

有機質資材の11年間連用による水田土壌の変化と水稲の収量

青山喜典*・大塩哲視*・松浦克彦**・津高寿和*

要 約

細粒黄色土 (造成相) の水田における堆肥の連用効果について、水稲を対象として11年間にわたって調査した。

- 1 オガクズ入り牛ふん堆肥 (以下、堆肥と略す) 連用により、試験終了時の断面調査では、作土層の増加を認めたが、仮比重、孔隙率の差は僅かで、孔隙率が僅かながら低下した。
- 2 水稲の平均収量は、堆肥無施用区 (稲わらほ場還元) に対して堆肥1t区は1%、堆肥2t区は2%、堆肥1t・ケイカル200kg区は4%増加した。堆肥による増収効果は当初3年が高かったが、その後低下した。
- 3 堆肥施用区の腐植含量は、堆肥無施用 (稲わらほ場還元) より高くなったが、連用による増加は僅かであった。堆肥無施用区 (稲わらほ場還元) の腐植含量はほとんど低下せず、水稲単作の半湿田では、稲わらのほ場還元で土壌の腐植含量をほぼ維持できるものと考えた。

Changes of Soil Properties and Yield of Rice with Successive Organic Matter Applications to Paddy Fields.

Yoshinori AOYAMA, Tetsushi OSHIO, Katsuhiko MATSUURA
and Toshikazu TSUTAKA

Summary

We researched the effect of successive organic matter applications to paddy fields on soil properties and productivity of rice over 11 years.

- (1) Composted organic matter applications of 2 t/10a/year increased the thickness of the plowed layer. But the bulk density and the porosity did not change between 0 t and 2 t of composted organic matter applications.
- (2) The rice yield from compost applications during the first 3 years, was higher than without compost application. After 4 years the difference in rice yield decreased between continuous compost applications of 1-2 t/10a/year and no compost.
- (3) With application of crop residue (rice straw), the content of soil organic matter was maintained without compost application. The content of soil organic matter increased with compost application of 1-2 t/10a during the first 6 years. But after 7 years, the content of soil organic matter did not increase with the continuous application of compost.

キーワード：水田，有機質資材，稲わら，腐植，窒素，水稲

緒 言

オガクズ入り牛ふん堆肥等の有機質資材や肥料の長期連用が、作物収量や土壌に及ぼす影響の把握は、土壌生産力の維持ないし増強に重要である。また、近年、土壌や水質に対する環境保全や資源の有効利用が重視されており、環境への負荷を軽減させる土壌管理対策をたてるのが不可欠である。

県下では、年間200万tもの家畜ふん尿が排出されており¹⁾、資源利用と環境保全の両面から、有機質資材として適正な施用が求められている。しかし、有機質資材の長期的な効果は、その種類、投入量、年数、土壌、対

象作物等により大きく異なる。

先に、著者らは、有機質資材の転換畑への影響を報告した²⁾。本報は、水田 (水稲) におけるオガクズ入り牛ふん堆肥の効果を取りまとめたので報告する。

材料及び方法

試験は中央農業技術センター内の水稲単作ほ場で1987～97年の11年間行った。土壌型は細粒黄色土造成相で、表土は灰色の埴壤土、下層土は黄褐色の埴土 (表土20cmは県下に広く分布する³⁾ 沖積水田表土) である。近隣の福崎気象観測所 (兵庫県福崎町) の年平均気温は14.1℃、年平均降水量は1,430mmであった³⁾。尚、試験7年目の1993年は低温寡照、8年目の1994年は高温早魃であった³⁾。

試験区は、無窒素区、堆肥0t (堆肥無施用) 区、堆

2001年8月30日受理

*中央農業技術センター **北部農業技術センター

肥1t区、堆肥2t区、堆肥1t・ケイカル200kg区の計5区を設置した。

試験区の規模は1区50㎡、1連制で、試験区の施肥量、施肥肥料名、使用したオガクズ入り牛ふん堆肥の分析値を表1に示した。尚、稲わらは全区ともは場還元した。

栽培概要は、品種「日本晴」(1991年のみ「あじまる」)、堆肥及びケイ酸苦土石灰(ケイカル)施用5月中旬、播種5月下旬、代かき、移植6月中旬、栽植密度30cm×16cm、基肥は移植直後表層施肥、中干し7月下旬～8月上旬、穂肥8月上旬、収穫10月上旬に行い、収穫後年内に「秋すき」(稲わらは場還元)を行った。生育調査は20株、収量調査は4㎡刈を試験区内の生育中庸なところで行い、水稻収穫後、土壌物理性は採土管法で、土壌の化学性は風乾細土を常法で測定した。

