

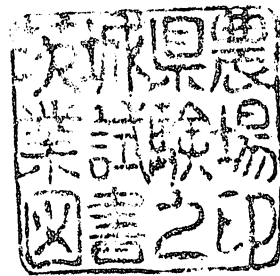
茨城県農業試験場研究報告

第 6 号

BULLETIN
OF THE
IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 6

— 1 9 6 4 —



茨 城 県 農 業 試 験 場

水 戸 市 ・ 若 宮 町

IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
WAKAMIYA-CHO, MITO, JAPAN

頁	列	行	誤	正
目次		上から4	晩播栽培	晩播栽培
8	左	下から1	常陸三	常陸川
10		第4図記号	IIIB III RV	IIIVV
37	左	第11表上から5	D-D5 !!	D-D5 ml
39	右	下から14	消長で、は	消長では
49	右	上から1	♀ことが	ることが
50	右	下から13	月26日播種	月20日播種
56		第7表下から1	1.876 (97)	1.976 (97)
57		第10表項目欄	Y ₁ T-N T-C 腐植 0/N	Y ₁ T-C 腐植 T-N 0/N
"		第"表3段	4.86 , 2.26	4.89 , 0.26
"		第"表T-Nの欄下から5	6.60	0.49
"		第"表T-Nの欄下から4	4.63	0.27
74		第6表1956の欄上から3	—	中
"		第"表1956の欄上から4	—	中
"		第"表'62の欄上から3	強	やや強
87	右	下から15	毛茸は暗絹色で	毛茸色は白で
"	右	下から16	花は紫色	花は赤紫色

茨城県農業試験場研究報告 第6号 目次

1. 堆厩肥の成分組成に関する研究……………橋元 秀教・石川 実…………(1)
2. イネネモグリセンチュウに関する研究……………稲生 稔・菅原 毅・今内 稔…………(31)
3. 大豆の晩植栽培に関する研究……………桐原 三好・高島 彰…………(43)
4. 牧草栽培が跡作物に及ぼす影響
……………宮本 正・仁平 照男・北崎 進・本田 仁…………(53)
5. 腐植質火山灰畑における施肥法……………仁平 照男・本田 仁…………(61)
6. 陸稲新品種「ハタフサモチ」について
…目黒 猛夫・小野 敏忠・岡野 博文・野村 馨・阿部 祥治・石原 正敏…………(71)
7. 大豆新品種「コケシジロ」について
……………山木 鉄司・浅野 伸幸…………(79)

堆厩肥の成分組成に関する研究

— 土壌との関連について —

橋元 秀教・石川 実

目 次

I 緒 言	1
II 調査方法	3
1. 試料の採取	3
(1) 採取地域および採取方法	3
(2) 採取時期および採取点数	3
2. 試料の分析方法	3
III 結果および考察	3
1. 供試堆厩肥の聴取調査	3
2. 堆厩肥の成分組成	4
(1) 平均組成	4
(2) 土壌別の堆厩肥組成	5
3. 堆厩肥材料の成分組成	7
(1) 水稲わら	7
(2) 大麦稈	8
(3) 小麦稈	9
(4) 陸稲わらおよび落花生から	9
(5) 要 約	9
IV 論議および結論	10
1. 堆厩肥成分組成の偏差	10
2. 堆厩肥の成分組成と土壌	12
(1) 堆厩肥と土壌群	12
(2) 堆厩肥の材料と土壌群	13
(3) 堆厩肥の品質と土壌生産性	13
V 摘 要	14

I 緒 言

堆厩肥は古来農家の手間肥として広く用いられ、一般

には地力の維持、増進に必須の肥料とされ、また化学肥料不足の戦時下においては肥料補給の面から代表的自給肥料としてその施用が奨励されたのは周知のとおりであ

る。

堆厩肥の施用効果については、わが国においても多数の圃場試験が行なわれ、その効果は直接的肥効ならびに間接的肥効として、主に含有される肥料三要素の効果および土壌改良の効果という視角から説明されているが⁹⁾ ¹⁵⁾²¹⁾²³⁾、施用効果の区々とした試験結果について明確にされたとはいえなかった。英国の Rothamsted 農業試験場における圃場試験の結果によると、厩肥の肥効は作物の種類によって高い場合と然らざる場合とが認められ、長年の連用試験では堆肥施用よりもむしろ材料施用の効果の高いことも報告されている。しかし、鉄をはじめとする微量元素が可給態の形で供給される点で堆厩肥は肥料的価値としての主要な機能を果していることも認められている¹⁴⁾。

わが国では今次の戦中ならびに戦後において、水田および畑地の土壌生産力が漸次解明されてくるに至って、堆厩肥の施用効果も土壌の種類、あるいは土壌環境、または管理方法によっていちじるしく相違することが明らかにされてきた。殊に水田土壌の場合には、堆厩肥施用の効果の有無について詳細に解析され²⁾²⁶⁾、また研究されてきた²⁵⁾²⁰⁾¹⁷⁾。なお、一般に堆厩肥施用の効果の高いとされている畑地土壌の場合でも、化学肥料少施の条件では慣行量の堆厩肥を連用しても麦類の収量低下を防ぎ得ないことも報告されている¹⁹⁾。このようにしてみると、今後さらに種々の視角から検討されるとともに、堆厩肥の施用効果はより深く究明されるであろうと期待される。

一方、近年になって堆厩肥のごとき有機物を全く施用することなく、化学肥料のみの施用、もしくは利用によって容易に作物を栽培し得る方法が行なわれるようになり、soilless culture として注目されている。例えば、すでに全国各地において造成されてきた砂耕栽培に類似のビニール利用水田圃場では、一般の水田の場合よりもむしろ容易に玄米収量があげられており⁸⁾¹¹⁾、また礫耕栽培による野菜類や果菜類の栽培も企業的に実用化されてきた。

このような soilless culture の成功によって、それからいま直ちに堆厩肥無用論を一般の土壌を母胎とする農耕地に対して提起することは一つの試みとして認められるにしても、現実には容易に首肯され得ないと思われる。米作日本一のごとき高い収量の得られた多収水田においては、ほとんど例外なく良質の厩肥がかなり多量に施用されているのがみられ¹⁰⁾、その反面、堆厩肥を施用することなく化学肥料のみによって10 a 当り 900kg 前後の高い玄米収量をあげるのは容易でないという事実は

軽視され得ないであろう。

かくして、水田、畑地を問わず、土壌生産力を現状のまま維持せしめるのであれば別であるが、作物立地土壌学 (Edaphology) における研究の主目標の一つがいかなる場合であっても土壌生産力の一層の増大に置かれることは疑いのないことのように考えられる。このような観点から、堆厩肥の土壌生産力に及ぼす効果、あるいは意義を今後さらに的確に解析、把握することが要請されよう。

なお、極めて現実的な問題であるが、最近の畜産における多頭羽飼育の必然の結果として排出される莫大な量の家畜糞尿の処理に困惑しているのが一般の実情であろう。このような糞尿処理の一つとして、土壌生産力の問題とも併せて堆厩肥を再考する必要があるように思われる。

他方、戦後における施肥面での特徴として、土壌肥料諸学の発達を基礎として従来の三要素偏重の施肥が検討されてきた。化学肥料製造の分野においても、広く必須成分の含有を考慮された肥料が製造されてきたのはよく知られている。さらに加えて近年では、緩効性あるいは遅効性の肥料開発に関する研究が各方面において行なわれるようになり、その将来性に期待されるところは大きいと思われる⁹⁾。しかし、化学肥料の製造において、緩・遅効性の性質も備えた総合肥料の創造を究局の目標におくとすれば、現状では到底満足さるべきものではなく、さらに今後の研究にまつところが大きいといわねばならない。このような新肥料開発の上からも、堆厩肥の肥料として有する特性を解明することが同時的に、もしくは先行して行なわれる必要があると考えられる。

以上のように、堆厩肥については土壌生産力増大の面においても、また新肥料開発の面においても、その特性をあらゆる視角から解析する必要があるが、その解析に当っては堆厩肥施用の効果としてあげられる、つぎの3側面から究明されることが妥当であると考えられる¹⁾。

- (1) 速効および緩・遅効の性質を有し、しかもあらゆる肥料成分の含有されている総合肥料としての効果
- (2) 土壌微生物およびその活性に及ぼす効果
- (3) 土壌の物理的ならびに化学的性質を改良する効果 (肥効促進の効果をも含める)

著者らは上述のような観点から堆厩肥の肥効に関する知見を得ようとし、まず(1)の総合肥料としての堆厩肥の特性を明らかにしようと試み、BUCKMAN¹²⁾らによれば、堆厩肥の三要素量と比率のいちじるしく異なる理

由として、家畜の種類、家畜の年齢、状態および個性、飼料、敷わらの種類、管理および貯蔵方法等の諸条件における相違が指摘されている。わが国においても、堆積条件や家畜の種類等によって堆厩肥の成分含量にかなりの相違のあることが報告されている¹⁹⁾⁸⁾²²⁾²⁴⁾。

