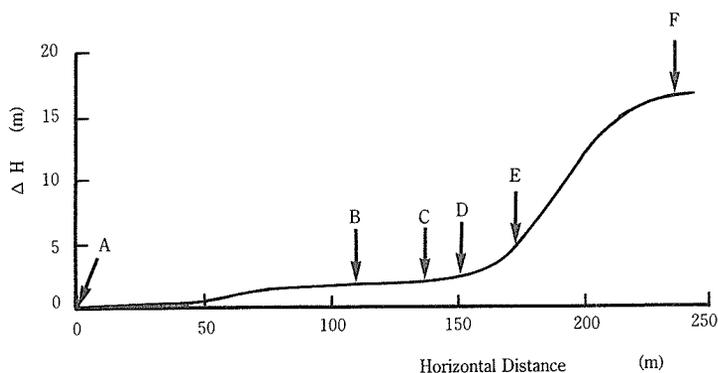


Fig. 2 (b) Vertical figure of place investigated

土壌調査は A ～ F の 6 地点で行い、土壌断面や各土層の土壌硬度を調べた。また C 地点を除く 5 地点で試料を採取し、物理性および化学性を測定した。

対象草地は丘陵部（急傾斜部）と平坦部（緩傾斜部）から成る傾斜地形であり、A ～ D 地点は平坦部に位置し、E 地点と F 地点はそれぞれ丘陵部の底部と頂部に位置している。丘陵部の傾斜はかなり急であり、A 点と F 点の標高差  $\Delta H$ （比高）は約 16m である。また緩傾斜部の A ～ D 地点は比較的浅い部分に湧水面が現れ、とくに丘陵部から平坦部へ移行する傾斜急変部の C 地点と D 地点は排水不良の湿地に近い状況を呈している。これは降雨等により供給された水分が丘陵部で土壌中に浸透して平坦部に移行する地点の表層部分で滲出し、この浸透水が速やかに下方に排除されないためと考えられる。

このような排水不良の状態がもたらされる原因としては、この浸透水を排除するための排水路（承水路）が整備されていないことに加え、

- ①浸透水の供給量が下層への排水量よりも多いこと。
- ②下層に不透水層が存在するため、下方への排水が困難なこと
- ③地下水位が高いため、下方への排水が困難なこと

などが考えられる。

①と③は採草地における排水工の整備状況に係わる問題であり、②は採草地土壌の土層構成に起因する土層改良の問題である。

なお本地区の平坦部には暗渠が 1 本埋設されているが（Fig. 2(a)参照）、十分な排水機能を果たしていないことは上述の現地の状況から明らかである。

Fig. 3 は、調査地点 A ～ F の土壌断面図を示したものである。

まず、有効土層の厚さという面から作土層（ $A_p$ 層）の厚さについてみると、作土層の厚さは D 地点が 22cm である他はすべて 20cm 以下であり、相対的に薄い。従って地力増進のための有効土層の拡大という観点から、今後さらに作土層の拡大が必要と考えられる。

付属牧場の採草地土壌の理化学性

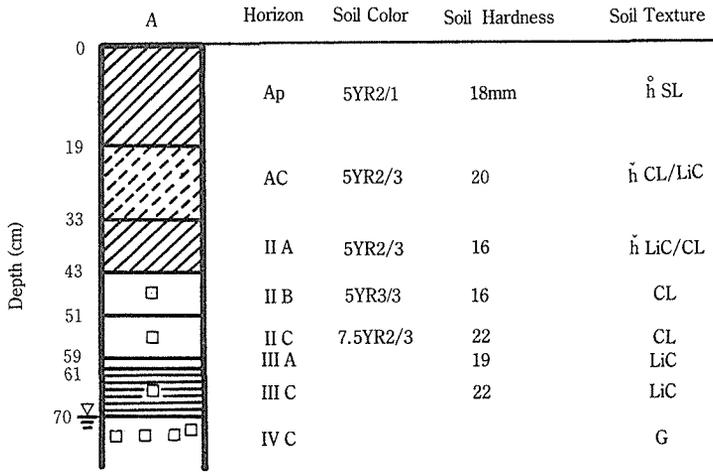


Fig. 3 (a) Soil profile (Point A).

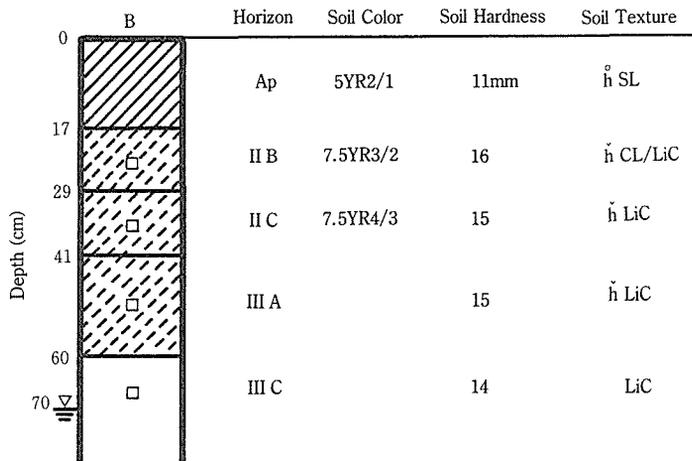


Fig. 3 (b) Soil profile (Point B).

