



Title	北大農場飼料畑土壌の土質改善に関する研究：第2報 土質改善法に関する一考察
Author(s)	前田, 隆; 相馬, 尅之; 矢沢, 正士; 藤原, 幸彦; 高橋, 直秀
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 25, 75-86
Issue Date	1987-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/13390
Type	bulletin (article)
File Information	25_p75-86.pdf



[Instructions for use](#)

北大農場飼料畑土壌の土質改善に関する研究

第 2 報 土質改善法に関する一考察

前田 隆・相馬 尅之・矢沢 正士・藤原 幸彦

(北海道大学農学部農業工学科)

高橋 直秀

(北海道大学農学部附属農場)

緒 言

筆者らは前報で、北大農場ポプラ並木北側の飼料畑土壌の物理性に重大な欠陥があることを明らかにした。本報では先ず、この土壌物理性における欠陥を実際に行われている営農的手段、すなわち緑肥すき込みとチゼルプラウ耕、によって改善しうるか否かについて検討する。次いで、北大農場飼料畑の土壌物理性の現状は、通常の営農的手段では根本的な改善は無理であり、新たに土層改良工を施す必要があることを論述する。

土壌物理性の改善法（土層改良）

北大農場飼料畑が十分な生産力（地力あるいは肥沃度ともいわれる）を有するためには、良好な土壌物理性を持っていなければならない。すなわち有効水分を多量に保持できる保水性、土壌中の過剰水を速やかに排除し、作物根の活発な呼吸作用を支える透水性と通気性、耕起や碎土を容易にする易耕性などの物理性が確保されていなければならない。このような良好な土壌物理性は、団粒構造を持つ土壌において見られるものであり、しかも団粒構造の発達程度により土壌の物理性は異なる。

ところで農地土壌の物理性を改善するための農業土木技術として、土層改良がある。土層改良とは、農地の「土層」にもともと物理的に何らかの欠陥のある場合等に、土木的手段によって所要の改良を施し、その機能を向上させる対策である¹⁾。このような土層改良の種類としては、客土、心土

破碎、除れき、不良土層排除、床締めなどがある。

前報で明らかにしたように、北大農場飼料畑土壌は作土層の直下に堅密層が存在し、土壌の透水性が悪く、また土壌三相のうち気相率が比較的小さいために、作物生育にとっての土壌の物理的環境は極めて劣悪である。従って北大農場飼料畑はまさに心土破碎のような土層改良が必要な圃場であると言える。

近年、北大農場飼料畑では上述の土壌物理性の問題点を解決するために、緑肥すき込みやチゼルプラウ耕などの営農の改善対策が試み始められている。このうち緑肥すき込みは飼料作物のエン麦やデントコーンを主体としているが、一般に緑肥は土壌中にすき込まれるとほとんど分解されてしまうため、肥料としての効果は高いが、土壌改良資材としての効果はあまり期待出来ないと言われている²⁾。

そこで本研究は、

- 1) 現行の土質改善の方法（緑肥すき込み、チゼルプラウ耕）の効果
- 2) 作土層下部に存在する堅密層の生成要因
- 3) 有効な土質改善法

に関して以下に検討する。

試料および方法

北大農場飼料畑では地力の増進を目的として、昭和 57 年頃から圃場の一部で、夏と秋に緑肥（飼料作物であるエン麦、デントコーンを主体とする）をすき込み、また一部では春先にチゼルプラウ耕

を行うなどの営農対策が試みられてきている。

そこで、緑肥すき込みならびにチゼルプラウ耕が行われた地点について(Fig. 1参照)、これらの営農対策を実施する前後の土壤調査と試料採取を行い、土壤物理性を測定した。さらに堅密層の生成要因の一つと考えられる土壤の圧縮性を検討するために、クリーブ試験を実施した。クリーブ試験では、対照試料として北大農場リング園の作土層、心土層の土壤も使用した。

結果および考察

1. 緑肥すき込みによる土質改善

一般に土壤中に有機物が投入されると、有機物は土壤中の微生物による分解作用を受けて腐植化し、微生物の代謝生成物とともに土粒子間の結合物質として機能し、団粒が形成される。その結果、土壤中に粗間隙と細間隙が増加し、土壤の保水性や透水性が改善され、さらに土壤の膨軟化がはかられて土壤物理性が向上する。

北大農場飼料畑では昭和56年以前から、自給有機質肥料の施用ということで緑肥すき込みが行われていた。しかし昭和57年頃からは緑肥すき込み

を有機質肥料の投入としてだけでなく、飼料畑の地力の増進をも目的として積極的に行うようになってきた。

飼料畑ですき込みに用いている緑肥は主としてエン麦とデントコーンである。

1) エン麦すき込みの効果

ここでは検討対象地点としてA1, D, E区を取り上げ、これらの土壤物理性の測定結果をFig. 2~Fig. 4に示す。

エン麦すき込みにより、D区の最表層部分で土壤硬度の低下、従って土壤の膨軟化が見られるが、全体的には土壤物理性の大きな変化は認められない。すなわちエン麦すき込みによる土質改善の効果はほとんどないと言える。むしろエン麦すき込みの効果は、有機質肥料を供給すると考えるべきであろう。

また、A1区ではすき込んだエン麦が堅密層の上部に未分解のまま残存していたことから(Fig. 2)、飼料畑土壤の地力を向上させるために緑肥をすき込むには、緑肥が完全に分解できるような土壤環境(水分、空気が適当に存在する環境)の整備が必要である。