堆厩肥の肥料成分は、恐らくこのような製造の諸条件によって影響されることは容易に推定される。著者らはこれらの諸条件を無視するのではないが、一まず堆厩肥の成分組成を土壌との関連において解析しようとし、茨城県下一円の農家から採取した堆厩肥について検討を加えたので、ここにその結果を報告することにした。

なお、本報告は1962年10月の日本土壤肥料学会関東支部大会および1963年10月の日本土壤肥料学会臨時大会においてそれぞれ発表した。また、本研究は農林省農政局の低位生産調査事業の特殊調査として実施されたものである。

終りに、本研究に当って終始ご激励を載いた茨城県農試場長森田潔氏、茨城県専技関川清氏、農技研化学部長石沢修一博士、同所土壌微生物研究室長鈴木達彦博士ならびに清水隆一氏に深く感謝の意を表す。また、供試品の採取および調査において多大のご協力を載いた各農業改良普及所の職員、現茨城県肥飼料検査所虎口俊夫技師、当時化学部の飯田栄主幹、丹野貢主幹、押鴨保夫技師、吉原貢技師ほか職員一同、および化学分析等の一部を分担された本田宏一技師の各位に厚く御礼を申し上げます。

II 調査方法

1. 試料の採取

(1) 採取地域および採取方法

堆厩肥の採取地域はほとんど県内一円にわたっているが、主として県の中部、東部、南部および西部の地域で地帯別にみるとつぎのとおりである。すなわち、久慈川流域の太田市周辺および鬼怒川流域の結城市周辺に分布する二毛作田地帯、利根川下流域に広く分布する水田単作地帯、那珂川および久慈川間の台地および県のほぼ中央部に広く分布する黒褐色火山灰土壌（黒ノッポ）の畑地帯、北浦および霞ヶ浦間の台地ならびに県西南部に広く分布する褐色火山灰土壌（赤ノッポ）の畑地帯、さらにまたこれら台地内および台地間に枝状に分布する谷津田地帯である。

堆厩肥の採取に当っては、採取の方法および聴取の様式を予め決定指示して現地の農業改良普及所に依頼するか、または現地の圃場栽培試験の担当農家から直接にそ

れぞれ採取した。採取方法は、農家に堆積されている堆厩肥の中央部分から採取してよく混合し、その1.5~2.0 kgをポリエチレン製の袋に密封することにした。

堆厩肥の原材料として主に用いられている水稲、大麦小麦、陸稲および落花生については、堆厩肥におけると同様に各地帯ごとに現地から採取した。

堆厩肥およびその原材料の採取地点ならびに採取地域は付図に示すとおりである。

(2) 採取時期および採取点数

堆厩肥については1961年の2月から3月にかけて105点を採取したが、これらの堆厩肥は春夏作用として製造されたものである。また、堆厩肥の原材料は1962年の11月から12月にかけて138点を採取した。

2. 試料の分析方法

堆厩肥については、木片および小礫などを除去した後の原物につき水分および窒素を定量した。その他のpH、磷酸、加里、石灰、マグネシウム、ナトリウムおよびマンガンについては風乾粉碎した材料を供試し、堆厩肥においては乾式灰化法により、堆厩肥の原材料については湿式灰化法によって処理し、以下の方法によって各成分をそれぞれ測定した。

- (1) 水分 熱乾燥法による。
- (2) pH(H₂O) 土壌分析法に準じてガラス電極法による。
- (3) 窒素 還元鉄を用いる山崎法²⁷⁾による。
- (4) 磷酸 Ammonium Vanadate 法。
- (5) 加里およびナトリウム Lange の分光計による焰光法。
- (6) 石灰およびマグネシウム EDTA法。
- (7) マンガン 過沃素酸加里法
- (8) 硼素 吉田法²⁸⁾による。
- (9) 珪酸 堆厩肥中の珪酸については、脱水後の全重を秤量した後、苛性ソーダを添加して加熱溶解した土砂を分離濾過し、その差を粗珪酸とした。堆厩肥の原材料については常法によって測定した。
- (10) 炭素 TURIN の湿式容量法による。

III 結果および考察

1. 供試堆厩肥の聴取調査

試料として用いた堆厩肥の農家における製造条件等の聴取調査結果は付表3に示したとおりである。本表から明らかのように、堆厩肥の製造された条件は農家によっていちじるしく相違していることがうかがわれる。

すなわち、原料として用いられているのは稲わら、麦

稗が主であり、それに野草、落花生から、落葉等も用いられていることが認められる。また、飼育されている家畜は牛、豚および鶏を主としており、その頭羽数も極めて多岐にわたっているが、多頭羽飼育は特殊の条件の場合を除いては多く認められず、大部分の農家では少数の飼育であることがうかがわれる。さらに、堆肥舎や被覆の有無、あるいは堆積の期間、切返しの回数等についても農家によっていちじるしく条件の異なっていることが看取される。

なお、採取した堆厩肥 105 点の中で堆肥として明らかに認められるのは僅かに 5 点に過ぎず、他はいずれも家畜に踏ませたか、もしくは家畜の糞尿を混じて堆積した、いわゆる厩肥に属するものである。

堆厩肥の腐熟度については外観によって完熟、熟、中熟および未熟の 4 段階に分類したが、それらの点数ならびに観察上の特徴を示すと第 1 表のごとくである。

第 1 表 腐熟度による堆厩肥の区分

熟 度	点数	外 観	記号
完 熟	10	帯黒～黒褐色を呈し、材料の原形が殆んど認められず、粘着性を有するもの。	1
熟	31	黒褐色を呈しているが、材料の原形を若干なお留めている。	2
中 熟	48	暗褐色を呈し、材料の原形が $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{1}{2}$ の程度に認められるもの。	3
未 熟	16	暗黄色～黄色を呈し、材料の腐熟が余り認められない。	4

本表によれば、完熟および熟に区分したものを腐熟厩肥と一応みなせば、試料のうちの大部分は中熟以上の堆厩肥に属しており、その中で腐熟したものと中熟のものが相半ばしていることが認められ、未熟の堆厩肥は 16 点に過ぎない。

2. 堆厩肥の成分組成

堆厩肥の分析によって得られた成分組成は付表 1 に示すとおりであるが、これらの分析値の平均組成ならびに土壌別に分類して検討した結果を述べると以下のごとくである。

(1) 平均組成

付表 1 の分析値について、その平均組成および変異係数等を示すと第 2 表のとおりである。

第 2 表 堆厩肥の平均組成

項目 成分	平均値	変異係数	最高値	最低値
H ₂ O	75.1 ± 12.2	16.3	93.2	39.6
pH(H ₂ O)	7.9 ± 0.8	10.1	9.4	5.9
C	7.9 ± 2.1	37.6	13.3	1.4
N	0.39 ± 0.17	43.5	1.07	0.07
C/N	20.3 ± 6.5	31.9	46.0	4.7
P ₂ O ₅	0.19 ± 0.09	47.3	0.57	0.03
K ₂ O	0.70 ± 0.45	64.2	2.22	0.09
CaO	0.45 ± 0.22	48.8	1.49	0.08
MgO	0.13 ± 0.05	38.5	0.49	0.02
Na ₂ O	0.13 ± 0.03	23.1	0.45	0.01
MnO	248 ± 111	45.0	600	41
B	1.9 ± 1.3	68.5	11.9	0.3
SiO ₂	4.5 ± 1.4	31.2	16.4	0.01

注) 数値は原物当り%を示す。ただし、MnOおよびBは ppm で示した。

本表によれば、水分、炭素率をはじめ、いずれの成分においても変異係数はいちじるしく高く、とくに窒素、燐酸、加里、石灰、マグネシウム、マンガンおよび硼素の諸成分においては 40 以上の値を示し、中でも、加里および硼素では 60 以上の高い値であるのが特徴的に認められる。また、いずれの成分についてみても、その最高および最低の値の差が大きく、堆厩肥の成分含量にいちじるしい偏差のあることがうかがわれる。

これに対して、水分および反応においては変異係数は比較的小さく、水分は 75% 内外、反応は中性ないし弱アルカリ性を呈する堆厩肥の多いことが推定される。

なお、堆厩肥の平均組成について河野ら²²⁾および夜久²⁴⁾によって栃木県および山梨県で得られた値と比較してみると第 3 表のとおりである。

第 3 表 既往の堆厩肥平均組成との比較
(原物当り%)

成 分		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
県 名						
茨 城		0.39	0.19	0.70	0.45	0.13
栃 木		0.36	0.21	0.83	0.73	0.18
山 梨		0.59	0.23	0.66	0.63	0.26

本表によると、平均組成の中で窒素、燐酸、加里においては栃木県下のそれにほぼ等しいが、塩基において若干低いことが認められる。一方、山梨県下の堆厩肥では概して高い値であることがうかがわれる。ただこの場合、供試堆厩肥をみると、栃木では主として秋冬作用、著者らの場合には春夏作用であり、また山梨の場合には堆厩肥の材料として畑地の麦稈を主体としている等の相違がみられる。したがって、これらの数値によって堆厩肥の地域的相違を論ずるのは妥当でないと考えられる。

