

高熱処理牛骨粉の土壌の物理性におよぼす影響

横山和成¹・藤間 充¹・美濃羊輔¹

(受理: 1988年5月28日)

Effect of heated bovine bone powder on physical properties of soil

Kazunari YOKOYAMA¹, Mitsuru TOMA¹ and Yosuke MINO¹

摘 要

本実験において、高温処理した牛骨粉(商品名: カルファミネラル HF-44)の土壌の物理性におよぼす効果を調べた。結果は以下の如し。

- 1) カルファミネラル(CM)の導入により、土壌の水分保持力は増加する。
- 2) CMの導入により、0.5mm以上の土壌団粒が増加する。
- 3) CMの導入により、土壌三相分布の中、固相は変化しないが気相が増加する。
- 4) CMの導入により、土壌硬度は低下する。
- 5) CMの導入により、土壌の凍結深度は若干増加し地温もわずかに低下する。
- 6) CMの導入により、土壌 pH は上昇する。

キーワード、高熱処理牛骨粉; 土壌物理性; 土壌改良

緒 言

化学肥料がなかった時代には、獣骨粉は貴重な肥料の一つであった。また、低開発国や発展途上国の一部では今なおこれを肥料として使用している。特に、タイなどでは水牛や黄牛の骨粉が、かなり広域にわたり利用されている。このことは、先人が経験的に獣骨粉の作物栽培に対する有効性を知っていたことを示唆している。

近年、牛骨粉を高熱処理し、多孔性のものにした製品が作られ、すでに販売されている。作物の生育におよぼす獣骨粉の効果が経験的には認められているものの、その機構についてはほとんど解明されていない。特に、本研究では、高熱処理した多孔性の牛骨微粉を土壌に導入し、土壌の物理性にかなる影響を与えるかを調べることを目的とした。

材料および方法

供試材料

1,200°Cで40時間処理した粒径80 μmの牛骨粉(商品名: カルファケミカル株式会社製カルファミネラル HF-44)を用いた。以下、これをCMと略することにする。CMの成分分析値を Table 1に示した。

実験区の設置

無処理区とCM処理区の2区を2反復、帯広畜産大学精密圃場内乾性火山灰土に設けた。向区とも3m×1.5m区とし、1982年7月13日に処理区にはCMを、10a当たり600kg換算で導入した。CMをできるだけ均一にするため、深さ20cmまでを、十分に混合した。無処理区も同様に深さ20cmまで土を十分にかき混ぜた。区内の雑草は、随時根をできるだけ残さないようにして抜き取った。また、各区内で作物の栽培は行わなかった。

¹ 帯広畜産大学環境植物学研究室

¹ Laboratory of Environmental Botany, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, Japan 080.

Table 1. Components of Calfer mineral HF-44

Component	Amount (g/100g)	Analytical method
Calcium	39.5	Volumetric analysis by potassium permanganate
Sodium	0.682	Atomic absorption spectrophotometry
Potassium	0.012	Atomic absorption spectrophotometry
Phosphorus	17.8	spectrophotometry by Vanado-molybdate
Water	0.1	Heat-drying under normal pressure

(According to Japan Food Analysis Center)

土壌水分張力の測定

テンシオメーターを用い、各区の土壌深度10cmの水分張力を、毎朝8時30分に測定した¹⁾。測定は7月17日に開始した。

土壌三相分布の測定

各区内に50の小方形区(30cm×30cm)を設け、それらの小区から乱数を用いて、深さ10cm～15cmの間の土壌を、採土管(内径5cm, 容量100ml)にとり、容量と真比重から三相分布を求めた²⁾。

耐水性団粒の測定

8mmのふるいを通した風乾土30gを直径9cmのペトリ皿に取り、蒸留水を試料に直接注がないようにして飽和させた。室温に24時間放置した後、1mmおよび0.5mmのふるいを用いて、水中でふるい分けした。ふるいを4cmの間隔で毎分30回10分間水中で上下させた。その後、各ふるい上に残った土を105℃で12時間乾燥させ、乾土の団粒百分率を求めた。

