

イグサにおける連作障害の軽減技術の確立

第2報 イグサー-水稲体系における深耕と堆肥施用効果

藤富慎一・内村要介¹⁾・北原郁文・住吉 強
(筑後分場)

イグサー-水稲連作体系における深耕と堆肥施用によって土壌理化学性を改善し、連作に伴うイグサの減収および品質低下を軽減する技術を検討した。深耕処理1年目では、堆肥無施用の場合、深耕に伴う低肥沃度の下層土混入により地力が低下し、生育不良となり、減収および部分変色茎の増加が認められた。また、深耕時におがくず入り牛ふん堆肥を2t/10a施用すると、部分変色茎の軽減効果が認められた。深耕処理2年目では地力が改善されるとともに、下層根が多くなったため生育良好となり、1年目に比べて増収した。特に、堆肥を2t/10a施用した場合、適度な初期生育と旺盛な後期生育を示し、部分変色茎が軽減した。

[キーワード：イグサ、連作障害、深耕、牛ふん堆肥、部分変色茎]

Establishment of Techniques for Decreasing Injury to Mat Rush Due to Continuous Cropping. 2. Effects of Deep Plowing and Barnyard Manure Application on Mat Rush and Rice Cropping System. FUJITOMI Shinichi, Yosuke UCHIMURA, Ikufumi KITAHARA and Tsuyoshi SUMIYOSHI (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull Fukuoka Agric. Res. Cent.* 36-39 (1999)

In the mat rush and rice continuous cropping system, we investigated the effects of deep plowing and barnyard manure application on the yield and the quality of mat rush. In the first year of the deep plowing treatment, soil fertility deteriorated from the subsoil being mixed with the top soil in this treatment, and resulted in poor growth and yield decrease of mat rush. When 2 tons per 10a of barnyard manure were applied, the number of partially discolored stems of mat rush decreased. In the second year of the deep plowing treatment, when the manure was applied again, soil fertility recovered. Particularly, when 2 tons per 10a of manure were applied, the yield increased, and the number of partially discolored stems could be reduced by the appropriate early growth and the promoted latter growth of mat rush.

[Key words: Mat Rush, injury by continuous cropping, deep plowing, barnyard manure, partially discolored stem]

緒 言

著者らは、前報¹⁾において、イグサー-休閑体系における緑肥作物の導入による連作障害の軽減効果を検討し、緑肥のすき込み・分解に伴って無機化した窒素を、イグサが吸収することによって生育旺盛となり、収量および品質が向上することを明らかにした。しかし、本県イグサ栽培では、イグサ後に水稲の作付けも行われている。イグサー-水稲体系の場合、周年で湛水状態が続くため、ロータリー耕に伴う作土深の浅耕化および次層のち密化による土壌理化学性の悪化が懸念される。その場合、深耕による作土層の拡大および根域の増加を図る必要があるが、ギチ土地帯で深耕を行うと、低肥沃度の下層土が作土に混入するため生育が抑制される²⁾。そのため、深耕と同時に肥沃度の維持が要求される。

そこで、本報告では、イグサー-水稲体系において、深耕と堆肥施用によって土壌理化学性を改善し、イグサの収量および品質を向上させる技術を検討した。

試験方法

1995～1996年の2カ年に品種「いそなみ」を用い、

1) 現農産研究所

筑後分場内のイグサー-水稲の連作3年目の圃場（河海性細粒灰色低地土、LiC/HC）で行った。2カ年の耕種概要は以下のとおりである。水稲収穫後、1995年は11月28日に植付け、5月2日に高さ40cmで先刈り、7月3日に刈取りを行い、1996年は11月29日に植付け、4月30日に高さ45cmで先刈り、6月30日に刈取りを行った。施肥量は窒素成分で55kg/10aとし、うち基肥を6kg/10a施用した。なお、耕起時に前作の稲わら400kg/10a施用した。植付苗の大きさおよび栽植密度は、それぞれ植付茎数7～8本/株、28.0株/m²で、その他の管理は県いぐさ栽培指針およびいぐさ施肥基準に準じた。なお、試験区の周囲の溝切りは、1995年には行わなかったが、1996年には行った。そのため、3月下旬の土壌還元状態が、1995年には強く認められ、1996年にはほとんど認められなかった。

また、後作水稲は中生品種「ツクシホマレ」を用い、イグサの刈取り後、7月10日頃に移植、11月1日頃に収穫した。なお、基肥は無施用で、総肥は窒素成分2kg/10aを1回施用した。

試験区の構成は以下のとおりである。耕起深度：1995年：普通耕区はロータリー耕（25ps）により9cmの深さで耕起および碎土を行った。深耕区はディスクプラウ耕（32ps）により15cmの深さで耕起を行い、さらに碎

試験結果

土を上記ロータリー耕で行った。1996年：ロータリー耕により、普通耕区は9cmの深さ、深耕区は15cmの深さで耕起および砕土を行った。おがくず入り牛糞堆肥施用量；2カ年とも、10a当たり0t, 2t, 5tの3水準量を、イグサ植付前の耕起時に普通耕区と深耕区に施用し、全6試験区とした。また、堆肥の成分は施肥量に加え、上乘せ施用とした。なお、供試堆肥の成分は水分57.5%、窒素0.58%、C/N比21であった。試験規模は1区11.6㎡の2反復とした。