(2) 土壌別の堆厩肥組成

上述のように堆厩肥の組成ではいずれの成分においても含量の偏差の大きいことが認められた。このような成

分組成の差異は、農家によって堆厩肥の製造される諸条件によって生ずると考えられるが、その一つとして堆厩肥の生産された地域性の差異、換言すれば土壌の特性の差異が関与するところも大きいと考えられる。著者らはこのような土壌の見地から、堆厩肥の採取に当っては予め地域の特性について考慮を払った。

よって、試料の堆厩肥を、その生産された水田および畑地帯に分布する土壌の型によって5群に分類し、成分含量について検討を加えた。ここに分類した土壌群、それに相当する地帯ならびに生産された堆厩肥の点数等を示すと第4表のとおりである。

第4表 土壌群および地帯

記号	土壌名	地帯名	堆厩肥点数	主要材料
I	灰色および泥炭質土壌	一毛作田地帯	14	水稲
II	灰褐色土壌	二毛作田地帯	15	水稲, 大麦, 小麦
III { III _B III _R	黒色土壌(火山腐植型) "	黒ノッポ地帯} 谷津田 赤ノッポ地帯}	16	水稲 水稲
IV	黒褐色火山灰土壌 (内原および大原統)	黒ノッポ地帯	27	陸稲, 大麦 小麦, 落花生
V	褐色火山灰土壌 (城之内および宮ヶ崎-2統)	赤ノッポ地帯	22	陸稲, 大麦 小麦, 落花生
VI	砂質土壌	砂丘地帯	0	水稲, 小麦

注) 堆厩肥のうち不明確な地帯に属するものは除外した。

以上の5群に分類した堆厩肥の成分含量について統計的に処理して得られた信頼度分布図を示すと第1図のごとくである。本図によれば、統計的に明らかな差異のある場合と然らざる場合とが認めらるが、各成分について回帰的傾向をみると以下のとおりである。

N : 黒色土壌の場合に明らかに低い、他の土壌間にはほとんど差異が認められない。

P₂O₅ : 土壌間に大差は認められないが、傾向として黒色土壌において低いことがうかがわれる。

K₂O : 水田土壌の場合には、灰色および泥炭質土壌においてもっとも高く、ついで灰褐色土壌が低く、黒色土壌において他の2土壌群より明らかに低いことが認められる。畑地土壌では、黒褐色および褐色の両火山灰土壌の間にほとんど差異が認められない。

なお、黒色土壌はいずれの土壌群より明らかに低いが、他の水田土壌は畑地土壌の場合に比して高い傾向であることがうかがわれる。

CaO および MgO : 水田土壌の中では、灰色および泥炭質土壌に比べて黒色土壌の場合に低い傾向が認められる。黒色土壌を除いた水田土壌群と畑地土壌群の間では前者において高い傾向が示唆される。なお、畑地土壌群の間ではほとんど差異が認められない。

Na₂O : 水田土壌では黒色土壌において明らかに低く、灰色および泥炭質土壌は灰褐色土壌よりも高い傾向がうかがわれる。この場合も、畑地土壌群の間に差異は認められない。

MnO および B : これら両微量元素についてはほとんど同一の傾向であることが認められる。すなわち、水田

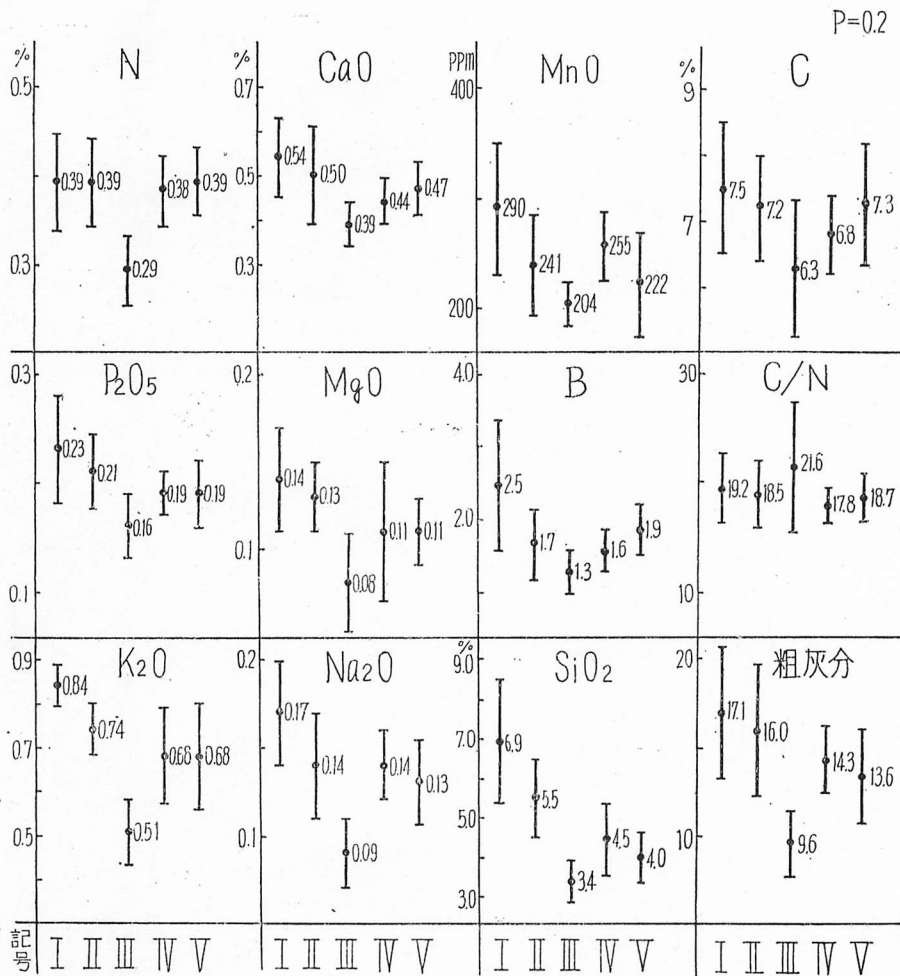
土壌では灰色および泥炭質土壌において高く、ついで灰褐色土壌、さらに黒色土壌の順に低くなっていることがうかがわれる。水田土壌と畑土壌とを比較すると、灰色および泥炭質土壌において高く、黒色土壌において低い傾向にあるほかは他の土壌群の間に差異は認められない。なお、畑土壌では両火山灰土壌間に差異は認められない。

SiO₂: 水田土壌の中では黒色土壌において明らかに低く、灰色および泥炭質土壌は灰褐色土壌よりも高い傾向がうかがわれる。畑地土壌の場合は、両土壌間に差異

を認め難いが、黒色土壌よりも高く、他の水田土壌群よりは低い傾向にあることが認められる。

Cおよび C/N: 炭素については窒素におけると同様に、他の土壌群に比し黒色土壌の場合にやや低く、炭素率では逆にやや高い傾向であることがうかがわれる。他の土壌群においては、炭素および炭素率ともにほとんど差異は認められない。

粗灰分: ほとんど窒素の場合に類似し、黒色土壌において明らかに低いほかは他の土壌群の間に差異は認められない。



第 1 図 堆 厩 肥

以上の結果を通覧すると、堆厩肥の化学的成分組成とその生産地帯に属する土壌群との間には以下のごとき傾向が認められる。

1) 灰色および泥炭質土壌（一毛作田地帯）ならびに灰褐色土壌（二毛作田地帯）の水田地帯において生産さ

れた堆厩肥は、火山灰土壌の畑地帯で生産されたそれと比して、炭素と窒素とを除いた他のいずれの成分においても高い傾向を示していることが認められる。

2) 灰色および泥炭質土壌（一毛作田地帯）の水田地帯で生産された堆厩肥は、灰褐色土壌（二毛作田地帯）

におけるそれよりも、加里、石灰、ソーダ、マンガ
ンおよび硼素等の成分について高い傾向であること
がうかがわれる。

3) 水田土壌のうちで黒色土壌（谷津田地帯）の
地帯で生産された堆厩肥は、他の水田土壌群の地帯
におけるそれよりも、いずれの成分においても明ら
かに低く、また、畑地帯におけるそれよりも低い傾
向を示すことが認められる。

4) 畑地帯で生産された堆厩肥の場合には、黒褐
色火山灰土壌群（黒ノッポ地帯）と褐色火山灰土壌
群（赤ノッポ地帯）との間にほとんど差異が認めら
れない。

かくして、これらの結果からみれば、農家によっ
て生産された堆厩肥の成分組成は、その生産地帯に
おける土壌の特性とかなり密接な関連性のあること
をうかがい知ることができる。

