

稲・麦わら施用水田の土壤肥料的な研究

第5報 ほ場条件下における麦わら・稲わらの 分解過程と有機物施用に伴う土壌の変化

吉沢 崇・中山喜一

I 緒 言

筆者らは、水田への有機物の連用が、作物の生育・収量及び土壌に与える影響について検討している。その中で、第1、⁷⁾ 2報⁸⁾では、多湿黒ボク土の一毛作水田において、稲わら施用条件下での施肥窒素の利用状況及び稲わらの分解状況を明らかにした。また第3報¹⁶⁾では、稲わらの有無が施肥窒素の吸収利用に及ぼす影響及び稲わら中の窒素の利用状況をポット試験により検討した。一方、第4報¹⁷⁾では、灰色低地土の二毛作水田において、麦わら施用に伴う施肥窒素の利用状況の違いについて検討した。

ところで、一般に堆きゅう肥は、養分の供給源としての役割を始め、多くの効果が認められている³⁾が、水田への施用は、労働力の不足や良質堆きゅう肥の確保の面で困難な状況にあり、きわめて少ないのが現実である。そこで堆きゅう肥に代わるものとして、水稻単作地帯では、稲わらのすき込みが定着化している。しかし、栃木県南部を中心とした二毛作水田地帯で

は、機械作業や作物の初期生育の不安定を懸念して麦わら・稲わらの施用が少なく、今後地力の低下に伴う作物の生育・収量の不安定化が憂慮されている。

そこで本報では、灰色低地土の二毛作水田において、地力の維持・向上を計るうえで施用可能と考えられる麦わら及び稲わらについて、それらの分解過程と、施用法を異にした場合の土壌の理化学性に及ぼす影響について、堆肥施用と比較検討し、若干の知見を得たので報告する。

II 試験方法

試験は、栃木県農業試験場栃木分場で行った。供試土壌の主な理化学性とほ場の来歴は、前報¹⁷⁾に示したとおりである。また試験区の処理内容を第1表に示した。稲わら区及び稲・麦わら区には収穫したわらの全量を、堆肥区には各作に1 t/10 aの堆肥を施用した。なお供試した堆肥は、稲わらまたは麦わらに石灰窒素を添加し、1年程度堆積したもので、その品質の一

第1表 試験区の構成

処 理	麦 作			水 稻 作		
	堆 肥	稲 わ ら	施肥窒素	堆 肥	麦 わ ら	施肥窒素
無 窒 素 区	—	—	—	—	—	—
わら無施用区	—	—	+	—	—	+
稲 わ ら 区	—	+	+	—	—	+
稲・麦わら区	—	+	+	—	+	+
堆 肥 区	+	—	+	+	—	+

※ +は施用, —は無施用

第2表 供試堆肥の品質 (%)

T-C	T-N	C/N比	ヘミセルロース	セルロース	還元糖割合	リグニン	80%硫酸不溶 含窒素化合物
30.6	2.53	12.1	5.8	4.3	13.1	25.2	6.9

※ 1979年の水稲作に使用

例を第2表に示したが、ほぼ完熟したものである。

1. 麦わらの分解

1979年に収穫した麦わら(品種 アズマゴールデン)を20 cmに切断し、ガラス繊維ろ紙(TOYO GLASS FIBER GA 25 30×30 cm)に乾物で12.81 g包み、1979年6月20日に深さ7 cmの位置に埋設し、経時的に2連づつ採取し、分析に供した。

全炭素、全窒素、有機成分及び無機成分の分析法は、「堆きゅう肥等有機物の分析法」¹⁰⁾によった。

2. 稲わらの分解

第3表 麦わらの分解と炭素、窒素の変化

経過 月数	乾物 残存 率%	全炭素 %	全窒素 %	C/N 比	残存率%	
					全炭素	全窒素
0	100	44.3	0.36	123	100	100
0.25	82.0	46.3	0.39	119	86	89
0.5	76.7	48.2	0.41	118	83	93
1.0	71.7	47.5	0.43	110	77	86
1.5	65.6	47.0	0.46	102	70	84
2.0	64.5	47.8	0.50	96	70	90
2.5	47.1	48.0	1.00	48	51	131
3.5	36.3	48.2	1.46	33	39	147
9.5	34.3	48.7	1.44	34	38	138
11.5	30.8	47.3	1.32	36	33	113
13.0	25.0	48.9	1.46	33	28	101
15.0	23.4	47.0	1.78	26	25	116
16.0	20.7	44.4	1.78	25	21	102

