

高熱処理牛骨粉の土壤の 化学性におよぼす影響

横山 和成¹・美濃 羊輔

(受理：1989年11月30日)

Effects of heated bovine bone powder on chemical properties of soil

Kazunari YOKOYAMA¹ and Yosuke MINO¹

要 旨

高熱処理した牛骨粉(カルファミネラル:CM)の土壤の化学性に及ぼす影響を調べた。得られた結果は下記の如し。

1. CM 処理により土壤 pH は若干上昇した。
2. CM の土壤への導入により土壤中のカリウム,カルシウムおよび熱水抽出窒素含量は増加しなかった。
3. CM の導入により土壤中のマグネシウム含量は若干,有効態りん酸含量は著しく増加した。
4. 微量元素である亜鉛,マンガン,硼素および銅の土壤中含量は無処理区と CM 処理区の間有意差はみられなかった。
5. 土壤層別(30および60 cm 土壤深度)の各成分の含量は無処理区と CM 処理区の間に大きな差異は認められなかった。
6. CM 処理により,土壤の塩基飽和度は若干高くなったが,石灰飽和度は増加しなかった。

上記の結果から CM がりん酸肥料として使用しうることが示唆された。
キーワード, 高熱処理牛骨粉; 土壤の化学性, 有効態りん酸

諸 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用いている所がある。しかし, 現在先進諸国では化学肥料が主流となり, 獣骨

粉は殆ど使用されていない。

近年, 我国で 1,200°C で40時間処理した牛骨粉が開発された。本品は多孔性の構造を有しており, 土壤の理化学性や微生物相に好影響を与えるものと期待されている。前報において¹⁾, 本牛骨粉の土壤の物理性に及ぼす影響につき報告した。しかし, 本品の土壤の化学性

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 080, Japan

や微生物相に与える効果については明らかにされていない。したがって、本研究においては、本品の導入により主として土壌の化学性にどのような変化が生じるかを調べることを目的とした。

材料および方法

供試材料および導入方法

カルファミネラル HF-44 (CM)¹⁾を用いた。本学の精密圃場内に2処理6区画(1区画3×1.5 m²)を設け、それぞれの処理につき3区画をランダムに配置した。処理の一方を対照区、他方をCM処理区とした。処理区にはCMを300 kg/10 aの割合で導入し、地表から20 cmの深さまで十分に混合した。

土壌のサンプリングおよび分析

各処理区とも表層土壌を異なる3区画から5月、8月、10月に採取し、それぞれを分析に供した。また、土壌層別のサンプルは10月のみに各区とも3区画から、表層(0~5 cm)および表層から30と60 cmの所から採取し、それぞれを分析に供した。採取した土壌の分析は、すべて十勝農協連産化学研究所土壌分析センターに依頼した。カリウム、カルシウムおよびマグネシウム含量は原子吸光法によって定量した²⁾。亜鉛³⁾および銅⁴⁾含量は土液比を2:1にし、オートクレーブを用い105°Cで10分間抽出後原子吸光法にて定量した。マンガン含量は小林の記載した方法⁵⁾により、硼素はアズメチンHを用いる方法にて比色定量した⁶⁾。熱水抽出窒素は山岸の方法(未発表)によって定量した。土液比を1:10とし、オートクレーブを用いて105°Cで1時間抽出し、抽出液につきキエルダール法⁷⁾にて窒素含量を測定した。有効態りん表層土(0~5 cm)のpHである。塩基置換容量はショーレンベルガー法⁸⁾にて測定した。塩基および石灰飽和度は鎌田の記載した式⁹⁾により算出した。結果は、各処理につき3区画から得られたものの平均として表した。