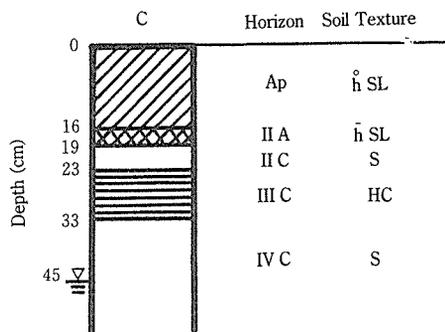


Fig. 3 (c) Soil profile (Point C).

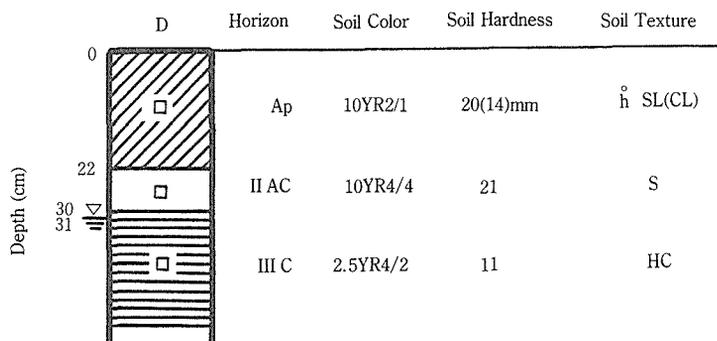


Fig. 3 (d) Soil profile (Point D).

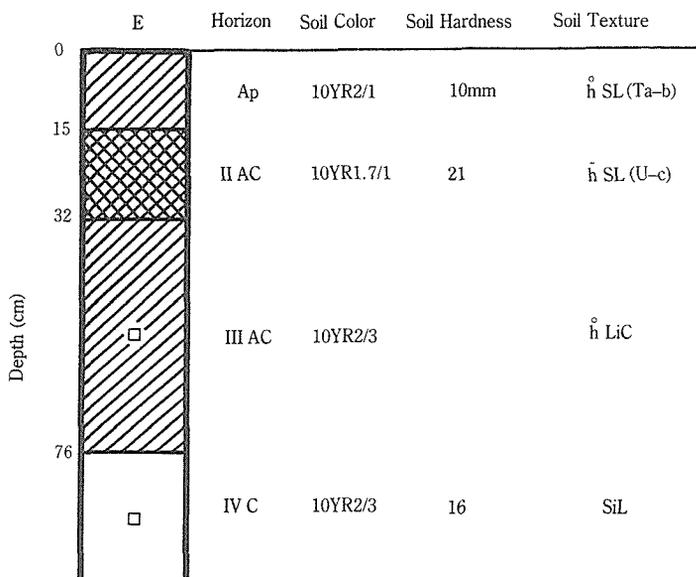


Fig. 3 (e) Soil profile (Point E).

付属牧場の採草地土壌の理化学性

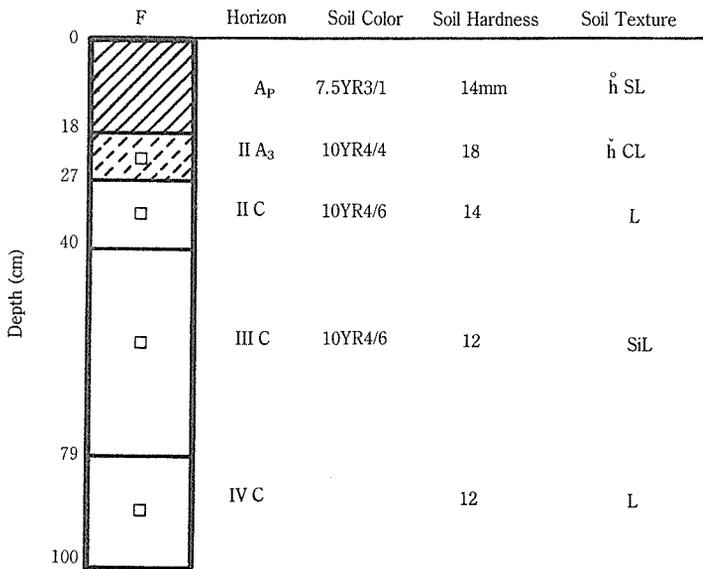


Fig. 3 (f) Soil Profile (Point F).

