

し尿処理場における余剰汚泥の砂質土壌への利用 (2)

—土壌の物理的性質に及ぼす汚泥混合の影響—

片岡 功・片岡 一郎

(農学部 応用分析化学研究室)

The Application of Surplus Sludges from Human Waste Disposal Plants to Sandy Soil (2)

—The Effect of Mixing Sludge on the Physical Properties of the Soil (HAMAKAIDA Sandy Loam)

Isao KATAOKA and Ichiro KATAOKA

Laboratory of Applied Analytical Chemistry, Faculty of Agriculture

Abstract : Various surplus sludges from human waste disposal plants were powdered, and from one to four per cent of the powdered sludge added respectively to the sandy soil (HAMAKAIDA sandy loam). Thus, some physical properties of the soil-sludge mixtures were examined. The results obtained were as follows :

(1) The bulk density of the soil showed 1.40 and that of the soil-sludge mixtures 0.77~0.22. The bulk density of the mixtures decreased according to the increase of the amount of sludge. But in the case of some sludges composed of the smaller particles, the bulk density of the mixtures showed a temporary slight increase compared with the soil alone.

(2) No effect on controlling evaporation by mixing sludge was found. The evaporation-time diagram of the mixtures was linear at the first half and showed a gentle curve at the latter half. The soil alone or the straw powder mixtures showed the same tendency, too.

(3) It seems that the effect of mixing sludge on the soil water capacity is related to the particle size, shape and the resistance to wetting of the sludges mixed. The water capacity of the soil-sludge mixtures decreased in comparison with the soil alone in some but increased in others. The rate of upward-rise of the soil decreased by mixing sludge in all samples.

(4) The formation of the water stable aggregates in the soil-sludge mixtures was promoted in comparison with the soil alone during wetting-drying repetition (40 rounds, 9 months, out-door) or wheat cultivation.

(5) The water permeability of the soil decreased after sludge mixing but it will not be long before an increase is expected under natural conditions (plant growth, tillage and wetting-drying repetition etc.).

緒 言

し尿処理場で副生する余剰汚泥の農業的利用について、高知県内の処理場が、海岸あるいは河川の近くに多いことより、同地域に分布する砂質土壌への汚泥の施用をとりあげた。汚泥施用の意義は、有機物補給による地力の維持と肥料の効果の二点にあると考えられるが、土壌の物理的性質への影響、凝集剤の作物に対する影響についても検討する必要があると考えられる。

第一報¹⁾では、主として、汚泥の化学的性質を報告したが、本報では、汚泥施用と砂質土壌の二、三の物理的性質との関係を検討した。

供 試 土 壌

高知県南国市浜改田 (海岸に近い)。土性は砂壤土 (sandy loam, 日本農学会法)。

HAMAKAIDA sandy loam と略記する。詳細は第一報¹⁾ 参照。風乾細土を供試。

供 試 汚 泥

供試汚泥

供試汚泥の内容および略記号は第一報¹⁾ のとおり。

施用形態

風乾物を施用したが、風乾のままであると、粗大にすぎ、塊状あるいは綿状となり、大きさも不揃いとなり、土壌へ混合した場合に不均質となり、物理的性質測定上、難点がある。ここでは、直径 2 mm 以下に粉碎した。粉碎にあたっては、まず、異質物を除いたうえ、はさみで粗大物を切り、乳鉢での粉碎が、単に汚泥を偏平化するのみの場合もあったので、振動ミル（川崎重工業 T-100 型）を用いて粉碎した。これを以下、供試汚泥と略記。

土壌への混合割合

堆肥などを土壌に施用する場合、作土全層に施用混合するよりも、表面部あるいは播種部、あるいは移植部の下におかれることが多く、このような場合、その局部の土壌に対する混合割合はかなり高くなる。したがって、ここでは、風乾細土 100 g に対して、風乾供試汚泥 1 g を加えた場合を土壌への添加割合 1% とした。（この割合は、全層混合量としては、實際上、かなり大きすぎる。）さらに、汚泥に混入された凝集剤の作物への害作用をみるため、局部施用の立場から、2, 4%, ときに 10% 混合をも計画した。これらを、以下、汚泥混合土壌と略記。

