

# 粗大有機物施用およびマサ土客土による 水田の畑土壌化の促進

後 俊 孝・原 田 昭 彦・小 松 武 治

## 要 約

後 俊孝・原田昭彦・小松武治 (1980) : 粗大有機物施用およびマサ土客土による水田の畑土壌化の促進・広島農試報告 42: 11~22

水田転換畑の畑地化促進対策として、粗大有機物 (稲わら, もみがら), マサ土及び生牛ふんの施用効果を農試内圃場 (細粒黄色土, 斑紋あり, 新野統) について検討した。

その結果、粗大有機物やマサ土の施用により、非毛管孔隙量及び気相率の増加が認められ、その効果はもみがら施用で顕著であった。また、小土塊の分布割合はマサ土施用により増加が大きかったが、転換後3作目の10~20cmの層位における再凝集傾向の軽減には、稲わら施用が僅かながら勝った。降雨後の排水速度の向上には、マサ土施用が最も効果的であった。粗大有機物や生牛ふん施用により腐植含量が高まり、とくに生牛ふん施用区は、土壌中の無機成分も富化の傾向にあった。転換直後は粗大有機物やマサ土による物理性の改善効果により、収量にも好影響を及ぼした。しかし、それ以降は、粗大有機物による窒素固定の影響が強く現われ、施用の効果が収量には反映しなかった。

## I 結 言

米の生産過剰にともない、1970年来の生産調整、1978年より10年間にわたる水田利用再編対策など、農産物の総合的な自給力向上を図る施策の実施により、水田の畑転換が図られている。一方、本県の普通畑の分布面積は少なく<sup>2)</sup>、野菜を安定供給するための産地拡大においても、水田の野菜畑への転換が今後も増加するものと思われる。

ところで、水田に畑作物を導入する場合、畑作物は水稲に比べ酸素要求度が高く<sup>1),15)</sup>、土壌の酸化、空気率の増加を図ることが重要となる。水田を畑地化した場合の土壌の理化学性の経時変化や作物の生育、収量などについては、すでに多くの報告がある。これらによると、水田土壌の有する凝集性、親水性や、下層の不透水層さらには地下水位の高いことによる高土壌水分と透水性および通気性の不良、並びに大土塊形成など畑化の不良要因が多く指摘されている。それらの対策として、高畦栽培<sup>13)</sup>や転換前の稲作期間から畑化促進のための乾田直播栽培<sup>7)</sup>あるいは暗渠排水や心土破碎など<sup>3,15)</sup>が有効であるとされている。

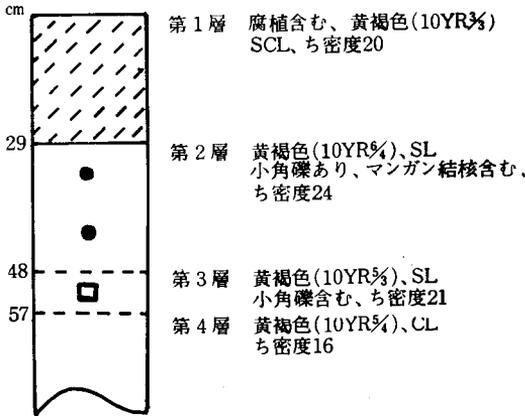
一方、畑転換を行う場合、土壌の種類によっては暗渠排水を施工する必要性のない水田があり、作土層のみを改善することによって十分に畑地化される水田もある。この種土壌は新野統 (細粒黄色土・斑紋あり) で、広島県内に約2,000ha存在する<sup>2)</sup>。

そこで、水田としての形態を残したまま、明渠による地表排水を促進し、畑転換後早期に透水性、通気性を付与する目的で粗大有機物 (稲わら, もみがら) の施用及びマサ土 (砂質壤土) の客土による畑化の促進効果を試験し、転換後の野菜の生育、収量について検討した。

## II 試験方法

本試験は広島農試内水田圃場を用い、供試水田の土壌断面形態や理化学的性質は第1図及び第1表、第2表のとおりで、土壌は新野統 (細粒黄色土, 斑紋あり) である。この土壌統では、明渠を排水対策として行うことにより乾田化できると考え、土壌改良対策は作土層 (0~20cm) のみの処理を主とした設計とした。

試験区は第3表のとおりで、1970年秋より開始した。稲わら初年目施用区及び連年施用区は、第1作目に稲わ



第1図 土壌断面柱状図  
(細粒黄色土, 斑紋あり, 新野統)

ら施用量の半分を約5cmに切断し全面施用を行い、残りの半量は無切断のまま畦の内部に埋設した。なお、連年施用区の2作目以降は、全量を約5cmに切り全層すき込みとした。もみがらの施用は、初年目施用区及び連年施用区とももみがらを表面に散布し、ロータリー耕で均一にすき込んだ。但し、もみがら連年施用区は1971年の

冬作より設定した。

マサ土(花崗岩風化土)施用区は第1作目にまき溝にのみ施用し、次作以降はそのまま耕起し新たに施用は行わなかった。供試したマサ土の土性はS L, 礫含量30.5%, pH(H<sub>2</sub>O) 5.5, 全窒素0.01%, 腐植0.17%, 置換容量4.5me, 置換性石灰32.3mg (100g風乾土以下同じ), 苦土24.9mg, 加里7.5mg, トルオーグ磷酸0.2mgであった。

さらに、1972年冬作より土壌養分の富化効果をあわせて検討するため、生牛ふん施用区を新たに設定し、毎作10a当り6tの生牛ふんを連用した。供試牛ふんは乳牛のものを1ヶ月程度野積みしたもので、現物の平均成分