1980年に収穫した稲わら(品種 日本晴)を20 cmに切断し、1980年11月5日に、乾物で16.25 gを麦わらと同様な方法で埋設した。また分析法も麦わらと同様に行った。

3. 跡地土壌の分析

土壌は、各処理区から水稲収穫直後に採取し、分析に供した。

全炭素は、小坂・本田・井碓法¹¹⁾で、全窒素はケルダール法¹¹⁾で、1982年水稲跡地の窒素の形態分析は、BREMNERの方法¹⁾で分析した。またち密度は、山中式硬度計を用い、深さ7 cmの位置で、三相分布は深さ2~7 cmの位置で、1980年水稲収穫直後に測定した。乾土効

果及び地温上昇効果は、1980年に採土した生土及び風乾土を用い、30℃と40℃で4週間培養後、放出されたアンモニア態窒素量をセミマイクロケルダール法で測定した²⁾。また炭酸ガス発生量は、1980年に採土して風乾した土壌に、最大容水量の60%になるように水を添加し、30℃で培養し、発生する二酸化炭素を定量した¹⁾。置換性塩基は、1980年に作土層(0~12 cm)及び次層(12~25 cm)で採取した土壌について、セミマイクロSCHOLLENBERGER法により浸出し、原子吸水法で測定した。

III 試験結果

1. 麦わらの分解

第3表に麦わらの分解と全炭素

第4表 麦わらの有機成分変化 (%)

経過 月数	熱水可溶 有機物	還元糖			リグニン	80%硫酸不溶 含窒素化合物
		ヘミセルロース	セルロース	還元糖割合		
0	9.3	26.1	30.8	51.4	14.9	0.32
0.25	4.6	26.7	37.5	55.5	18.0	0.55
0.5	3.4	25.7	36.0	51.2	20.8	0.64
1.0	3.2	25.7	34.9	51.0	21.0	0.68
1.5	2.5	24.5	32.6	48.6	22.9	0.71
2.0	2.8	24.8	34.8	49.9	23.3	0.97
2.5	7.4	22.5	29.1	43.0	24.2	1.42
3.5	7.0	20.7	23.8	36.9	27.7	2.19
9.5	7.1	20.1	21.3	34.0	27.0	2.74
11.5	8.6	20.0	19.1	33.1	27.4	2.59
13.0	7.1	18.9	19.9	31.7	28.3	2.92
15.0	7.3	16.8	13.8	26.0	31.9	3.25
16.0	5.2	16.1	11.0	24.4	29.1	3.56

第5表 麦わらの有機成分残存率 (%)

経過 月数	熱水可溶 有機物	ヘミセルロース	セルロース	リグニン	80%硫酸不溶 含窒素化合物
0	100	100	100	100	100
0.25	40.6	83.9	99.9	99.1	142.2
0.5	28.0	75.6	89.7	107.1	153.4
1.0	24.7	70.6	81.2	101.0	153.0
1.5	17.6	61.6	69.4	100.8	145.6
2.0	19.4	61.3	72.4	100.8	196.8
2.5	37.4	40.6	44.5	76.4	209.9
3.5	27.4	28.8	28.1	67.5	250.0
9.5	26.2	26.4	23.8	62.2	295.6
11.5	28.5	23.6	22.5	56.6	249.8
13.0	19.1	18.1	16.7	47.5	228.9
15.0	16.2	13.3	9.3	44.3	238.7
16.0	13.1	14.4	8.4	45.6	231.6

・全窒素の変化を、第4、第5表に麦わらの有機成分濃度の変化と残存率を、第6、7表に麦わらの無機成分濃度と残存率を示した。麦わらの乾物残存率は2.5ヵ月後で47%と急激に低下

第6表 麦わらの無機成分変化 (%)