[1] 汚泥混合土壌の容積重

測 定 方 法

HAMAKAIDA sandy loam に対して、1, 4% の供試汚泥を混合した汚泥混合土壌について、常法²⁾ により、粗、密、粗密状態平均の風乾物の容積重を求め、土壌、汚泥の水分を控除して（乾物g/cc）を求めた。土壌のみ、汚泥のみの場合も同様である。

測定結果及び考察

汚泥の容積重（粗、密状態平均）を小から大へならべ、密状態と粗状態の値の差をカッコで示すと、つぎのとおりである。

KA-DS (DG)	0.22	(0.04)
RY-PC (OX)	0.24	(0.03)
NI-CS (OX)	0.24	(0.08)
CH-HW	0.28	(0.06)
AK-DS (DG)	0.37	(0.09)
BA-AS (OX)	0.40	(0.06)
KN-DS (DG)	0.47	(0.10)
SE-DC (CH)	0.51	(0.14)
KO-SC (OX)	0.53	(0.07)
CH-SS (OX)	0.71	(0.10)
SH-DC (OX)	0.71	(0.15)
BA-SS (OX)	0.71	(0.11)
KA-SS (OX)	0.77	(0.10)
(HAMAKAIDA) sandy loam	1.40	(0.15)

汚泥の容積重は、0.22~0.77であり、容積重が小さい **KA-DS (DG)** ~ **AK-DS (DG)** は、綿状または繊維の多いものである。

容積重の小さいものは、密状態と粗状態の値の差も小さい傾向にあり、容積重の大きいものは、その差も大きく、土壌の場合と同じものもある。

土壌と汚泥を混合した容積重に加成性が成り立つと仮想すれば、つぎようになる。たとえば、土壌 100 g に対し、容積重 0.24 の汚泥を 1% すなわち 1 g 混合したとすれば、

HAMAKAIDA sandy loam

$$1 \text{ cc} = 1.40 \text{ g} \rightarrow 100 \text{ g} = 71.4 \text{ cc}$$

$$\text{汚泥 } 1 \text{ cc} = 0.24 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ g} = 4.17 \text{ cc}$$

$$\begin{aligned} \text{混合全量 } 101 \text{ g} &= 71.4 \text{ cc} + 4.17 \text{ cc} \\ &= 75.57 \text{ cc} \end{aligned}$$

$$\text{汚泥混合土壌 } 1 \text{ cc} = \frac{101}{75.57} \text{ g} = 1.34 \text{ g} \quad (\text{容積重, 加成性を仮想})$$

Table 1 には、汚泥混合土壌の容積重 (粗密平均)、**HAMAKAIDA** sandy loam の容積重を100とした場合の指数 (カッコ) のほかに、混合に加成性を仮想した場合の容積重と土壌のみに対する指数を示した。

容積重に加成性があれば、土壌に対する指数は、汚泥の混合により、必ず容積重の低下を示すことになるが、事実は、Table 1, Group II のように汚泥の混合により指数が100を越すものがある。

Table 1. Bulk density of various soil-sludge mixtures

Group I

Sludge	Percentage sludge added to the soil	Bulk density	
		experimental	additive (imaginary)
—	HAMAKAIDA sandy loam alone	1.40 (100)	1.40 (100)
BA-SS (OX)	1	1.38 (98.6)	1.39 (99.3)
	4	1.34 (95.7)	1.35 (96.4)
	sludge alone	0.71 (50.7)	0.71 (50.7)
CH-HW	1	1.39 (99.3)	1.35 (96.4)
	4	1.20 (85.7)	1.21 (86.4)
	10	1.13 (80.7)	1.03 (73.6)
	sludge alone	0.28 (20.0)	0.28 (20.0)
CH-SS (OX)	1	1.37 (97.9)	1.39 (99.2)
	4	1.36 (97.1)	1.35 (96.4)
	sludge alone	0.71 (50.7)	0.71 (50.7)
NI-CS (OX)	1	1.39 (99.3)	1.34 (95.7)
	4	1.31 (93.6)	1.18 (81.3)
	10	1.12 (80.0)	0.97 (69.3)
	sludge alone	0.24 (17.1)	0.24 (17.1)
RY-PC (OX)	1	1.37 (97.9)	1.29 (92.1)
	4	1.27 (90.7)	1.18 (84.3)
	sludge alone	0.24 (17.1)	0.24 (17.1)
KA-DS (DG)	1	1.35 (96.4)	1.33 (95.0)
	4	1.33 (95.0)	1.16 (82.9)
	sludge alone	0.22 (15.7)	0.22 (15.7)
KA-SS (OX)	1	1.38 (98.6)	1.39 (99.3)
	4	1.36 (97.1)	1.36 (97.1)
	sludge alone	0.77 (55.0)	0.77 (54.6)
AK-DS (DG)	1	1.39 (99.3)	1.36 (97.1)
	4	1.36 (97.1)	1.27 (90.7)
	sludge alone	0.37 (26.4)	0.37 (26.4)