採草地の作土層を構成する土壌は樽前-b, 有珠-c 火山灰（火山砂）を母材としたもので、腐植の集積が比較的多く、とくに有珠-c 火山灰を母材とする土壌の方が腐植の集積が著しいようである（E 地点の土壌断面調査から）。E 地点を除くと、作土層内で樽前-b, 有珠-c 火山灰が攪拌混合されており、両者の区別はつかない。

作土層は火山砂を主体とするから、その粒度組成（Soil Texture）は比較的粗粒であり、透水性は良好であることが推察される。また心土層の粒度組成は作土層に比べて細粒質であり、E, F 地点よりも A ~ D 地点の方がより細粒質である。

次に各土層の土壌硬度をみると、A 地点の下層の粘土層が22mm（指標硬度）とやや大きな値を示す他は作土層、心土層ともにほとんどが20mm以下である。土壌硬度は土層の堅密度の指標であり、一般に土壌硬度が22mm以上の粘土層は不透水層を形成する場合が多い。しかし今回の採草地に関しては、土壌硬度の面ではとくに問題となる土層（土壌物理的な欠陥土層）は存在しないといえる。

ところで調査地点の土壌断面の大きな特徴は、比較的浅い部分に湧水面が現れるという水分環境にある。すなわち E, F 地点には現れないが、A ~ D 地点では深さ70cm以内に湧水面が存在し、とくに丘陵部から平坦部に移行する所の C 地点では深さ33cm, 地点 D では45cmに湧水面が現れ、土層全体がかなり湿潤な状態となっている。

## 2. 土壌物理性に基く土層構成の検討

前項で述べた土壌断面調査結果を踏まえ、ここでは各土層の土壌物理性に基く土層構成の検討

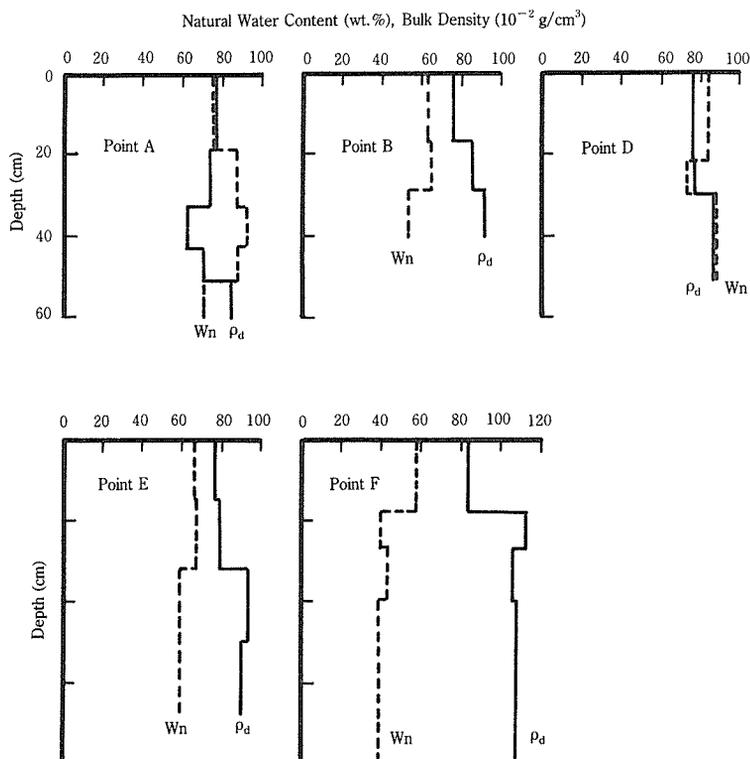


Fig. 4 Natural water content and bulk density.

を行う。

1) 水分・密度

A～F地点（ただしC地点は除く）の土壌の現場含水比，乾燥密度を Fig. 4 に示す。

丘陵部の頂部に位置するF地点で，下層（20cm以下）の含水比が40%である他は，調査地点の現場含水比は50%以上で比較的高い値を示している。特にA，D地点では含水比が90%にも達する土層が存在するが，土壌断面内における含水比の変動は少ない。次に乾燥密度をみると，一般に自然状態では乾燥密度の変動と含水比の変動とは逆相関の関係にあり，含水比が増加すると乾燥密度は減少する傾向がある。本地区の場合も Fig. 5 に示すように，乾燥密度と含水比の明瞭な逆相関関係が認められ，土壌断面内における乾燥密度の変動は含水比と同様に少ない。

調査地点の作土層の乾燥密度は0.8 g/cm<sup>3</sup>前後であり，これはこれらの土壌の母材が火山灰であることを示す値になっている<sup>3)</sup>。また，A地点の下層には乾燥密度が0.6～0.7 g/cm<sup>3</sup>で，表層（0.75 g/cm<sup>3</sup>）に比べて乾燥密度がやや小さな土層が存在するが，その他の地点では作土層に比べて心土層の方が乾燥密度は大きく，E，F地点の心土層の乾燥密度は0.9～1.1 g/cm<sup>3</sup>となっ