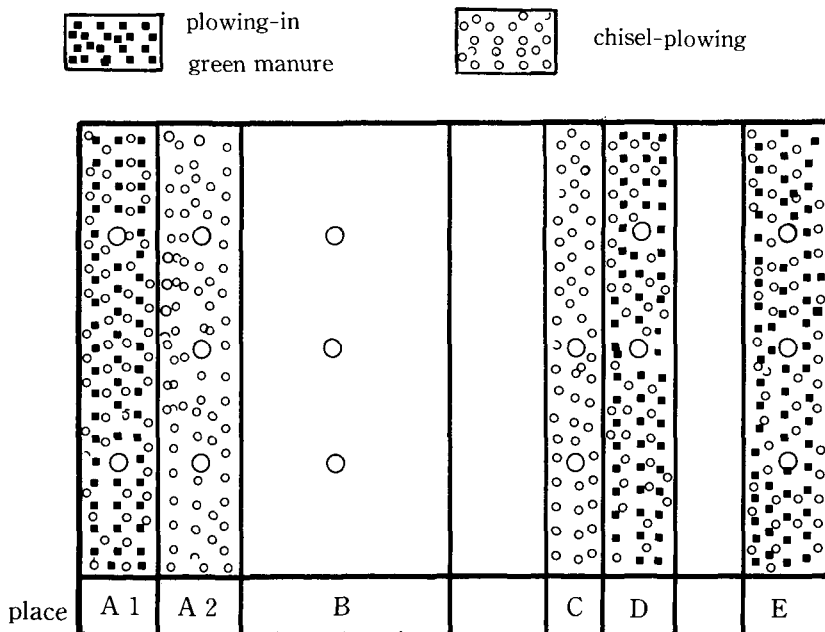


Fig. 1. Soil sampling place for investigation.

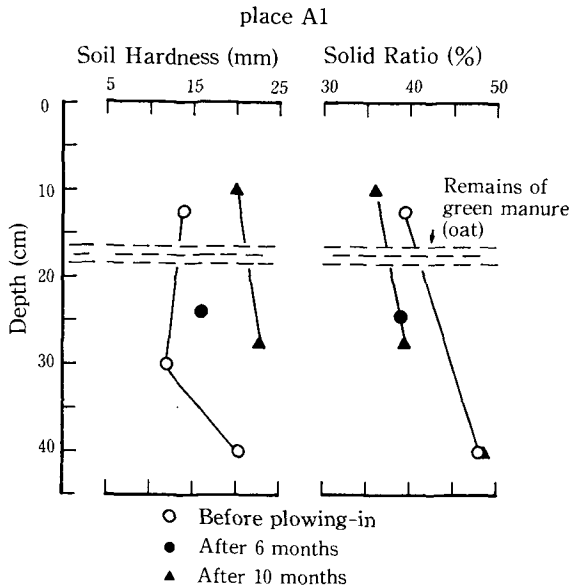


Fig. 2. Change in soil physical properties with plowing-in oat (Place A1, 1984, 4 plowing-in).

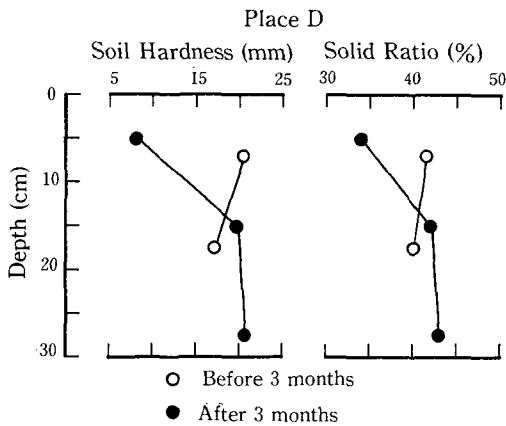


Fig. 3. Change in soil physical properties with plowing-in oat (Place D, 1983, 6 plowing-in).

2) (デント)コーンすき込みの効果

ここでの検討の対象地点はD区であり、その土壌物理性の測定結果を Fig. 5 に示す。

Fig. 5 から、コーンをすき込むと、すき込み直後は土壌硬度は著しく減少し、コーンすき込みによる土壌の膨軟化の効果は比較的大きいことが判る。しかし、すき込んで半年後にはその効果はほとんど消滅し、土壌は再び堅密化している。従ってコーンすき込み効果の持続性は極めて短いもの

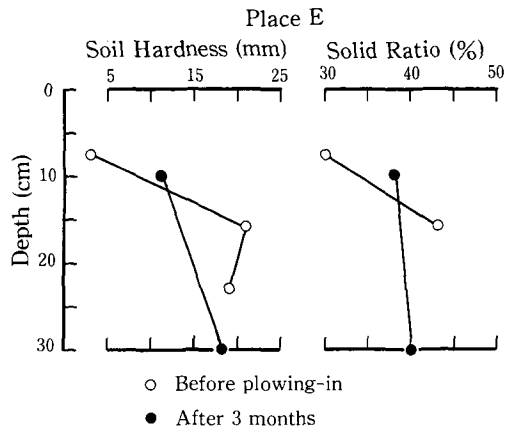


Fig. 4. Change in soil physical properties with plowing-in oat (Place E, 1985, 8 plowing-in).

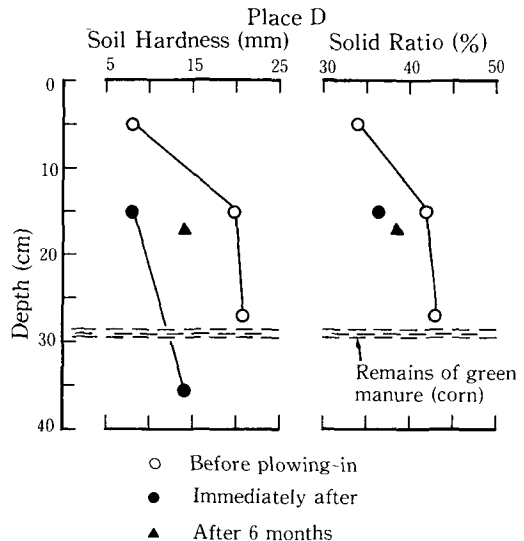


Fig. 5. Change in soil physical properties with plowing-in corn (Place D, 1984, 11 plowing-in).