すなわち、堆厩肥の成分含量については、灰色お
よび泥炭質土壌（I群）の一毛作田地帯においても
っとも高く、ついで灰褐色土壌（II群）の二毛作田
地帯において高く、黒褐色火山灰土壌（IV群）およ
び褐色火山灰土壌（V群）の畑地帯においてはとも
に前記水田土壌の地帯より低く、さらに黒色土壌
（III群）の谷津田地帯の場合にもっとも低い傾向で
あることがうかがわれる。

ただ、畑地土壌の地帯では、黒褐色および褐色の
両火山灰土壌の間に差異はほとんど認められない。

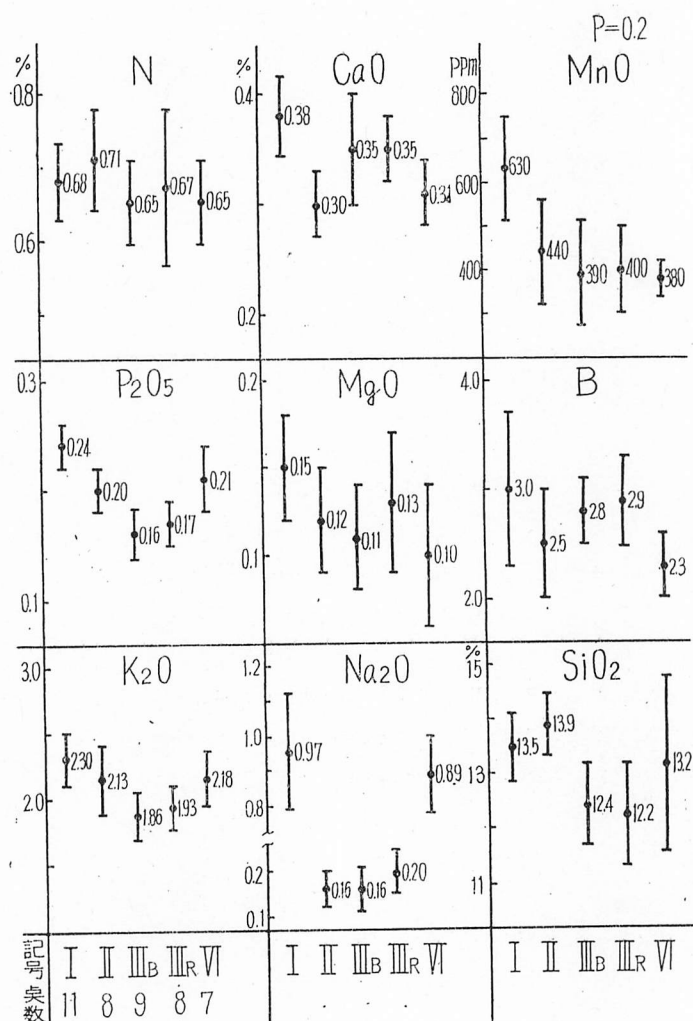
3. 堆厩肥材料の成分組成

上述のように、堆厩肥の成分組成とその生産地帯の土
壌群との間にはかなり密接な関連のあることが認められ
た。よって、堆厩肥の材料として用いられている主要な
作物についても、堆厩肥におけると同様に生産地帯の土
壌群によって分類して成分組成の検討を加えた。

材料の作物としては、それぞれの地帯において一般に
よく利用されている水稻、陸稲、大麦、小麦および落花生
の5種類を対象として選び、それらのわら、稈および
落花生がらをそれぞれ分析に供試した。これら作物の採
取地帯は堆厩肥における場合と同一であるが、参考とし
て水稻と小麦については茨城県東南部の鹿島地方に分布
する砂質土壌（砂丘地帯）をも加えて検討した。なお、
材料の採取地帯は付図に示したとおりである。

試料について得られた分析結果は付表2のごとくであ
るが、各作物ごとに検討した結果を述べると以下のと
おりである。

(1) 水稻わら



第 2 図 水稻わら

水稻わらについて得られた結果は第 2 図に示したと
おりであるが、各成分についてみられる傾向は以下のと
くである。

N : 土壌群の間にほとんど差異は認められない。

P₂O₅ : 灰色および泥炭質土壌、灰褐色土壌、黒色土
壌の順に低くなっている傾向が認められる。また、黒色
土壌では、黒褐色および褐色の両火山灰土壌地帯の間に
ほとんど差異がなく、しかも他の土壌群に比して明らか
に低い傾向が特徴的に認められる。

K₂O : P₂O₅ の場合にほぼ類似して両黒色土壌におい
て低い傾向がうかがわれ、また黒色土壌の間でも差異は
認められない。

CaO : 灰色および泥炭質土壌は灰褐色土壌より明ら
かに高く、黒色土壌群とは大差が認められない。

MgO : 灰色および泥炭質土壌においてやや高い傾向
のあるほか、土壌群の間に大差は認められない。

Na₂O : 灰色および泥炭質土壌ではいちじるしく濃度

が高く、他の灰褐色および黒色土壌群よりも明らかに高いことが認められる。灰褐色土壌と両黒色土壌との間にはほとんど差異が認められない。

MnO: 灰色および泥炭質土壌の場合にいちじるしく高く、他の土壌群の場合より明らかに高いことが認められる。

B: 灰色および泥炭質土壌は灰褐色土壌よりやや高い傾向もあるが明らかでなく、両黒色土壌の間でも差異が認められない。

SiO₂: 灰色および泥炭質土壌と灰褐色土壌との間に差異は認められないが、いずれも黒色土壌の場合よりも明らかに高いことがうかがわれる。この場合も両黒色土壌の間には差異が認められない。

なお、砂丘地地帯の水稲では、CaO, MgO, MnO およびB等の成分において低く、Na₂O においていちじるしく高いことが認められる。

以上の結果によって、水稲わらの成分組成と土壌群との関係について述べるとつぎのごとくである。

1) 水稲わらの各成分の含量は水田土壌群の相違によって明らかに異なる傾向の多いことがうかがわれる。

2) 灰色および泥炭質土壌で生産された水稲では、他の土壌群のそれに比して、窒素を除いたほとんどいずれの成分でも高い傾向が看取され、とくに磷酸、石灰、ソ

ーダおよびマンガンの場合に顕著であることが認められる。

3) 灰色および泥炭質土壌の水稲では、灰褐色土壌のそれに比して一般に成分含量の高い傾向が認められる。

これは、排水不良の条件下にある一毛作田地帯の土壌と排水良好な二毛作田地帯の土壌との間における溶脱の強弱の差異が主に反映しているものと考えられる。また灰色および泥炭質土壌の場合にソーダ含量のいちじるしく高いのは、海水逆流を受けやすい利根川水系の水質に帰因するものと思われる。

4) 火山灰土壌に被覆された台地の内部および間に介在している谷津田の黒色土壌において生産された水稲では、磷酸、加里、ソーダ、マンガンおよび珪酸等の成分について低い傾向のあることがうかがわれる。

これは、土壌に混入していることの認められる火山灰土壌の特性とも関連していることであろうが、これらの水田で一般に灌がい水として依存している溜池等の天水が養分に極めて貧化していること⁷⁾に帰因するところ大きいと考えられる。茨城県の谷津田地帯における溜池用水の水質の一例を示すと第5表のごとくである。

なお、黒色土壌の場合、黒褐色および褐色の両火山灰土壌地帯間では水稲の成分組成にほとんど差異は認められない。

第5表 用水水質の差異⁷⁾

(ppm)

河川名	採水地点	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	NO ₃ -N	NH ₄ -N	蛋白態N	蒸発残渣	浮遊物	pH	KMnO ₄ 消費量
那珂川	那珂郡 那珂町大内	12.8	3.2	8.1	1.4	23.7	0.2	0.02	0.16	0.08	0.04	76.5	—	7.2	—
上宿池※	那珂郡 那珂町上宿	8.9	2.7	10.7	1.4	3.0	0.9	0.07	0.88	0.08	0.07	64.0	—	6.5	—
巴川	鹿島郡 銚田町大和田	12.2	3.6	11.0	1.8	25.9	1.3	0	0.10	0.03	—	85.0	40.8	6.9	3.0
先後池※	東茨城郡 美野里町先後	5.3	1.3	5.4	1.6	6.7	0.3	0.01	0.02	0.03	—	34.7	34.7	6.3	2.5

注) ※印は溜池用水を示す。

5) 砂丘地の砂質土壌で生産された水稲では、石灰、マグネシウム、マンガンおよび硼素等の成分において低い傾向が認められ、一方、ソーダにおいていちじるしく高いことが認められる。