結 果

1 堆肥の連用が土壌断面と土壌の物理性に及ぼす影響

土壌断面の柱状図を図1に示した。下層土は埴土で、ち密度が高く透水性が悪く、水稻11作後の下層土には青灰色のグライ層が生じ、透水性が悪いことを示していた。

作土層は、堆肥0t区15cm、堆肥2t区17cmで、堆肥の施用により作土層の増加と土壌硬度の低下が認められた。

土壌の仮比重、孔隙率を図2、3に示した。仮比重、孔隙率の区間差は僅かで、孔隙率は全区とも僅かながら

低下した。

2 堆肥の連用が土壌の化学性に及ぼす影響

土壌の腐植、全窒素及び可給態窒素含量を図4～6に示した。腐植含量は当初から3.0%で、堆肥0t区でも稲わら施用によりほぼ同水準を維持した。堆肥連用区は、腐植、全窒素及び可給態窒素含量が増加したが、増加割合は僅かであった。

土壌養分の変化を図7～13に示した。土壌のpH及び交換性石灰は、無窒素区と堆肥・ケイカル区がやや高くなり、交換性カリは堆肥施用区でやや高くなったが、陽イオン交換容量、交換性苦土、可給態リン酸は各区に大きな差は認められなかった。可給態ケイ酸含量は、ケイ酸苦土石灰200kg施用区のみ高かったが、試験後半に増加傾向は認められなかった。

3 堆肥の連用が水稻の生育、収量に及ぼす影響

水稻の生育、収量を図14、15に示した。堆肥の施用により、水稻1作目(1987年)の収量は、2～4割増加し3作目まで増収したが、その後増収効果は低下した。7作目の1993年は多雨、寡照の異常気象で、生育が1週間ほど遅れ、無窒素の収量(479kg/10a)が一番高く、堆肥施用区は1～2割減収した。堆肥施用により全期間11年間の平均で、堆肥1t区は1%、堆肥2t区は2%、堆肥・ケイカル区は4%増収し、ケイ酸苦土石灰施用の効果が認められた。

表1 試験区の内容

試験区名	有機質資材等施用量 (t/10a)	堆肥の肥料成分量 (kg/10a)			肥料の三要素施用量 (kg/10a)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
①無窒素	0	0	0	0	6.4	9.6(3.2)	
②堆肥0t	0	0	0	9.6(3.2)	6.4	9.6(3.2)	
③堆肥1t	オガクズ入り牛ふん堆肥 1	4.7	5.1	7.0	9.6(3.2)	6.4	9.6(3.2)
④堆肥2t	オガクズ入り牛ふん堆肥 2	9.4	10.1	14.0	9.6(3.2)	6.4	9.6(3.2)
⑤堆肥・ケイカル	オガクズ入り牛ふん堆肥 1 ケイ酸苦土石灰 0.2	4.7	5.1	7.0	9.6(3.2)	6.4	9.6(3.2)

備考：()内は穂肥量 稲わらは全量ほ場還元
堆肥の成分(乾物当たり平均値) T-C:42.3%, T-N:1.2%, T-P₂O₅:1.3%, T-K₂O:1.8%, 水分:61%
基肥 無窒素区; 苦土入りリン酸カリ化成40号(0-20-20), その他の区; 塩加リン安(14-14-14)
穂肥 無窒素区; 塩化カリ, その他の区; 尿素入りNK化成(16-0-16)

