

マンガ集積土壌における牧草の生育に 関する研究

I. マンガ集積土壌の理化学性と牧草の生育

尾形昭逸・黒住久彌・西 勝海

(広島大学水畜産学部)

Studies on the Growth of Pasture Crops on the Soils with Accumulated Manganese

I. Some Physical and Chemical Properties of the Soils and the Growth of Pasture Crops

Shoitsu OGATA, Kyuya KUROZUMI and Katsumi NISHI

*Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal
Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama*

(Tables 1-9, Figs. 1-3)

緒 言

広島県芦田川中流(神辺平野)地域の水田を畑地化し、草地として利用しつつあるが、本草地にて牧草を栽培する場合、ある種の牧草の夏枯れが目立ち、混播草地等の草地が短期間のうちに劣悪化する傾向にある。

本地域の水田土壌は農林省振興局研究部“施肥改良事業土壌図”¹⁾によると灰褐色マンガ型土壌として分類されている。すなわち、本地域の水田土壌の作土の直下にきわめて明瞭なマンガの結核ないし盤状の酸化集積が行なわれており、水田状態において比較的安定化した土壌マンガが畑地化し、草地として利用する場合、その形態等が変化し、容易に可溶化することが考えられ、極端に集積したマンガの牧草による吸収とその過剰害発現により、いっそうの夏枯れ等の現象の発現の促進が考えられる。

柑橘園あるいは、茶園土壌の酸性化、そしてこれに伴う土壌マンガの可溶化^{4,5)}、そしてミカンの異常落葉の一原因として考えられているマンガ過剰害が最近問題^{2,3)}となっている。

水田の畑地化にともなう土壌集積マンガの行動についての知見にとぼしく、また水田状態で集積したマンガの畑地化による変化が、畑作物ないし牧草の生育に対し、いかなる影響をあたえるかについての知見は多くないようである。

本報告は上述のようにマンガ集積土壌における牧草の生育状況を検討し、その結果をのべるものであり、第1報として、本土壌の理化学的性質および牧草土耕栽試等の結果を記述する。

実 験 方 法

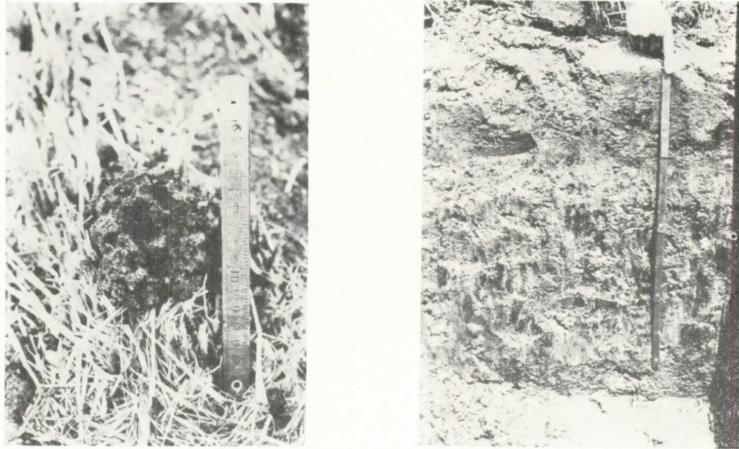
1. 供 試 土 壌

広島県芦田川中流地域に所在する広島大学附属農場圃場の土壌を供試土壌とした。本地区は昭和37年

まで水田として利用されてきたが以後畑地化し、現在草地として利用しつつある。

土壤採取地点の土壤断面の概要は第1図の写真によってしめす。

本地点の土壤の断面は畑地化して間がないため、附近の水田土壤断面と比較して末だに大きな差異は見あたらない。また本地点土壤は灰褐色砂土マンガン型土壤に分類されている。



a. The soil with manganese deposit.

b. The profile of soil.