土壌硬度の測定

山中式土壌硬度計を用いて、常法に従い地下10cmで

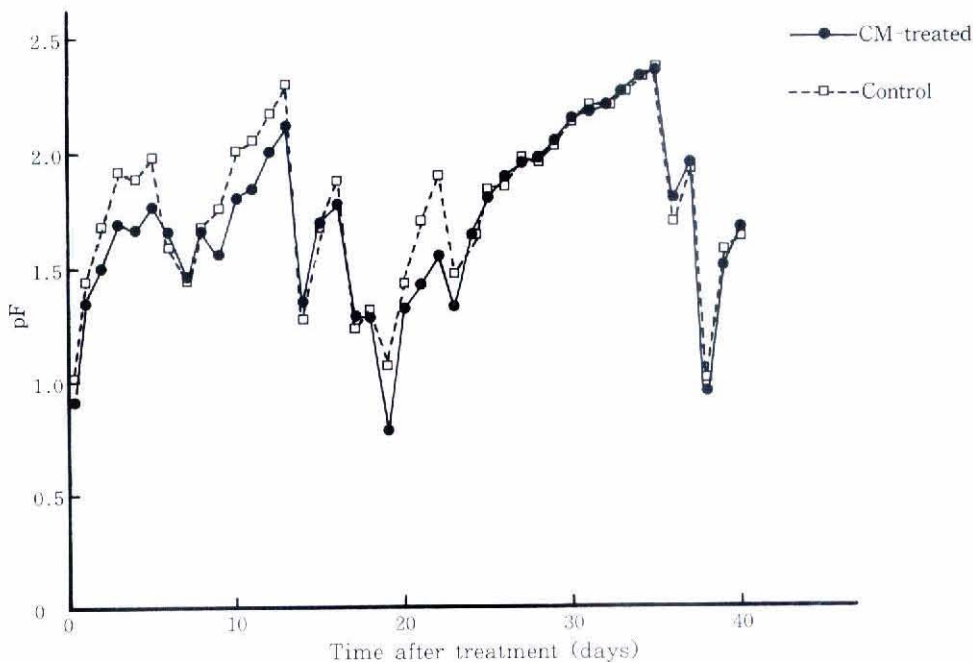


Fig. 1. Change in soil pF

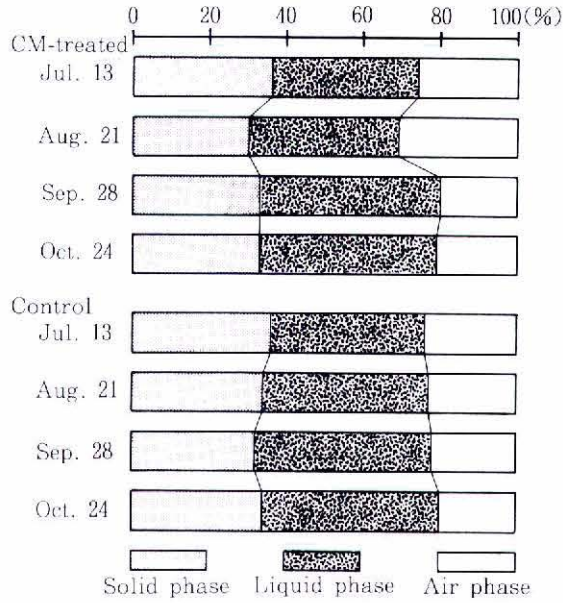


Fig. 2. Change in three-phase distribution of soil

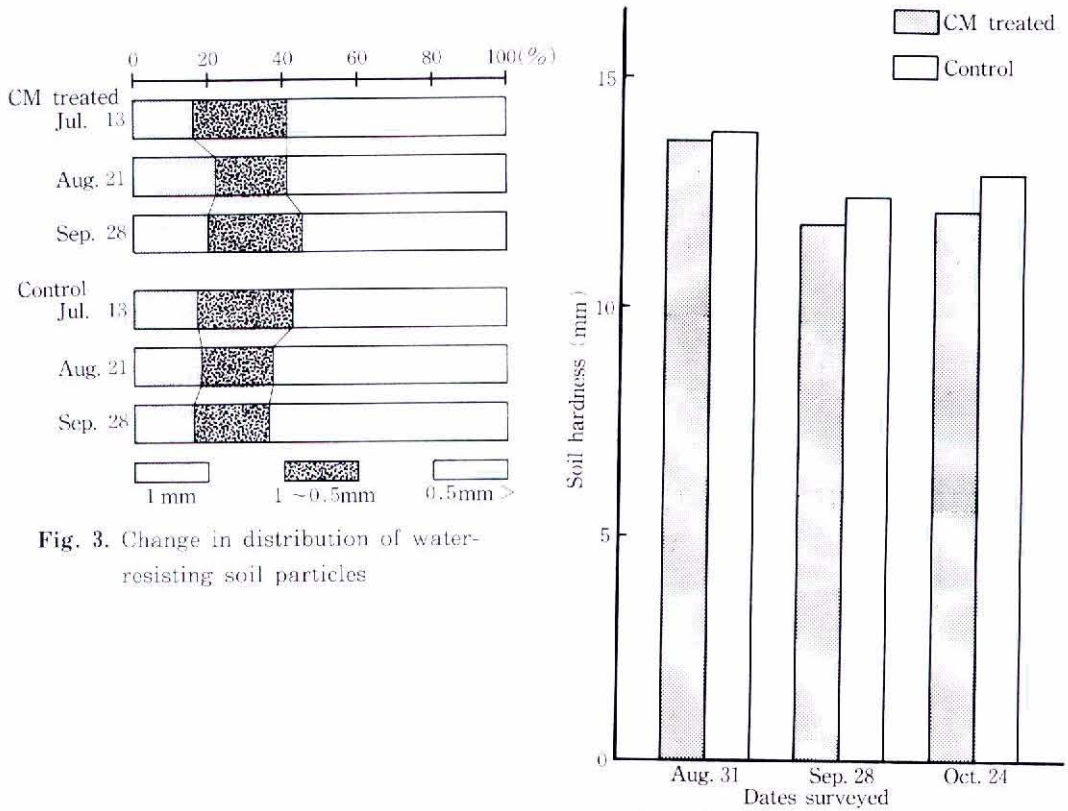


Fig. 3. Change in distribution of water-resisting soil particles

Fig. 4. Change in soil hardness