経過 月数	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂
0	0.37	1.96	0.24	0.19	4.86
0.25	0.21	0.52	0.20	0.13	4.86
0.5	0.19	0.11	0.06	0.06	5.74
1.0	0.23	0.013	0.05	0.06	6.40
1.5	0.25	0.06	0.03	0.07	6.84
2.0	0.25	0.06	0.04	0.05	6.18
2.5	0.56	0.27	0.12	0.10	7.28
3.5	0.60	0.19	0.15	0.07	7.73
9.5	0.72	0.28	0.13	0.06	7.51
11.5	0.56	0.20	0.20	0.11	7.95
13.0	0.68	0.22	0.09	0.09	7.28
15.0	0.78	0.24	0.15	0.14	9.05
16.0	0.85	0.17	0.16	0.20	11.70

表7表 麦わらの無機成分の残存率 (%)

経過 月数	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂
0	100	100	100	100	100
0.25	47	22	84	58	82
0.5	36	4	16	21	85
1.0	45	5	13	25	86
1.5	45	2	12	25	91
2.0	43	2	12	17	82
2.5	72	6	23	25	70
3.5	60	4	23	13	58
9.5	68	5	19	13	53
11.5	47	3	35	17	50
13.0	47	3	10	13	37
15.0	45	2	13	17	39
16.0	55	2	16	25	56

したが、その後は緩慢となり、16ヵ月後の残存率は21%であった。一方、時期別の全炭素の差はあまり認められなかったが、全窒素は徐々に高まった。そのためC/N比は低下し、16ヵ月後で25となった。全炭素の残存率は、乾物残存率とはほぼ同じ経過で推移した。また全窒素残存率は、2ヵ月ごろから高まる傾向を示したが、約1年後からは低下し始め、16ヵ月後では埋設時と同程度の残存率となった。

麦わらの有機成分の中で、熱水可溶有機物は、2ヵ月までは低下したが、その後は7%程度で推移した。また残存率は、埋設後1.5ヵ月まで急激に低下した後、一時高まるが、その後ふたたび低下した。ヘミセルロース及びセルロースは、徐々に低下していったが、その速度はヘミセルロースの方が遅かった。またこれらの残存率は、2.5ヵ月頃まではヘミセルロースの方が早く低下するが、その後はセルロースの低下の方が早かった。還元糖割合は、2.5ヵ月頃から低下の傾向がみられ、16ヵ月後では24%となっ

た。リグニン及び80%硫酸不溶窒素化合物は、経時的に増加したが、その割合は後者で著しかった。リグニンの残存率は、2ヵ月まででは埋設時と同程度であったが、その後ゆっくり低下し、16ヵ月後では46%であった。80%硫酸不溶窒素化合物の残存率は、3.5ヵ月までは高まり、その後はほぼ一定の値で推移した。

麦わらの分解に伴う無機成分の変化をみるとリン酸は、0.5ヵ月までは低下したが、その後は高まる傾向となった。一方残存率は、0.25ヵ月で47%まで低下し、その後はほぼ一定の値で経過した。カリは濃度及び残存率とも0.5ヵ月までに急激に低下した。カルシウム及びマグネシウムは、埋設直後に低下したが、2ヵ月以降はやや高まる傾向となった。一方、残存率は0.5ヵ月までは減少したが、その後はほぼ一定の値で推移した。ケイ酸は徐々に高まったが、残存率はゆっくり低下した。

2. 稲わらの分解

稲わらの分解と炭素・窒素の変化を第8表に

示した。乾物残存率は徐々に低下し、6ヵ月、1年、2年後でそれぞれ55、25、16%であった。全炭素は、各時期ともほぼ40%程度で推移したが、全窒素は経済的に高まる傾向であった。C/N比は徐々に低下し、6ヵ月で37、1年で26、2年で19となった。全炭素の残存率は、乾物残存率とほぼ同じ低下傾向となった。一方、全窒素の残存率は、6ヵ月までは埋設時とほぼ同程度であったが、その後は徐々に低下していった。

第9、10表は、稲わらの有機成分の変化と残存率である。熱水可溶有機物は、濃度及び残存率とも経時的に低下する傾向であった。ヘミセル

ロース及びセルロースの濃度と残存率は、徐々に低下していったが、その速度はセルロースの方が早かった。リグニン及び80%硫酸不溶含窒素化合物は徐々に高まった。またリグニンの残存率は3ヵ月ごろから減少し始め、1年後で44%、2年後で26%となった。80%硫酸不溶含窒