付属牧場の採草地土壌の理化学性

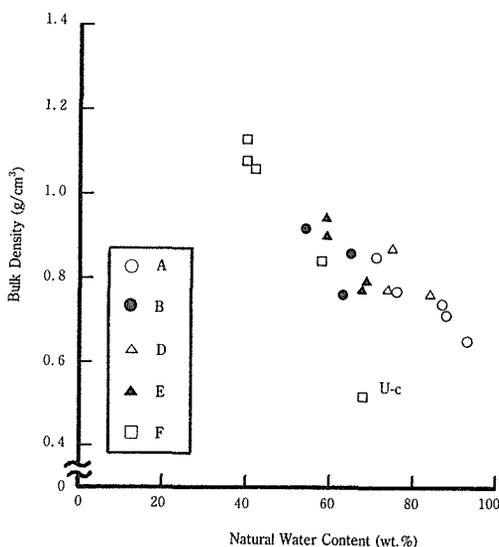


Fig. 5 Relationship between natural water content and bulk density.

ている。一般に火山灰土の乾燥密度の上限は $0.9 \text{ g/cm}^3$ といわれており<sup>3)</sup>、E、F地点の心土層の乾燥密度がこれよりも大きな値を示すことから、これらは火山灰以外の母材から生成した土層であることが推察される。

しかし全体としてみると、本地区の草地土壌の乾燥密度は比較的小さく、先に述べた土壌硬度の結果と良く対応している。すなわち生産基盤としての土壌の膨軟性にはとくに問題はないといえる。

2) 三相分布

Fig. 6は土壌断面内の各土層の三相分布を示したものである。

本地区の土壌の固相率は、乾燥密度が小さいことを反映して、F地点でやや大きな値を示す土層が存在する他は比較的小さく、30%程度である。とくにA地点の下層には固相率20%の土層も見られる。一方、間隙率(液相率+気相率)は逆に大きく、本地区は全体的に極めて多孔質な土層から構成されていることが判る。

しかし間隙率に対する気相率の割合は相対的に小さく、特にA、D地点で顕著である。そのため、Fig. 7にみられるように土壌の(水分)飽和度(間隙体積に対する水分量の割合)は高く、ほぼ70%以上である。とりわけA地点、B地点の第2層、D地点の第1、2層、E地点は飽和度が90%にも達する。すなわち調査地点の土壌は含水比が比較的高いというだけでなく、土壌間隙中に空気間隙が少ない水分状態で、牧草根などの呼吸作用に支障をきたす状況にあるといえる。従って、地力増進をはかるための土層改良として最初に実施すべき工法は土層の排水性の改善ということになる。そこで土層の排水性の指標である土壌の透水係数について次項で述べる。

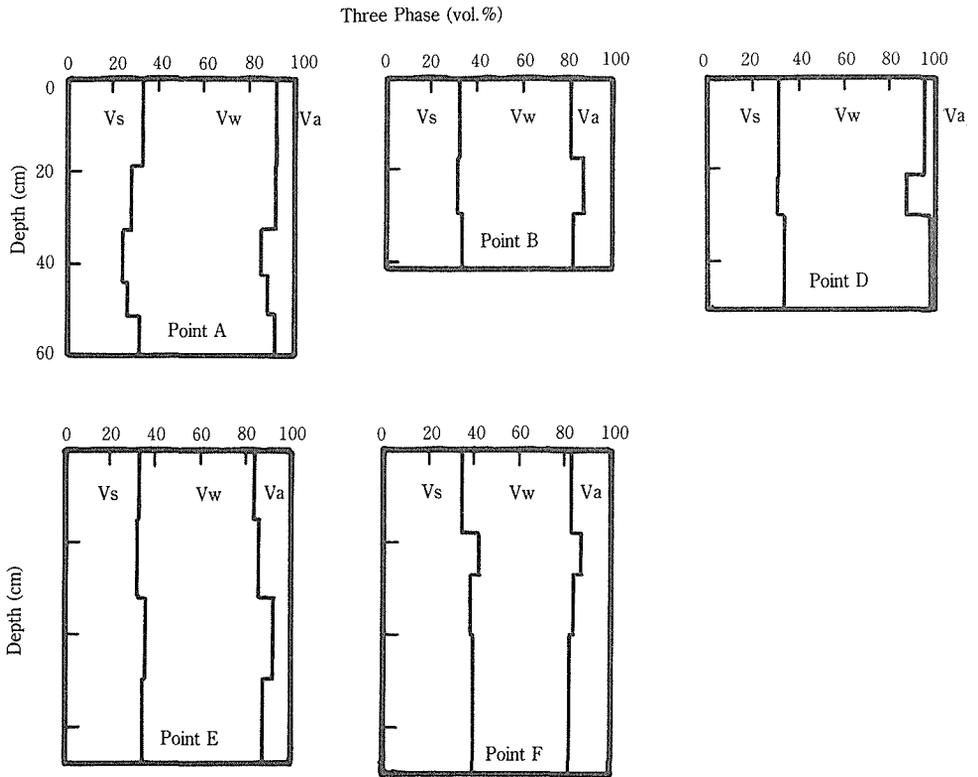


Fig. 6 Three phase of soil samples.