Fig. 1 Photographs of profile of soil with manganese accumulated:

2. 土壤酸度の測定

ガラス電極法により土壤酸度を測定した。測定は蒸溜水懸濁と1N-塩化カリ液懸濁の両法により行なった。懸濁液は風乾土壤25gに対し、液50mlの割合のものである。

3. 置換酸度の測定

風乾土100gにつきpH7.0の1N-塩化カリ溶液250mlを加え、よく振盪した後、濾過、煮沸し、溶在炭酸ガスを追出したのち、フェノールフタレインを指示として1/50N-苛性ソーダ液で滴定し、滴定値を1/10N-苛性ソーダ液で滴定した場合の滴定値に換算し、その値を3倍し、全酸度とした。

4. 全炭素の測定

チューリン氏の簡易滴定法によった。

5. 磷酸吸収係数の測定

風乾土25gに対し250mlの蒸溜水を加え、密栓し、30分間振盪し、1昼夜放置し、溶液に残存する磷酸量を測定することによって行なった。

6. 土壤中のマンガンおよび鉄の分別定量

採取直後の生土壤についておこなった。すなわち土壤25gに対し250mlの蒸溜水を加え、密栓し、30分間振盪し、ろ過する。このろ液に溶出したマンガンをもって水溶性とした。

置換性マンガンは溶出液としてpH7.0の1N-酢酸アンモニウム溶液をもちいた。土壤と液の割合は水溶性マンガンの場合と同様である。

易還元性マンガンはpH7.0の酢酸アンモニアに0.2%の割でヒドロキノン溶解した液に溶出するマンガンをもってした。すなわち土壤25gに溶出液250mlを加え、密栓し6時間振盪し、溶出マンガン定量した。なお易還元性マンガンは、水溶性マンガン、置換性マンガン量を1N-酢酸アンモン(ヒドロキノン0.2%を含む)液にとけ出るマンガン量より差引いた値をもってした。また置換性

マンガンは水溶性マンガンを含まない。

マンガンの定量は過ヨード酸カリによる過マンガ酸イオン発色法により、また鉄の定量は o-phenanthroline による比色法によった。

なお本溶出法によって溶出した鉄をもって水溶性、置換性、易還元性としてマンガンの場合と同じく記載した。

7. その他分析法

その他の土壌、作物体の分析は常法にしたがっておこなった。

8. 牧草土耕栽培法

前記草地の土壌を作土と心土に分かって、採取し、両土壌により牧草を栽培した。心土は作土の直下より 30 cm までの土壌をもってした。さらにマンガ結核部をあつめ結核土としてもちいた。

使用ポットは磁製 1/5,000a のものであり、充填土は風乾後の 5.5kg を 1 ポットあたり用いた。施肥量は第 1 表に示したとおりである。

牧草中の各種成分の定量は乾燥粉末によっておこなった。マンガおよび鉄の定量は乾式灰化ののち、土壌の場合に準じた比色定量法によった。

その他成分の定量は常法にしたがっておこなった。

Table 1 Amounts of fertilizers used.

| Fertilizer Plot | Ammonium sulfate | Superphosphate | Potassium chloride |
|--------------------|------------------|----------------|--------------------|
| Complete | 5 | 5 | 5 |
| no fertilizer | 0 | 0 | 0 |
| no nitrogen | 0 | 5 | 5 |
| no phosphorous | 5 | 0 | 5 |
| no potassium | 5 | 5 | 0 |

Amount; g per pot, a/5000.

9. 牧草採取地

マンガ集積土壌で生育したマンガ含量等の検討のため、以下の各地の牧草を採取し分析した。すなわち岡山県真庭郡川上町（蒜山）、広島県世羅郡世羅町大字京丸（京丸）、同県双三郡吉舎町（吉舎）、および同県福山市川口町（川口）の 4 地点である。

実験結果ならびに考察

1. 土壌の一般的理化学性

第 2 表にマンガ集積土壌の一般的理化学性を広大水畜産学部附属川口農場の非マンガ集積沖積水田土壌のそれと比較しつつ記載した。すなわち、マンガ集積土壌である御幸作土、心土ならびに結核土の pH は 7.0 に近い。また全酸度も高くない。磷酸吸収係数も作土で 500 前後、心土でも 1,000 以下であり、高いものではない。

第 3 表に御幸作土、心土、マンガ結核土および川口作土の各形態のマンガおよび鉄の濃度を示した。これによるとマンガ結核土はもちろんのこと、御幸作土、心土の全マンガ濃度はきわめて高く 27,000ppm ないし 5,000ppm となっている。斉藤ら^{6,7,8)}の示した、いわゆるマンガ鉍害土の全マンガ濃度に比較すると、これに匹敵するものがある。

さらに易還元性マンガン濃度も 2,000 ppm ないし 5,000 ppm とこれまたきわめて高い。この易還元性マンガンは植物により容易に吸収されるものと考えられている。また土壌マンガンの作物の供給度合を示す形態のものであるとされている。