第8表 稲わらの分解と炭素、窒素の変化

経過 月数	乾物 残存 率%	全炭素 %	全窒素 %	C/N 比	残存率%	
					全炭素	全窒素
0	100	40.8	0.62	66	100	100
1	80.3	40.5	0.69	59	80	89
3	74.7	39.9	0.79	50	73	95
5	62.7	39.0	0.93	42	60	94
6	54.8	39.6	1.07	37	53	95
7	46.1	38.1	1.19	32	43	88
9	38.7	41.7	1.30	32	40	81
12	24.7	40.5	1.58	26	25	63
16	22.1	42.3	1.79	24	23	58
19	20.1	37.6	1.80	23	19	64
24	15.6	32.2	1.71	19	12	43

素化合物の残存率は、7ヵ月までは高まる傾向を示したが、その後ゆっくり低下した。

稲わらの分解に伴う無機成分の変化と残存率を第11、12表に示した。稲わらの無機成分は、リン酸、カルシウム及びケイ酸で経時的に高まる傾向を示した。またカリは急激に低下し、マ

第9表 稲わらの有機成分変化 (%)

経過 月数	熱水可溶 有機物	還 元 糖			リグニン	80%硫酸不溶 含窒素化合物
		ヘミセルロース	セルロース	還元糖割合		
0	12.5	20.8	29.0	48.8	13.9	0.95
1	7.2	23.3	29.4	52.0	18.0	1.14
3	4.2	23.8	29.2	53.1	17.3	1.37
5	5.2	22.9	25.9	50.1	19.7	1.58
6	5.8	20.5	22.8	43.7	22.4	2.04
7	6.0	20.8	20.4	43.3	22.8	2.37
9	4.8	18.8	20.4	37.6	25.4	2.68
12	4.1	16.4	15.4	31.4	24.7	2.96
16	5.4	16.1	14.4	28.8	28.7	3.31
19	5.1	14.5	11.8	28.0	28.9	3.42
24	4.0	10.1	7.1	21.4	23.5	3.60

第10表 稲わらの有機成分残存率 (%)

経過月数	熱水可溶有機物	ヘミセルロース	セルロース	リグニン	80%硫酸不溶含窒素化合物
0	100	100	100	100	100
1	46.6	90.0	81.5	104.0	96.3
3	25.4	85.6	75.2	92.9	107.7
5	26.0	69.1	56.1	88.8	104.3
6	25.6	54.1	43.1	88.3	117.7
7	22.0	46.0	32.5	75.6	115.1
9	15.0	35.0	27.2	70.7	109.2
12	8.1	19.5	13.1	43.9	76.9
16	9.5	17.1	11.0	45.6	77.1
19	8.1	14.0	8.1	41.8	72.3
24	5.0	7.6	3.8	26.4	59.2

グネシウムはほぼ一定の値で推移した。一方、残存率では、リン酸、マグネシウム及びケイ酸は徐々に低下し、カリは急激に減少した。またカルシウムは3ヵ月までは高まったが、その後低下した。

3. 有機物施用に伴う土壌の変化

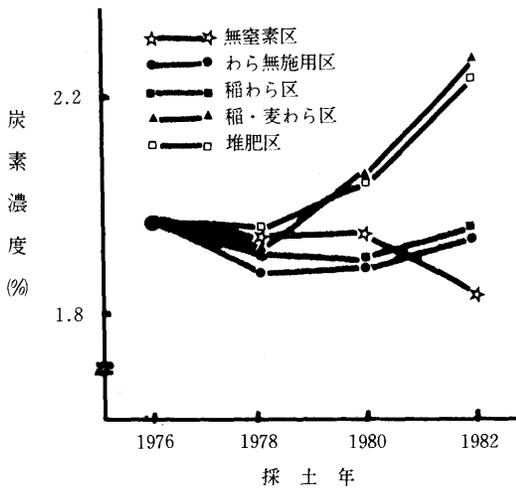
跡地土壌の全炭素及び全窒素を第1, 2図に、形態別有機態窒素を第13表に示した。全炭素は試験2年目の1978年までは処理区間の差はあまり認められなかったが、4年目及び6年目になるにつれて、稲・麦わら区及び堆肥区で高まった。一方、無窒素区では徐々に低下する傾向が

第11表 稲わらの無機成分変化 (%)