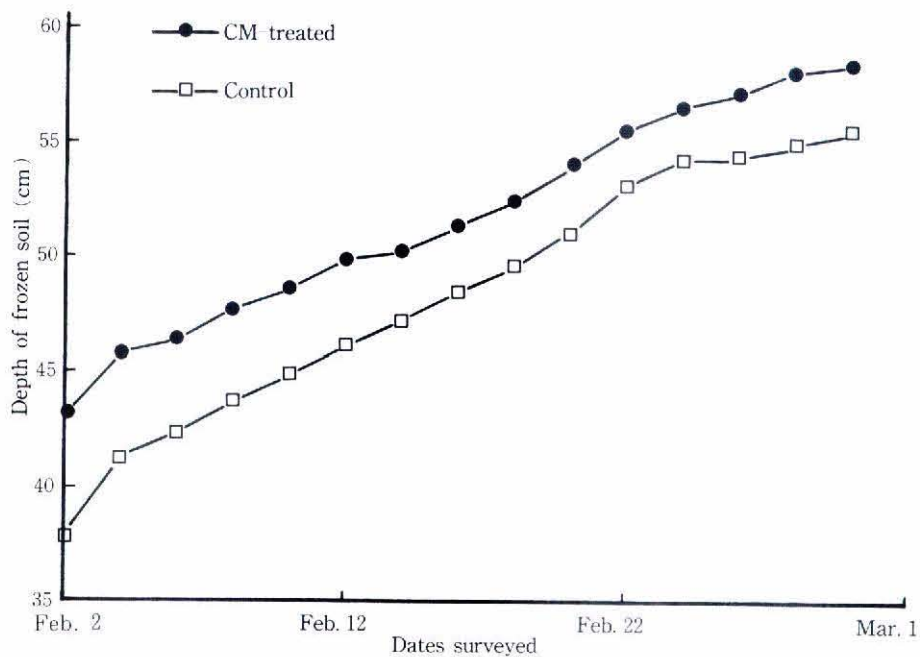


Fig. 5. Change in depth of frozen soil during winter

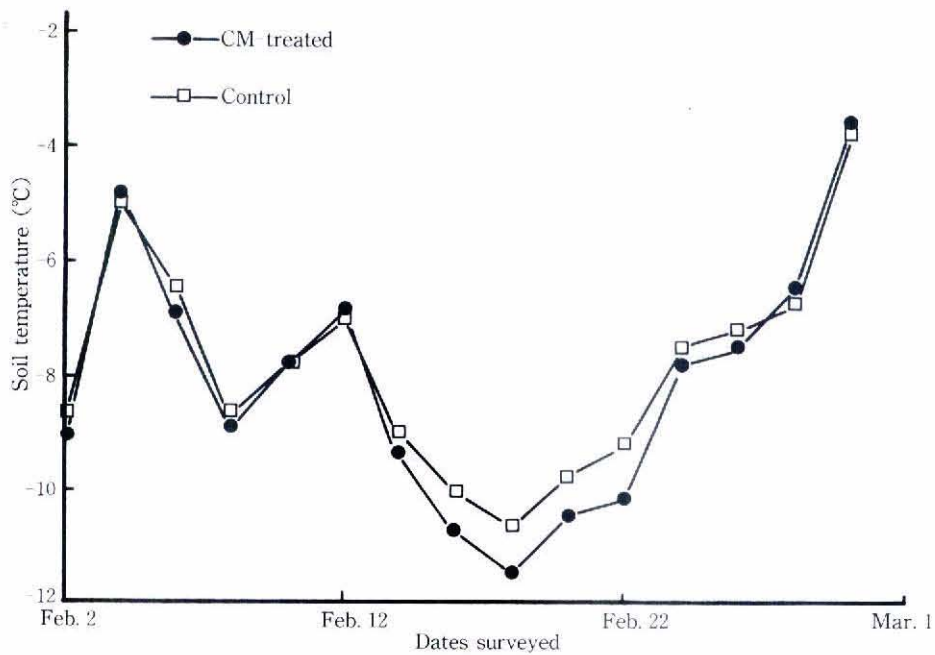


Fig. 6. Change in soil temperature during winter

の水平方向の硬度を測定した。各区内につき5地点を測定し、その平均値で表した。測定は8月31日に開始した。

土壌凍結深度および地温の測定

メチレンブルー凍結深度計を各区内に、3地点埋設し、毎朝9時に土壌の凍結深度を測定した³⁾。また、曲管温度計を用いて、深さ10cmにおける地中の温度を各区内1地点で測定した。実験区は常時除雪し、雪による影響を排除した。測定は2月2日に開始した。

pHの測定

土壌試料10gに水または1M KCl 溶液25mlを加えて、30分間振盪した後、pHメーターを用いて測定した。土壌の採集は、土壌三相分布の測定の場合と同様に行った。

結 果

土壌水分張力

Fig. 1に土壌水分張力の変化を示した。CMの導入によって、最初の3週間、水分張力は無処理区に比べて低下した。しかし、1ヶ月後からは、CM処理区と無処理区の間に殆ど有意な差異が無いまま推移した。

土壌三相分布

Fig. 2に土壌三相分布の変化を示した。CM処理区および無処理区の間に、固相に関しては、全期間を通して大きな変化は認められなかった。しかし、CM処理後の初期段階において、無処理区に比べ著しい液相の減少と気相の増加が認められた。