第1表 供試圃場の三相分布

層位 (cm)	深さ (cm)	三相分布(%)			全孔隙量 (%)	非毛管孔隙量 (%)	仮比重 (cm <sup>3</sup> /g)
		固相	液相	気相			
1	0~29	52.2	41.6	6.2	47.8	3.9	1.28
2	29~48	65.2	25.1	9.7	34.8	7.8	1.69
3	48~57	63.2	26.9	9.9	36.8	9.4	1.64
4	57~	60.0	39.7	0.3	40.0	0.4	1.52

第2表 供試圃場の化学性

層位 (cm)	深さ (cm)	pH		置換酸度 (Y <sub>1</sub> )	全窒素 (%)	全炭素 (%)	塩基置換容量 (me)	置換性塩基(mg/100g)			石灰飽和度 (%)	有効態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)
		H <sub>2</sub> O	KCl					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
1	0~29	6.2	5.2	0.2	0.12	1.40	10.26	150.3	7.7	5.5	52.2	4.2
2	29~48	6.6	5.4	0.2	0.03	0.18	5.41	129.4	13.1	4.1	85.3	2.4
3	48~57	6.5	5.4	0.2	0.13	0.13	5.41	103.1	15.1	3.4	68.0	2.8
4	57~	6.5	5.4	0.2	0.02	0.23	7.58	142.5	34.2	6.7	67.1	0.9

第3表 試験区及び作付の種類と資材施用量

試験区	'70年		'71年		'72年		'73年		'74年	総量 (t/10a)
	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏		
無処理										
稲わら初年目施用	3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
稲わら連年施用	3.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	9
もみがら初年目施用	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
もみがら連年施用	—	—	1	1	1	1	1	1	1	6
マサ土施用	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40
生牛ふん施用	—	—	—	—	6	6	6	6	6	24

含量は、含水率75.8%，C 7.0%，N 0.59%， $P_2O_5$  0.36%， $K_2O$  0.23%，CaO 0.55%，MgO 0.17%であった。

作目は転換初年目にニンジン（チャンテネー・イングループド），2作目にピーマン（カリフォルニア・ワンダー），3作目にキャベツ（秋蒔中早生）を供試した。4作目以降は，夏作にニンジン（黒田五寸），冬作にキャベツ（春風2号）を供試した。栽培法は，広島県の野菜栽培指針に準じた。ただし，生牛ふん施用区では基肥