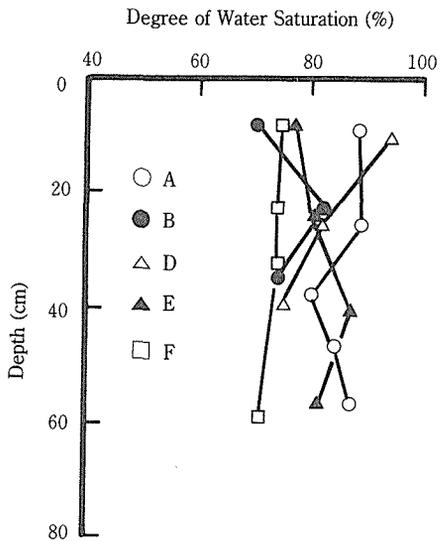


Fig. 7 Degree of water saturation.

付属牧場の採草地土壤の理化学性

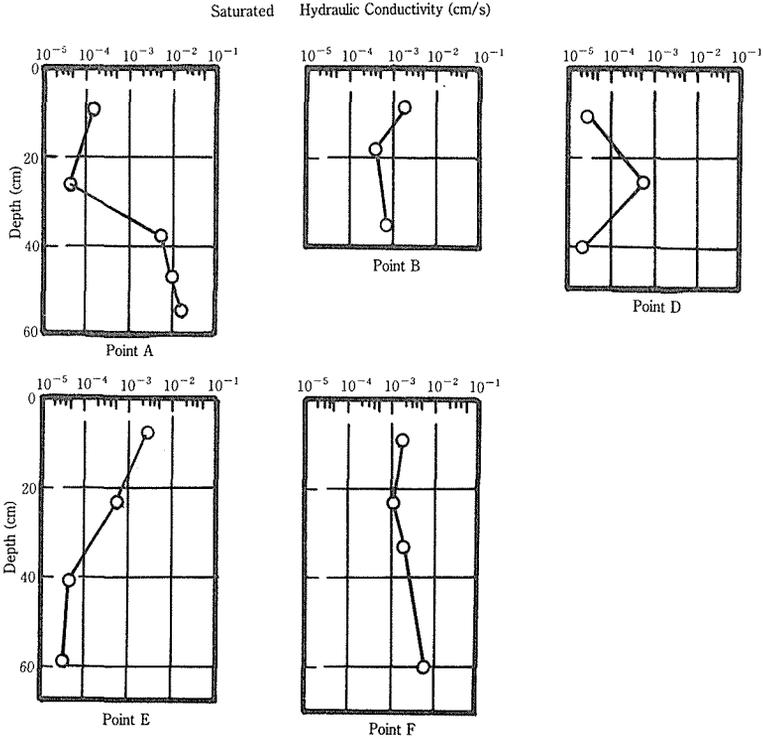


Fig. 8 Saturated hydraulic conductivity.

3) 透水性

調査地点の土壤の飽和透水係数を Fig. 8 に示す。

Fig. 8 から、A、D、E 地点に $10^{-5}$ cm/s のオーダーの透水係数を有する土層が存在し、とくに D、E 地点の場合は下層に $10^{-5}$ cm/s のオーダーの土層が現れるが、この程度では難透水性下層土とはいいい難く、全体的には調査地点の土壤の透水性はおおむね良好と判定できる。このことから、前項で明らかにした本地区の土壤の間隙特性（量的側面から極めて多孔質である）の質的側面として、比較的粗間隙が多いことが推察される。

そこで吸引法により粗間隙量を測定し、この粗間隙量と飽和透水係数との関係を示したものが Fig. 9 である。粗間隙量の増加に伴い飽和透水係数が増大する正の相関が認められるが、A、E、F 地点の表層や D 地点の土壤の粗間隙量は10%以下で、乾燥密度が小さいにもかかわらず、粗間隙量は相対的に少ない。

Fig. 9 には、参考試料として F 地点で採取した火山砂の有珠-c 火山灰 (U-c) の測定値も示したが、有珠-c 火山灰の場合は粗間隙量が極めて多く（約40%）、また飽和透水係数も $10^{-1}$ cm/s のオーダーで透水性が非常に大きい。上述のことから、本地区の作土層の粗間隙量は大部分が10%前後で、なかには10%以下の土層も存在し、粗間隙量が比較的少ない原因としては、