Group II

Sludge	Percentage sludge added to the soil	Bulk density	
		experimental	additive (imaginary)
KO-SC (OX)	1	1.43 (102.1)	1.38 (98.6)
	4	1.44 (102.9)	1.32 (94.3)
	sludge alone	0.53 (37.9)	0.53 (37.9)
BA-AS (OX)	1	1.38 (98.6)	1.37 (97.9)
	4	1.40 (100.0)	1.28 (91.4)
	sludge alone	0.40 (28.6)	0.40 (28.6)
KN-DS (DG)	1	1.43 (102.1)	1.37 (97.9)
	4	1.43 (102.1)	1.30 (92.9)
	sludge alone	0.47 (33.6)	0.47 (33.6)
SE-DC (CH)	1	1.41 (100.7)	1.38 (98.6)
	4	1.44 (102.9)	1.31 (93.6)
	sludge alone	0.51 (36.4)	0.51 (36.4)
SH-DC (OX)	1	1.41 (100.7)	1.39 (99.3)
	4	1.38 (98.6)	1.35 (96.4)
	sludge alone	0.71 (50.7)	0.71 (50.7)

また Group I においては指数が 100 を越さないが、加成性によって求めた値より、変動を示している。

いま、HAMAKAIDA sandy loam の粘土部分を洗浄除去した 2 mm~0.2 mm の砂の部分へ、汚泥として KO-SC (OX) を添加した場合の容積重の変化を示すと、つぎのとおりである。

HAMAKAIDA sandy loam より分離した砂への汚泥の添加

KO-SC (OX) 添加 (%)	容 積 重
0 (砂のみ)	1.57 ₁ (100)
1	1.57 ₃ (100.1)
2	1.56 ₀ (99.3)
4	1.54 ₈ (98.5)
6	1.54 ₁ (98.1)

この結果は、汚泥の添加が少量のときは、砂の孔隙へ、汚泥が充填されて、指数が 100 をやや越したものと考えられる。

つぎに、HAMAKAIDA sandy loam へ汚泥を添加した場合は、つぎのようである。

HAMAKAIDA sandy loam への汚泥の添加

KO-SC (OX) 添加 (%)	容 積 重
0 (土壌のみ)	1.40 (100)
1	1.42 ₇ (101.9)
2	1.43 ₅ (102.5)
4	1.43 ₉ (102.8)
6	1.45 ₈ (104.0)
8	1.46 ₂ (104.4)
10	1.47 ₉ (105.6)
15	1.45 ₈ (104.1)
20	1.43 ₈ (102.7)

砂の場合には、容積重の増加が汚泥添加1%で最高(指数100.1)になっているのに対し、土壌の場合には、汚泥添加10%で最高(指数105.6)になっている。これは、砂のみとちがって、HAMAKAIDA sandy loam の場合、砂が粘土とともに微塊をつくって、ザラザラの感を呈し、汚泥の充填される孔隙が多かったものと思われる。

ともかく、HAMAKAIDA sandy loam へ粉末汚泥を混合すると、多量混合の場合は、どの汚泥でも容積重は土壌のみに比し、減少するが、添加量少量の間は、かえって、容積重増加のものがあつた、その傾向は汚泥粒子が微細なものにみられる。