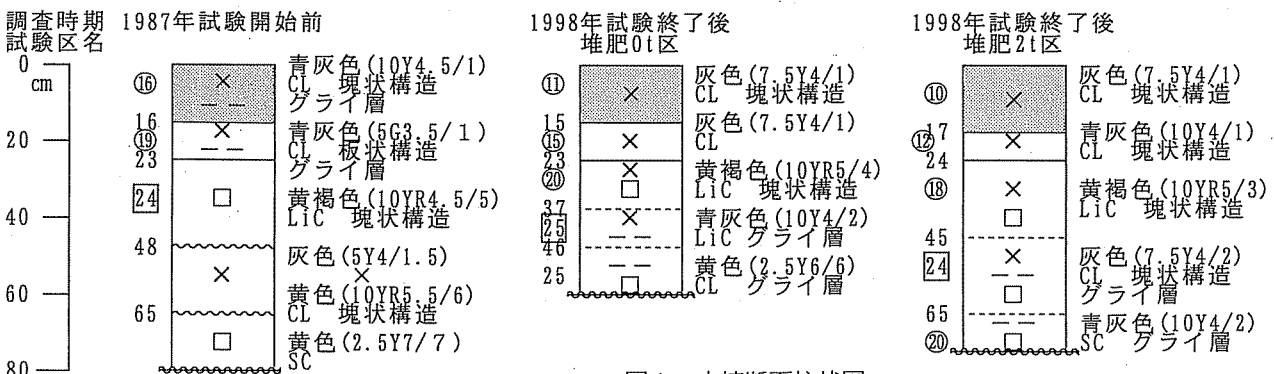
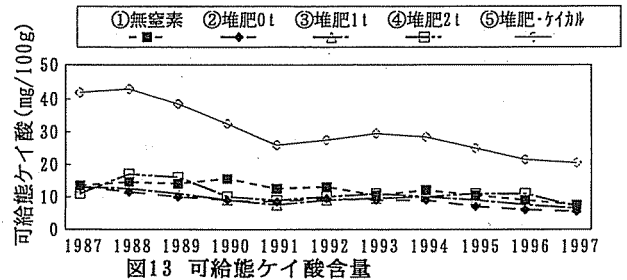
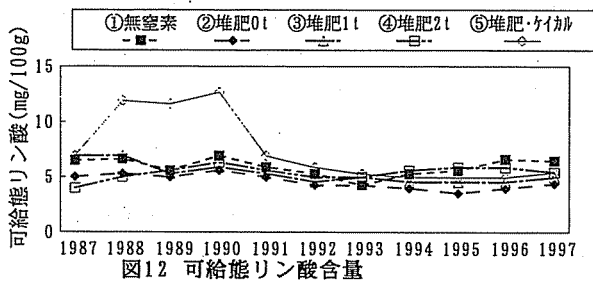
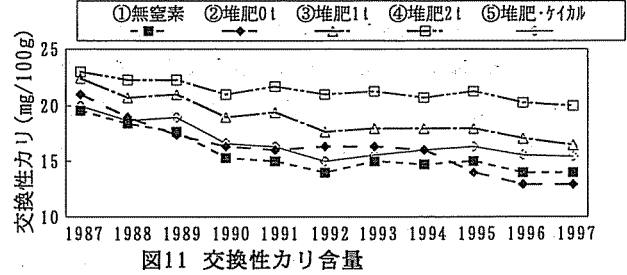
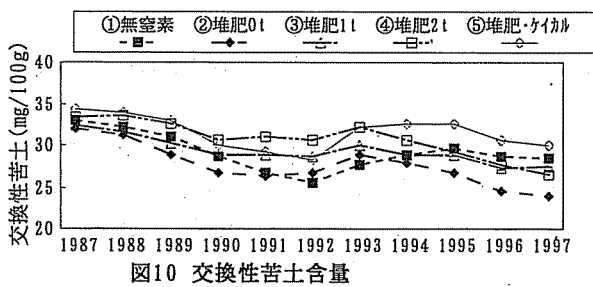
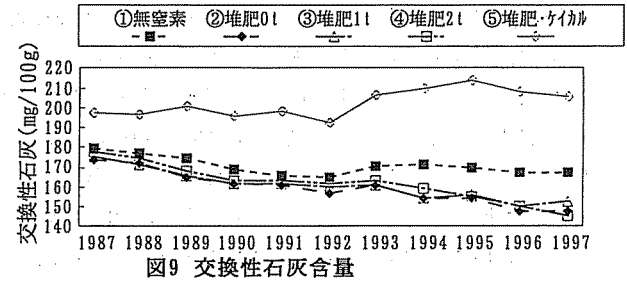
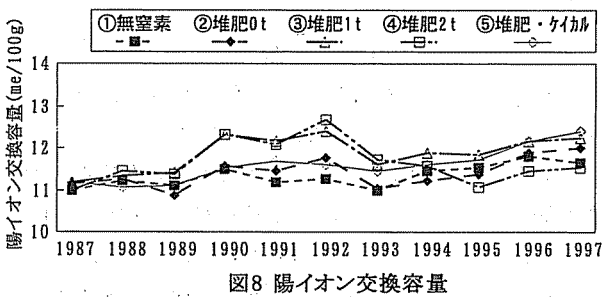