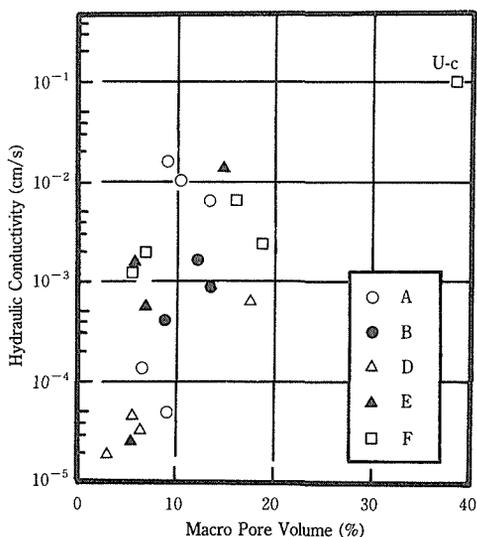


Fig. 9 Relationship between macro pore volume and hydraulic conductivity.

作土層（有珠－c火山灰と樽前－b火山灰の混合層）を構成する火山灰のうち、樽前－bが比較的細粒質であることが考えられる。しかし先にも述べたように作土層全体の粒度組成は粗粒質であり、pF 0～pF 1.8の粗間隙量は10%前後であるにしても、透水係数の測定結果に基けば、間隙の組成は全体的に微細間隙よりも細間隙、粗間隙が多いことは明らかである。

### 3. 土壌物理性からみた付属牧場草地土壌の土質改善の方法

これまでに明らかにした物理性の測定結果を基にして、今回調査対象とした付属牧場採草地土壌の土質改善の方法について検討する。

本地区の土壌は、膨脹性や透水性、通気性の面ではとくに問題となる土層は存在せず、保水性を除けば（測定中）、作土層（有効土層）の厚さがやや少ないものの、土層構成の面では比較的良好な状態を保っているといえる。しかしこのように土層構成上の欠陥は見当たらないにもかかわらず、土壌は湿潤状態を呈し、土壌間隙の飽和度が高い。

土壌断面中に難透水性の土層は存在しないから、この原因は採草地の土地基盤そのものの欠陥に由来すると考えられる。すなわち本地区は前述の如く丘陵地形を成し、丘陵部から平坦部への傾斜急変部で、浸透水が湧出する条件が整っているにもかかわらず、この浸透水を排水する施設（排水路）が整備されておらず、また地下水位が比較的高い。後者に関しては、Fig. 2に示すように調査対象草地には暗渠が一本敷設されているが、暗渠管の集水明渠への出口が明渠内の水位よりも下にあり、暗渠の排水機能が十分に発揮できない状況にあることが原因している。また暗渠の本数も不足していると考えられる。

以上のことから、本地区においては先ず丘陵部からの浸透水を排水するための承水路とそこで

### 付属牧場の採草地土壌の理化学性

集められた水を排水するための複数の排水路（暗渠もしくは明渠）を設置するとともに、集水明渠の水位を下げる対策が必要である。

次いで、作土層の厚さを増大するために深耕と有機物の施用に心がけ、牧草のみならず飼料作物の生産も可能な基盤の造成を目指すべきである。

#### 4. 土壌の化学性

最後に、調査地点の土壌の化学性の分析結果について述べる。本報告では土壌化学性として、腐植含有量（Co）、pH、CECを取り上げた（Fig. 10）。

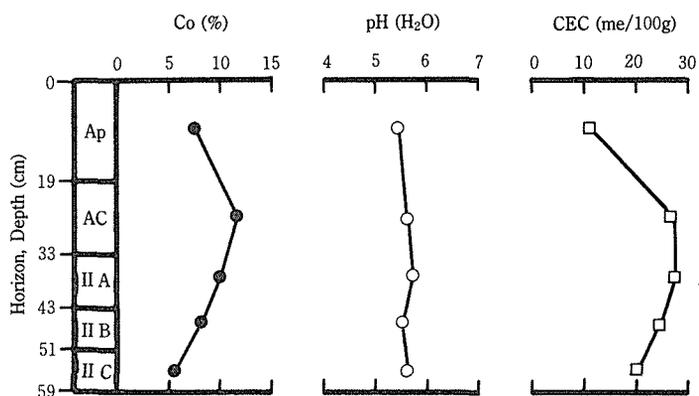


Fig. 10 (a) Chemical properties of soil samples (Point A).

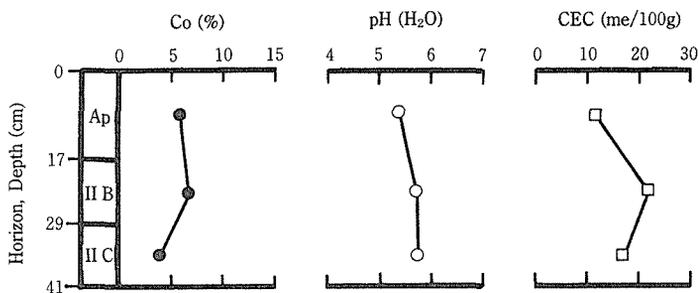


Fig. 10 (b) Chemical properties of soil samples (Point B).