の窒素施用量を半量とした。

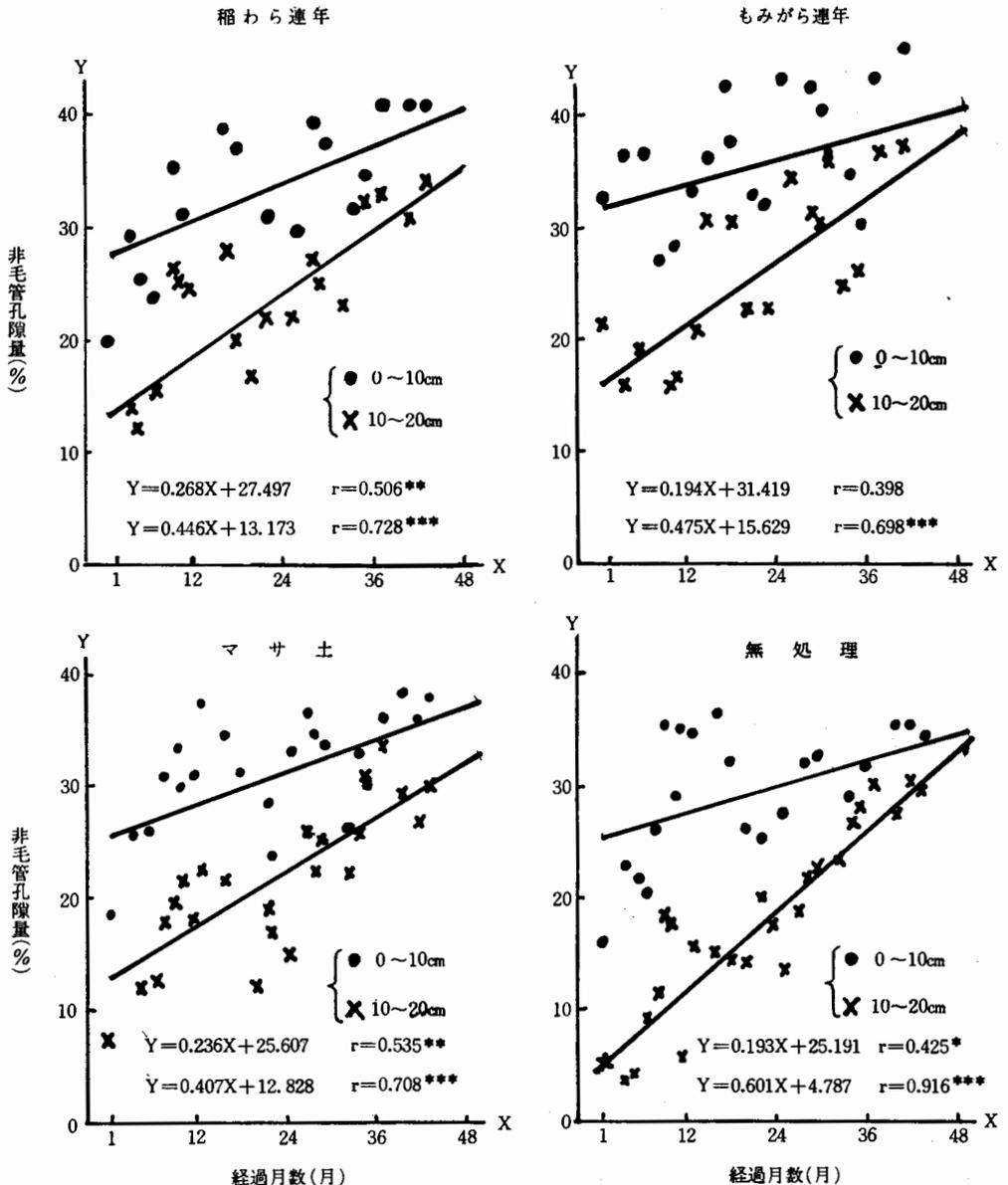
なお，土壌および作物体の分析法はつぎのとおりである。

〔土壌関係〕

化学性：地力保全基本調査における分析法による。

pF 水分率：100mlの金属円筒で採土し，pF1.5は土柱法，pF2.0，2.5は吸引法，pF3.0は遠心法によった。

土壌水分張力：テンシオメーター法による。



第2図 畑転換後の期間と土壌の非毛管隙量の関係

土塊分布：篩別法による。

[作物体関係]

全窒素：硫酸分解法による。

### III 試験結果

#### 1. 非毛管孔隙量及び三相分布

通気性及び透水性の1指標として、非毛管孔隙量の経時変化を第2図に示した。

非毛管孔隙量は、転換後作付期間の経過ともない増加し、処理の有無にかかわらず正の相関が認められ、無処理区で次のような式が得られた。

$$Y = 0.193X + 25.191 \quad r = 0.425^* \quad (0 \sim 10\text{cm})$$

$$Y = 0.601X + 4.787 \quad r = 0.916^{***} \quad (10 \sim 20\text{cm})$$

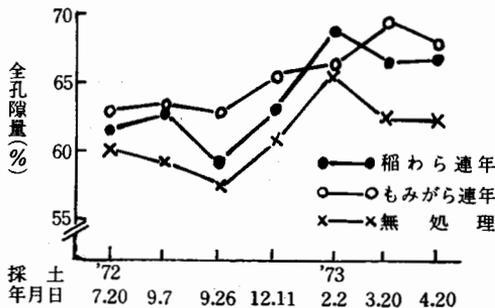
Y：非毛管孔隙量(%) X：転換後経過月数

いずれの処理区でも表層(0~10cm)では転換初期より25%以上と高く、その後の増加は僅少であった。処理の効果は、もみがら施用区、稲わら施用区の非毛管孔隙量が多く、もみがら施用区では転換当初より30%に達した。稲わら連年施用区では1年経過後に30%となり、その他の区では1.5~2年経過後にその値に達した。

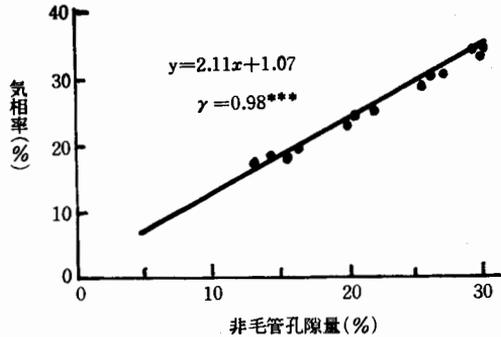
これに対し、次層(10~20cm)では、転換初期、無処理区の非毛管孔隙量が最も少なく、他の処理区は2~3倍と多かった。また、次層の非毛管孔隙量が30%に達するには、もみがら連年施用区で2.5年、稲わら連年施用区で約3年、その他の区では3.5年となった。

全孔隙量も無処理区に比べて、稲わら及びもみがらの施用区で多くなり、とくに気相率が増加した。また、これら粗大有機物の毎作連用により、全孔隙量はさらに増加し、もみがら連年施用区の表層では60~70%と稲わら連年施用区より多く推移した(第3図)。マサ土施用区的全孔隙量は、全期間表層、次層とも51.7~66.3%の範囲で推移し、層位間に差がなく、変化の幅も小さかった。

また、図に示さなかったが、生牛ふん施用区的全孔隙



第3図 全孔隙量の経時変化(0~10cm)



第4図 非毛管孔隙量と気相率の関係

量もかなり増加したが、非毛管孔隙量の増加は少なかった。

気相率は非毛管孔隙量の多い程多くなり、両者に高い相関が認められた(第4図)。

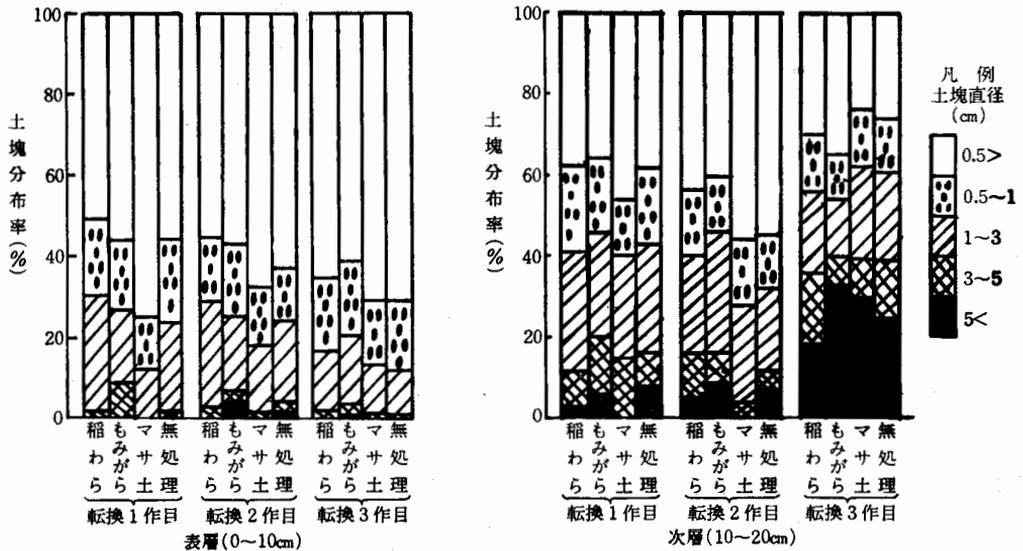
容積重は転換後、時間の経過とともに低下の傾向にあり、稲わら、もみがら及び生牛ふん施用区で低下割合が大きかった。