Table 2 The general properties of soils

| Property | Miyuki top soil | Miyuki subsoil | Miyuki subsoil with Mn deposit | Kawaguchi topsoil |
|------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------|-------------------|
| Texture | Loam | Sandy loam | — | Sand |
| pH (H ₂ O) | 6.66 | 6.96 | 6.63 | 5.80 |
| pH (KCl) | 5.72 | 5.50 | 5.44 | 4.51 |
| Total acidity Y ₁ | 0.39 | 0.30 | 0.27 | 0.57 |
| Total carbon (%) | 1.30 | 0.3 | 0.6 | 0.3 |
| phosphorous absorption Coefficient | 497 | 934 | 357 | 652 |
| Exchangeable Ca (me/100g) | 5.54 | 5.94 | 6.35 | trace |
| " Mg (") | 0.68 | 2.28 | 1.96 | trace |
| " K (") | 0.12 | 0.09 | 0.13 | 0.07 |
| " Na (") | 1.10 | 2.04 | 1.71 | 1.10 |
| Exchang capacity(me/100g) | 15.6 | 20.5 | 18.5 | 7.8 |
| Crude silica (%) | 53.0 | 39.0 | 43.4 | 70.0 |

上述の全マンガンおよび易還元性マンガン濃度に比較して、水溶性あるいは、置換性マンガンの濃度は極めて低いものがある。

すでに報告されているように^{2,3,4)} マンガン過剰が原因とされている柑橘の異常落葉地の土壌の pH は比較的低い。土壌 pH は土壌マンガンの可溶化と密接な関係にあり、低 pH は水溶性あるいは、置換性マンガン濃度をますとされている。しかし本地土壌は開田後長年を経ており、また日本住吸血虫の感染地とされていて、石灰窒素の使用量多く土壌 pH は中性近くになっている。このため水溶性あるいは、置換性マンガン濃度が低くおさえられ、比較的安定化した状態になっているものと考えられる。さ

Table 3 Contents of manganese and iron of various forms in the soils.

| Soil | Metal | Form | Total contents | H ₂ O soluble | Exchangeable | Easy reducible |
|--------------------------------|-------|------|----------------|--------------------------|--------------|----------------|
| | | | (ppm) | (ppm) | (ppm) | (ppm) |
| Miyuki topsoil | Mn | | 4,453 | 11.8 | 130.8 | 2,340 |
| | Fe | | 33.3 | 4.5 | 7.1 | 3.0 |
| Miyuki subsoil | Mn | | 10,780 | 15.7 | 41.9 | 2,788 |
| | Fe | | 38.9 | 4.9 | 9.4 | 3.4 |
| Miyuki subsoil with Mn deposit | Mn | | 27,070 | 5.3 | 79.4 | 5,080 |
| | Fe | | 38.8 | 2.5 | 5.8 | 2.5 |
| Kawaguchi topsoil | Mn | | 1,180 | 5.1 | 20.0 | 130 |
| | Fe | | 12.6 | 3.1 | 3.7 | 3.1 |

Contents of manganese and iron in soils are expressed by Mn O and Fe₂O₃ ppm in air dry soil.

Table 4 Ratios of manganese to iron in soils.

| Form in soil | Total | H ₂ O soluble | Exchangeable | Easy reducible |
|--------------------------------|-------|--------------------------|--------------|----------------|
| Miyuki top soil | 138 | 2.6 | 18.5 | 785 |
| Miyuki subsoil | 277 | 3.2 | 4.5 | 832 |
| Miyuki subsoil with Mn deposit | 696 | 2.2 | 13.7 | 2,065 |
| Kawaguchi top soil | 94 | 1.6 | 5.5 | 42 |

Table 5 Concentration of manganese, iron and others in grasses and legumes grown on soils with or without deposit of manganese.

(sampled late in June 1966) (in dry matter)