と考えられる。

またコーンの場合にも、エン麦の場合と同様に堅密層の上部に未分解のコーンが残っており、たとえ有機質肥料の施用という側面だけの緑肥すき込みであるにしても、分解を促進するような土壌環境への改善が肝要である。

緑肥すき込みの場合、コーンすき込みの方がエン麦すき込みよりも、すき込み直後の土壌の膨軟化効果が大きい理由は、コーンの方が茎が太くて硬いことにある。

2. チゼルプラウ耕による土質改善

北大農場飼料畑では、地力増進のために前述の緑肥すき込みの他に、チゼルプラウ耕による心土破碎も行っている。

心土破碎には浅層心土破碎(浅層心破)と深層心土破碎(深層心破)があり、前者は深さ 30 cm 程度の土層の破碎(亀裂の発生)を目的とするものであり、後者は深さ 40 cm 以上の土層の破碎を目的とするものである。

ちなみに北大農場飼料畑におけるチゼルプラウ耕の場合、チゼル爪による土層の破碎深は 50 cm 程度まで及ぶものが、実際には 30~40 cm にしかならず、従ってこれは浅層心破に相当するものと言える。ここではチゼルプラウ耕による土質改善の効果ならびにその持続性について検討する。対象地点としては A1, A2, C, D, E 区を取上げ、これらの土壤物理性の測定結果を Fig. 6 に示す。

チゼルプラウ耕の目的は、堅密層を破碎して土壤中に亀裂を形成し、土壤の膨軟化をはかるとともに透水性を高めようとするものである。Fig. 6

をみると、全ての地点でチゼルプラウ耕の効果が認められるのは、チゼル爪通過部近傍だけであり、チゼル爪間の堅密層はそのままの状態に残るようである。またチゼルプラウ耕を実施した後、半年も経過すると膨軟化した土層は再び元の堅密層に戻っている(Fig. 7)。さらにチゼルプラウ耕の耕深が浅いため堅密層が完全に破碎されない地点(A2, C 区)もみられた。これらは堅密層が湿潤な粘質土から成っており、しかも破碎された土層中に形成された亀裂が安定化しないためである。

3. 飼料畑土壌の堅密層の生成要因

北大農場飼料畑をみると、地表に褐色ないし黄褐色の下層土が斑状に分布しているのが判る。これらの土壌は、飼料畑の一般的な土層構成から判断すると、B層ないしC層に位置づけられるものである。また通常の耕起作業は 25 cm 前後の耕深で行われており、チゼルプラウ耕でこれらの下層土が反転され、表層に持上げられたとは考え難く、もっと大がかりな土工作业によってB, C層が表

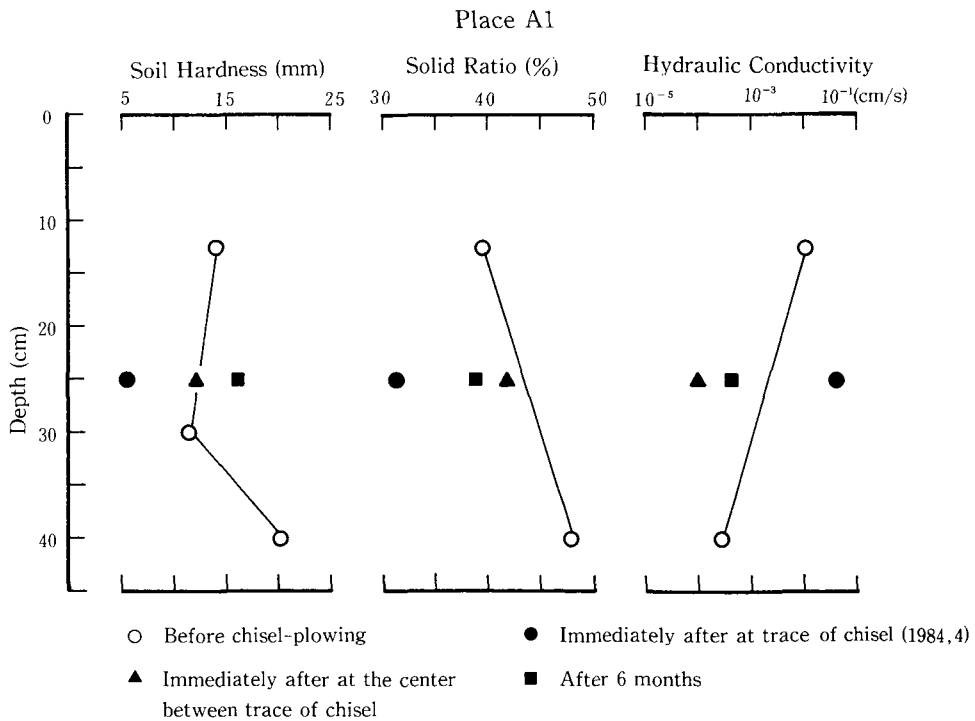


Fig. 6(1). Change in soil physical properties with loosening soils by chisel plow.

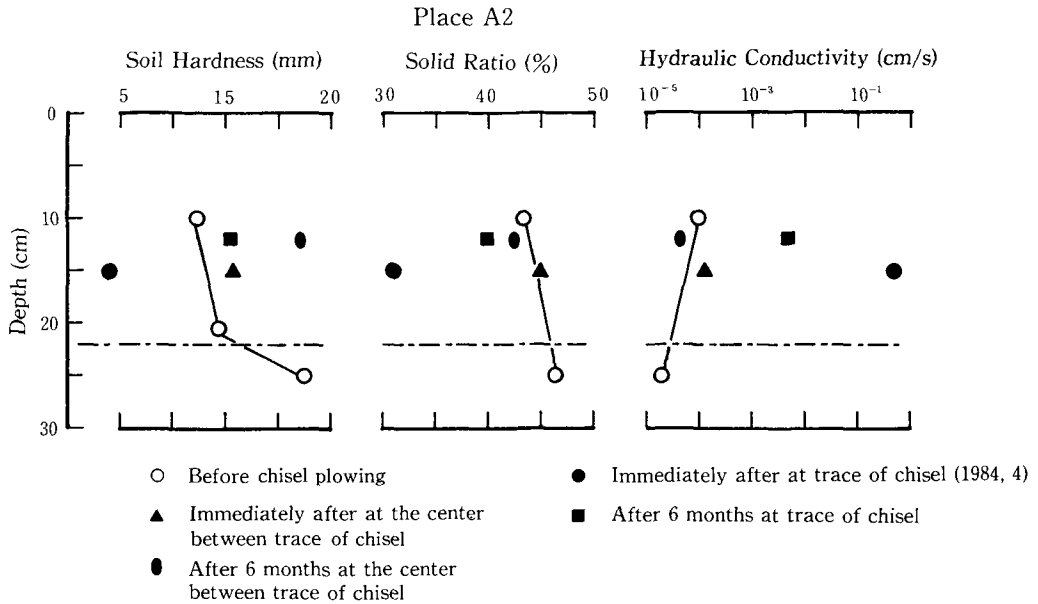


Fig. 6 (2).