[2] 汚泥混合土壌の蒸発量

測定方法

汚泥混合土壌を、林野土壌調査において用いる400cc採土用円筒³⁾(底は金網)に、寒冷紗をして、充填した。その量は、HAMAKAIDA sandy loam に対して、その1, 2, 4%の風乾汚泥を混合した汚泥混合土壌について、その560g(HAMAKAIDA sandy loam 容積重400cc相当)をほぼ粗密平均の状態になるように充填した。充填容器は、汚泥混合土壌の表面が水に浸るまで水浸して一夜放置し、ひきあげて水滴がほとんど落ちなくなるまで布上に放置した後、底ぶたをし、北側の廊下に置いて、蒸発量を定期的に測定した。蒸発試験の開始に先立ち、充填した汚泥混合土壌の吸水量を測定した。また、容器のそばに最高、最低温度計を置いた。なお、参考として、稲わら粉末混合土壌をもつくつた。

測定結果及び考察

測定結果をTable 2に示す。

汚泥混合土壌に飽水させたときに吸水する水分量を吸水量と略記し、吸水量が蒸発によって減少し、ほぼ風乾状態になるまでの日数を蒸発日数と略記する。

粉末汚泥は数%程度を土壌に混和しても、蒸発日数の延長効果はみられなかった。

蒸発日数の長短には、出発時の吸水量が影響するが、土壌のみの吸水量は132.5g(3個平均)であつたのに対し、汚泥1%混合では、113~132gであり、増量すると吸水量がやや増加(例; KA-DS(DG), 1%で132g, 4%で142.5g)したが、KO-SC(OX)では逆に減少(1%で122.5g, 4%で14.5g)した。しかし、4%混合の程度まででは、蒸発日数は23日(KN-SS(OX)のみ1%で20日)で、土壌のみの23日と同じであつた。

稲わら粉末混合の場合には、吸水量が増大して蒸発日数延長の効果があり、汚泥粉末は蒸発日数延長の点で稲わらに比して劣つた。

土壌、汚泥粉末混合、稲わら粉末混合ともに、前半は蒸発が直線的に進み、後半はその速度が減少した。

混合割合増加の影響も、稲わらでは、その差がかなりみられたが、汚泥の場合、わずかの差がみられたにすぎなかった。(Fig. 1 参照)

[3] 容水量

測定方法

Wolf-Wahnschaffe 法³⁾により、汚泥混合土壌を容器に、容積重(粗、密状態平均)から算出した量を充填し、水が土層表面に達してから24時間後に、容水量を測定して、容量%、重量%で示した。