#### 2. 土塊分布

転換第1作から第3作までの収穫時における土塊分布調査を稲わら初年目施用区、もみがら初年目施用区、マサ土施用区及び無処理区について行った結果は、第5図に示した。

表層(0~10cm)における直径0.5cm以下の小土塊の分布は、転換1作目ではマサ土施用区が75.2%と最も多く、他の区も51.0~56.4%と50%以上を占めていた。また、いずれの処理区でも2作目は55.6~67.5%、3作目61.1~71.3%と小土塊は増加の傾向にあった。これに対して、5cm以上の大土塊は、1作目においてすでにいずれの区においても認められず、3cm以上の土塊も10%以下と少なかった。また、2作目、3作目ではさらに減少し、もみがら初年目施用区の2作目が約7%であった他は5%以下であった。

深さ10~20cmにおける0.5cm以下の小土塊分布割合は、1作目ではマサ土施用区が45.1%であった他は、36.0~38.5%と30%台であった。2作目では、いずれの処理区でも漸増の傾向にあったが、3作目では減少が認められ、1作目より少ない小土塊割合となった。これに対して、3cm以上の土塊は、1、2作目では20%以下であったが、3作目において35.1~40.4%と多くなった。しかし、5cm以上の土塊の割合は、稲わら初年目施用区が他の区より少ない傾向にあり、無処理区より5.5%少なかった。



第5図 土 塊 分 布 率

3. 土壌の水分張力

土壌の内部排水の1指標として、夏期、降雨後における土壌の水分張力の変化を地表下20cmにおいて調査した(第6図)。その結果、pF 1.5の値を示す日数は、マサ土施用区は1.7日、稲わら連年施用区では2.5日、さらに無処理区は3.7日を要した。

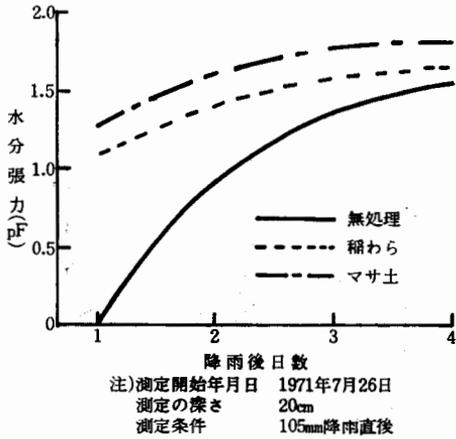
pF と水分率の関係は第4表のとおりである。転換後4作目の pF 1.5における水分率は、稲わら及びマサ土

の施用によって、表層(5~10cm)、次層(15~20cm)とも無処理区より少ない。しかし、転換後2作目であるもみがら連年施用区は、無処理区より高い水分率となった。

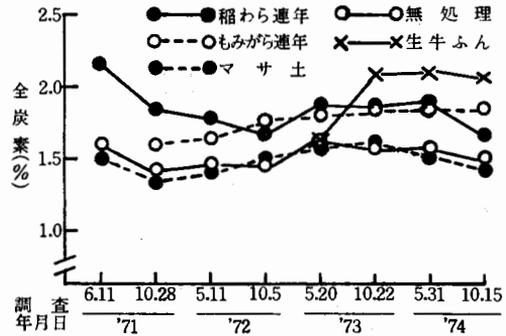
一方、pF 3.0における表層の水分率は、もみがら連年施用区も無処理区より低かった。また、表層における正常生育有効水分(pF 1.5~3.0)の水分率は、無処理区の5.4%に対し、有機物及びマサ土施用区は7%以上であった。

第4表 pF値と水分率の関係(1972年9月)

試 験 区	層 位	深 さ (cm)	水 分 率 (容 積 %)				
			pF0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0
無 処 理 (4作目)	1	5~10	44.9	34.8	30.9	30.0	29.4
	2	15~20	48.5	38.4	31.8	29.9	29.0
稲わら連年(4作目)	1	5~10	42.1	31.6	26.2	24.9	24.2
	2	15~20	43.6	35.7	31.2	29.9	29.0
もみがら連年(2作目)	1	5~10	48.0	36.2	31.0	28.5	25.4
	2	15~20	49.0	40.2	35.5	33.1	31.9
マサ土(4作目)	1	5~10	45.2	33.6	30.4	26.6	24.7
	2	15~20	44.8	32.9	28.1	25.7	23.5