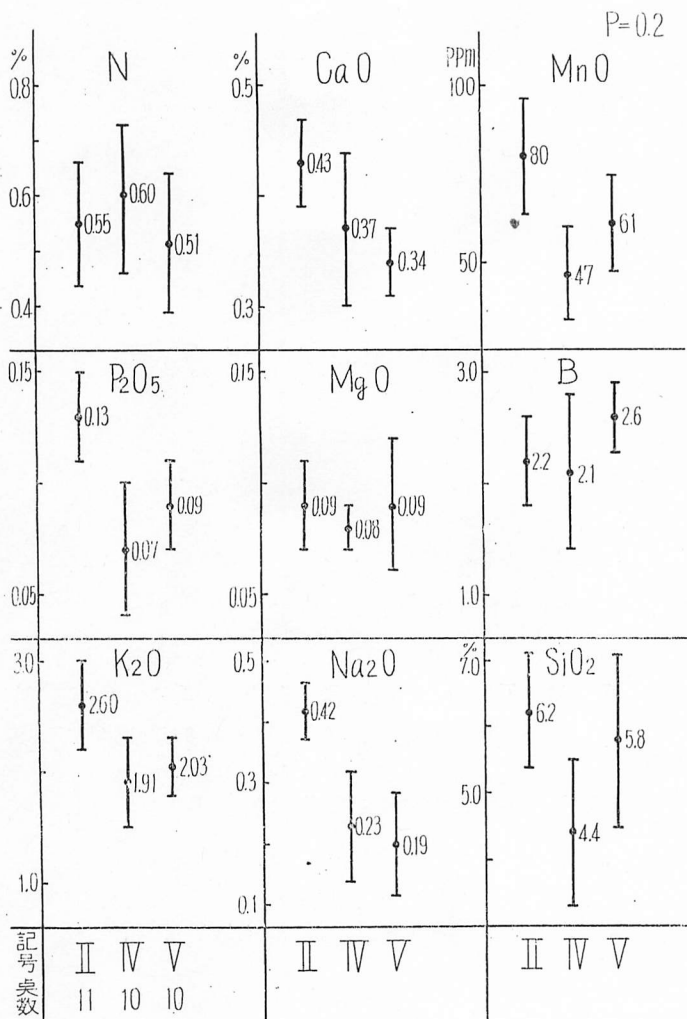
これは砂質土壌の瘦薄であることを反映していると思われるが、ソーダ含量の高いのは、これらの水田が海岸もしくは海水逆流の強い常陸三(霞ヶ浦と利根川とを結

ぶ)の流域に分布していることに由ると考えられる。

(2) 大麦稈

灰褐色土壌地帯の裏作および黒褐色、褐色の火山灰土壌の畑地帯においてそれぞれ生産された大麦の稈について分析した結果は第3図のとおりである。その概要を述べると以下のごとくである。

1) 灰褐色土壌の水田における裏作の大麦は、畑地土



第3図 大麦稈

壤のそれに比して一般に成分含量の高い傾向がうかがわれ、とくに磷酸、加里、石灰、ソーダおよびマンガン等の成分において明らかなことが認められる。

このような差異は、水田土壌と畑地の火山灰土壌との間の肥沃度の相違、主として化学的性質の相違ならびに河川灌がい水の有無に帰因することが大きいと考えられる。

2) 畑地土壌の場合には、黒褐色および褐色の両火山灰土壌の間にほとんど差異はなく、ただマンガン、硼素の両微量元素および珪酸において前者のやや低い傾向も看取されるが明白ではない。

(3) 小麦稈

大麦の場合と同様に、灰褐色土壌の水田裏作および畑地土壌においてそれぞれ生産された小麦、ならびに参考として供試した砂質土壌の小麦について分析した結果は第4図のとおりであるが、その概要を述べると以下のごとくである。

1) 小麦については大麦の場合ほど明らかではないが灰褐色土壌の裏作小麦は畑地土壌のそれに比して、磷酸、マンガンおよび珪酸等の成分において高い傾向のあることがうかがわれる。畑地土壌の場合には、黒褐色および褐色の両火山灰土壌の間に差異はほとんど認められない。

2) 砂質土壌において生産された小麦は、他の土壌群の場合に比してかなり顕著な相違を示していることが認められる。すなわち、砂質土壌の小麦は、石灰、マグネシウム、マンガン、硼素および珪酸等の成分において低く、ソーダにおいていちじるしく高いことが認められる。これは、水稻の場合と同様に、砂丘地土壌の瘦薄であること、ならびに海潮水の影響を受けていることに帰因すると考えられる。

(4) 陸稲わら、および落花生がら

畑地の黒褐色および褐色の両火山灰土壌においてそれぞれ生産された陸稲と落花生とについて分析した結果は第5図および第6図のとおりである。

本結果によれば、陸稲および落花生のいずれも、ほとんどすべての成分において黒褐色および褐色の両火山灰土壌間に明らかな差異は認められない。

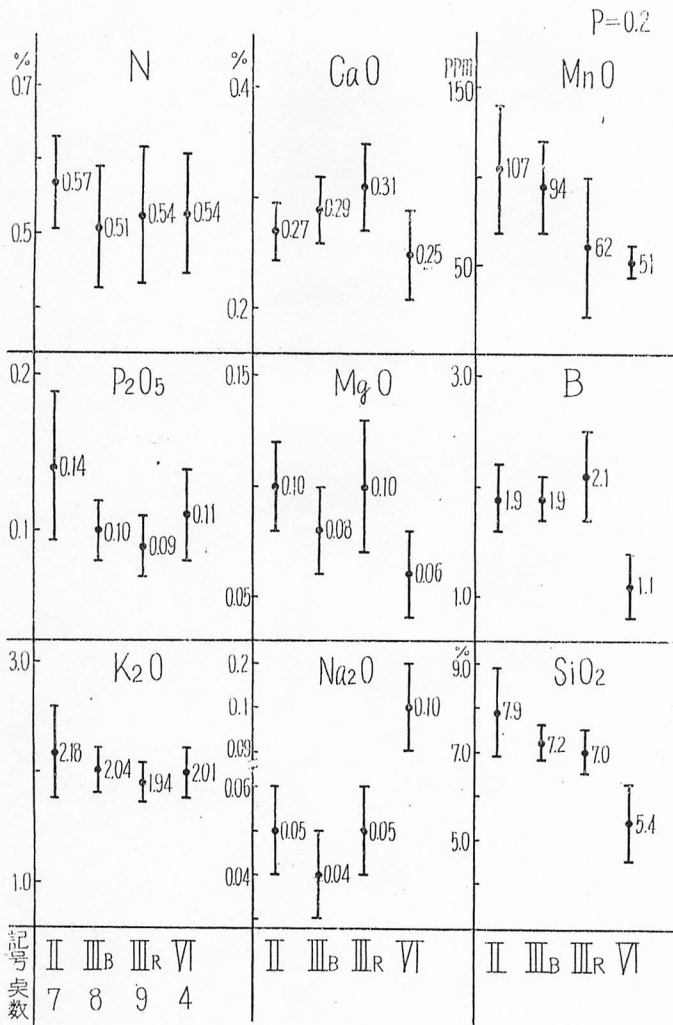
ただ、硼素についてはいずれの材料も黒褐色火山灰土壌の場合に高い傾向がうかがわれる。WALKERら¹⁸⁾によると、硼素欠乏は乾燥の甚だしい圃場内において強く現われることが認められている。褐色火山灰土壌が台地上に分布しているため旱害を受けやすい条件下にあることを考えると、黒褐色火山灰土壌の場合より土壌中の硼素は可給化され難いように思われる。しかし、土壌硼素の可給化要因として土壌反応の与かることも大きいので、これらの点についてはさらに検討を要しよう。

(5) 要 約

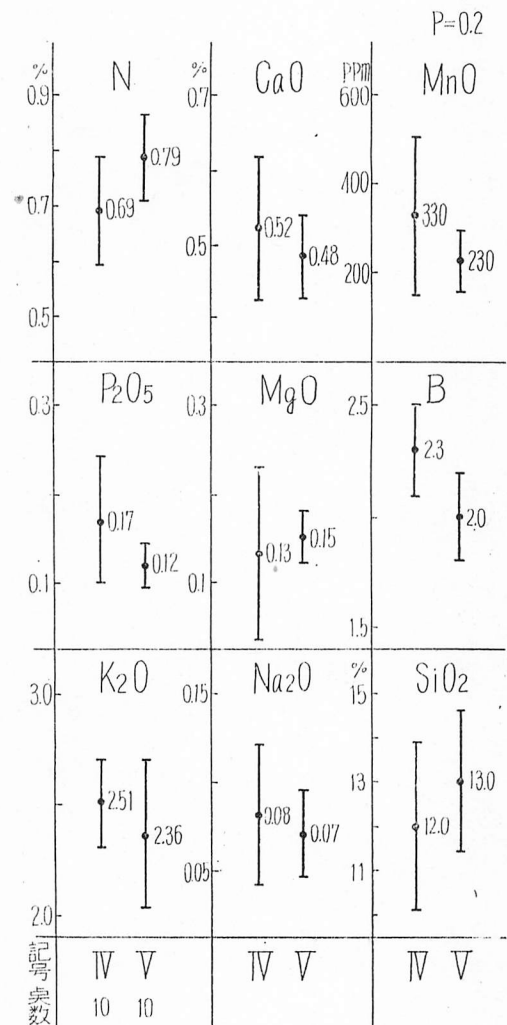
各土壌群において生産された、堆厩肥の材料として主に利用されている水稻、大麦、小麦、陸稲および落花生のわら、稈、からの成分組成について土壌群別に検討した結果を要約するとつぎのとおりである。