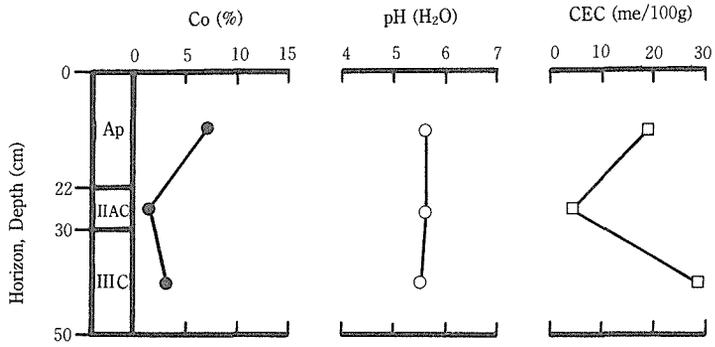


Fig. 10 (c) Chemical properties of soil samples (Point D).

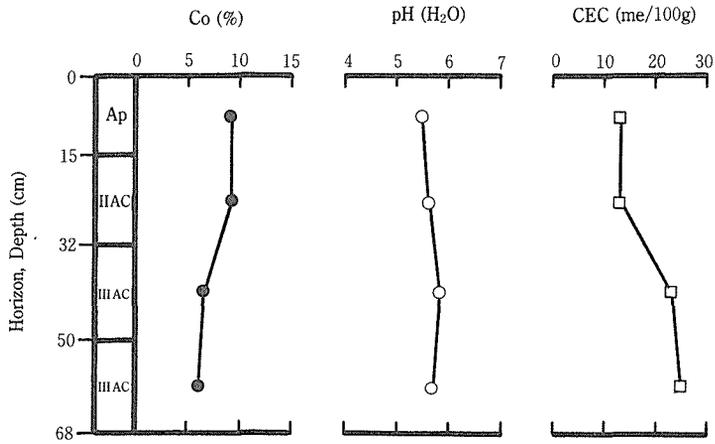


Fig. 10 (d) Chemical properties of soil samples (Point E).

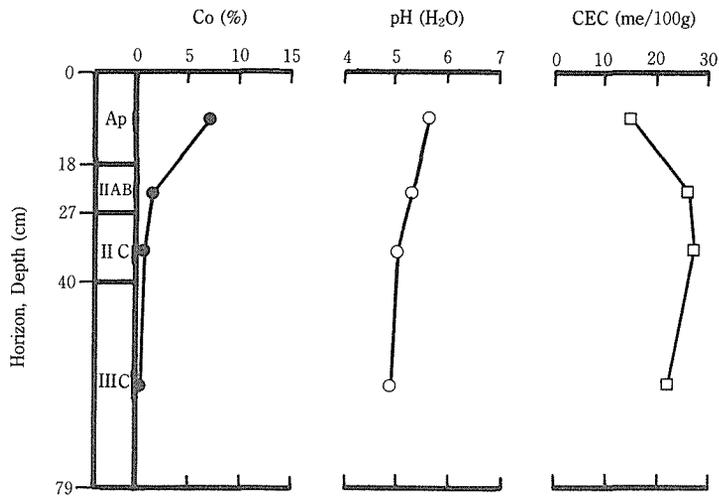


Fig. 10 (e) Chemical properties of soil samples (Point F).

## 付属牧場の採草地土壌の理化学性

先ず腐植含有量についてみると、A地点の第2層、3層、E地点の第1層、2層は10%程度の腐植を含有し、D地点の第2層、F地点の第2層以下はほとんど腐植を含まない。その他は概略5%の腐植含有量であり、相対的に腐植含有量は少ない。

腐植は作物に対する土壌の養分供給能力を高めるだけでなく、良好な土壌の物理的環境の形成要因として重要なものである。本地区の土壌の腐植含有量は上述の如く、決して多いとは言えないから、例えば堆肥のような有機質資材を投入するなどして草地土壌の生産力の向上をはかるべきである。

次にpHをみると、A地点の下層が5.0になる以外は5.5～6.0の範囲にあり、全体として土壌は酸性側（弱酸性）にあり、酸性矯正の必要がある。

一方CECは、D地点の第2層が10 me /100 g以下で非常に小さいけれども、他の土壌の場合はCECが10 me /100 g以上で、下層土は20 me /100 g以上にも達し、とくに問題点はない。

## Ⅳ. お わ り に

付属牧場の採草地土壌の地力増進のために、土壌の物理性、化学性の現況調査を行った。今回の調査で得られた結果と、これらの基く土質改善の方法についてまとめると以下ようになる。