結 果

土壌 pH の変化

表1に土壌pHの変化を示した。無処理区では実験期間を通じて殆どpHは変化しなかったが、CM処理区のそれは無処理区のそれより若干高い値で推移した。

土壌中塩基成分含量の変化

図1~3にカリウム、カルシウムおよびマグネシウム含量の変化を示した。カリウムおよびカルシウムに

表1. 土壌pHの変化

	5月	8月	10月
無処理区	6.33	6.23	6.18
CM処理区	6.37	6.34	6.50

表層土(0~5 cm)のpHである。

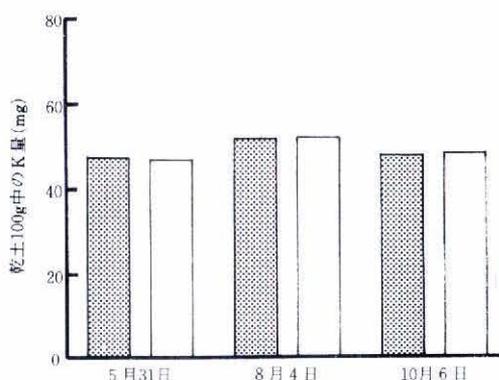


図1. 土壌中K量の経時的変化
スクリーン：CM処理
白：無処理

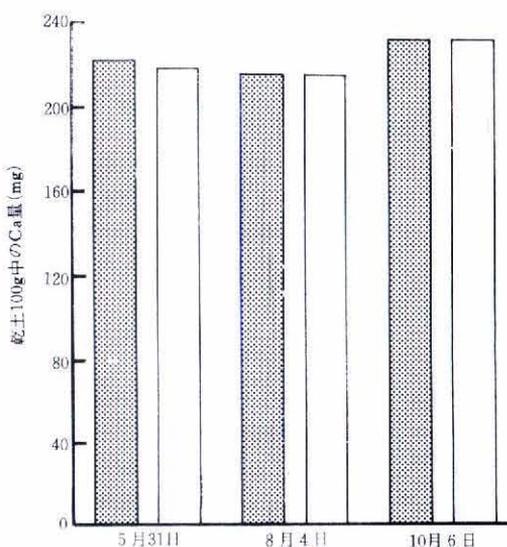


図2. 土壌中Ca量の経時的変化
スクリーン：CM処理
白：無処理

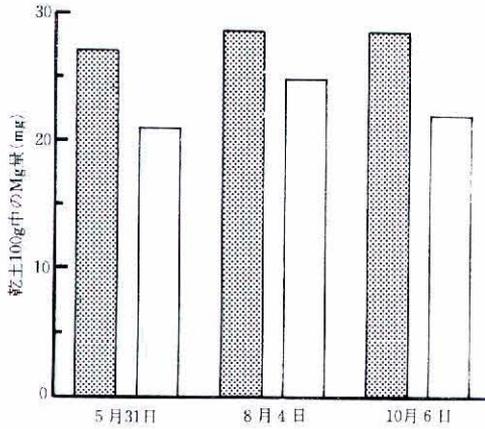


図3. 土壌中Mgの経時的変化
スクリーン：CM処理
白：無処理

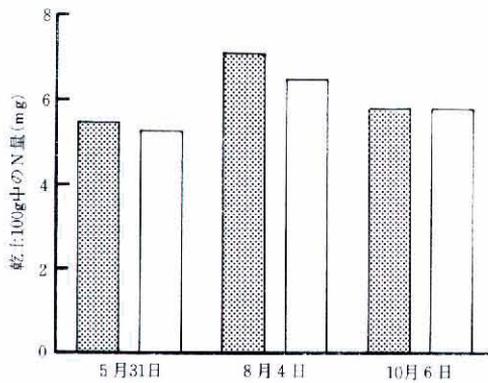


図4. 土壌中Nの経時的変化
スクリーン：CM処理
白：無処理

関しては無処理区とCM処理区に殆ど差異は認められなかった。また実験期間を通して量的にも殆ど変動は認められなかった。しかし、マグネシウムに関しては時期別に大きな変動はみられなかったが、無処理区よりCM処理区の方が若干高い値で推移した。

土壌中熱水抽出窒素および有効態りん酸含量の変化

図4と5に熱水抽出窒素および有効態りん酸含量の変化を示した。熱水抽出窒素に関しては無処理区とCM処理区に殆ど差異は認められなかったが、有効態りん酸に関しては、無処理区に比してCM処理区で著しく高い値を示し、また時間の経過に伴い増加し続けた。