| Constituent | MnO (ppm) | Fe ₂ O ₃ (ppm) | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) | N (%) | MnO/Fe ₂ O ₃ |
|--------------------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------|------------------------------------|
| Miyuki soil | | | | | | |
| Red clover | 191 | 178 | 0.73 | — | 3.20 | 1/0.94 |
| Ladino clover | 186 | 180 | 0.79 | — | 2.92 | 1/0.99 |
| Kentucky 31 fescue | 140 | 189 | 0.71 | — | 2.38 | 1/1.35 |
| Orchard grass | 403 | 171 | 0.66 | — | 1.80 | 1/0.42 |
| Kisa soil | | | | | | |
| Red clover | 71 | 191 | 0.66 | 1.97 | 2.94 | 1/2.67 |
| Ladino clover | 99 | 222 | 0.82 | 2.12 | 3.73 | 1/2.22 |
| Italian ryegrass | 45 | 161 | 0.81 | 2.23 | 3.38 | 1/3.22 |
| Orchard grass | 16 | 166 | 0.84 | 3.18 | 2.96 | 1/11.38 |
| Kyomaru soil | | | | | | |
| Red clover | 53 | 255 | 0.47 | 1.61 | 2.01 | 1/4.82 |
| Ladino clover | 164 | 795 | 0.57 | 1.61 | 2.96 | 1/4.84 |
| Italian ryegrass | 181 | 404 | 0.86 | 2.95 | 3.13 | 1/22.01 |
| Orchard grass | 100 | 241 | 0.90 | 2.73 | 2.12 | 1/2.41 |
| Kawaguchi soil | | | | | | |
| Red clover | 94 | 161 | 0.50 | 1.47 | 3.24 | 1/1.71 |
| Ladino clover | 78 | 249 | 0.82 | 2.05 | 3.62 | 1/3.24 |
| Orchard grass | 61 | 139 | 0.95 | 1.95 | 2.73 | 1/2.27 |
| Red top | 59 | 127 | 0.74 | 2.26 | 1.14 | 1/2.18 |
| Hirusen soil | | | | | | |
| Red clover | 55 | 156 | 0.66 | 2.15 | 2.85 | 1/2.85 |
| Ladino clover | 134 | 403 | 0.86 | 2.05 | 3.80 | 1/3.01 |
| Orchard grass | 128 | 1,052 | 0.89 | 2.46 | 3.20 | 1/8.21 |

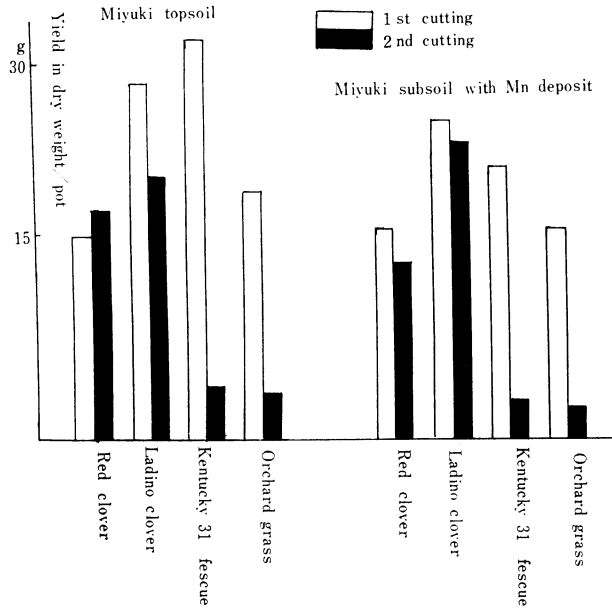


Fig. 2 Yield of grasses and legumes grown on Miyuki topsoil and subsoil with Mn deposit, with the complete fertilizer.

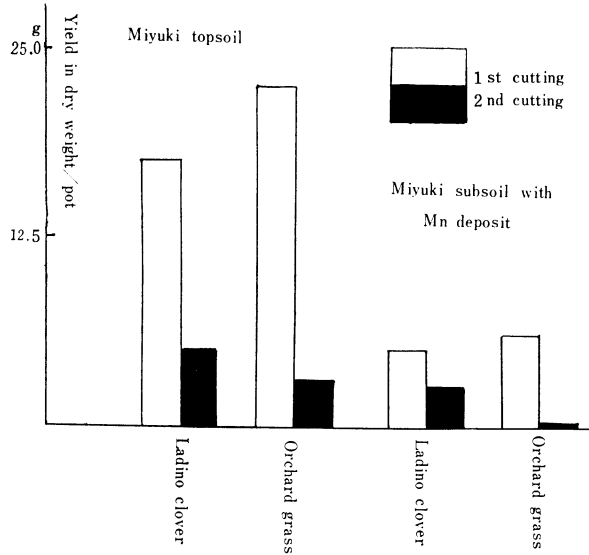


Fig. 3 Yields of grasses and legumes grown on Miyuki topsoil and subsoil with Mn deposit, receiving nitrogen and potassium but no phosphorus.