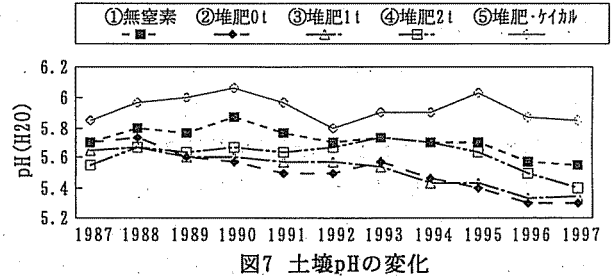
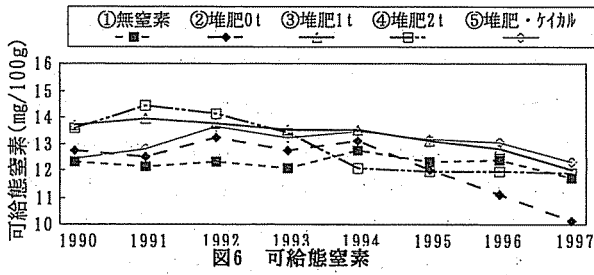
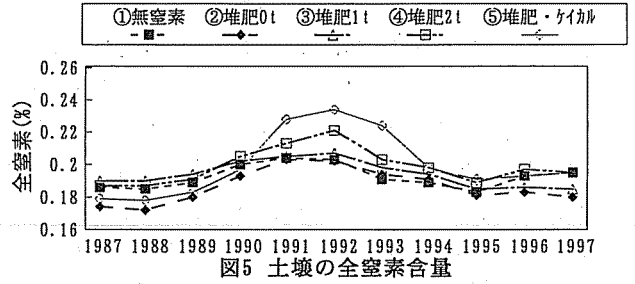
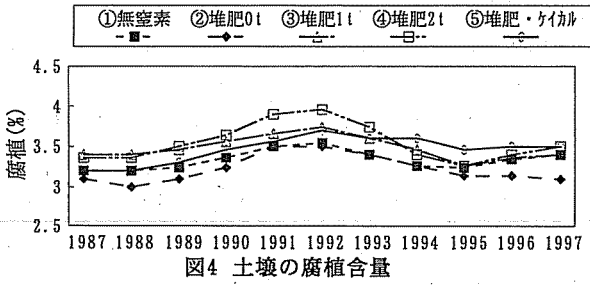
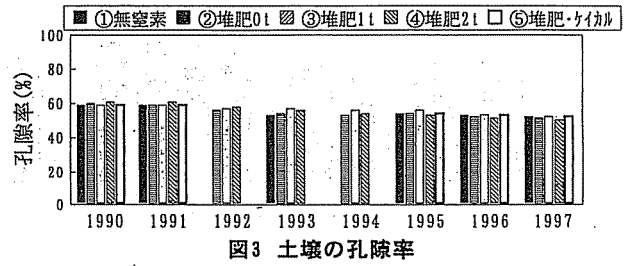
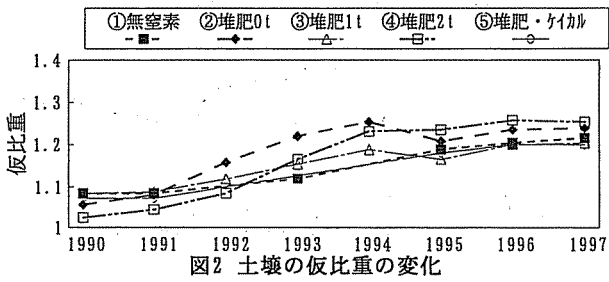