土壌中微量元素含量の変化

表2に微量元素含量の変化を示した。亜鉛、マンガ

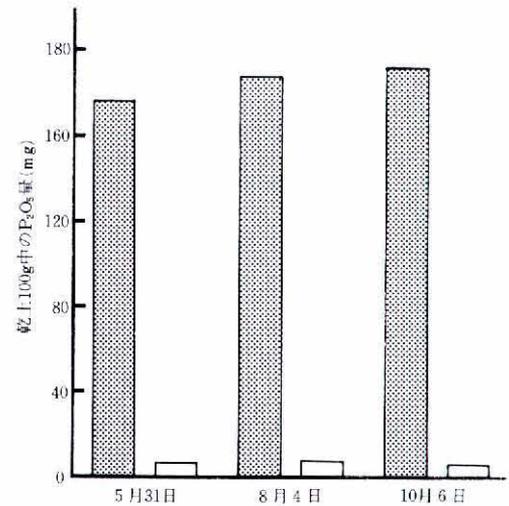


図5. 土壌中P₂O₅の経時的変化
スクリーン：CM処理
白：無処理

表2. 土壌中微量元素含量の変化

	無 処 理 区			C M 処 理 区		
	5月	8月	10月	5月	8月	10月
銅	0.23	0.33	0.46	0.13	0.13	0.24
亜鉛	2.03	2.50	2.01	2.43	2.53	2.35
マンガ	77.0	82.0	93.0	74.8	78.9	97.8
硼素	0.9	1.2	0.7	0.9	1.6	0.8

表中の数字は乾土100g当たりのppm値である。

表3. 土壤層別の各成分含量の変化

成分	無処理区			CM処理区		
	表層	30cm	60cm	表層	30cm	60cm
カリウム*	48.4	57.4	30.6	47.9	51.4	21.9
カルシウム*	232.5	205.5	165.9	232.5	152.7	174.3
マグネシウム*	22.1	19.5	14.9	28.4	17.3	16.3
熱抽出窒素*	5.83	3.11	2.05	5.75	3.39	1.84
有効態りん酸*	6.28	2.60	0.93	192.0	7.48	2.41
銅**	0.46	0.64	0.56	0.24	0.49	0.58
亜鉛**	2.01	1.32	0.86	2.35	1.21	1.25
マンガン**	93.0	124.5	145.5	97.8	133.2	135.9
硼素**	0.67	0.44	0.27	0.83	0.56	0.30

*乾土100g中のmg数., **乾土100g中のppm値.

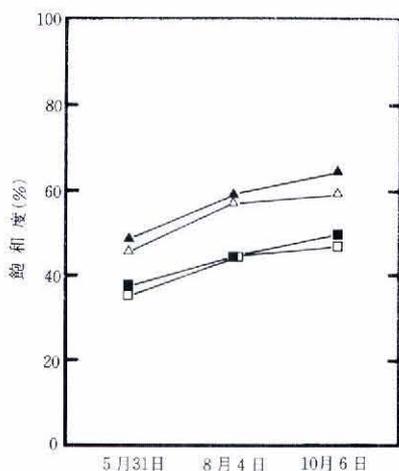


図6. 塩基飽和度およびカルシウム飽和度の経時的変化

黒三角: 塩基飽和度 (CM処理)
 白三角: " (無処理)
 黒白角: カルシウム飽和度 (CM処理)
 白四角: " (無処理)

ンおよび硼素に関しては、無処理区とCM処理区の間には殆ど差異がみられなかったが、銅はCM処理区においていずれの時期にも無処理区の約半分に減少していた。

土壤層別の各成分含量の変化

表3に土壤層別の各成分の変化を示した。無処理区とCM処理区との間にカリウム、カルシウム、マグネシウム、熱水抽出窒素、銅、亜鉛、マンガンおよび硼

素に関しては層別に大きな差異は認められなかったが、有効態りん酸に関してはCM処理区において若干下層の方が高い値を示した。

塩基および石灰飽和度

図6に塩基および石灰飽和度を示した。塩基飽和度に関しては、CM処理区が無処理区より、実験期間を通して若干高い値で推移したが、石灰飽和度に関しては経時的に増加する傾向がみられたものの、両区間に殆ど差異はみられなかった。