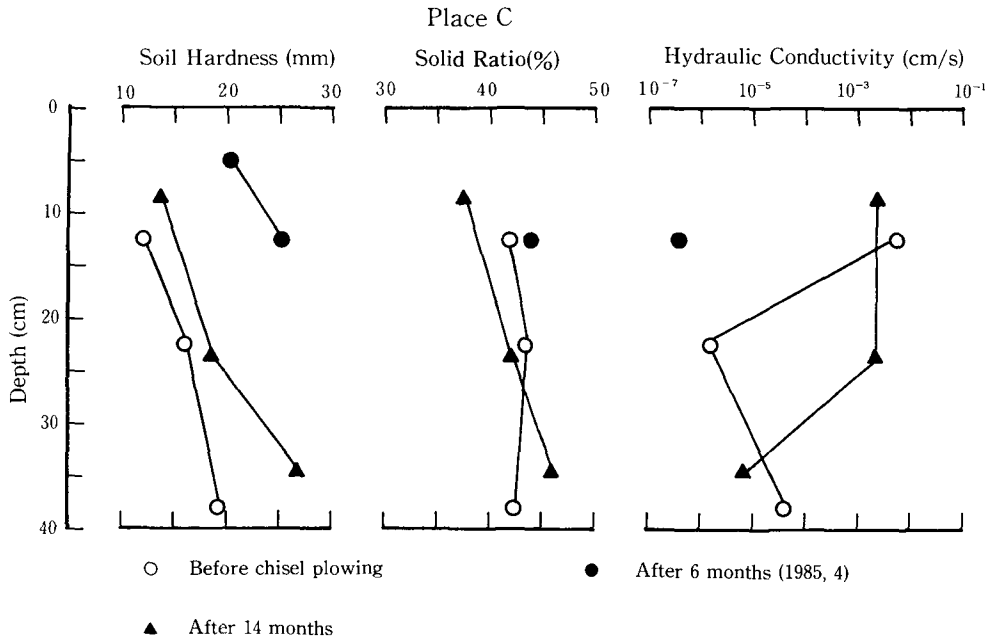


Fig. 6 (3).

層に持上げられたものと思われる。すなわち過去に行われた飼料畑の基盤整備で、圃場の均平化をはかるために、圃場の高位面の下層土が凹地や過湿地などの低位面の表層に堆積されたことが上述の原因の一つと予想される。いずれにしても飼料畑の作土層は、ほとんどが本来のA、B（もしくは

はC）層が攪拌混合されたものになっていると推察される。

そこで、A、B層の攪拌混合が起こっていない農場リング圃の土壌を用いて、A、B層の攪拌混合が堅密層の形成につながるか否かの検討を行った。

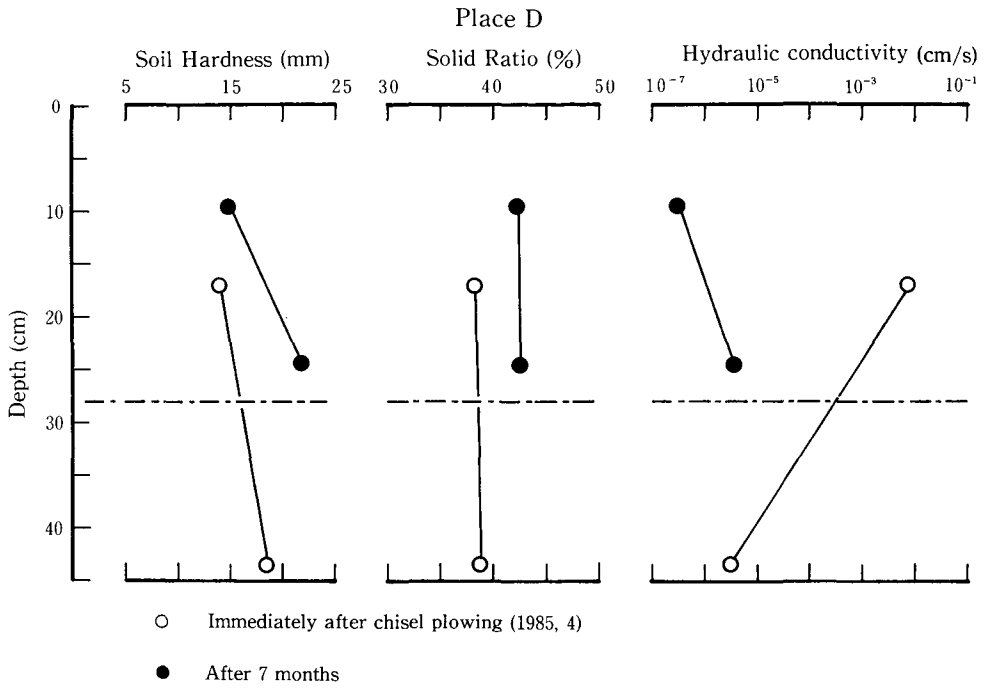


Fig. 6 (4).