1) 水稻についてみると、灰色および泥炭質土壌の一毛作田地帯で生産された場合は、灰褐色土壌の二毛作田地帯の場合よりも成分含量の高い傾向が認められる。また、黒色土壌の谷津田地帯で生産された水稻では、前記の平坦水田土壌の群に比べて一般に成分含量の低いことが特徴的にうかがわれる。

なお、黒色土壌の場合には、黒褐色および褐色の両火山灰土壌の地帯間における差異はほとんど認め難いよう



第4図 小麦程



第5図 陸稲わら

である。

2) 秋冬作の大麦および小麦については、排水良好な水田の灰褐色土壌の裏作において生産された場合は、畑地の火山灰土壌地帯で生産された場合に比べて一般に成分含量の高い傾向にあることが認められる。

3) 畑地における秋冬作の大小麦ならびに夏作の陸稲および落花生のいずれの場合でも、黒褐色および褐色の両火山灰土壌間に成分含量の差異はほとんど認められない。

4) 砂質土壌の水田および砂丘地畑において生産された水稲と小麦の場合には、土壌肥沃度の低いことが反映され、塩基、微量元素および特殊成分等について貧化していることがうかがわれる。

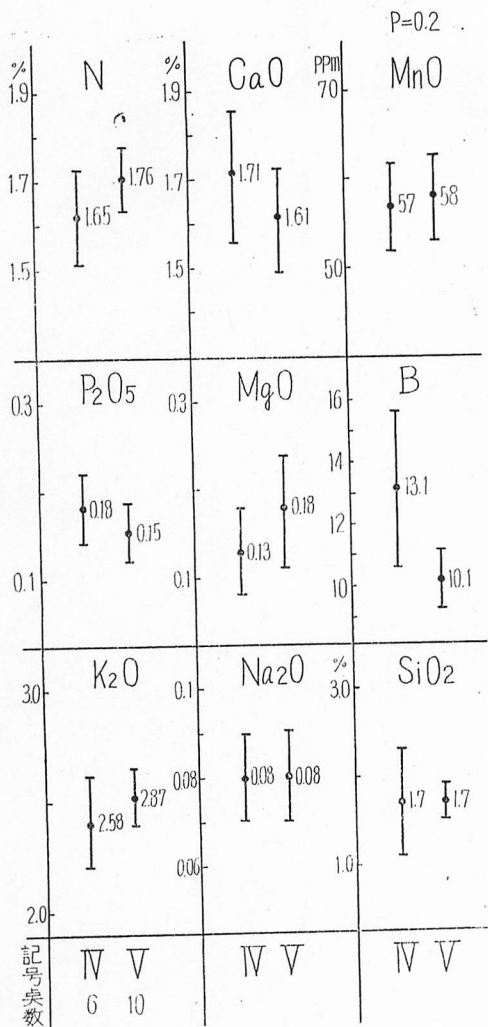
5) 以上の結果によれば、堆厩肥の材料として利用されている作物体の成分組成は、生産地帯における土壌の特性をそれぞれ反映しているということができよう。

IV 論議および結論

1. 堆厩肥成分組成の偏差

茨城県下の農家から採取した105点の堆厩肥を分析した結果から明らかなように、堆厩肥の成分組成では、水分と反応を除き、三要素、塩基、微量元素および珪酸等の諸成分はいずれも偏差の大きいことが認められる。このことは栃木県下農家から採取した72点の堆厩肥について調査した河野ら²²⁾の成績においても認められ、平均値においても、また水分、反応をはじめ主要成分についての変異係数も著者らの結果と大差ない数値であることがうかがわれる。夜久²⁴⁾も山梨県下の堆厩肥について、その水分含量に大差のないことを報告している。

これらの結果からみると、一般に農家で製造されている堆厩肥の成分組成は、水分と反応を除けば、恐らくきわめて区々であって、平均組成で代表されるような単純

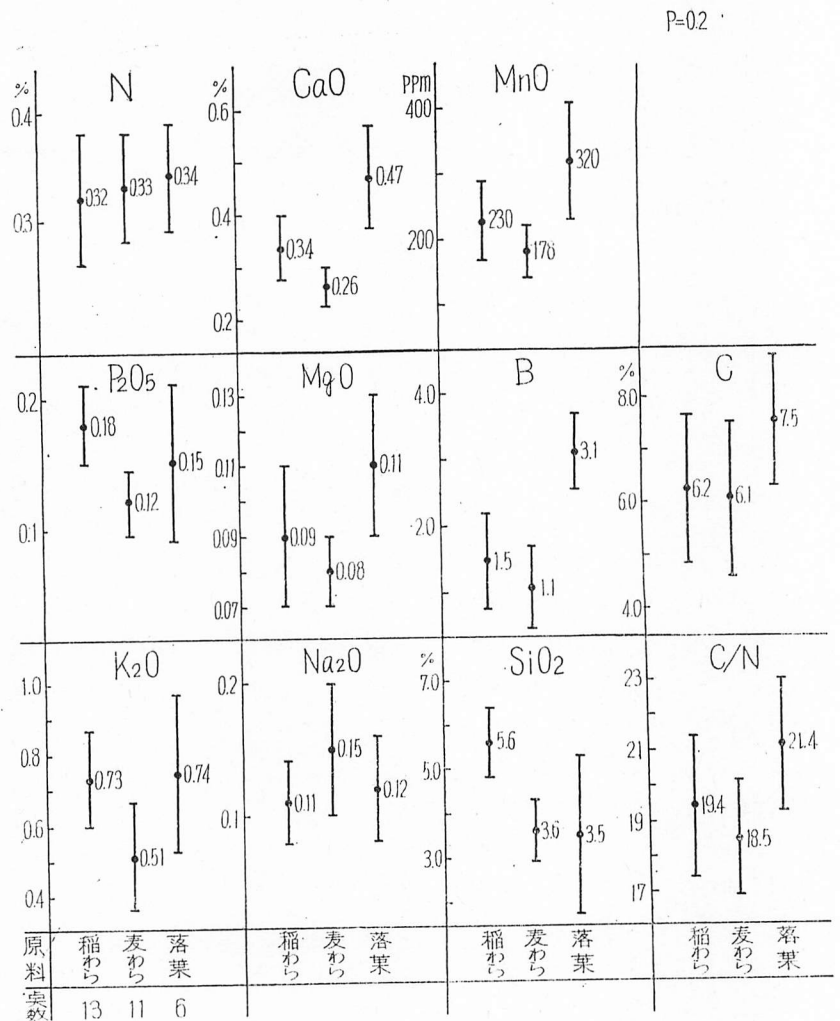


第 6 図 落花生から

なものでないことは容易に首肯される。このように、堆厩肥の成分含量において偏差の大きいのは、頭初にも述べたように、堆厩肥製造の諸条件、すなわち、家畜の種類、材料、管理方法等に由来していることは当然のように考えられる。

著者らの供試した堆厩肥のなかで、明らかに材料を異にした場合、すなわち籾わら、麦稈および落葉をそれぞれ用いて製造された堆厩肥の成分組成についてみると第 7 図のごとくである。

本結果について、まず、籾わらと麦稈との場合について比較すると、籾わらの場合には磷酸、加里、石灰、マンガンおよび珪酸等の成分において麦稈の場合より高い傾向がうかがわれる。落葉を材料にしている場合には、他の材料に比べて石灰、マンガン、炭素および炭素率において高く、珪酸では籾わらの場合よりも低い傾向がうかがわれる。