図1 土壌断面柱状図

○: 数字はち密度(山中式硬度計による値mm, □は20mm超)



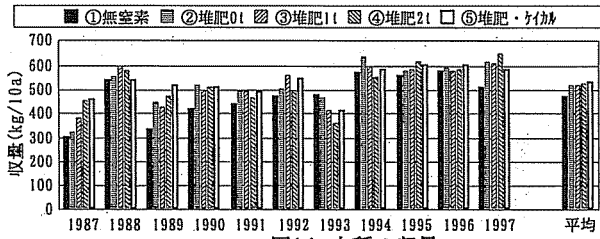


図14 水稻の収量

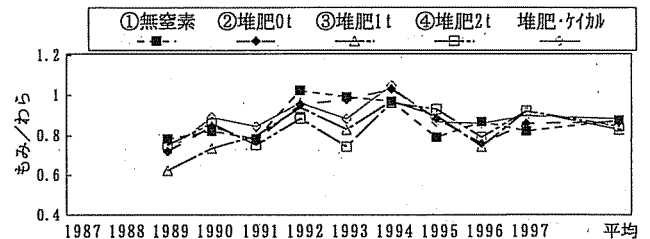


図15 もみ/わら比(1987, 88年は欠測)

考 察

1 堆肥の連用が土壤断面と土壤の物理性に及ぼす影響

オガクズ入り牛ふん堆肥の連用により、作土層の増加と土壤硬度(ち密度)の低下が認められた。有機質資材の施用効果として仮比重の低下、孔隙率の増加が指摘されている¹⁾。しかし、本試験では仮比重、孔隙率の差は僅かで、水稻を連作するにつれ孔隙率は僅かながら低下した。試験ほ場は、土性がCL~LiCの粘質で減水深が10mmの排水不良田(半湿田)であるため、堆肥を施用して耕耘しても代かき後、土壤孔隙が少なくなり孔隙率の増加につながらなかったものと考えた。

2 堆肥の連用が土壤の化学性に及ぼす影響

本試験は、水稻収穫後稲わらをほ場還元して行った。

堆肥連用区は、堆肥無施用区より腐植、全窒素含量がやや高くなったが、連用による増加割合は僅かで、堆肥無施用区でも、腐植含量は当初の約3.0%をほぼ維持した。

水稻に対する堆肥連用試験で^{5), 6)}、稲わらをほ場外に持ち出した場合、堆肥無施用では腐植や全窒素含量の減少が認められている。しかし、本試験と同様に稲わらはほ場還元した場合、無堆肥でも腐植及び全窒素含量が維持でき、堆肥を施用する腐植含量がさらに増加している。

土壤有機物の消耗の少ない水田連作ほ場(半湿田)では、稲わらのはほ場還元で、腐植含量の維持ができ、堆肥の上乗せ施用で腐植含量は増加するものと考えた。

3 堆肥の連用が水稻の生育、収量に及ぼす影響

堆肥施用により、水稻1作目(1987年)の収量は2~4割増加し3作目まで増収したが、その後増収効果は減少した。

牛尾⁸⁾は、稲わらのはほ場還元(秋すき)による増収効果を示している。また、稲わらのはほ場還元+堆肥施用+標準施肥では、当初2~3年は多収であったが、それ以降、過繁茂になり倒伏や病虫害の多発による低収を報告している。

試験当初、堆肥施用区(堆肥施用+稲わらのはほ場還元)は、土壤物理性や土壤養分が改善されて堆肥無施用区より増収した。しかし、水稻を連作し毎年稲わらのはほ場還元されることにより、秋すきの効果が現れて、堆肥無施用区でも土壤養分が富化し、堆肥施用区との収量の差が

減少したものと考えた。

連用年数が多くなる程、堆肥施用の効果が減少したのは、堆肥の施用の有無に関わらず施肥量を一定にしているため、堆肥施用区はトータルでの窒素施肥量(堆肥+化学肥料)が多く、過繁茂となり倒伏し易くなり、わら重の増加ともみ/わら比や収量の低下を招いたものと考えた。稲わらのはほ場還元を毎年行っている水田連作ほ場(半湿田)で、堆肥を施用する場合、施用量は1~2t/10aにとどめ、堆肥の連用に従って、堆肥や稲わらからの窒素供給量を考慮して減肥する必要があると考えた。

水田連作ほ場の場合、基本的には稲わらのはほ場還元で十分である。しかし近年、水田転作が増加し、畑転換による腐植等の消耗と、稲わらをはほ場還元できないほ場が増加している。そのような場合には、稲わらにかわるものとして堆肥1~2t/10aの施用が有効と考えた。

引用文献

- 二見敬三ら 有機質資材の多面的な特性と複合的施用技術(1995):土肥誌 66, 1, 65-70
- 近畿農政局兵庫統計情報事務所編:第48次兵庫農林水産統計年報(平成10~11),兵庫農林統計協会,2000
- 神戸海洋気象台 兵庫県気象月報 1987-1997
- 大塩哲視・三好昭宏・青山喜典・松浦克彦・齋藤教子・津高寿和(2000):有機質資材の連用による転換畑の土壤変化とタマネギの収量 兵庫農技研報 48, 22-27
- 柴原藤善・武久邦彦・小松茂雄・波部恒昭(1999):水稻に対する有機物および土づくり肥料の連用効果(第1報)水稻の生育収量,養分吸収および土壤の化学性の変化 滋賀農試研報 40, 54-77
- 津高寿和・砂野 正・堀江溢雄・田中平義(1986):水稻に対する有機物の連用効果と土壤養分の推移 兵庫農総セ研報 34, 9-12
- 津高寿和(1987):兵庫県下に分布する水田土壤の種類とその特徴, 18-20, 兵庫県農業総合センター
- 牛尾昭浩(1999):農業技術大系 土壤肥料編 第6-①巻, 20の1の2-5, 農山漁村文化協会 東京