第6図 降雨後における土壌水分張力の変化



第7図 作土(0~20cm)の全炭素の推移

4. 土壌の化学性の変化

1) 炭素含量

第7図に示したとおり、転換時における土壌の炭素含量は約1.7%で、その後無処理区では低下し、1.5%前後で経過した。稲わら連年施用区は転換時に10a当り、3.5t施用することにより2.1%と増加したが、その後毎作0.5tの施用では1.8~1.7%まで低下した。しかし、毎作の施用量を1tとすると炭素含量は僅かながらも増加し、1.9%前後で経過した。もみがら施用区は、毎作1t施用することにより増加の傾向にあった。また、稲わら及びもみがら初年目施用区は、1作目に増加がみられ、2作目以降は漸減するが、4作目においても無処理区に比べ0.2%前後高い炭素含量を示した。

マサ土施用区の炭素含量は1.5%前後と低く推移し、無処理区とはほぼ同じであった。また、生牛ふん施用区で

は毎作0.6t/a施用することにより、2作目には2.1%となり増加が著しかった。

2) 土壌 pH および化学性

土壌の化学性は次のような経過を示し、最終作跡地土壌(1974年10月)においては、第5表に示したとおりである。

土壌 pH は生牛ふん施用により適正な値で経過したが、他の区は作付け回数を増すに従って低くなり、最終作跡地土壌では無処理区及びマサ土施用区が最も低かった。

全窒素は、無処理区に比べて生牛ふん施用区、稲わら連年施用区が高く、他の処理区は無処理区とほとんど差がなかった。置換性石灰及び苦土は生牛ふん施用区で増加がみられ、加里は稲わら及びもみがら連年施用区で多くなった。塩基置換容量は、生牛ふん施用区が施用4作目では12.2meと、無処理区より約1.7me高くなった。稲わら及びもみがら連年施用区も塩基置換容量の増加が認められたが、マサ土施用区では小さかった。

第5表 跡地土壌の化学的性質(1974年10月)

試 験 区	pH (H <sub>2</sub> O)	全窒素 (%)	全炭素 (%)	塩基置換容量 (me)	置換性塩基(mg/100g)			石 灰 飽和度 (%)	トルオーグ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
無 処 理	5.1	0.14	1.48	10.5	84.2	19.3	16.1	28.5	20.5
稲 わ ら 連 年	5.4	0.16	1.67	11.5	114.3	26.2	26.8	35.5	20.5
も み が ら 連 年	5.5	0.13	1.86	11.5	118.3	23.8	25.2	36.8	16.2
マ サ 土	5.0	0.14	1.43	10.4	81.5	20.3	18.2	27.9	17.5
生 牛 ふ ん	5.8	0.17	1.95	12.2	170.0	31.2	18.0	49.7	18.8

注) 採土部位 0~20cm

転換時の有効態リン酸は2.9 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/100g と非常に少なかった。しかし、作付回数増加にともない漸増の傾向にあり、最終跡地土壌では20mg/100g 前後となった。

## 5. 収 量

夏作物としてニンジン（初作目のみピーマン）、冬作物としてキャベツ（初作目のみニンジン）を供試して、各処理区の収量指数を無処理区と比較検討した結果は、第6表のとおりである。

稲わら初年目施用区の収量は、転換第1作目の冬作（ニンジン）で118（対無処理区比）と高かった。しかし、2作目以降は83~101と無処理区とはほぼ同じか、低い収量を示した。稲わら連年施用区も、1作目の収量が、126と高かった。2作目の夏作（ピーマン）では、無処理区より5%程度低収となったが、3作目以降は無

処理区とはほぼ同じか、より以上であった。

もみがら初年目施用区の第1作目の収量は、対無処理区比が135と最も高位であった。また、2作目以降は、3作目（キャベツ）、4、6、8作目（ニンジン）で無処理区と同等かより高い収量を示した。もみがら連年施用区の1作目は、対無処理区（3作目）比66と低く、3作目で無処理区（5作目）並となったが、無処理区より高位とはならなかった。

また、稲わら初年目施用区は、夏作ニンジンで収量が低位となり、これに対して、稲わら連年施用区及びもみがら施用区では、冬作のキャベツで低収となる傾向であった。

マサ土施用区の第1作目の収量は129と高く、2作目以降も無処理区より2~4%高かった。一方、生牛ふん施用区は、2作目（1973年夏作）で無処理区より高い収量を示した他は、かなり低い収量であった。

第6表 収 量 (対 無 処 理 区 比)

試 験 区	'70		'71		'72		'73		'74
	冬 ニンジン	夏 ピーマン	冬 キャベツ	夏 ニンジン	冬 キャベツ	夏 ニンジン	冬 キャベツ	夏 ニンジン	
無 処 理	100	100	100	100	100	100	100	100	100
稲 わ ら 初 年 目	118	100	94	95	101	83	101	90	90
稲 わ ら 連 年	126	95	100	111	99	105	97	99	99
も み が ら 初 年 目	135	94	101	113	89	98	92	101	101
も み が ら 連 年	—	—	66	83	97	100	91	96	96
マ サ 土	129	102	100	104	104	102	104	95	95
生 牛 ふ ん	—	—	—	—	73	111	66	87	87

第7表 収穫物の窒素含有率及び吸収量 (1972~1974年)