Table 6 Yields of pasturage crops in dry matter.

(g dry weight per pot)

| Treatment | Soil grass or legume | Cutting | Topsoil | | Subsoil | | Subsoil with Mn deposit | |
|---------------------|----------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|
| | | | 1st cutting | 2nd cutting | 1st cutting | 2nd cutting | 1st cutting | 2nd cutting |
| Complete | Red clover | | 14.7 | 17.5 | 14.6 | 16.8 | 15.8 | 12.1 |
| | Ladino clover | | 17.6 | 16.3 | 11.6 | 16.1 | 21.6 | 23.6 |
| | Keutucky 31 fescue | | 33.7 | 14.7 | 22.4 | 9.7 | 15.8 | 9.3 |
| | Orchard grass | | 27.7 | 4.4 | 24.4 | 4.4 | 18.6 | 3.1 |
| No fertilizer | Red clover | | 10.5 | 13.0 | 2.9 | 2.0 | 1.3 | 0.9 |
| | Ladino clover | | 9.7 | 14.7 | 5.0 | 4.1 | 5.2 | 3.0 |
| | Kentucky 31 fescue | | 8.0 | 2.3 | 2.2 | 0 | 0.7 | 0.2 |
| | Orchard grass | | 9.3 | 1.9 | 2.6 | 0 | 0.8 | 0.3 |
| No ni- trogen | Red clover | | 9.4 | 9.2 | 5.4 | 4.3 | 7.0 | 3.8 |
| | Orchard grass | | 10.6 | 2.1 | 2.3 | 0.4 | 2.1 | 0.2 |
| No phos- phorous | Red clover | | 16.0 | 4.9 | 2.3 | 1.0 | 3.0 | 0.6 |
| | Orchard grass | | 19.3 | 2.8 | 5.2 | 0.2 | 1.9 | 0 |
| No potas- sium | Red clover | | 21.1 | 7.4 | 25.2 | 10.4 | 16.7 | 8.0 |
| | Orchard grass | | 30.0 | 2.4 | 15.2 | 3.5 | 9.1 | 1.3 |

Table 7 Concentration of Mn, Fe and others in grasses and legumes grown on Miyuki topsoil.

(in dry matter)

| Treatment | plant | Constituent | MnO | Fe ₂ O ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | MnO/ Fe ₂ O ₃ |
|---------------------|--------------------|-------------|-------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|------|--|
| | | | (ppm) | (ppm) | (%) | (%) | (%) | |
| Complete | Red clover | | 310 | 590 | 0.55 | 2.33 | 3.54 | 1/1.90 |
| | Ladino clover | | 268 | 437 | 0.92 | 3.07 | 3.46 | 1/1.63 |
| | Keutucky 31 fescue | | 282 | 177 | 0.77 | 3.20 | 3.61 | 1/1.63 |
| | Orchard grass | | 206 | 168 | 0.57 | 3.76 | 2.89 | 1/0.81 |
| No fertilizer | Red clover | | 152 | 650 | 0.77 | 2.46 | 2.18 | 1/4.27 |
| | Ladino clover | | 116 | 735 | 0.79 | 2.72 | 2.54 | 1/6.32 |
| | Kentucky 31 fescue | | 131 | 400 | 0.79 | 2.83 | 1.51 | 1/3.05 |
| | Orchard grass | | 173 | 332 | 0.34 | 2.89 | 2.54 | 1/1.92 |
| No ni- trogen | Red clover | | 127 | 674 | 0.57 | 2.91 | 1.40 | 1/5.29 |
| | Orchard clover | | 232 | 169 | 0.62 | 3.00 | 1.77 | 1/0.73 |
| No phos- phorous | Red clover | | 364 | 1,601 | 0.32 | 2.16 | 2.87 | 1/4.40 |
| | Orchard grass | | 281 | 237 | 0.28 | 3.17 | 3.12 | 1/0.84 |
| No potas- sium | Red clover | | 367 | 657 | 0.23 | 1.95 | 3.39 | 1/1.79 |
| | Orchard grass | | 275 | 435 | 0.24 | 2.19 | 3.69 | 1/1.58 |

Results obtained from 1st cuttings.