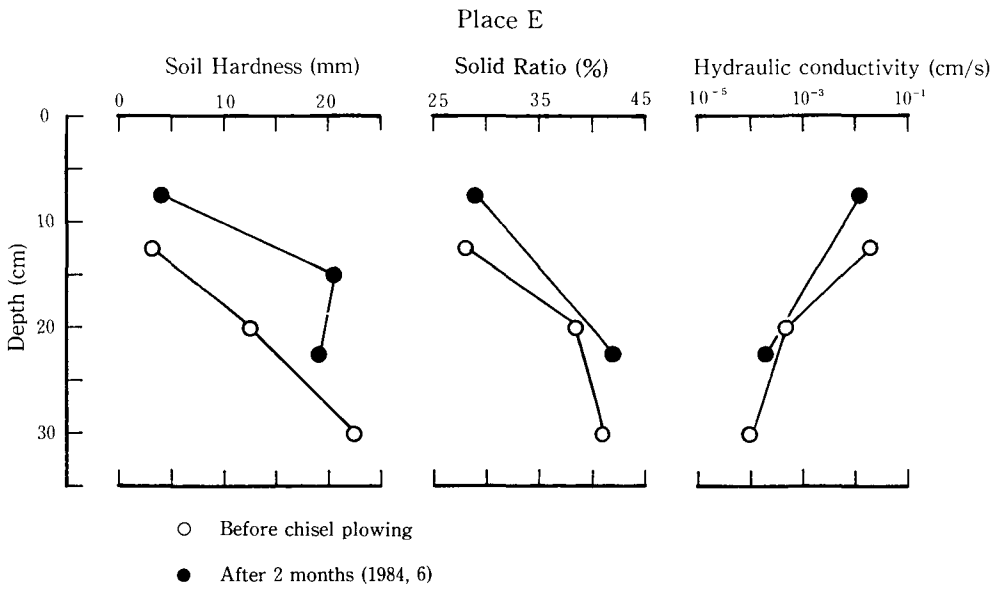


Fig. 6 (5).

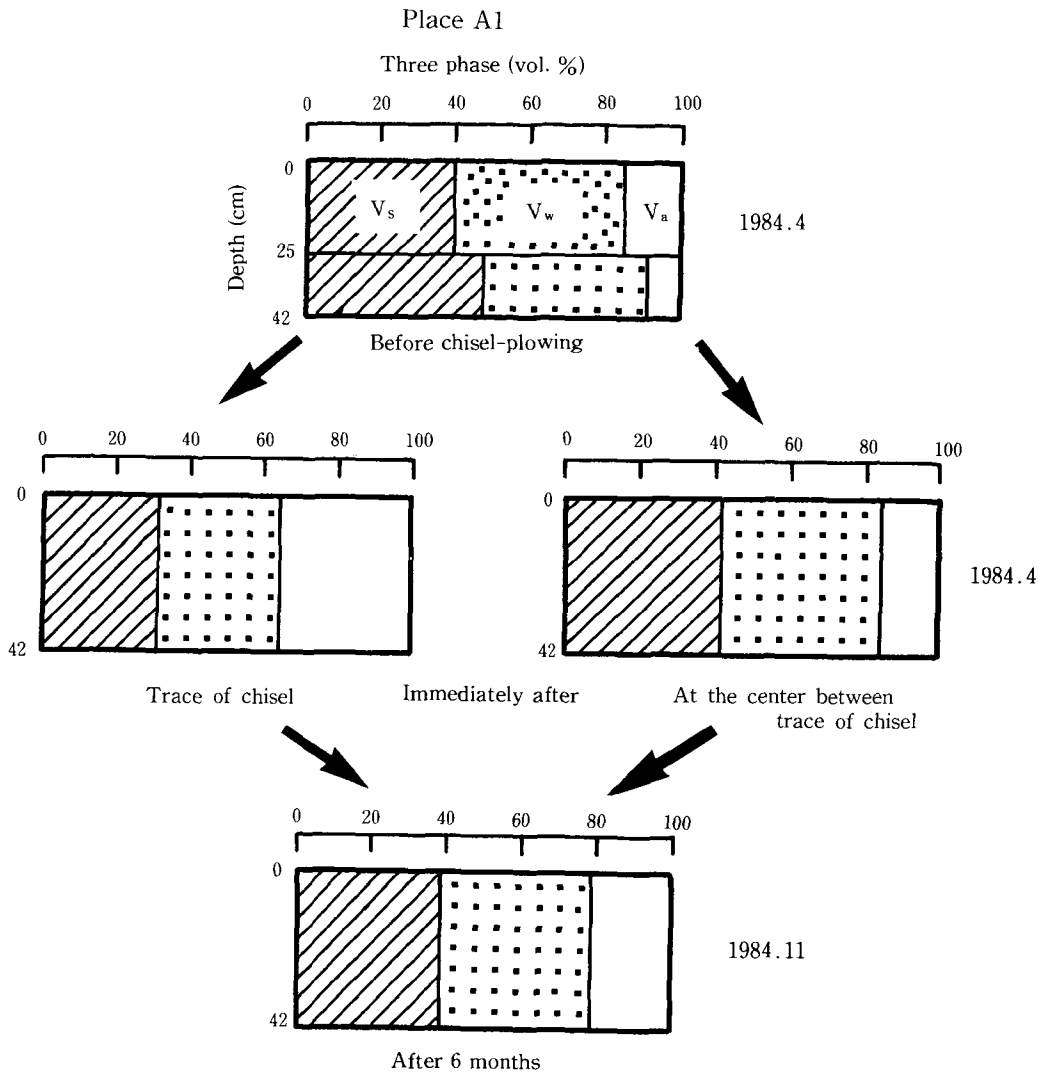


Fig. 7(1). Change in three phase of soil with chisel-plowing.

Fig. 8はA, B層およびそれらの混合土の粒度組成と地点Bの堅密層の粒度組成を対比したものであり、堅密層の粒度組成がA, B層の混合土の粒度組成とほぼ類似しており、飼料畑土壌の堅密層の形成に表層土(A層)と下層土(B, C層)の攪拌混合が関係していることが予測できる。

つぎに堅密層の特徴を、土壌の圧縮性の面から検討する。すなわち膨軟な土壌は圧縮性が大きいものに対して、堅密層は圧縮性が小さくなる。従ってA層, B層, それらの混合土の圧縮性を比較検

討することによって、上述の攪拌混合が堅密層を形成するか否かを判定することができる。

Fig. 9は含水比, 乾燥密度を同一に調整した(Table 1参照)A層, B層およびそれらの混合土のクリープ試験の結果である。すなわちこれは、土壌に一定の荷重を加えたときの圧縮量の時間変化を示したものである。

Fig. 9から、A層>混合土>B層の順に圧縮量が小さくなる。圧縮量が小さくなるということは、土壌がそれだけ硬くなったことを意味する。Fig.