試 験 区	キャベツ('72)			ニンジン('73)			キャベツ('73)			ニンジン('74)		
	含有率(%)		吸収量	含有率(%)		吸収量	含有率(%)		吸収量	含有率(%)		吸収量
	外葉	結球	(g/株)	葉部	根部	(mg/株)	外葉	結球	(g/株)	葉部	根部	(mg/株)
無 処 理	3.42	3.86	4.47	2.91	1.87	672	3.90	4.10	5.33	2.55	1.44	442
稲 わ ら	3.70	3.95	4.52	3.10	1.98	591	3.74	4.28	5.18	2.48	1.63	457
	3.55	3.67	4.31	2.98	1.79	633	3.34	3.70	4.51	2.30	1.61	427
も み が ら	3.60	4.13	4.39	2.85	1.54	558	3.69	4.28	4.95	2.34	1.59	485
	3.50	4.11	4.17	2.44	1.71	578	3.57	3.83	4.70	2.49	1.37	513
マ サ 土	3.60	4.07	4.74	2.89	1.54	683	3.81	4.18	5.39	2.63	1.45	431
生 牛 ふ ん	3.20	3.60	3.22	2.46	1.45	515	2.88	3.35	3.14	1.78	0.85	242

## 6. 窒素含有率および吸収量

第5作～8作における窒素含有率及び吸収量を、第7表に示した。

窒素含有率は、稲わら初年目施用区が無処理区に比べて、ほぼ同じかやや高い傾向にあった。もみがら初年目施用区及びマサ土施用区は、無処理区とほぼ同様の含有率であった。これに対して、稲わら及びもみがら連年施用区は無処理区より1割程度低い含有率を示し、生牛ふん施用区は最も低い含有率を示した。

1株当たり窒素吸収量は、マサ土施用区及び無処理区が最も多く、生牛ふん施用区は少なかった。また、稲わら及びもみがら施用区では、初年目施用区が連年施用区に比べてやや多い傾向にあった。

## IV 考 察

畑作物の湿害は土壌の乾湿そのものより、過湿にともなう土壌空気量の減少が根に各種の悪影響を及ぼすことが原因である<sup>14)</sup>といわれている。また、土壌空気孔隙量と土壌通気性との間に密接な関係があり、土壌空気孔隙量は作物の生育を左右する重要な因子で、キャベツは24%<sup>15)</sup>、ハタサイでは30%<sup>16)</sup>が必要といわれている。また、山崎<sup>14)</sup>は、土壌の空気率が30～35%あれば、土壌中に多量の可分解性の有機物があっても、湿害の恐れはないと報告している。気相率は非毛管孔隙量と正の相関が認められ、本土壌において30～35%の気相率を確保するためには、非毛管孔隙量が26.1～30.8%必要となる。したがって、非毛管孔隙量が30%まで達すれば湿害の恐れがないと考える。

非毛管孔隙量は処理の有無にかかわらず、作付回数経過にともない増加するが、これは、地条件下での耕起や乾湿の変化にともない、土壌構造が徐々に改善された結果と考えられる。また、表層10cmの深さでは、耕耘することにより畑転換当初から25%以上の非毛管孔隙量となる。さらに、もみがらを10a当り1t施用することにより、非毛管孔隙量は転換当初から30%となる。このように、表層10cmでは転換時に非毛管孔隙量は多く、通気性は良好であるとみられる。

しかし、表層下10～20cmの深さでは、転換1作目の無処理区の非毛管孔隙量は10%以下と非常に少ない。これに対して、稲わら、もみがらの施用あるいはマサ土の客土によって、転換時でも10%以上となる。非毛管孔隙量の改良目標を30%とした場合、もみがら連年施用区では転換後2.5年、稲わら連年施用区では3年で達する。し

かし、初年目のみの施用では、施用直後に非毛管孔隙量の増加は認められるが、2作目以降の増加の割合は小さく、同じ30%に達するには約3.5年を要し、無処理区と差がない。また、マサ土を客土した場合もほぼ同じで、転換初年目から非毛管孔隙量の増加は認められるが、その後の増加割合は小さく、30%に達するには3.5年を要した。

このように、もみがら及び稲わらの連用による非毛管孔隙量の増加に及ぼす効果は大きく、もみがらのそれは稲わらより大である。したがって、転換当初より通気性を高めるためのこれら粗大有機物の施用効果は大であり、北村<sup>5,6)</sup>も、もみがらの混入による気相及び透水性の増加を報告している。また、稲わら、もみがらなどの初年目のみの施用でも、処理後から非毛管孔隙量は無処理区より高く推移し、効果が認められた。

しかし、非毛管孔隙量の過剰は過乾になる恐れがあり、30%に達するまで、すなわち、もみがらの場合5作目、稲わらでは7作目まで毎作1tを連用すれば充分であると考ええる。また、非毛管孔隙量の増加は永続的に直線とは考えられず、一定の値あるいは期間以降の増加割合は漸減していくと考えなければならない。そして、その期間は転換後の処理により非毛管孔隙量の多かったもみがら、稲わらの初年目施用区の孔隙量が、無処理区とほぼ同一となる3.5～4年(7～8作)までと考えて大きな誤りはないであろう。生牛ふんの施用では、非毛管孔隙量の増加に及ぼす効果は明らかでなく、これは家畜排泄物を土中に投入した時、それに含まれる塩類の影響<sup>9)</sup>と、泥状的な有機物であることから、施用直後の土壌の物理性改良効果は少ない。

作物の生育に適正な土塊の大きさは、直径が0.2～0.5cm程度のものがよいと考えられるが(第8表)、水稻栽培では湛水代かきによって作土の構造が泥状化し、土壌の親水性が大きく、落水後の耕起による碎土性が悪いため大土塊が形成され易い<sup>9)</sup>。土塊は大きくなるにしたがい、発芽歩合や発芽勢の低下<sup>8)</sup>がおきる。

表層(0～10cm)における直径が0.5cm以下の小土塊

第8表 土塊の大小と生育

土塊直径 (cm)	白 菜 (は種後68日)		
	全葉重 (g)	乾物重 (g)	乾物率 (%)
3～1	58.4	4.0	6.9
1～0.5	80.7	7.4	9.1
0.5～0.2	102.3	10.0	9.7
0.2以下	95.0	10.5	11.1