なお、粉末汚泥には、水をはじくものが多いので、容器の下部を水に浸漬してから、土層表面

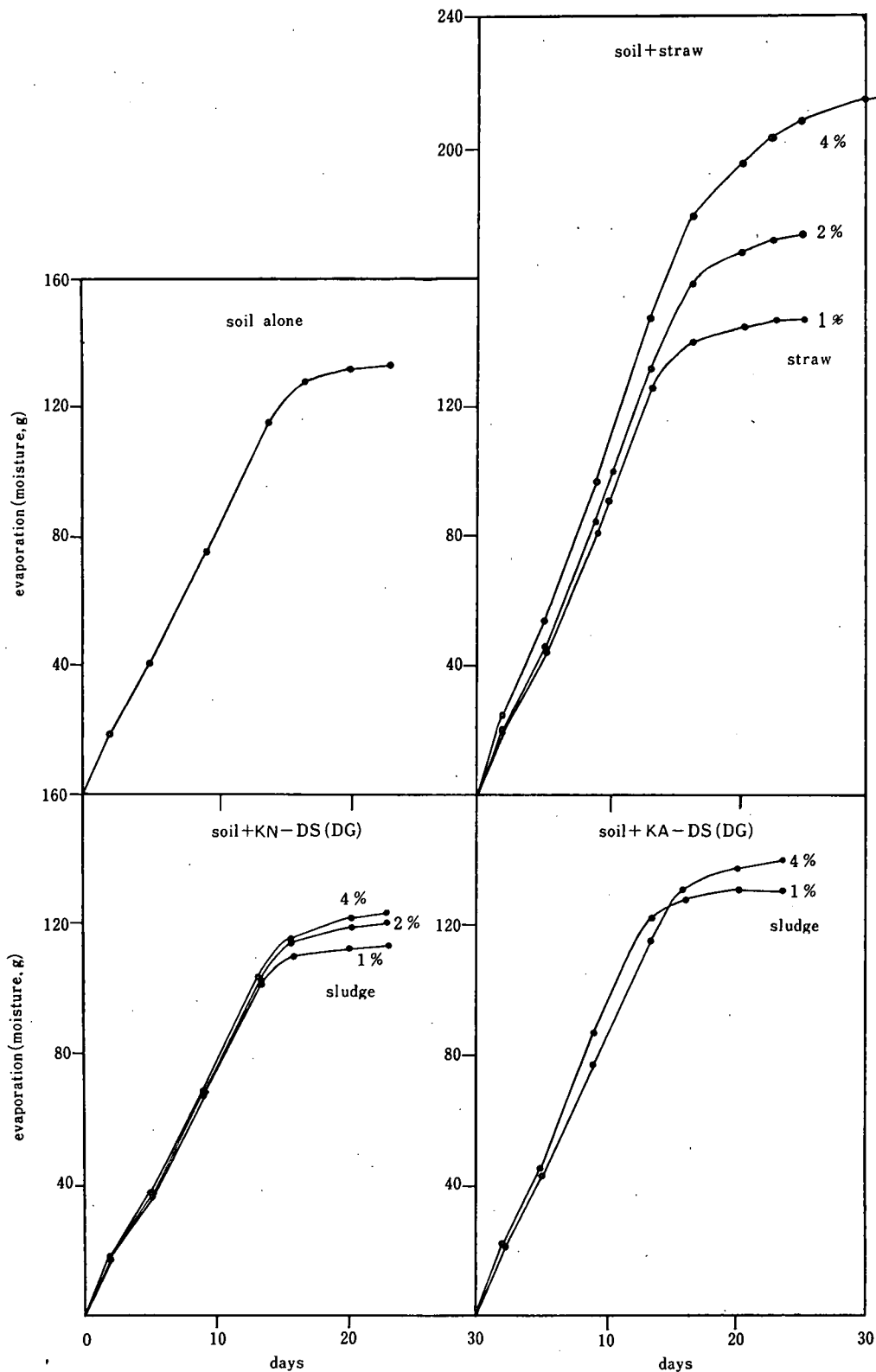


Fig. 1 Evaporation from various soil-sludge mixtures saturated with water

(水面より 7.3 cm) に達する時間を測定した。これを毛管上昇時間と略記する。

測定結果及び考察

汚泥混合土壌の容水量を Table 3 に示す。

Table 3. *Water capacity of various soil-sludge mixtures*
Soil: HAMAKAIDA sandy loam

Sludge	Soil-sludge mixture (percentage sludge added to the soil)	Time of capillary-rise to the surface*	Water capacity	
			per cent by volume	per cent by weight
	soil alone	8 min.	38.2 (100)	27.1
SE-DC (CH)	1	65 min.	33.7 (88.2)	23.9
	4	18 days	26.2 (68.6)	18.6
NI-CS (OX)	1	31 min.	33.7 (88.2)	23.9
	4	10 days	40.0 (104.7)	28.4
KA-SS (OX)	1	25 min.	36.0 (94.2)	25.5
	4	25 min.	35.0 (91.6)	24.8
AK-DS (DG)	1	85 min.	36.2 (94.8)	25.7
	4	40 min.	36.2 (94.8)	25.7
CH-HW	1	40 min.	36.5 (95.5)	25.9
	4	40 min.	39.5 (103.4)	28.0
BA-AS (OX)	1	10 min.	37.0 (96.9)	26.2
	4	17 min.	35.7 (93.5)	25.3
RY-PC (OX)	1	10 min.	37.0 (96.9)	26.2
	4	30 min.	38.5 (100.8)	27.3
KN-SS (OX)	1	31 min.	37.5 (98.1)	26.6
	4	80 min.	34.4 (90.1)	24.1
KO-SC (OX)	1	60 min.	37.5 (98.2)	26.6
	4	25 min.	36.5 (95.5)	25.9
BA-SS (OX)	1	30 min.	38.0 (99.5)	27.0
	4	18 min.	37.0 (96.9)	26.2
CH-SS (OX)	1	40 min.	38.2 (100.0)	27.1
	4	14 hr.	34.5 (90.3)	24.5
KN-DS (DG)	1	10 min.	38.7 (101.3)	27.4
	4	17 min.	40.7 (106.5)	28.9
RY-SC (OX)	1	40 min.	40.7 (106.5)	28.9
KA-DS (DG)	1	40 min.	41.0 (107.3)	29.1
	4	60 min.	42.7 (111.8)	30.3

* The surface of the soil column was 7.3 cm in height from the water level.