- 1) 土壌硬度、乾燥密度は比較的小さく、土壌は膨軟である。しかし作土層の厚さがやや不足しており、深耕や有機物の施用等により作土層、ひいては有効土層の拡大をはかるべきである。
- 2) 間隙率が大きく、多孔質で、透水係数も大きい（大部分が $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ cm/s}$ のオーダーである）。
- 3) しかし一部（丘陵部の頂部）を除いて、土層全体が湿潤状態で飽和度が高く、土壌断面中の比較的浅い部分に湧水面が存在する。
- 4) これは土層構成上の欠陥（例えば、難透水性下層土の存在）によるものではなく、調査の対象とした採草地平坦部の地下水位が高いことと、丘陵部から平坦部への傾斜急変部において、浸透水が湧出するからである。
- 5) 従って、地下水位の低下ならびに丘陵部から平坦部への傾斜急変部に湧出する浸透水の排除に関する対策が必要であり、このような排水水対策としては、承水路、暗渠の設置と集水明渠の整備などがあげられる。
- 6) 土壌の化学性の面ではpHがやや低く（弱酸性）、酸性矯正の必要がある。

はじめに述べたように、本報告は付属牧場の一部の採草地土壌の理化学性の現状を示したものである。また調査対象とした採草地についても、複雑な（微）地形を成すにもかかわらず調査、分析は1側線にとどまっており、例えば暗渠埋設地点の周辺部の調査は行っていない。従って採草地土壌の排水対策を含めた土質改善の方法を論じるためには、今後さらに詳細な調査を実施す

る必要がある。

本研究を遂行するに当り調査、試料採取に多大のご配慮をいただいた付属牧場の竹内正三掛長、横葉正信業務主任に対し、記して深謝の意を表する。

#### 参 考 文 献

- 1) 相馬尅之, 前田 隆, 矢沢正士, 藤原幸彦, 高橋直秀 (1987) 北大農場飼料畑土壌の土質改善に関する研究, 第1報 土壌物理性の特徴と問題点, 北大農場研報, 25, 63-73
- 2) 前田 隆, 相馬尅之, 矢沢正士, 藤原幸彦, 高橋直秀 (1987) 同上, 第2報 土質改善法に関する一考察, 北大農場研報, 25, 75-86
- 3) MAEDA, T. & SOMA (1987) CLASSIFICATION OF ANDISOLS IN JAPAN BASED ON PHYSICAL PROPERTIES, Proc. Int. Clay Conf. Denver, 1985, 174-178

## Physico-chemical Properties of the Meadow Soils in Livestock Farm, Hokkaido University.

— Studies on the Soil Amelioration of the Grassland  
in Livestock Farm, Hokkaido University I. —

Takashi MAEDA, Katsuyuki SOMA, Masao YAZAWA,  
Yukihiko FUJIWARA, Shinichi SUZUKI, Yasushi ASAHIDA \*  
and Ryoji TAKAGI \*\*.

*Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University*

*\* Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University*

*\*\* Livestock Farm, Faculty of Agriculture, Hokkaido University*

The authors have been studying the effective methods of soil amelioration to increase the productivity of the grassland soil in the Livestock Farm, Hokkaido University.

In this paper, we investigated first physical properties and some of chemical properties of the meadow soils in the Livestock Farm, and suggested a present method of soil amelioration.

We considered the soil amelioration as the improvement of physical, chemical and mechanical properties of soils, and the most important objective of soil amelioration was the improvement of physical properties in agricultural lands.

From this viewpoint, we examined topographical condition, physical properties such as soil hardness, water content and bulk density at field-state, three phase, porosity and permeability, and chemical properties of pH, organic matter content and cation exchange capacity (CEC), in this paper.

The results obtained are summarized as follows :

- 1) The soil hardness and bulk density of meadow soils investigated were relatively small, then these soils were seemed to have soft consistency.
- 2) The thickness of plow layer which related the effective soil layer for plant growth, was small (< 20cm). Therefore, the means of deep tillage and supply of the organic matter such as compost were necessary for the soil amelioration.
- 3) Porosity of the soils was large (70% or more) and hydraulic conductivity was large too ( $10^{-3}$  to  $10^{-4}$  cm/s).
- 4) In spite of high permeability of the soil layer, a large quantity of water was remained in the soil layers, and the degree of water saturation of soils was large (> 70%). Moreover, the ground water table was in a shallow depth of soil profile, especially at the foot of hillside.

- 5) We considered that this high ground water table was caused by the defect of the drainage which was managed with single line of clay pipe drain. In general, the catch drain and combination drain were needed to drain out the excess water in the agricultural land with slope topography such as the meadow investigated in this paper. So it seemed that the lack of these drain system would have carried out the very wet soil-moisture regime in the Livestock Farm.
- 6) Therefore, the very important method of soil amelioration was the reduction of the ground water level in this grassland by equipment of drainage canal such as catch canal, combination drain and also the lowering of the water table in open ditch.
- 7) The pH value of the soils was in the range from 5.5 to 6.0, so the correction of acidity was necessary.

*Key words* : Soil amelioration, Productivity of soil, Soil physical properties