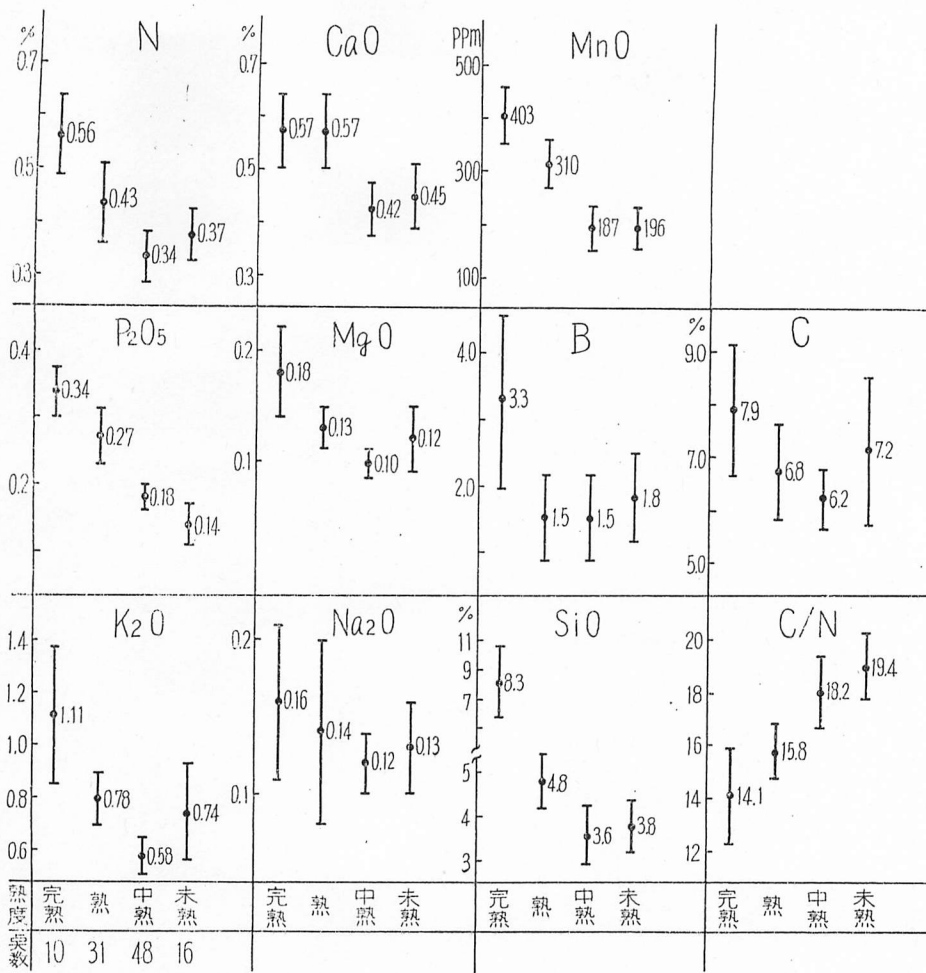
第 7 図 堆厩肥の成分と材料 (原物%)

このように材料を異にする堆厩肥の成分含量は、明らかに材料の成分の差異を反映していることが看取される。この場合、材料としての籾わらの成分含量は、同じく麦稈のそれに比して、一般に高い傾向のあるのは前述の著者らの分析結果からも明らかである。しかし、落葉については、その成分含量は樹木の種類によっていちじの相違があるので、本成績によっては一概に論述することはできないと思われる。

また、前述のように本研究においては、供試堆厩肥を腐熟度によって完熟、熟、中熟および未熟の 4 種類に分別したが、このように腐熟度を異にする堆厩肥の成分組成について検討した結果を示すと第 8 図のとおりである。

本図によれば、堆厩肥の熟度の進むに伴って、窒素、炭素は高く、炭素率は小さくなり、また磷酸、加里、石灰、マグネシウム、マンガンおよび珪酸のいずれも腐熟

P=0.2



第8図 堆厩肥の成分と腐熟度

堆厩肥では中熟および未熟の堆厩肥に較べて明らかに高い傾向が認められる。勿論、このような傾向は腐熟に伴なって水分の減少していること、ならびに有機物の分解することと関連していると考えられる。

以上のように、堆厩肥の成分組成は用いた材料の種類によっても、また腐熟度の相違によってもいちじるしく異なることがうかがわれるが、本研究においては資料不備のため家畜の種類や堆積方法等の差異については検討し得なかった。

大野・勝谷¹³⁾は山口県各地の厩肥 250 点を採取し、窒素および炭素率について詳細な調査を行ない、これらの値が堆積日数、切返し回数および水分含量によって相違している一方、家畜の種類とはとくに関係のないことを報告している。また、河野らは稲わら、麦稈および落葉をそれぞれ材料とした堆厩肥について調査し、稲わらの場合は麦稈の場合よりも窒素と加里において高く、落葉

の場合には炭素率で高く、燐酸や塩基において低いことを認めている。またさらに、家畜の種類や堆積場所によっても堆厩肥の成分組成に差異のあることを報告している。夜久も山梨県下の麦稈を主体とする堆厩肥の成分を検討し、参考として供試した落葉堆厩肥において珪酸含量の高いこと、また堆積の条件によって成分に若干の差異はあるが、製造管理法による影響は予期に反して小さいことを報告している。

以上によってみると、農家で生産された堆厩肥の成分組成では、その含量においていちじるしく大きい偏差を示すことが認められる。このような成分組成の差異は、条件によっては多少の変異はあるが、恐らく堆厩肥の材料、家畜の種類、堆積管理の条件、腐熟度等の諸条件によって規制されているということができよう。

2. 堆厩肥の成分組成と土壌

(1) 堆厩肥と土壌群

上述のように、堆厩肥の成分含量はいずれもいちじるしく大きい偏差を示し、農家による製造の条件によって影響されていることは事実のようであるが、著者らは供試堆厩肥をその生産された水田および畑地帯の土壌型ごとに分類し、かくして分類された堆厩肥の成分について統計的に検討を加えた。すなわち、分類した土壌群は、Ⅰ. 灰色および泥炭質土壌(一毛作田地帯)、Ⅱ. 灰褐色土壌(二毛作田地帯)、Ⅲ. 黒色土壌(火山腐植型; 谷津田地帯)、Ⅳ. 黒褐色火山灰土壌(内原および大原統; 黒ノッポ畑地帯)、Ⅴ. 褐色火山灰土壌(城之内および宮ヶ崎2統; 赤ノッポ畑地帯)の5群である。

以上の各土壌群に属する堆厩肥の成分含量について検討した結果、堆厩肥の成分含量は生産された地帯の土壌の特性によってそれぞれ規制されている傾向のあることが認められた。すなわち、堆厩肥の成分含量は灰色および泥炭質土壌(Ⅰ)の場合にもっとも高く、灰褐色土壌(Ⅱ)がこれに次ぎ、黒褐色火山灰土壌(Ⅳ)および褐色火山灰土壌(Ⅴ)においてはともにⅠおよびⅡ群の水田土壌におけるよりも低く、さらに黒色土壌(Ⅲ)の場合にはこれら土壌群のなかでもっとも低い傾向であることがうかがわれた。

河野らによる栃木県下の調査においても、地域別堆厩肥の成分について検討されている。その結果によると、県北部の堆厩肥では県南部のそれに比して成分含量の低い傾向が認められ、その相違について県北部の堆厩肥材料が麦稈および落葉である場合の多いことと共に、同地帯の土壌は県南部のそれに比して土壌の酸性強く、また磷酸および塩基に欠乏しているという土壌条件も関係しているとしている。また、夜久は山梨県の火山性土壌地帯を主体として、それに非火山性土壌地帯をも対比して地域ごとの麦稈を主材料とする堆厩肥の成分について検討を加えている。それによれば、堆厩肥の品質、とくに無機成分の組成は材料、家畜の種類および管理方法にも影響されるが、また地区の土壌によっても影響され、地区の農業生産向上の対策指針となり得ると報告している。

本研究の場合でも、堆厩肥の成分含量は材料の種類や腐熟度等の条件によって偏差の大きいことが認められたが、それとともに上述のように生産地帯の土壌と関係の深いこともうかがわれる。このように、堆厩肥製造の諸条件はいちじるしく相違しているにもかかわらず、堆厩肥の成分組成と土壌との間に関連性の存することは注目すべき点であるといえる。河野らおよび夜久の報告においても地域、あるいは土壌と関係のあることが示唆さ

れているが、著者らの結果と照合して極めて興味深いことであると思われる。

ただ、茨城県の畑地土壌において明らかに対照的な黒褐色火山灰土壌(黒ノッポ)と褐色火山灰土壌(赤ノッポ)の両畑地帯の間では、堆厩肥の成分組成にほとんど差異の認められないのは河野ら、夜久の報告と異なる点である。この点では後述の堆厩肥材料においてもほぼ同一の傾向がみられるが、栃木県および山梨県における山岳地を含む畑地土壌の場合ほど平坦地の両畑地土壌の間には肥沃度に大差のないことを示唆するようにも考えられる。しかし、この点についてはさらに検討を加える必要があると思われる。

(2) 堆厩肥の材料と土壌群

堆厩肥の成分組成を検討した場合と同様に、材料についても5群の土壌地帯から、主に利用されている作物をそれぞれ採取して成分を分析し、検討を加えた。

その結果によれば、まず水稲わらでは灰色および泥炭質土壌(Ⅰ)においてもっとも高く、灰褐色土壌(Ⅱ)の場合よりも成分含量の高い傾向が認められた。これに対して台地の内部や間に枝状に分布している谷津田の黒色土壌(Ⅲ)で生産された場合は、平坦地沖積地の(Ⅰ)および(Ⅱ)の土壌群の場合よりもほとんどいずれの成分についても含量の低いことがうかがわれた。ただ、黒色土壌の水稲わらの場合、黒褐色および褐色の両火山灰土壌地帯の間には成分含量の差異はほとんど認められなかった。

一方、大小麦稈については、黒褐色火山灰土壌(Ⅳ)および褐色火山灰土壌(Ⅴ)の畑地の場合よりも、灰褐色土壌(Ⅱ)の裏作で生産された場合に成分含量の高い傾向が認められた。また、大小麦稈および夏作の陸稲わら、落花生からのいずれの場合においても、畑地の両火山灰土壌の間では成分含量の差異がほとんど認められなかった。