割合は、マサ土の施用により最も多くなった。しかし、他の処理区でも50%以上を占めており、2作目、3作目と漸増の傾向を示した。このように、表層下10cmまでにおける土塊は、耕起や中耕あるいは乾湿の変化、冬期の氷結、融解などによって、小土塊の割合が増加したと考えられる。

しかし、次層（10～20cm）における0.5cm以下の小土塊分布割合は、マサ土施用により多くなったが、他の処理区では、30%程度しか認められなかった。また、稲わらあるいはもみがらなどの施用による小土塊の増加は明らかではなかったが、5cm以上の大土塊の割合が稲わら施用区で幾分減少する傾向がみられた。これは、稲わら及びもみがらともに初年目のみ施用の場合であり、これらの施用による全孔隙量や非毛管孔隙量の増加にともなう土壌の膨軟化への影響が充分でなかったためと考えられる。

さらに、転換後3作目の次層では、小土塊が減少し大土塊が増加している。これは、転換後3作目においてもなお水田土壌の性質が残り、降雨や踏圧の影響を受けて再凝結すること、また、耕起が小型ロータリー耕によるため、土塊の破壊が表層下12cm前後にとどまったことなどによると考えられる。しかし、この傾向は稲わらの多量施用により、僅かながら軽減されるようである。

水田転換畑では土壌の親水性が大であるため、多雨時土壌の水分率が高く持続され易く、作物生育上、土壌の排水性が問題となる。そこで、転換後2作目に105mm降雨直後より土壌の水分張力の変化を調査した結果、地表下20cmの深さでpF 1.5の水分張力を示す期間が、マサ土施用区で1.7日と最も速かった。次いで稲わら連年施用区が2.5日、無処理区は3.7日を要した。このことは、無処理区ではかなり長日にわたり過湿状態になっていることを示しており、作物が湿害を被る恐れが最も大きいといえる。

正常生育有効水分限界のpF 3.0<sup>D</sup>における表層の水分率は無処理区が最も高く、もみがら施用区では転換初年目にもかかわらず、無処理区より4%程度低かった。さらに、pF 1.5から3.0にいたる無処理区の減水水分率は5.4%と最も少なく、pF 値が高くなっても水分率は低下しなかった。このように、無処理区では転換後4作目を経過したにもかかわらず、高土壌水分状態を持続した。一方、稲わら、もみがら及びマサ土の施用は全孔隙量及び非毛管孔隙量が増加するので、pF 3.0に達するまでの水分の減少速度が向上したものとみられる。しかし、マサ土（砂質壤土）の客土は透水性の促進効果が高い反面、保水性に乏しく、多量に施すことは乾燥害を被

る懸念がある。

水田土壌の腐植含量は概して高いが、転換後畑期間を経過すると漸減の傾向にある。しかし、稲わら、もみがらなどの粗大有機物の施用により、腐植含量は増加し、10a当り1t程度の連用によってその量は維持されるものと考えられる。また、生牛ふんを毎作6t施用することによる腐植の増加は大であった。

さらに、生牛ふんの施用は土壌中の石灰含量を高め、pHも適正に維持される。しかし、粗大有機物やマサ土の施用区では無処理区と同様に、徐々にpHが低下する傾向にあった。これは、畑転換することにより、降雨による塩基の流脱や多肥栽培のため土壌の酸性化が進むので、石灰資材の適正な施用を行って塩基を補給しておく必要がある。全窒素も生牛ふんの施用により漸増の傾向にあった。稲わら連用も蓄積の傾向がみられたが、もみがら連用では炭素含量は増加したが、全窒素は増加しなかった。すなわち、もみがらは未分解物として残存していることを示している。

稲わら及びもみがらの施用あるいはマサ土の客土により、転換1作目は無処理区より収量は高位となった。しかし、2作目以降は無処理区とはほぼ同じとなり増収効果は明らかでなく、これは、転換直後は土壌条件が非常に悪いいため粗大有機物やマサ土の施用により、通気性や透水性の改善効果がよく現われたことから、転換時の収量は高くなったものと考えられる。しかし、2作目以降では無処理区の土壌条件も幾分良好となり、各処理による物理性の改善効果より資材施用による窒素固定の影響が強く現われ、土壌の物理性が改善されたにもかかわらず、同一施肥量としたため、収量増に結びつかなかったものと考えられる。

収穫物の窒素含有率は、稲わらやもみがらの連用により低くなった。これは、未熟な有機物を施用したための窒素固定あるいは、透水性の向上にともなう養分流脱の影響と考えられる。また、生牛ふん施用区が低窒素含有率となったのは、基肥施用窒素を半量としたため無機態窒素量が少なく、また、生牛ふんは無機化が少ないため、有機態窒素として土壌に蓄積されたためと考えられる。

以上のように、水田を畑転換する場合の物理性の改良法として、稲わら、もみがらの施用はとくに転換初年目に通気性の増加、緻密化の防止などの効果が認められる。さらに、持続性を高めるために毎作10a当り1tを5～6作連用する必要があると考える。また、マサ土などの砂質土の客土も同様に効果が認められるが、いずれの場合も窒素の増施など養分補給を並行する必要がある。