考 察

近年、高熱処理した牛骨粉が開発され、作物栽培や家畜の飼料への添加剤として使われはじめています。すでに、多くの農家で本品の使用による増収効果が認められている。しかし、その機構については殆ど明らかにされていない。前報¹⁾において、本品が土壤の物理性の改良に有効であることを報告した。今回の研究においては、主として本品の土壤の化学性に及ぼす影響につき調べた。

表1に示したように、pHに関してはCM処理区の方が無処理区より若干高い値を示した。また、土壤成分中、特に有効態りん酸の含量がCM処理区において著しく高い値となっている(図5)。本品中で、りん酸は主としてりん酸カルシウムと重りん酸カルシウムの形態で存在している。もしも、このりん酸が可溶化しているとすればCM処理区におけるカルシウムの増加がみられないので、pHはかなり低くなるはずである。本実験ではpH3でりん酸を抽出し、Truog法にて測定し

た。したがって、骨粉中のりん酸が酸性領域で可溶化したものと推定される。よって、骨粉中のりん酸は土壌中では不溶性の形で存在しており、植物の根から分泌される酸性物質により可溶化され植物体に利用されるものと考えられる。

塩基成分のうち、カリウムとカルシウム含量に関しては無処理区とCM処理区の間には殆ど差異は認められなかった(図1と2)。しかし、マグネシウム含量については若干ながらCM処理区の方が高くなっている(図3)。日本食品分析センターによる定性試験の結果によれば、本品中に1%以上のマグネシウムが含まれている。したがって、CM導入による土壌中マグネシウムの増加は本品中に含まれているマグネシウムに由来するものと結論される。カリウムについては、無処理区とCM処理区との間になら差異は認められなかった。これは本品中にカリウムが含まれているものの、僅か0.01%以下でありカリウムの供給が誤差範囲内にあるためと思われる。

図4に示したように、熱水抽出窒素に関しても無処理区とCM処理区との間に殆ど差異は認められなかった。本品は1,200℃という高温にて処理されており、窒素はいかなる形態でも殆ど存在していないと考えられる。したがって、カリウム同様、本品は窒素の供給源とはならないと結論される。一方、りん酸は本品中に約18%も含まれており、pHの項目で述べた通り有効態りん酸の優れた供給源となるであろう。

微量元素中、亜鉛、マンガンおよび硼素の含量については無処理区とCM処理区との間に殆ど差異は認められなかった(表2)。しかし、銅含量についてはCM処理区の方がいずれの調査時期においても処理区より低かった。一般に、銅の抽出は酸性領域(1規定塩酸)で行なっているので、pHが高いと抽出されにくい。前述のように、CM処理区のpHが若干無処理区より高いので、このことに銅含量の低さが起因するものと推定される。

表3に示したように、カリウム、カルシウムおよびマグネシウム含量の土壌層別分布に関して、無処理区とCM処理区との間に殆ど相違はみられなかった。しかし、下層における有効態りん酸のみはCM処理区において若干ながら無処理区より高かった。一般にりん酸の下方向への移動は起こりにくいといわれている⁹⁾。土壌の層別サンプリングは穴を掘り、その穴底から行なった。したがって、上層から土壌が崩れおち、下層

のサンプルに混入したためと推定している。また、本品は粒径80 μ mと非常に小さいので、土壌間隙をぬって雨水などにより下層へ移動したのものとも考えられる。実際に若干のりん酸が下方へ移動するのか、サンプリングエラーによるかは今後の研究に待ちたい。

図6に示したように、石灰飽和度については実験期間を通して無処理区とCM処理区との間に殆ど差異は認められなかったが、塩基飽和度はいずれの時期においても、CM処理区の方がより高い値で推移した。このことは、本品中にカルシウムが約40%も含まれているにも拘らず、殆ど可溶化していないことを示唆するものであろう。本実験においては、土壌中のナトリウム含量は調べなかったが、本品中にナトリウムが約0.7%も含まれている。したがって、塩基飽和度がCM処理区において高く推移したのは、マグネシウム(図3)およびナトリウムに起因するものと推論している。