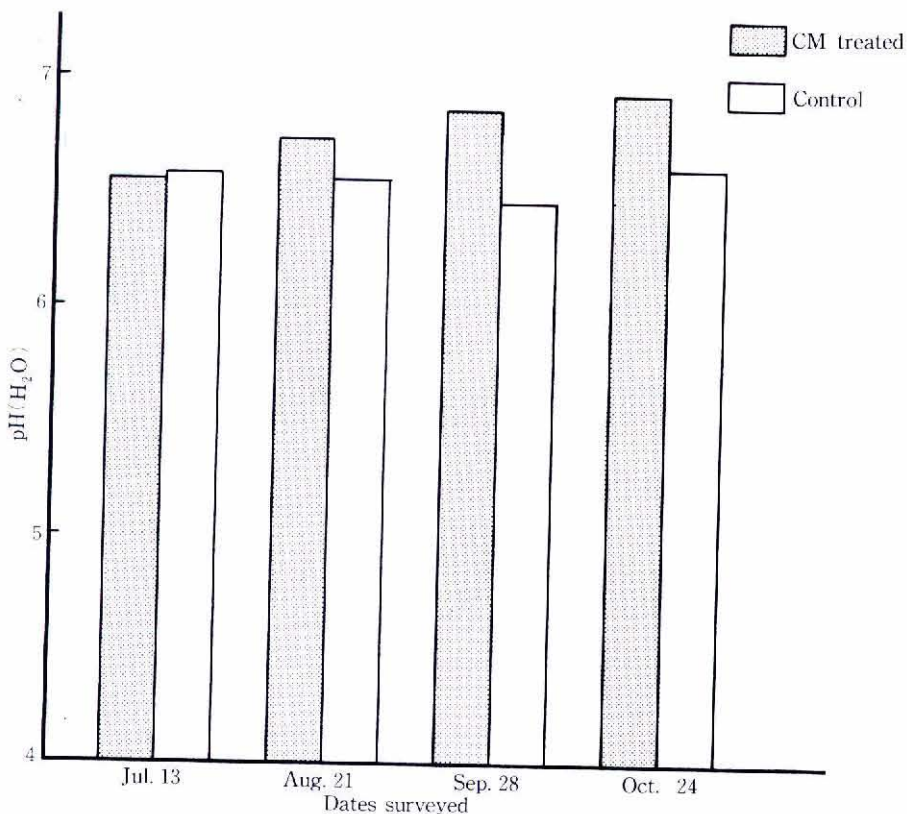


Fig. 7. Change in soil pH (H₂O)

耐水性団粒

Fig. 3に耐水性団粒の変化を示した。時間の経過につれ、CM処理区では、1mm以上の団粒が増加したが、0.5mm以下の土壌粒子は減少した。無処理区では、1~0.5mmの団粒が減少し、0.5mm以下の土壌粒子が増加した。

土壌硬度

Fig. 4に土壌硬度の変化を示した。いずれの調査時にも、CM処理後土壌硬度は無処理区より処理区の方が低かった。

土壌の凍結深度

Fig. 5に土壌の凍結深度の変化を示した。土壌の凍結深度は、CM処理後全実験期間を通じ、処理区の方が無処理区より深かった。

地温

Fig. 6に地下10cmにおける地温の変化を示した。CM処理区が無処理区より若干地温は低下した。

土壌pH

Fig. 7とFig. 8に土壌のPHを示した。pH(H₂O)とpH(KCl)のいずれも、処理後全実験期間を通して、CM処理区が無処理区より高かった。また、処理後、時間の経過につれて無処理区ではほとんど変化なく推移したが、CM処理区では、漸増する傾向が認められた。

考 察

本実験において、加熱処理した牛骨粉が、土壌の物理性にいかなる影響を与えるかを調べた。土壌の水分張力に関しては、無処理区と比べ、CMの導入後約1ヶ月間は低いpF値を示した(Fig. 1)。このことは、