このような作物の成分組成と土壌群との関係をみると、堆厩肥の材料として利用される作物体の成分組成は、一般にその生産される地帯の土壌の特性をそれぞれ反映しているといえることができるようである。

(3) 堆厩肥の品質と土壌生産性

これまで述べた堆厩肥ならびにその材料の成分含量とそれらの生産地土壌群との関係を模式的に示すとつぎのとおりである。

堆厩肥の成分含量

- a. 灰色および泥炭質土壌(Ⅰ) > 灰褐色土壌(Ⅱ) ≫ 黒色土壌(Ⅲ)……………水田土壌

b. 灰色および泥炭質土壌(I)>灰褐色土壌(II)»黒褐色および褐色火山灰土壌(IV, V)>黒色土壌(III)……………水田および畑土壌

c. 黒褐色火山灰土壌(IV)≡褐色火山灰土壌(V)

材料の成分含量

a. 水 稲：灰色および泥炭質土壌(I)>灰褐色土壌(II)>黒色土壌(III)

b. 大小麦：灰褐色土壌(II)>黒褐色および褐色火山灰土壌(IV, V)

c. 大小麦, 陸稲, 落花生：黒褐色火山灰土壌(IV)≡褐色火山灰土壌(V)

さて、堆厩肥が製造される場合には、材料として用いられる作物は一般には恐らくその地帯、もしくは周辺の地域において生産される種類に限定されると考えてよいであろう。したがって、利用される材料の作物としては水田地帯であれば、一毛作田地帯では水稲わらが主体になり得るし、二毛作田地帯では水稲わらと裏作大小麦のそれぞれ単独、もしくは混合の利用になり得ると考えられる。一方、畑地帯においては主として畑作物が利用されるであろうが、局所的には恐らく台地間や内に介在する谷津田で生産される水稲の利用される可能性もあり得ると考えられる。勿論また、落葉等の利用されることもかなりあるであろう。

このような観点から、上記の堆厩肥ならびに材料の成分含量についてみれば極めて興味ある傾向のあることがうかがわれる。すなわち、堆厩肥のa系列は水田地帯における傾向を示しているが、これは材料の水稲わらの系列における傾向と全く同一であることが認められる。また、水田地帯および畑地帯を通じて示した堆厩肥のb系列における傾向は、材料の水稲わら(a)および大小麦稈(b)における傾向を反映していると思われる。堆厩肥において両畑地土壌間に差異のないことは、畑地の材料についても同様であり、よく符合しているといえよう。なお、黒色土壌地帯における堆厩肥の成分含量が他の土壌群の場合に較べてもっとも低い点で特徴的であるが、これは同地帯で生産される水稲が低い成分組成を示していることと関連しているほか、恐らく地形から判断して水稲のみでなく畑作物の混合利用される可能性のあること等の条件によって影響されていると考えられる。

以上のことから、堆厩肥の製造における諸条件はいちじりしく相違しているにもかかわらず、堆厩肥の成分組成は材料の作物のそれとかなり密接な関連を有していることを推定し得ると考えられる。一方、水稲をはじめ材料の作物の成分組成が土壌の種類と密接に関連している

ことからみると、堆厩肥の成分組成がその生産地帯における土壌によって規制される傾向のあることは容易に首肯され得ると考えられる。

さて、自給肥料としての堆厩肥の生産は近年漸減の傾向を辿っているといわれている。しかし、頭初にも述べたように、今後においても土壌生産力の維持向上の観点から農業生産における堆厩肥の意義、もしくは役割は決して無視されることはできないであろう。堆厩肥自体についても、またその肥効についてもなお不明な点の多い現状に照らしても今後さらにそれらの実体を明確にすべく究明される必要があると思われる。

本研究によって堆厩肥の品質と土壌生産性との間になり深い関係のあることが示唆され、堆厩肥の品質を論ずる上で土壌生産性を無視できないことは明らかであると思われる。換言すれば、堆厩肥の品質と土壌生産性との間には相互規定性が存するといつて差支えないように考えられる。このような観点によれば、堆厩肥の肥効を解析するに際しても施用量のみでなく、堆厩肥の質をも考慮する必要のあることが示唆される。

V 摘 要

茨城県下の農家から採取した春夏作用の堆厩肥 105 点を対象として、無機成分を主体とする品質について土壌との関連において検討を加え、以下のごとき結果が得られた。

(1) 聴取調査の結果、堆厩肥のうちの大部分は厩肥に属していて、農家によるその製造ならびに管理の諸条件はいちじりしく相違していることがうかがわれた。

(2) 堆厩肥の成分組成では、いずれの成分においても偏差が大きく、水分と反応とを除いて三要素、塩基、珪酸、微量元素等の各成分ともに変異係数の極めて大きいことが認められた。これには、堆厩肥の材料や腐熟度等の条件の相違が関与していることが推定された。

(3) 堆厩肥の生産地帯を土壌の型によって5土壌群に分類し、各群ごとに堆厩肥の成分組成を検討した。その結果、堆厩肥の成分含量は生産地帯の土壌群と関連していることが認められ、灰色および泥炭質土壌の一毛作田地帯においてもっとも高く、灰褐色土壌の二毛作田地帯がこれにつぎ、黒褐色および褐色両火山灰土壌の畑地帯の順に低くなり、黒色土壌の谷津田地帯の場合にもっとも低い傾向であることがうかがわれた。ただ、畑地帯の場合、両火山灰土壌の間において相違は認められなかった。

(4) 堆厩肥の主要な材料である水稲わら、大小麦稈、

陸稲わらおよび落花生からについても、堆厩肥におけると同様に5土壌群からそれぞれ採取し、その成分組成を検討した。水稲わらでは、灰色および泥炭質土壌、灰褐色土壌の順に低くなり、黒色土壌においてもっとも低い傾向が認められた。つぎに、大小麦稈では、灰褐色土壌（裏作）の場合が畑地の両火山灰土壌におけるよりも高いことが認められた。しかし、畑地における大小麦稈、陸稲わらおよび落花生からについては両火山灰土壌の間に差異が認められなかった。

(5) 土壌群と堆厩肥および材料の成分組成との間にはほぼ同一の関連性がそれぞれうかがわれることから、堆厩肥の成分組成は製造管理等の条件によって影響されているにもかかわらず、材料の作物、ひいてはその生産地帯の土壌とも関与している傾向のあることがうかがわれた。かくして、堆厩肥の品質と土壌生産性との間には相互規定性の存することを推察した。

文 献

- 1) 江川友治：農業技術，19，1（1964）
- 2) 原田登五郎：土壌肥料全編，419，養賢堂（1958）
- 3) 橋元秀教・長谷川文男・吉原貢：茨城農試研究報告，5，61（1963）
- 4) 橋元秀教・石川実・上野忠男：土肥講演要旨集，9（1963）
- 5) 橋元秀教・石川実・本田宏一：土肥講演要旨集，10（1964）
- 6) 早瀬達郎：土と微生物，6，30（1964）
- 7) 茨城農試施肥改善調査試験報告（那珂地区）8，（1957）；同上報告（東茨城地区）3，（1963）

- 8) 鎌谷栄次：農業及園芸，19，78（1944）
- 9) 川島禄郎：肥科学，704，西ヶ原刊行会（1941）
- 10) 熊田恭一：農業技術，19，20（1964）
- 11) 開拓地土壌調査事業15周年記念刊行第2号，318，農林省農地局（1964）
- 12) BUCKMAN, H. O. and N. C. BRADY : The Nature and Properties of Soils, 509, New York (1961)
- 13) 大野数男・勝谷信一：土肥誌，10，163（1936）
- 14) RUSSELL, E. W. and E. T. RUSSELL : Soil Conditions and Plant Growth, 522, London (1961)
- 15) 斎藤道雄：本邦厩肥の研究，明文堂（1936）
- 16) 城下強：土壌肥料全編，444，養賢堂（1958）
- 17) 城下強・石居企救男・金子淳一・北島和：農事試研究報告，1，47（1962）
- 18) Soil, Yearbook of Agriculture, USDA, 123 (1957)
- 19) 鈴木達彦：農業技術，19，12（1964）
- 20) 高井康雄：農業技術，16，162（1961）
- 21) 高崎 卷：本邦厩肥の研究，明文堂（1936）
- 22) 栃木農試低位生産地調査成績書（1959）
- 23) 角田英二・永田厚平：厩肥概要，西ヶ原刊行会（1937）
- 24) 夜久 孝：山梨農試報告，6，後54（1962）
- 25) 山根一郎：東北農試研究報告，1，137（1950）
- 26) 山下鏡一：農業技術，19，6（1964）
- 27) 山崎 伝：農試彙報，4，107（1950）
- 28) 吉田よし子・吉田昌一・北岸確三：土肥講演要旨集，10，（1964）