らに置換性石灰量も大きくマンガンの安定化に関与しているものと考えられる。

土壤中の鉄濃度は全鉄にしても水溶性のものにしても、きわめて低い。

つぎにこれら溶液にとけてくるマンガンの鉄に対する比を算出し第4表に示した。これによると、水溶性の比、あるいは置換性の比は全あるいは、易還元性の場合に比較すると比較的 low、その比は20以内である。また易還元性または全マンガンの場合はこの比はいちじるしく高くなり、低いもので150高いもので2,000にもなる。この傾向はとくに結核土で明瞭である。Truog, E¹⁰⁾ が示したように土壌 pH が6.5以上になると、急激に土壌マンガンの溶解度が減じ、不溶化が起るものと考えられる。また2価のマンガから酸化型マンガンへの変化はマンガン酸化菌^{11,12,13,14)} によって行われることが示されているが、この酸化反応も培地の pH が高いほど速やかであるとされている。^{11,2)} したがって本土壌のように pH が高く、置換性石灰含量の高い場合は急激な作物への供給はないものと考えられる。しかし畑地化の進むにしたがって、マンガンの可溶化のおそれがおこってくるものと考えられる。

2. マンガン集積土壌に生育した牧草のマンガンおよび鉄の体内濃度

第5表にマンガン集積地の御幸土壌と非集積地の各地で生育した牧草マンガンと鉄の体内濃度を示した。これらに供試した牧草の採取は6月下旬に行なったものである。

この表に示されているように御幸土壌に生育した牧草の体内マンガン濃度は他地点採取の牧草のそれに比較して高い傾向にあることがあきらかである。御幸土壌で生育しているオーチャードグラスのマンガンは400 ppmを上廻っている。また MnO/Fe₂O₃ 比も他地点の牧草のそれを上廻っている。しかし御幸土壌の牧草のマンガン体内濃度、あるいは MnO/Fe₂O₃ 比よりみて、これら牧草がマンガン過剰の状態にあるという結論は下せないようである。

ただ土壌の全 MnO/Fe₂O₃ 比、易還元性 MnO/Fe₂O₃ 比の値は御幸土壌で極端に高く、この点からは十分にマンガン過剰害の出現が考えられる。しかし水溶性 MnO/Fe₂O₃ 比、置換性 MnO/Fe₂O₃ 比はマンガン過剰害を発現せしめる範囲にはないようであり、土壌 pH の高い間は、土壌マンガンと鉄の以上のような関係が保たれ、いちじるしいマンガン過剰害の出現はおさえられるものと考えられる。

3. マンガン集積土壌による土耕栽培試験

本試験の播種は1966年6月10に行なった。播種後30日における荳科牧草の生育状況を見るに、作土、心土、結核土間に大きな差異はなかった、しかし禾本科牧草では土壌間に大きな差異が見られ、とくに心土および結核土壌の禾本科牧草の生育は作土のそれに比して劣っていた。また無燐酸区でとくにその差異が明瞭であった。

第6表に1番草と2番草の乾燥重量を示した。また第3図および第4図に完全区と無燐酸区の乾草重量を図示した。

これらの表と図によると無肥料区および無燐酸区の各牧草の収量は他区のそれに比較し極端に小さい。

これについて無窒素区、無加里区となっている。また荳科牧草の2番草収量は1番草に比較して、大きな変動はない。

しかし禾本科牧草、とくにオーチャードグラスの1番草に比較して2番草の収量はあきらかに減少する。このことはすべての処理区についていえることである。

第7表に作土の、第8表に心土の、第9表にマンガン結核土に生育した1番草の分析結果をそれぞれ示した。

これによると、各土壌各処理の牧草中のマンガン濃度は乾物に対して100 ppm から900 ppm まであり、とくに無燐酸区で生育した牧草中のマンガン濃度が高い。

また、マンガン結核土、ついで心土と、より牧草体内マンガン濃度が高くなる傾向にある。

さらに牧草中の鉄濃度も比較的高く、MnO/Fe₂O₃ は1/0.6から1/6の範囲で変動している。この比の値は各牧草ともマンガン過剰症を発現せしめるには低い値であるとも考えられる。

Table 8 Concentration of Mn, Fe and others in grasses and legumes grown on Miyuki subsoil.