## V 摘 要

水田転換畑の畑地化促進対策として、粗大有機物（稲わら、もみがら）、マサ土及び生牛ふんの施用効果を農試内圃場（細粒黄色土、斑紋あり・新野統）について検討した。

1) 非毛管孔隙量は作付期間の経過にともない増加し、無処理区で次式が得られた。

$$Y = 0.193X + 25.191 \quad r = 0.425^* \quad (0 \sim 10\text{cm})$$

$$Y = 0.601X + 4.787 \quad r = 0.916^{***} \quad (10 \sim 20\text{cm})$$

Y；非毛管孔隙量(%) X；転換後経過月数表層(0~10cm)では、転換初期より非毛管孔隙量は多かった。しかし、次層(10~20cm)では転換時は少なく、粗大有機物やマサ土の施用による増加が認められた。また、非毛管孔隙量が多い程気相率も高く、両者間に高い相関がみられた。

2) 表層(0~10cm)における、直径0.5cm以下の小土塊の割合は経時的に増加した。しかし、次層ではマサ土施用区を除いて、小土塊分布は少なかった。また、転換後3作目に、直径5cm以上の大土塊分布割合の増加が認められ、稲わら施用区でその傾向が軽減された。

3) 降雨後における排水速度は、マサ土施用区が最も速く、稲わら施用によっても促進された。無処理区は最も高土壌水分で推移した。

4) 粗大有機物及び生牛ふんの施用により、腐植は増加した。土壌 pH は生牛ふん区を除いて低くなり、生牛ふんの施用により土壌中の各成分の増加が認められた。

5) 稲わら、もみがらあるいはマサ土の施用などの土壌の物理性の改良により、転換第1作目の収量は多くなった。しかし、2作目以降は施用資材の窒素固定作用が強く現われ、窒素吸収量が低下し、その傾向は連用区で大きく、収量も無処理区とほぼ同様であった。

## 引用文献

1) 土壌物理性測定法委員会：1972. 土壌物理性測定

法. 養賢堂. 112—113.

2) 広島農試：1978. 地力保全基本調査総合成績書. 広島県(34). 189—293.

3) 石川昌男・酒井一・石川実・梶田貞義・小坪和男・黒沢晃：1971. 水田の畑転換における技術的問題と対策—水田の畑転換と土壌条件1—. 農業技術 26：151—156.

4) 上郷千春：1961. 田畑輪換栽培における土壌の変化と施肥法. 農業及園芸 36：645—648.

5) 北村邦彦：1976. モミガラ利用による土壌改良に関する研究(第1報). 石川短大研報 5：48—55.

6) ————：1977. ———— (第2報). 石川短大研報 7：27—31.

7) 河本泰・佐近剛・宮地勝正・植木博秀：1978. 畑転換のための水稲乾田直播栽培における畑土壌化の促進・広島農試報 40：1—8.

8) 倉田久治・山口隆・米元孝一・菅野考己：1967. 菜種の直播栽培に関する研究. 東近農試研報 16：61—76.

9) 宮本征一・長堀金造：1974. 除塩の基礎. 土壌の物理性 29：27—32.

10) 森哲郎・小川和夫：1967. 土壌の物理的要因と作物の生育に関する研究. 東近農試研報 16：77—104.

11) 中川喜雄・水田昌宏・田中康隆：1967. 水田作そ菜の土壌水分に関する研究(第1報). 奈良農試研報 1：84—95.

12) 高橋浩之・沢沢梅次郎：1960. 田畑輪換栽培に関する研究(第4報). 関東東山農試研報 16：1—14.

13) 後俊孝・池宗勝三郎：1971. 水田転換畑の土壌条件と蔬菜の生育. 作物学研究集録 14：20—22.

14) 山崎傳：1952. 畑作物の湿害に関する土壌化学的並に植物生理学的研究. 農技研報B第1号：1—92.

15) 湯村義男・石原暁：1971. 心土破碎および深耕が土壌水の動態と作物の生育に及ぼす影響. 東近農試研報 22：84—97.

The Acceleration of Converting Paddy Soil into Characteristics  
Upland Soil for Vegetable Culture by Application  
of Coarse Organic Matters and Sandy (Masa) Soil

Toshitaka USHIRO, Akihiko HARADA and Takeharu KOMATSU

Summary

This study was carried out to make up a procedure to improve the paddy fields into the upland ones by application of soil improving materials. Rice straw, chaff, masa and cattle excretion were selected as the improving materials. Former three applied for physical improvement and the last both applied physical and chemical ones together.

Results obtained were summarized as follows;

1) At the start when the field converted into upland condition, non capillary pore in the surface layer less than 10 cm deep in soil was high enough to cultivate vegetables and that in the second one from 10 to 20 cm deep in soil was a little low against in the surface. Non capillary pore increased gradually in both layer with lapse of time without application, however, it was accelerated by the application of coarse organic matters and masa.

2) The rate of clod less than 0.5cm in diameter increased in the surface with lapse of time. It was more rapid increased by application of masa in both layers, however, the amount of increment in the surface was more than in the second. Rate of clod larger than 5 cm in diameter kept constant in the first and second cropping, however, it increased in the third cropping after conversion. But rice straw application brought lower increment than the others.

3) The speed of drainage after the rain was accelerated by the application of materials. Masa improved most evidently and the rice straw followed it.

4) The humus increased by applying coarse organic matters and cattle excretion. pH and exchangeable calcium tended to decrease by application except the cattle excretion which brought the increment in almost chemical components in the soil.

5) The yield of the vegetables in the first cultivation after conversion increased by application of coarse organic matters and masa as compared with that without application. However, in the succeeding croppings, it did not so much increased as in the first, because the decomposed organic matter increased and nitrogen absorption by vegetables was inhibited by the accumulated application of organic matters.