	容 水 量		土 壌 の み よ り	
	容量 (%)	重量 (%)	減 少	増加または 同じ
土壌のみ	38.2	27.1	—	—
汚 泥	1%混合	33.7~41.0	10試料	4試料
	4%混合	26.2~42.7	6試料	8試料

汚泥の増量によって土壌の容水量が増加するものは6試料、減少するものは7試料であった。

毛管上昇時間は7.3 cmの上昇について、全試料とも土壌のみ(8分)よりも減少したが、1%混合では、ほとんどが1時間以内(1試料のみ85分)で、4%混合では、1%混合よりも速度がかって増すものが3試料のみで、他は減少し、18日におよぶものもあった。土壌の容水量におよぼすこれらの影響の差異は、粉末汚泥粒子の大きさ、形、ヌレに対する抵抗性などによるものと思われる。

[4] 耐水性粒団

測定方法

汚泥混合土壌の乾湿くり返し

汚泥の土壌に対する耐水性粒団生成効果をみるため、乾湿くり返し実験を行った。

内径約10 cmのプラスチック製有底丸型容器に、HAMAKAIDA sandy loam 250 g + 風乾汚泥粉末 2.5 gを混合して、1%汚泥混合土壌をつくり、容器に入れた。同様に、2, 4%汚泥混合土壌をもつかった。別に、ブランクとして土壌のみ、参考として稲わら粉末混合土壌をも用いた。

試料を入れた容器には、蒸留水を試料の表面が水にひたるまで加え、室外(雨天は室内)に放置して、ほぼ風乾の状態にいたって、乾湿くり返しの一ラウンドを終り、つづいて水を加えて実験をくり返した。実験は1976年8月中旬から1977年5月下旬まで約9カ月間、40ラウンドの乾湿くり返しを行って供試した。

栽培試験

小麦の植木鉢試験(第3報記載)終了後の汚泥混合土壌を供試した。栽培試験中は、しばしば、耕起、灌水を行った。

備考

乾湿くり返し実験に用いた土壌は、風乾原土をゴム栓で軽く摩砕して、2 mmのふるいで篩別したものであり、栽培試験に用いた土壌は風乾原土のままを2 mmのふるいで篩別したものである。両土壌とも、場所は同一の畑のものである。

測定方法

常法⁴⁾による。

測定結果及び考察

測定結果をTable 4に示す。

砂質土壌に粉末汚泥を混合して、9カ月間、室外で乾湿くり返し40回を行った結果、汚泥を添加することによって、耐水性粒団は、いずれの汚泥でも増加した。しかし参考として混合した稲わら粉末の粒団生成効果ももっとも大きく、その増量とともに粒団生成量も増加したが、汚泥の増量による粒団生成量の増加は稲わら粉末ほど明らかでないものが多かった。

小麦栽培後の汚泥混合試料でも、植物の根の蔓延、耕起、灌水、乾燥などによって、粒団の生成が増加した。(湿润乾燥くり返しの結果と、小麦栽培の結果における粒団の生成の絶対量は、前者が粒団を破壊した土壌を用い、後者が原土そのまま(<2 mm)の土壌を用いたものであるから比較はできない。)

要するに、砂質土壌に汚泥を添加すれば、耐水性粒団生成の効果があった。

Table 4. Water-stable aggregate of various soil-sludge mixtures after wetting-drying repetition and wheat cultivation
Soil: HAMA K A I D A sandy loam