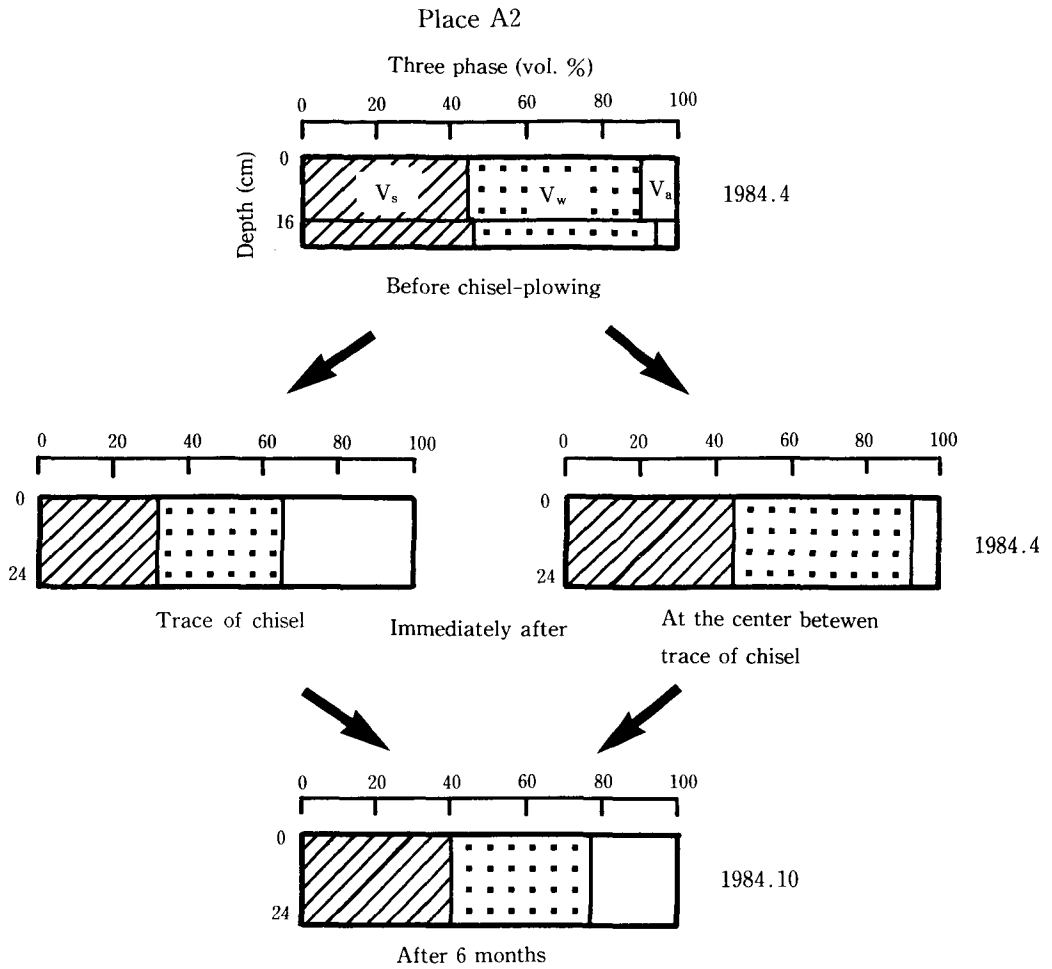


Fig. 7 (2).

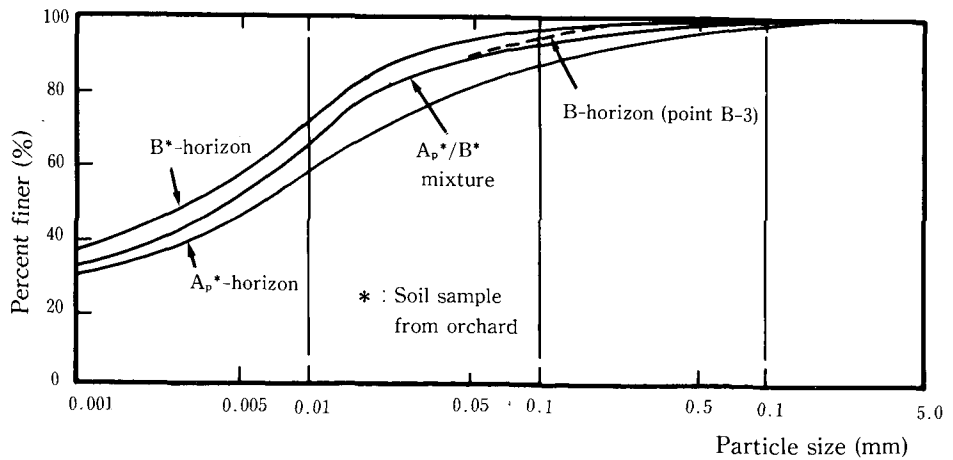


Fig. 8. Particle size distribution of soil samples.