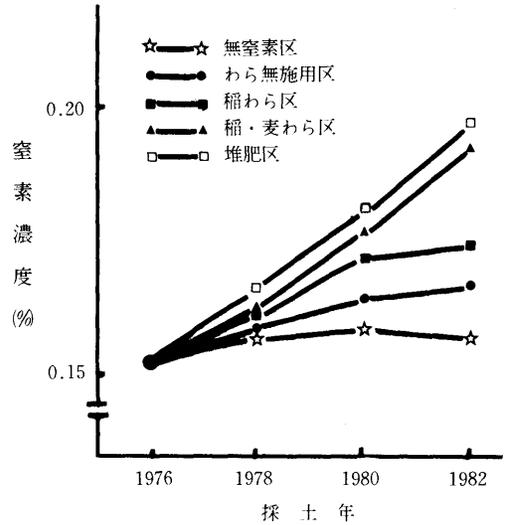
経過月数	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂
0	0.17	2.17	0.56	0.14	8.78
1	0.18	0.22	0.99	0.15	10.34
3	0.18	0.16	1.19	0.15	11.40
5	0.20	0.16	1.16	0.12	12.72
6	0.20	0.15	1.16	0.09	13.29
7	0.22	0.13	1.11	0.09	16.31
9	0.22	0.08	0.70	0.10	15.46
12	0.26	0.15	1.00	0.15	21.00
16	0.29	0.13	1.15	0.13	18.84
19	0.29	0.12	1.22	0.17	20.21
24	0.33	0.16	1.32	0.18	23.56

第12表 稲わらの無機成分の残存率 (%)

経過月数	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂
0	100	100	100	100	100
1	84	8	140	83	95
3	80	5	157	81	97
5	74	5	129	52	91
6	64	4	113	34	83
7	60	3	90	30	86
9	50	2	48	26	68
12	38	2	44	26	59
16	38	2	45	21	47
19	35	1	43	23	46
24	31	1	36	20	42



第1図 跡地土壌の炭素濃度の推移



第2図 跡地土壌の全窒素の推移

あり、わら無施用区及び稲わら区では、年次間の差はあまり認められなかった。全窒素は、無窒素区を除く各処理区とも高い傾向であったが、その中で堆肥区及び稲・麦わら区でその傾向が著しかった。無窒素区では年次間の差はみられなかった。有機物連用6年目の土壌の形態別有機態窒素は、わら無施用区に比べ堆肥区では、各有機成分とも増加する傾向を示した。一方、稲・麦わら区では、アミノ酸態窒素及び未同定態窒素は増加したが、他の成分では差がなかった。また無窒素区及び稲わら区では、明確な差は認められなかった。

跡地土壌の物理性(第14表)をみると、わら無施用区に比べ、有機物施用の各処理区は、ち密度の低下及び孔隙率の増加が認められたが、この傾向は堆肥区より、わら施用区で著しかった。跡地土壌の置換性塩基(第15表)は、作土層において、わら類の施用によらカルシウム及びマグネシウムが減少し、カリが増加する傾向が認められた。そしてこの傾向は、稲わら区より稲・麦わら区で顕著であった。一方、堆肥区ではカルシウム、カリウムが増加した。次層においては、カルシウム、マグネシウムには明確な差はないが、カリウムは有機物施用区で増加した。

第13表 跡地土壌の形態別有機態窒素量 (mg/100g)

処 理	非加水分解性 窒 素	アンモニア態 窒 素	ヘキサミン態 窒 素	アミノ酸態 窒 素	未同定態 窒 素
無 窒 素 区	29	36	10	45	38
わら無施用区	35	36	10	45	41
稲 わ ら 区	38	38	10	47	41
稲・麦わら区	34	39	11	54	54
堆 肥 区	43	42	13	56	43

第14表 跡地土壤の物理性

処 理	ち 密 度	固 相 重 g/100cc.	三 相 分 布 (%)			孔 隙 率 %
			固 相	液 相	気 相	
わら無施用区	22.0	116.4	39.9	42.0	18.1	60.1
稲 わら 区	18.6	111.4	37.9	43.3	18.7	62.1
稲・麦わら区	17.9	106.3	37.5	44.8	17.7	62.5
堆 肥 区	20.6	113.2	39.3	40.8	19.9	60.7

跡地土壤の乾土効果及び地温上昇効果を第16表に、炭酸ガス発生量を第3図に示した。乾土効果及び地温上昇効果は共に同様な傾向を示し、稲・麦わら区で最も高く、ついで稲わら区、堆肥区、わら無施用区の順であった。一方、炭酸ガス発生量は、稲・麦わら区で最も多く、ついで堆肥区、稲わら区、わら無施用区の順であった。そして70日後の積算量はわら無施用区で稲・麦わら区の56%程度であった。