(in dry matter)

| Treatment | Constituent | | MnO (ppm) | Fe ₂ O ₃ (ppm) | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) | N (%) | MnO/ Fe ₂ O ₃ |
|---------------------|--------------------|--|--------------|---|--------------------------------------|-------------------------|----------|--|
| | Plant | | | | | | | |
| Complete | Red clover | | 263 | 325 | 0.42 | 1.36 | 2.99 | 1/1.24 |
| | Ladino clover | | 227 | 557 | 0.65 | 2.47 | 3.70 | 1/2.45 |
| | Kentucky 31 fescue | | 274 | 493 | 0.45 | 2.53 | 3.04 | 1/1.80 |
| | Orchard grass | | 261 | 207 | 0.40 | 2.45 | 3.20 | 1/0.73 |
| No fertilizer | Red clover | | 151 | 1,104 | 0.47 | 2.49 | 1.74 | 1/7.24 |
| | Ladino clover | | 113 | 623 | 0.50 | 2.36 | 2.66 | 1/5.49 |
| | Kentucky 31 fescue | | 137 | 506 | 0.39 | 2.47 | 1.61 | 1/3.69 |
| | Orchard grass | | 241 | 433 | 0.33 | 2.46 | 1.94 | 1/1.80 |
| No ni- trogen | Red clover | | 141 | 906 | 0.48 | 2.27 | 1.60 | 1/6.41 |
| | Orchard grass | | 227 | 242 | 0.57 | 3.13 | 1.51 | 1/1.07 |
| No phos- phorous | Red clover | | 425 | 810 | 0.28 | 2.05 | 2.85 | 1/1.91 |
| | Orchard grass | | 521 | 246 | 0.28 | 2.55 | 3.14 | 1/0.47 |
| No Potas- sium | Red clover | | 460 | 412 | 0.40 | 1.30 | 2.82 | 1/0.94 |
| | Orchard grass | | 330 | 240 | 0.40 | 2.03 | 3.13 | 1/0.74 |

Results obtained from 1st cuttings.

Table 9 Concentration of Mn, Fe and others in grasses and legumes grown on Miyuki subsoil with manganese deposit.

(in dry matter)

| Treatment | Constituent | | MnO (ppm) | Fe ₂ O ₃ (ppm) | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) | N (%) | MnO/ Fe ₂ O ₃ |
|---------------------|--------------------|--|--------------|---|--------------------------------------|-------------------------|----------|--|
| | Plant | | | | | | | |
| Complete | Red clover | | 225 | 462 | 0.50 | 2.05 | 3.37 | 1/2.05 |
| | Ladino clover | | 413 | 805 | 0.47 | 1.95 | 3.06 | 1/1.94 |
| | Kentucky 31 fescue | | 181 | 505 | 0.54 | 2.83 | 4.08 | 1/2.78 |
| | Orchard grass | | 199 | 824 | 0.35 | 2.07 | 3.41 | 1/4.14 |
| No fertilizer | Red clover | | 105 | 548 | 0.44 | 2.66 | 1.71 | 1/5.19 |
| | Ladino clover | | 152 | 720 | 0.49 | 2.76 | 2.26 | 1/4.72 |
| | Kentucky 31 fescue | | 158 | 948 | 0.43 | 2.84 | 1.77 | 1/5.99 |
| | Orchard grass | | 186 | 1,307 | 0.40 | 3.89 | — | 1/6.99 |
| No ni- trogen | Red clover | | 180 | 529 | 0.57 | 2.38 | 1.70 | 1/2.70 |
| | Orchard grass | | 791 | 590 | 0.61 | 4.40 | 1.41 | 1/0.75 |
| No phos- phorous | Red clover | | 602 | 841 | 0.36 | 2.23 | 1.47 | 1/1.43 |
| | Orchard grass | | 918 | 504 | 0.19 | 2.79 | — | 1/0.54 |
| No potas- sium | Red clover | | 180 | 548 | 0.55 | 1.32 | 3.15 | 1/3.05 |
| | Orchard grass | | 163 | 334 | 0.27 | 1.78 | 3.69 | 1/2.05 |

Results obtained from 1st cuttings.

しかしマンガン過剰害は牧草のマンガン、鉄濃度のみならず亜鉛等の金属イオンの濃度とも深く関係し、その発現の状況も大きく変るものと考えている^{15,16)}。それゆえに本試験の成績のみをもって早急に結論を導びくのはいまだ危険をとまなうものと考えられる。

さらに磷酸給与のない場合、禾本科牧草、荳科牧草ともその生育は不良であり、体内マンガン濃度も高いことより、本地区における磷酸施肥の意義は大きいものと考えられる。

結 論

マンガン集積の水田土壌を草地化し、利用する場合、土壌中でのマンガンの行動、ならびにこれらマンガンが牧草類の生育にどのような影響があり、また牧草に吸収されるかを検討するため、本研究を開始した。第1報としてつぎの結論をえた。