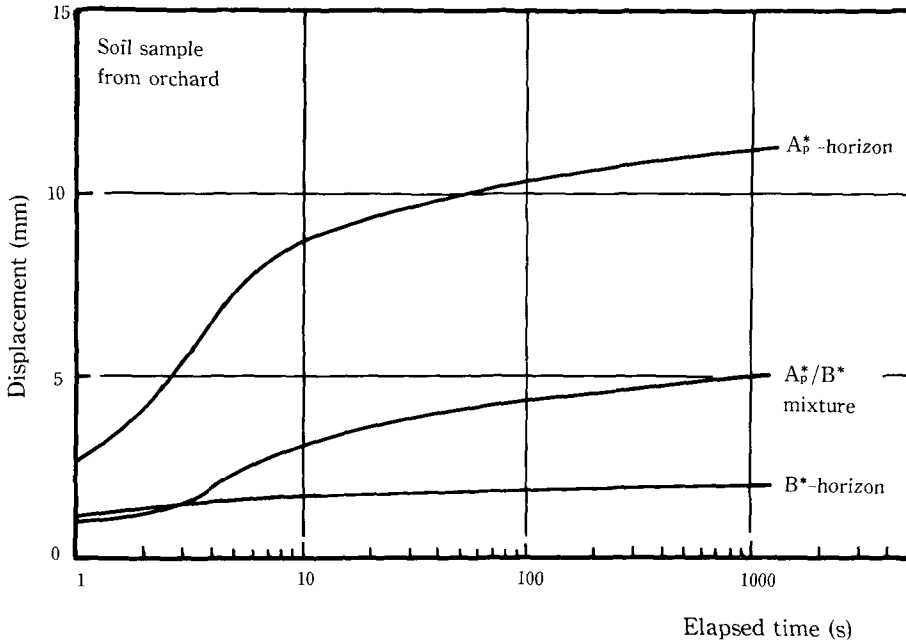


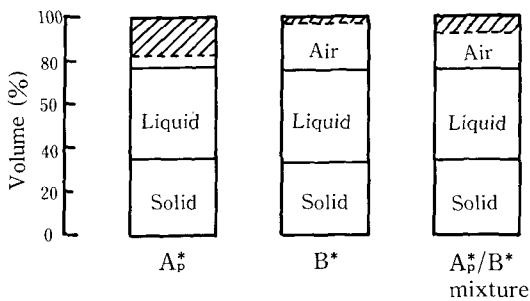
Fig. 9. Displacement-elapsed time relation obtained through creep test.

Table 1. Initial condition of specimen in creep test.

Sample	Water content	Dry bulk density
A _p [*]	45 (%)	0.90 (g/cm ³)
B [*]	45	0.90
A _p [*] /B [*]	46	0.90

9からB層は極めて硬く、逆にA層は極めて膨軟であること、またA層にB層が攪拌混合されると著しく硬くなることが明らかになった。

クリープ試験前後の土壌の三相分布を示すと Fig. 10 のようになり、硬くて圧縮量が小さいB層や混合土は、クリープ試験後もA層に比べて気相率が非常に大きく、従って飽和度は低い。一方、飼料畑土壌の堅密層は気相率が小さく、飽和度は高くなっている。上述の混合土と堅密層とが同じ土壌であるとする、飼料畑の堅密層はA層とB(C)層が攪拌混合されて硬くなっただけでなく、さらにかなり大きな外力によって圧縮されて形成されたものと考えることができる。そしてこのような外力としては、農業機械の走行の繰返しに伴う踏圧の作用が予想される。



: Decrease of air void by compressive load (1.8kgf/cm²)

Fig. 10. Volume change of soil samples by compression.

4. 北大農場飼料畑土壌の土質改善法に関する一提言

本研究は今まで、前報で明らかにした北大農場飼料畑の土壌物理性の問題点を踏まえ、地力増進を目的として行われている現行の営農対策（緑肥すき込み、チゼルプラウ耕）がこの問題点の解決

に寄与しているか否かを検討してきた。これまでの検討結果を要約すると、以下のようになる。

- 1) 北大農場飼料畑は、作土層下部に難透水性の堅密層が存在し、堅密層近傍から下層土は湿潤で飽和度が非常に高い。
- 2) 緑肥をすき込んでも、土壤が湿潤で飽和度が高く、土壤空气が少ないために緑肥は未分解のまま残ることが多い。
- 3) 従って緑肥すき込みによる土壤物理性の改善効果はほとんどなく、かつ有機質肥料の供給という側面の効果も小さい。
- 4) 堅密層の膨軟化を目的とするチゼルプラウ耕の場合、土壤が湿潤なためにチゼル爪による堅密層の破碎が拡らず、また土壤が粘質で堅密であるためにチゼル爪が深くまで入り込めない。
- 5) それゆえチゼルプラウ耕による土質改善効果もまた小さく、その持続性もほとんどない。

以上のことを、図式化すると、Fig. 11 のようになる。

これらのことを基にして、北大農場飼料畑の土質改善の方法を考えると、次のようになる。

1) 難透水性の堅密層の破碎

根本的な土層改良として深層心土破碎工を行

い、堅密層を破碎して土層に亀裂を発生させ、下層土の透水性の改良をはかる。また同時にもぐら暗渠を施工して、飽和度の高い湿潤な土壤の過剰水分を排水し、土壤を適正な水分状態に保つ。

ところで飼料畑土壤の堅密層は重粘質なために、心土破碎工により形成された亀裂が閉じ易く、心土破碎の持続性が短い。従って心土破碎の際に、もみがらや有機物を亀裂に充填していく、いわゆる有材心土破碎工を採用することが望ましい。

2) チゼルプラウ耕による土壤の膨軟化

日常的な営農改善対策としてチゼルプラウ耕（浅層心土破碎工）を実施し、作土層の膨軟化をはかる。

3) 緑肥すき込みによる間隙構造の安定化

有機質肥料の施用としてだけでなく、すき込んだ緑肥が分解されて腐植化し、心土破碎工やチゼルプラウ耕によって形成された亀裂間隙の安定化に寄与できるようにする。これは心土破碎工やチゼルプラウ耕の効果の持続性を高めることにつながる。さらに北大農場飼料畑の土壤は粘質土で、団粒構造の発達が不十分であるから、緑肥すき込みによる土壤腐植の増加は団粒構造の形成、発達にも貢献するものと考えられる。