Sludge	Soil-sludge mixture (percentage sludge added to the soil)	Water-stable aggregate (%)	
		wetting-drying repetition* (40 rounds, 9 months)	wheat cultivation**
—	soil alone	5.1 (100)	11.3 (100)
straw powder	1	7.8 (153)	
	2	8.9 (175)	
	4	11.0 (216)	
KA-DS (DG)	1	7.6 (149)	13.7 (121)
	4	7.7 (151)	15.9 (141)
KA-SS (OX)	1	6.7 (131)	15.0 (133)
	4	—	16.3 (144)
AK-DS (DG)	1	7.0 (137)	13.6 (120)
	2	7.4 (145)	—
	4	—	13.1 (116)
KN-DS (DG)	1	7.5 (147)	
	4	7.9 (155)	
KN-SS (OX)	1	5.4 (106)	
RY-SC (OX)	1	6.4 (125)	
BA-SS (OX)	1	7.7 (151)	
	2	6.6 (129)	
BA-AS (OX)	1	5.9 (116)	
KO-SC (OX)	1	7.3 (143)	11.2 (99)
	4	7.5 (147)	12.8 (113)
CH-HW	1	6.9 (135)	
	2	6.8 (133)	
CH-SS (OX)	1	6.3 (124)	13.8 (122)
	2	9.0 (176)	—

* air-dried original soil was powdered lightly with a rubber stopper and sieved (<2 mm)

** air-dried original soil (<2 mm) was used without destroying natural aggregates

[5] 透水性

測定方法

装置及び測定方法

関の Welitschowsky 法の改良装置⁵⁾ を模して、つぎの装置を用いた。

直径 6.1 cm のガラス円筒の筒底に、流出管 (ガラス管) をとおしたゴム栓をはめ、流出管の下端にゴム管をつけて、ピンチコックでしめ、ゴム栓上にガーゼをのせ、砂を 1.2 cm の厚さにしき、その上、高さ 9.8 cm の部分 (容積 $\pi r^2 h = 3.14 \times 3.05^2 \times 9.8 = 286.4$ cc) に、試料を充填し、下底ゴム栓の表面から 32.5 cm の高さに水をはり、一夜放置後、水位調節装置をつけて、下のゴム管のピンチコックをはずして 1 時間放水ののち、3 時間の流出量を測定した。

ガラス円筒は、3 個を用いたが、各円筒の同じ高さに対する容積が若干異なるので、各円筒ごとに、試料充填量が若干異なるため、流出量に対して、容積補正を行った。なお、各円筒ごとに、土壌のみのブランクをもうけた。流出量の測定は、同一試料について 3 回以上行った。

充填試料

ブランクを **HAMAKAIDA** sandy loam とし、汚泥混合土壌を充填試料とした。なお、小麦の植木鉢試験 (第3報記載) 終了後の汚泥混合土壌をも供試した。充填量は、円筒の試料充填部に対して、容積重より算出した量が入るように充填した。

測定結果及び考察

測定結果を Table 5 に示す。

Table 5. *Water permeability of various soil-sludge mixtures*
soil: **HAMAKAIDA** sandy loam

Tube No.	Sludge	Percentage sludge added to the soil	Water permeability (1/3 hr.)
1	—	soil alone	8.9 (100)
	CH-HW	1	4.8 (54)
		4	5.3 (60)
		10	7.7 (87)
	KN-DS (DG)	1	4.9 (55)
		4	2.8 (31)
	KO-SC (OX)	1	5.2 (58)
4		3.7 (42)	
BA-SS (OX)	1	6.5 (73)	
	4	4.8 (54)	
SH-DC (OX)	1	7.2 (81)	
	4	6.9 (78)	
2	—	soil alone	8.9 (100)
	AK-DS (DG)	1	3.4 (38)
		4	2.8 (26)
	KA-SS (OX)	1	4.3 (48)
		4	2.4 (27)
	RY-SC (OX)	1	2.9 (33)
4		2.4 (27)	
KN-SS (OX)	1	3.3 (37)	
	4	3.9 (44)	
SE-DC (CH)	1	6.6 (74)	
	4	4.7 (53)	
3	—	soil alone	10.2 (100)
	KA-DS (DG)	1	3.2 (81)
		4	2.2 (22)
	BA-AS (OX)	1	4.3 (42)
		4	1.2 (12)
	CH-SS (OX)	1	4.6 (45)
4		1.9 (19)	
RY-PC (OX)	1	7.9 (77)	
	4	7.4 (73)	
NI-CS (OX)	1	5.0 (49)	
	4	6.0 (59)	
	10	7.7 (75)	