IV 考 察

1. 麦わら及び稲わらの分解

水田における各種有機物資材の分解過程については、前田・志賀⁶⁾が鴻巣水田において、炭素及び窒素を中心に検討している。その中で、麦わら及び稲わら切断物の1年間の分解率は、麦わらで炭素67%、窒素-100%、稲わらで炭素70%、窒素-15%であり、稲わらの方が分解

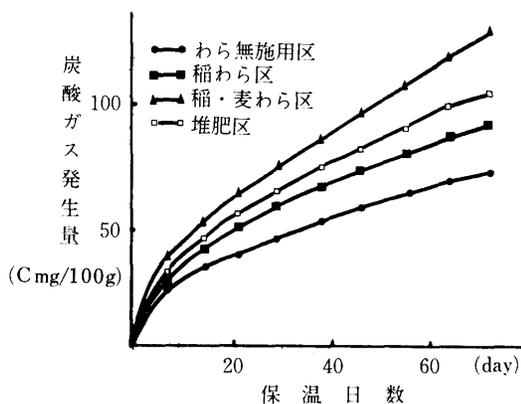
は早いと述べている。埋設後1年目の本試験の結果では、麦わらの分解率は、炭素で67%、窒素で-13%、稲わらではそれぞれ75%と37%であった。これらを比較すると、炭素の分解率は、麦わら、稲わらともほぼ同程度と考えられ、また稲わらの方が分解は早いという傾向も同じであったが、窒素は、前田・志賀⁶⁾の結果の方が取り込み量が多かった。この違いは、前田・志賀⁶⁾の埋設方法が土壤とわらを混合して行ったため、土壤からわらへの窒素の取り込み量が多かったためと考えられる。

一方、稲わらの分解を県北部の太田原試験地⁷⁾で、同じ埋設方法により行った試験結果⁸⁾と比較すると、乾物残存率は6カ月ごろまでは差はないが、それ以降は本試験の方が低かった。また炭素の推移はあまり差はないが、窒素は本試験の方が高く経過し、従ってC/N比の低下も早まった。また各有機成分の分解順は、本試験と同様であったが、それぞれの分解速度は、本試験の方が早かった。この違いは、土壤条件及び気象条件などの理由が考えられるが、後者の影響によるところが大きかったものと考えられる。分解に伴う無機成分の推移については、太田原試験地とほぼ同じ結果であった。

ところで、「堆きゅう肥等有機

第15表 跡地土壤の置換性塩基 (mg/100g)

処 理	作 土 層			次 層		
	CaO	MgO	K ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O
わら無施用区	157	39	19	196	46	7
稲 わら 区	153	37	30	200	49	11
稲・麦わら区	130	32	36	196	46	19
堆 肥 区	168	37	38	204	41	26



第3図 跡地土壤の炭酸ガス発生量

物の分析法¹⁰⁾によれば、堆肥の腐熟度判定基準として、C/N比20以下、窒素含有率2%以上、還元糖割合35%以下が適当とされている。本試験でのわらの埋設期間内では、これら三つを同時に満たすことはなかったが、堆肥に代わるものとして、わらの連用が土壤への有機物手段として有効であることがうかがわれた。

2. 有機物施用に伴う土壤の変化

わら連用による土壤への有機物の蓄積について、高橋・千葉¹⁴⁾は稲わら及び稲・麦わらを用い灰色低地土で試験を行い、2年後で土壤の全炭素及び全窒素が高く、その割合は、稲わらより稲・麦わら施用により著しかったことを報告している。一方、上村ら⁴⁾は、灰色低地土において、稲わら連用により、6年後の土壤の全炭素及び全窒素は高く、わらの施用量が多い程そ

の傾向が著しいことを報告している。本試験の結果では、連用2年目では明確な差はなく、4年目以降で堆肥及び稲・麦わら施用により、全炭素及び全窒素が高く、土壤への有機物の蓄積が認められた。一方、稲わら連用での土壤の全炭素は、わら無施用よりやや多い程度であった。従って、二毛作水田において、堆肥施用と同程度の有機物を補給するには、長期間の稲・麦わら施用が必要になってくると思われる。