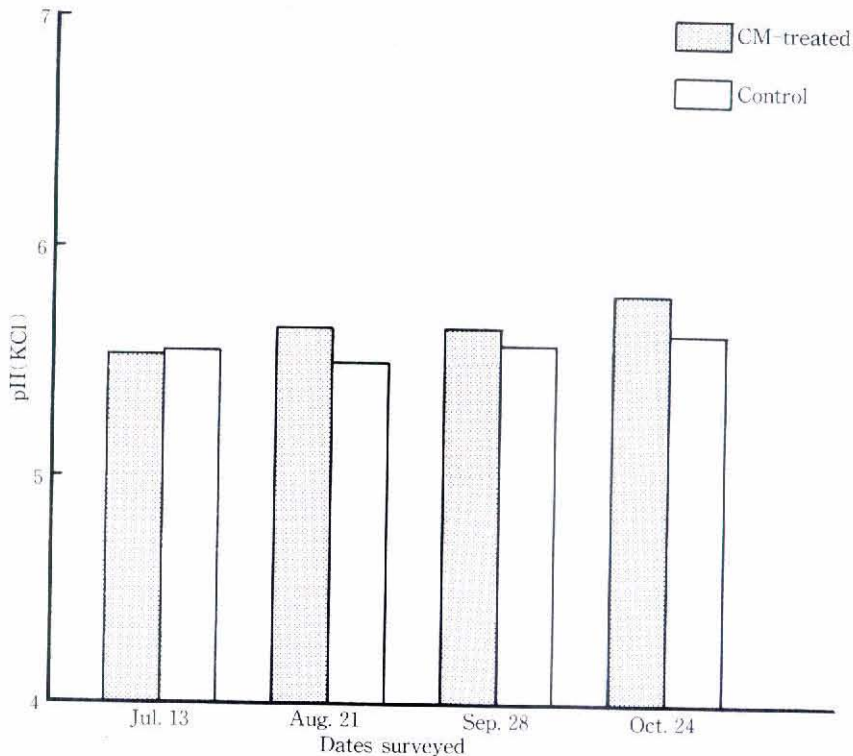


Fig. 8. Change in soil pH (KCl)

多孔性のCMが土壌中の水分保持に関与していることを示唆している。しかし、処理後1ヶ月前後から、その効果が認められなくなった。その原因として、CMが微粉なため土壌中で分解したか、微生物によりCM内の孔隙部分が閉塞されたことによるものと推定される。

土壌三相分布の固相に関しては、全実験期間を通して無処理区とCM処理区の間には差異は認められなかったが、気相に関しては、実験の初期段階でCM区に著しい増加が認められた (Fig. 2)。しかし、2ヶ月目以降は無処理区と同じレベルに戻った。このことは、CMの導入により、一時的に土壌中の孔隙が増加するがやがて減少することを示唆している。後期段階において、この効果が消失したのは、土壌水分張力の項において述べたように、CMの分解、あるいは孔隙の微生物による閉塞に起因するものと推定される。

耐水性団粒に関しては、全実験期間を通して無処理区では0.5mm以上の団粒が漸減したが、CM処理区では、むしろ漸増する傾向が認められた (Fig. 3)。このことは、CMが土壌の団粒化を促進することを示唆している。しかし、団粒の形成が促進されたにもかかわらず、実験の後期段階において気相の増加は認められなかった。気相の割合は降雨などによっても影響されることが知られているため、今後、当時の雨量との関係について検討する必要がある。一般に、土壌中に有機物やカルシウムが多いと、団粒が形成されると言われている。したがって、今回得られた団粒形成の促進はCM中のカルシウムに起因するものと推定される。