砂質土壤に粉末汚泥を混合すれば、土壤の透水率は減少し、汚泥の増量によってさらに透水率が減少したが、例外として、CH-HW のようなし渣や、NI-CS (OX) のようなほとんどし渣に近い状態の汚泥は、増量によって透水率がだんだん増加した。

砂質土壤に粉末汚泥を混合すれば、混合直後には透水率が減少するが、圃場での植物栽培を経過すると、汚泥の分解、根の蔓延、乾湿のくりかえしなどによる粒団の生成などをともなって、だんだん透水率が増加してくるものと思われる。一例を上げると、

小麦栽培試験後の透水率		
	汚泥添加 (%)	透水率 (l/3 hr.) 指数
土壤のみ	—	100
KA-D S (D S)	1	126
KA-S S (O X)	{ 1 4	100 107
CH-S S (O X)	1	110
AK-D S (D G)	4	121
KO-S C (O X)	{ 1 4	57 43

KO-SC (OX) は凝集に際して石灰を用い、汚泥に石灰が多く含まれているもので (Cl, Al も多い)、透水率の増加が見られなかった例外である。

要 約

砂質土壤へ汚泥粉末を数%程度混合した場合の土壤の物理性への影響を検討した。

1) 供試土壤の容積重は1.40であるのに対して、汚泥は0.77~0.22で、容積重の大きい汚泥は粗密両状態の値の差が大きい。汚泥の添加量を増せば、混合土壤の容積重も減少するが、添加量の少ないうちは、土壤孔隙に汚泥粒子が充填されて、混合土壤の容積重が増すもの（汚泥粒子が小さいもの）がある。

2) 砂質土壤へ汚泥粉末を混合しても、吸水後、乾燥に至る蒸発日数延長の効果はみられなかった。汚泥混合土壤の蒸発は、その経過の前半は直線的に進み、後半はその速度が減少したが、その傾向は土壤のみ、稲わら粉末混合土壤の場合と同じであった。

3) 土壤の含水量におよぼす汚泥粉末混合の影響は、汚泥粉末の粒子の大きさ、形、ヌレに対する抵抗性によって相異なるものと考えられる。土壤に汚泥粉末を混合すると、含水量が減少するものと、増加するものがある。汚泥を増量すると、含水量がさらに減少するものと、逆に増加するものがある。毛管上昇速度は汚泥粉末の混合によって、いずれも減少し、大部分の汚泥は、その増量によって、さらに速度が減少した。

4) 土壤に汚泥粉末を混合して、9ヶ月間、室外での乾湿くり返し実験（40回）を行った結果も、小麦を植木鉢で栽培し、耕起、灌水、乾燥のくり返しが行われた結果も、ともに、耐水性粒団の増加をみたが、乾湿くり返し実験によると、汚泥粉末混合は、稲わら粉末混合よりは効果がいく分、少なかった。

5) 土壤に汚泥粉末を混合すると、その直後は透水率が低下した。しかし、乾湿くり返し実験による粒団生成、小麦植木鉢試験中の粒団の生成、透水率測定の結果よりみて、汚泥混合土壤の透水性は作物栽培環境下では、段々と増加するものと思われる。

文 献

- 1) 片岡 功・片岡一郎, し尿処理場における余剰汚泥の砂質土壌への利用 (1) 一余剰汚泥の化学的成分一, 高知大学学術研究報告, 25, 農学 5, p. 1-12 (1976)
- 2) 京大農学部農化教室編, 農芸化学実験書 第1巻, 266-267, 産業図書, 東京 (昭和40年)
- 3) 林野庁林業試験場編, 国有林林野土壌調査方法書, p. 20 (昭和30年)
- 4) 京大農学部農化教室編, 農芸化学実験書 第1巻, p. 263-265, 産業図書, 東京 (昭和37年)
- 5) 麻生慶次郎, 新土壌学簡易実験法, p. 14, 15, 日本農林社, 東京 (1950)

(昭和52年7月25日受理)

(昭和52年10月5日分冊発行)