つぎに形態別窒素については、「水田土壤学」⁵⁾によれば、新生の有機態窒素は、既存の有機態窒素に比べ、アミノ酸態窒素及び未同定窒素画分の割合が大きく、酸不溶性窒素画分の割合は著しく小さいと言われている。本試験の結果で、稲・麦わら連用でアミノ酸態窒素及び未同定態窒素の増加が認められたが、これは稲わら、麦わらの施用により有機化窒素やわら中に存在する有機態窒素などの新生有機態窒素の増加によるものと考えられる。一方、堆肥連用の場合には、各有機態窒素とも増加の傾向を示した。このように、全窒素がほぼ同じであっても、施用した有機物の違いにより、そこに含まれる窒素の形態が異なることは興味もたれた。

有機物施用による物理性の効果は、土を膨軟にし、また透水性・通気性・保水性をよくすると言われている³⁾。本試験は、ち密度、固相重、孔隙率について検討し、有機物施用の効果がみられた。

第16表 乾土効果及び地温上昇効果 (mg/100g)

処 理	生 土		乾 土		地温上昇 効 果
	30℃	40℃	30℃	効 果	
わら無施用区	2.70	6.30	9.29	6.59	3.60
稲わら区	3.37	8.41	12.11	8.74	5.04
稲・麦わら区	3.28	9.87	15.26	11.98	6.59
堆 肥 区	3.03	7.79	11.30	8.27	4.76

跡地土壤の置換性塩基は、作土層において、わら類の施用により、カルシウム、マグネシウムが低下し、カリウムが増加した。この傾向は稲・麦わら施用で特に顕著であった。高橋・千葉¹⁴⁾も同様の結果を報告しており、その中でカルシウム、マグネシウムの低下は、土壤環元の進行、

有機酸、キレート物質の生成などによる溶脱であるとし、石灰質資材の併用を勧めている。本試験の結果からも、これらのことが確認された。また、作土層及び次層の置換性カリの増加は、わら類からの放出によるものと考えられた。

有機物施用の効果の中で、特に重要と考えられるものの一つに地力窒素の増加がある。小山¹²⁾は、水稻吸収窒素に占める土壤窒素の依存度は、平均して68%であると報告しており、地力窒素の多少が収量に大きく影響していることが推察される。ところで水田の地力窒素の評価法の一つとして、乾土効果及び地温上昇効果²⁾がある。有機物連用4年後の土壤について、これらを検討すると、有機物施用は乾土効果及び地温上昇効果を高めており、地力窒素の向上がうかがえた。そのなかで、乾土効果及び地温上昇効果は、稲・麦わら施用の場合に最も高くなった。この原因は、形態別有機態窒素の中の比較的分解しやすいアミノ酸態窒素及び未同定態窒素量が多かったためと推察される。

炭酸ガス発生量は、稲・麦わら施用で最も多く、ついで堆肥、稲わら、わら無施用の順となり、有機物施用により微生物活性が高まっていることがうかがわれた。

以上のように、堆肥または稲・麦わら施用により、連用6年目までは土壤有機物量が、ほぼ直線的に増加した。この点に関し、志賀¹³⁾は、各種有機物を連用した場合の炭素の集積率を予測している。これによると、施用する有機物の種類により集積程度は異なるが、連用5~10年までの炭素の集積はほぼ直線的であるが、その後の増加割合は低下するとしている。本試験は有機物を連用して6年目であるため、炭素の集積が直線的に増加したのと考えられ、今後さらに試験を継続していく中で、有機物の蓄積の変化を明らかにしたい。また地力の向上は、作物による養分吸収に与える影響が大きいものと考えられ、今後窒素を中心とした施肥法につい

て検討する必要があると思われる。

一方、わら類施用に伴う作物の生育・収量に及ぼす影響は重要な問題である。特に二毛作水田の場合、わら類のすき込み直後に次の作物が導入されるため、初期生育の抑制や窒素施肥法^{14,15)}など様々な問題がある。これらについては次報以降で明らかにしたい。

V 摘 要

二毛作水田における稲わら及び麦わらの分解と、有機物施用に伴う土壤への影響について検討した。

1. 麦わらの残存率は、施用後2.5カ月で47%、13カ月で25%、16カ月で21%であった。炭素は経時的に分解されたが、窒素は、16カ月まではほとんど分解されなかった。麦わらの有機成分の分解は、熱水可溶有機物で最も早く、ついでセルロース、ヘミセルロース、リグニン、80%硫酸不溶含窒素化合物の順であった。