土壌硬度は、CM処理によって著しく低下することが明らかとなった (Fig. 4)。これは、前述の土壌の団粒化と密接に関連するものと推定される。

厳寒期における土壌の凍結深度は、無処理区よりCM処理区の方がやや深かった (Fig. 5)。また、地温についてもCM処理区の方が若干無処理区より低かった (Fig. 6)。これらの原因についてはCM処理により気相が増加し、その結果増大した土壌中の空隙が地上の気温変化を土壌により伝え易くなったためと推定される。また、堆肥など有機質性資材の導入により、厳寒期においてすら地温の上昇が報告されている¹⁾。しかし、CM処理区においては地温の低下がみられた。このことは高温で処理されたCMは、有機物を含んでおらず、発酵熱の放出がないことにも起因すると思われる。

土壌のpH (H_2O とKCl) は、いずれもCM処理により上昇した。また、時間の経過につれ徐々に高まる傾向が認められた (Fig. 7, 8)。このことは、CMが主としてカルシウムから構成されており (Table 1)、CMが土壌中で溶解し、イオン型のカルシウムとして放出されたことに起因するものと推察される。

上記のように、本実験において、CMの土壌の物理性におよぼすいくつかの効果が明らかとなったが、若干の問題点も残されている。第1点は、CM粒子が粒径約80 μm と非常に小さく、土壌中で比較的短期間に分解するか、あるいは孔隙部分が微生物などにより閉塞されることが考えられるため、長期にわたり多孔性構造を保持しえない可能性がある。したがって、今後粒径のより大きなものを使用することにより、さらにCMの持つ効果を持続させることが可能となるかもしれない。第2点は、CM粒子が主としてカルシウムから構成されているため (Table 1)、粒子が溶解すると多量のカルシウムイオンを土壌中に放出することになる。本実験においては、結果を明確にするため、土壌重量の0.4%とかなり多量のCM処理をした。その結果、pH (H_2O) は最終段階で0.3上昇した。実際に使用する量は、これより少ないのでこれ程のpHの上昇は起こり得ないものと考えられる。しかし、連年施用を行えば、土壌のpHの上昇を引き起こしかねない。したがって、多量施用の場合には土壌pHの変動を十分にチェックしながら使用すべきである。第3点は、本品はCMを高温処理しているため、カルシウムや他の成分はすべて無機化している。多孔性のものにするには、高温処理は有効な手段であるが、カルシウムなどの緩慢な土壌への供給を考えると、有機態のものが含まれている方がよいかもしれない。よって、多孔性のもつ有効性と緩慢な諸成分の土壌への供給のバランスを考えると、高温処理が有効かどうかは疑問として残る。今後、高温処理をしたものとしのないものとを比較し、両者の特性を明らかにする必要がある。第4点は、現在ゼオライトやホタテやカキの貝殻を微粉にしたものが市販されており、CMとそれら土壌改良剤の有効性に関する優劣について明らかにすることも、今後の重要な課題である。

謝 辞

本論文の作成にあたり、原稿、図表の整理などで横山淑子さん、野中千賀子さんに多大の協力を頂いた。

ここに感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 土壤物理性測定委員会編 (1982), 土壤物理性測定法, 養賢堂.
- 2) 青峰重範・原田登五郎 (1977), 土壤肥科学実験ノート, 養賢堂.
- 3) 土谷富士夫 (1986), 十勝地方における火山灰土壌の凍結, 凍土が農耕地に及ぼす影響に関する研究, 帯広畜産大学農業工学科開発土木工学研究室.
- 4) 美濃羊輔・杉本洋之・平光志伸 (1987), ポテトバルブの堆肥化に関する試験研究, ポテトバルブ堆肥化研究会.

Abstract

Effects of heated bovine bone powder on some physical properties of soil are summarized as follows.

- 1) Soil pH decreased for about one month after treatment.
- 2) Soil particles more than 0.5 mm in diameter increased.
- 3) Air phase in soil increased.
- 4) Soil hardness decreased.
- 5) Depth of frozen soil layer increased slightly.
- 6) Temperature in soil during winter lowered slightly.
- 7) Both soil pHs (H_2O and KCl) rose.

The above results indicate that heated bovine bone powder has an ability to improve some physical properties of soil.