すなわち、本試験は広島県芦田川中流地域に所在する広島大学附属農場土壌についておこなったものである。

(1) 土壌の全マンガン濃度は風乾土中、作土で4,400 ppm、心土で10,780 ppm、マンガン結核部で27,000 ppm の高いものであった。

易還元性マンガンの濃度はそれぞれ、2,340 ppm, 2,780 ppm, および5,080 ppm とこれまた高かった。

(2) しかし、水溶性マンガン、置換性マンガンは比較的低く、これは土壌 pH が6.5 以上の中性近くにあるためのものと解せられた。

(3) 土壌中の鉄の濃度は低く、作土、心土とも全鉄で40 ppm 前後と低い。しかしこれら鉄は水溶性ないしは置換性の形態で存在しているものと考えられ、作物への供給度は高いものと思われる。

これらの結果から、今後本地区土壌でマンガン過剰害の発現のおそれが充分にあるものと考えられ、とくに pH の低下の防止、磷酸の充分なる供給等の対策を考える必要がある。

(4) 本土壌に生育した牧草のマンガン濃度は高いものと結論される。

(5) 土耕による牧草栽培の結果より、本土壌において荳科の牧草は禾本科牧草に比して生育が良好であり、2 番草収量の低下は見られなかった。

(6) 牧草体内のマンガン濃度、 MnO/Fe_2O_3 比の値等より、ポット試験で栽培した牧草はマンガン過剰状態にあったとは結論できなかった。しかし牧草体内のマンガン濃度は900 ppm に達したものもあり、とくに無磷酸区において牧草体内マンガン濃度は高い傾向にあった。

文 献

- 1) 農林省振興局研究部：施肥改善事業土壌図 (1961)
- 2) 大塚恭司：土肥誌, **37**, 261 (1966)
- 3) 同上：同上 **35**, 1 (1964)
- 4) 同上：同上 **35**, 65 (1964)
- 5) 青木 朗・森田修二：土肥誌, **37**, 599 (1966)
- 6) 斉藤喜亮・鈴木清士：同上, **32**, 90 (1961)
- 7) 斉藤喜亮・後藤光三：同上, **32**, 94 (1961)
- 8) 斉藤喜亮・安田権悦：同上, **32**, 217 (1961)
- 9) JACKSON, M. L.: Soil Chemical Analysis, Prince Hall, Inc. (1958)
- 10) TRUOG, E.: Year Book of Agri., 566 (1943~1947)
- 11) TIMONIN, M. I.: Soil. Sci. Soc. Am. Proce., **11**, 284 (1946)
- 12) McLACHLEN, J. D.: Sci. Agri., **22**, 201 (1941)

- 13) 木村悟：土肥誌, **35**, 431 (1964)
- 14) 同上：同上, **37**, 263 (1966)
- 15) SOMMERS, J. J. and SHIVE, W.: Plant Physiol., **17**, 582 (1942)
- 16) 石塚喜明・安藤忠男：日本土壌肥科学会講演要旨, **11**, 昭和40年

SUMMARY

To attempt to elucidate how to make behave manganese in pasturage soil, which was accumulated into pan or crust in subsoil during the soil had been previously utilized as paddy, and how to effect this accumulated manganese on the growth of foliage crops, this paper deals with the general properties of this soil and the pot trials by the soil.

1) Concentrations of manganese in the topsoil, the subsoil, and the subsoil with Mn deposit were 4,400 ppm, 10,780 ppm and 27,000 ppm in the total, and 2,340 ppm, 2,780 ppm and 5,080 ppm in the easy reducible, respectively.

2) However, water soluble and exchangeable manganese contents in the soils were rather lower as below 20 ppm and 150 ppm.

This would be due to the fact that the soil pH was near to the neutral.

3) Contents of iron in soils, eluted by water, pH 7, 1 N ammonium acetate, and ammonium acetate containing 0.2 % hydroquinone were very low in these soils.

4) Contents of manganese in grasses and legumes appeared considerably high as 150 to 900 ppm in dry matter. However, these pot trial pasturage crops would not suffer from manganese toxication because of their iron contents.

5) Yields of 2nd cutting of grasses was lower than that of 1st cutting but this was almost non existent in the case of legumes.

6) It could be important to apply phosphorous to the soil with accumulated manganese to improve yields of pasturage crops and to prevent crops from manganese toxication.