以上のことをまとめると、Fig. 12 のように図式化できる。

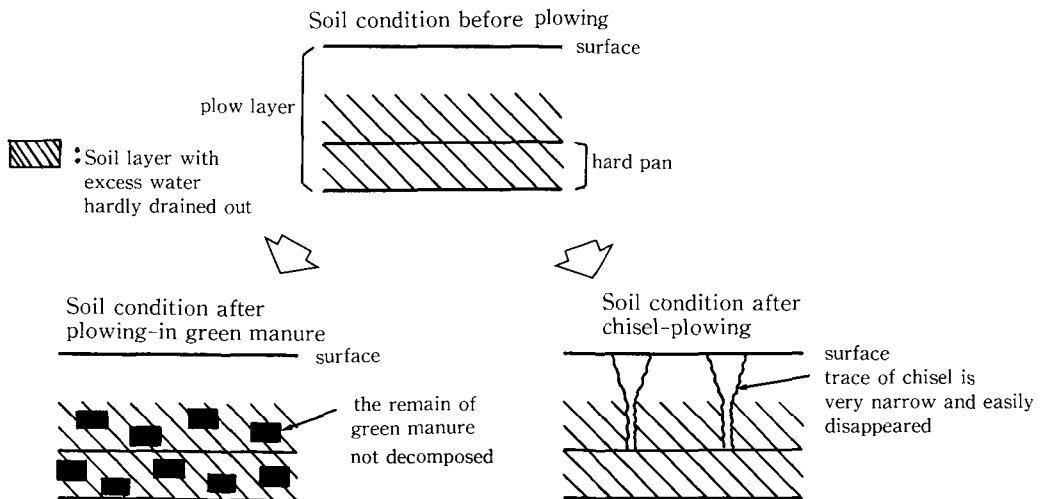


Fig. 11. Schematic figures of the present soil condition in forage crop field conducted plowing-in green manure and chisel plowing.

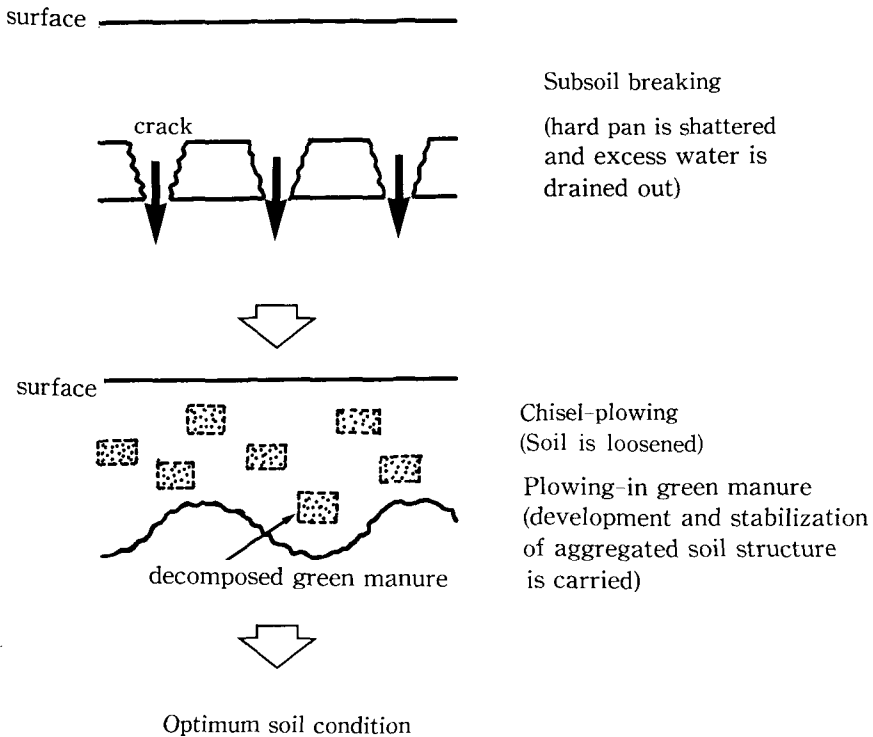


Fig. 12. Proposal of the optimum method for soil amelioration.

結 語

前報に引き続いて、本報では北大農場飼料畑の土質改善の在り方を検討し、飼料畑の地力の向上をはかるためには、先ず根本的に土層改良を行うことが重要であり、次いで日常的な営農改善策を行っていくべきであることを述べた。

本研究の成果が、飼料畑の地力増進にいくらかでも役立てば幸いである。

謝 辞

最後に本研究の遂行にあたり、専攻生の山本俊介君(現、神奈川県庁)、五十嵐淑典君(現、農林

水産省)、上月浩君(現、日本工営株式会社)ならびに大学院生の濱田浩正君には多大の助力をいただいた。ここに記して深謝の意を表する。

引 用 文 献

1. 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準(計画・土層改良)。農業土木学会：1-3, 1984
2. 山根一郎：耕地の土壌学 p.132. 農山漁村文化協会, 1981

Studies on the Soil Amelioration of the Forage Crop Fields in Experiment Farms, Hokkaido University

2. A Consideration of the Methods for the Soil Amelioration

Takashi MAEDA, Katsuyuki SOMA, Masao YAZAWA and Yukihiro FUJIWARA
(Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan)

Naohide TAKAHASHI

(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan)

Summary

According to the previous paper, in which we studied the characteristics of soil physical properties and its defects for forage crop fields, it became clear that the soil condition of this fields was inferior for upland farming and must be improved in soil physical properties. Recently the two methods such as plowing-in green manure and loosening soils by chisel plow have been conducted in forage crop fields, but the effect of these methods were very little. This was caused by following reason.

1. Since the development of soil structure and its stability were small in the soil of forage crop fields and these soils showed high plasticity with a large quantity of water, the effect of loosening soils by chisel plow were small and did not continue for a long time.

2. The degree of saturation of soils was very high, especially in the hard pan and subsoils, then the green manure plowed in soils was decomposed slightly because of a little soil air.

Therefore, in this paper, we investigated the methods of soil amelioration and suggested a effective method to improve the soil physical properties. The most optimum method of soil amelioration was considered as follows :

1. At first, the subsoil breaking is to be conducted for shattering hard pan, then the permeability of subsoil and the hard pan at lower part of plow layer can be improved and also excess water can be drained easily, owing to many cracks formed by subsoil breaking. At that time, those cracks must be maintained with injecting chaff and crude organic matter etc..

2. In the second place, when the water content in soils lower to optimum condition, the chisel-plowing to loose plow layer, and plowing-in green manure to stabilize the pore and to create the aggregated structure in soils.