本実験において、高熱処理した牛骨粉を土壌に導入すると土壌中の有効態りん酸が著しく増加することが認められた(図5)。一般に、作物によって異なるものの土壌中の有効態りん酸の適正濃度は10~30 mg/100 g 乾土と言われていた。また、高濃度では生育阻害すら起こる場合がある。今回の実験では本品を300 kg/10 aの割合で導入した。したがって、りん酸の供給という面からみれば、この量は著しく過剰であると言わざるを得ない。よって、本品を今後りん酸肥料の代替物として用いるには、5-10 kg/10 aの割合で導入するのが適切であると判断される。また、本品は土壌中で可溶化しにくいことも明らかとなった。このことは、土壌中でりん酸を緩慢に供給できることを意味しており、多量にりん酸を必要とするタマネギや豆類の栽培には優れたりん酸肥料といえるであろう。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、野中千賀子さん(帯広畜産大学)に資料や原稿の整理などで多大の協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。また、高熱処理牛骨粉を心よく提供してくれたカルファケミカル株式会社ならびに土壌サンプルの分析を引き受けてくれた十勝農協連農産化学研究所の諸氏に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 鎌田春海, 交換性陽イオン, 土壌標準分析・測定法, 土壌標準分析・測定法委員会編, pp. 155-158.

- 博友社, 東京, 1987.
- 2) 鎌田春海, 交換性陽イオン, 土壤標準分析・測定法, 土壤標準分析・測定法委員会編, p. 160. 博友社, 東京, 1987.
 - 3) 小林義之, マンガン, 土壤標準分析・測定法, 土壤標準分析・測定法委員会編, pp. 221-224. 博友社, 東京, 1987.
 - 4) MELTON, J. R. Comparison of azomethine H microcolorimetric and AOAC titrimetric methods for boron in fertilizer: collaborative study. *J. AOAC*, 65: 234-237. 1982.
 - 5) 南條正巳, 可給態りん酸, A トルオーグ法, 土壤標準分析・測定法, 土壤標準分析・測定法委員会編, pp. 127-130. 博友社, 東京, 1987.
 - 6) OLSEN, S. R., W. D. KENPER and R. D. JACKSON: Phosphate diffusion to plant roots. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26: 222-227. 1962.
 - 7) 嶋田典司, 全窒素, 土壤標準分析・測定法, 土壤標準分析・測定法委員会編, pp. 94-100. 博友社, 東京, 1987.
 - 8) SCHOLLENBERGER, C. J. and R. H. SIMON: Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soils; Ammonium acetate method. *Soil Sci.* 59: 13-24. 1945.
 - 9) 竹内 誠, 亜鉛, 土壤標準分析・測定法, 土壤標準分析・測定法委員会編, pp. 191-196. 博友社, 東京, 1987.
 - 10) 竹内 誠, 銅, 土壤標準分析・測定法, 土壤標準分析・測定法委員会編, pp. 203-204. 博友社, 東京,

1987.

- 11) 横山和成・藤間 充・美濃羊輔, 高熱処理牛骨粉の土壤の物理性におよぼす影響, 帯大研報 I, 16: 33-40, 1988.

Summary

Effects of heated bovine bone powder (Calfer Mineral: CM) on some chemical properties of soil were examined in this study. The results were summarized as follows.

1. Soil pH was slightly elevated by CM treatment.
2. Contents of Kalium, calcium and hot water extractable nitrogen in soil were not increased by CM treatment.
3. Contents of magnesium and available phosphate in soil were respectively, slightly and remarkably, increased by CM treatment.
4. Contents of minor elements such as zinc, manganese, boron and copper were not altered by CM treatment.
5. No great differences in the contents of tested components at different soil layers (30 and 60 cm in depth) were found between CM treated and non-treated plots.
6. Cation saturation degree of soil was slightly augmented while calcium saturation degree was not by CM treatment. The above results suggest that CM could be used as phosphate fertilizer.