2. 稲わらの残存率は、6カ月で55%、12カ月で25%、24カ月で16%であった。炭素及び窒素は徐々に分解されたが、その速度は炭素の方が早かった。稲わらの有機成分の分解順は、麦わらと同様であった。

3. 有機物連用による土壤の全炭素及び全窒素濃度は、2年目では差はないが、4年目、6年目になるにしたがって高まり、特に堆肥及び稲・麦わら施用で著しかった。

4. 土壤の形態別有機態窒素は、堆肥の施用により各成分とも増加する傾向であった。一方、稲・麦わら施用ではアミノ酸態窒素及び未同定態窒素が増加したが、他の成分の増加は認められなかった。

5. 有機物施用により、土壤の物理性は改善された。また稲・麦わら施用により、置換性塩基のカルシウム、マグネシウムが減少し、カリウムが増加した。

6. 乾土効果及び地温上昇効果は、稲・麦わ

稲・麦わら施用水田の土壤肥料的研究(第5報)

ら施用で最も高く、ついで稲わら、堆肥、わら無施用の順であった。また炭酸ガス発生量は、稲・麦わら施用で最も多く、ついで堆肥、稲わら、わら無施用の順であった。

引用文献

1. BREMNER, J. M (1965) Methods of Soil Analysis Part 2 : 1238-1255
2. 土壤養分測定法委員会編(1970)土壤養分分析法, 養賢堂: 209-212
3. 甲斐秀昭・橋本秀教(1976)土壤腐植と有機物, 農文協: 136-176
4. 上村幸廣・宇田川義夫・松原弘一郎・井ノ子昭夫(1983) 土肥誌54: 131-136
5. 川口桂三郎編(1978)水田土壤学, 講談社: 237-242
6. 前田乾一・志賀一一(1978) 土肥誌49: 455-460
7. 茂木惣治・鶴野慶吉(1979) 栃木農試研報 25: 7-16
8. ———・吉沢 崇・中野政行(1980) 栃木農試研報26: 17-26
9. 諸遊英行・長野間宏・神田健一(1981) 農事試研報35: 179-205
10. 農林水産省農蚕園芸局農産課(1979) 堆きゅう肥等有機物分析法: 1-67
11. 農林水産省農蚕園芸局農産課編(1979) 土壤, 水質及び作物体分析法: 11-98
12. 小山雄生(1975) 土肥誌46: 260-269
13. 志賀一一(1983) 農耕地における各種有機物資材の利活用に関する研究会資料(関東東海地域)
14. 高橋和夫・千葉 智(1979) 農業技術34: 447-450
15. 栃木喜八郎・吉沢 崇・山口正篤・橋本俊一(1980) 栃木農試研報26: 9-16
16. 吉沢 崇・茂木惣治(1981): 栃木農誌研報27: 19-28
17. ———・————(1981): 栃木農試研報27: —

Studies on Soil Science and Fertilizer in the Paddy Field Applied Rice and Barley Straw.

(V) Decomposition Process of Barley and Rice Straw in the Paddy Field and Changes of Soil Science by Application of Organic Matter.

Takashi YOSHIZAWA Kiichi NAKAYAMA

Summary

The residual rate of dry weight of barley straw in soil 2.5, 13 and 16 months was 47, 25 and 21 % , respectively. That of rice straw 6, 12 and 24 months after application was 55, 25 and 16 % , respectively. Carbon of barley and rice straw was decomposed gradually, while nitrogen of barley straw was little decomposed and that of rice straw was slowly decomposed. Organic components of barley and rice straw were decomposed in the order, water-soluble polysaccharides, cellulose, hemicellulose and protein plus "lignin-humas".

Carbon and nitrogen concentrations of soils remarkably increased by application of both barley and rice straw or barnyard manure. Amino acid form N and unidentified N of organic nitrogen increased in soil by application of both barley and rice straw.

Exchangeable calcium and magnesium decreased and potassium increased in soil applied both barley and rice straw. Both the effect of air-drying on ammonification and elevation of soil temperature became lower in the order of soils, applied both barley and rice straw, rice straw, barnyard manure and non organic matter.