イグサの部位別乾物重は生育中庸な3株を用いて常法で測定した。なお、正確な根量を把握するため、生育初期に生育中庸な株の周囲に無底の鉄枠を打ち込み、刈取期に鉄枠ごと株を掘り取った。イグサ地上部の窒素吸収量は各試験区から40株を単純任意抽出し、乾物重を常法で測定した後、セミマイクロケルダール法で測定した。

部分変色率の調査は、各試験区の収穫物から120cm以上の茎100本を無作為に10反復採取し、部分変色茎を観察により数えることで行った。なお、最大、最小値を外した8反復の平均値を各区の代表値とした。

1 供試圃場の土壌理化学性

試験前の供試圃場の第1層の深さは14.0cmあり、筑後地域いぐさ農家圃場の平均的な深さ10.7~12.8cmよりも深い。改善目標値の15cm以上を下回った。また、第2層のち密度は有効根群域の適正值22を上回り、さらに第3層はギチ土であった。なお、第1層にグライ斑が認められた。全窒素量は第1層が0.18%、第2層が0.09%であった(データ省略)。

一方、イグサ跡地作土の処理2年目の物理性に関しては、深耕処理により作土深が深くなったが、下層土の混入により固相率がやや高くなった。しかし、堆肥施用量に応じてその程度がやや軽減される傾向であった。また、堆肥施用量間のち密度に差はなかった(第1表)。化学性に関しては、深耕区で堆肥を施用しなかった場合の全窒素量および腐植含量は、各年標準区比90~92と低かった。また、深耕区で堆肥を2t, 5t施用した場合の腐植含量についてみると、それぞれ1年目は同比94, 132となり、2年目は同比116, 164に増加した。なお、2年目の可給態窒素量も同様であった。

第1表 イグサ跡地作土の理化学性(1995~1996年)

試験区 ¹⁾	処理1年目(1995年)			処理2年目(1996年)						
	全窒素 (%)	腐植 含量 (%)	作土深 (cm)	ち密度 ³⁾ (mm)	三相分布(pF1.5)			全窒素 (%)	可給態 窒素 (mg/100g)	腐植 含量 (%)
					固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)			
普 0(標)	0.20	3.47(100) ²⁾	13	13	41.7	57.8	0.6	0.22	16.3	3.72(100)
2	0.19	4.41(127)	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.18	3.20(92)	16	14	43.1	55.1	1.8	0.20	15.1	3.44(92)
深 2	0.18	3.25(94)	15	13	42.2	54.6	3.2	0.21	16.0	4.32(116)
5	0.20	4.57(132)	16	13	41.8	55.7	2.5	0.24	17.8	6.11(164)

- 1) 試験区の普は普通耕、深は深耕。数字は堆肥施用量(t/10a)。
- 2) ()内の数字は標準区を100とする対比。
- 3) ち密度は水稲収穫から3日後の1997年10月30日に測定。

第2表 イグサの生育、収量および品質(1995~1996年)

試験区 ¹⁾	処理1年目(1995年)							処理2年目(1996年)								
	先刈期前			生育 ²⁾ 指標値比	刈取期 茎長 (cm)	120cm 以上 茎収量 (kg/a)	(収量 対標準 比)	部分 変色 率 (%)	先刈期前			生育 ²⁾ 指標値比	刈取期 茎長 (cm)	120cm 以上 茎収量 (kg/a)	(収量 対標準 比)	部分 ³⁾ 変色 率 (%)
	茎長 (cm)	茎数 (本/株)	茎色						茎長 (cm)	茎数 (本/株)	茎色					
普通耕																
0(標)	49a	67ab	6.3a	100b	150	63.2b	(100)	13.1a	54a	74a	5.3a	100a	138a	55.6	(100)	7.5A
2	50a	71b	6.4a	110b	150	63.6b	(101)	10.9a	56a	75ab	-	-	143ab	71.3	(128)	5.0A
5	51a	67ab	6.1a	101b	154	70.2b	(111)	15.0ab	64bc	98b	5.7ab	169bc	150b	76.1	(137)	6.0A
深耕																
0	45a	55a	5.9a	71a	143	42.7a	(68)	18.6a	59ab	71a	5.6ab	111ab	143ab	66.1	(119)	5.5αβ
2	49a	68ab	6.4a	103b	149	57.0ab	(90)	11.0a	62b	86ab	6.1bc	160bc	146ab	71.4	(128)	4.0α
5	49a	62ab	6.1a	90ab	149	59.1b	(94)	17.0ab	69c	97b	6.3c	199c	147ab	77.2	(139)	8.6β
(有意性) ⁴⁾																
耕起深	.	.	NS	.	**	**	.	.	**	NS	.	.	**	NS	.	NS
堆肥量	+	.	NS	.	**	.	.	**	**	.	.	.	**	**	.	.
交互作用	NS	NS	NS	NS	.	NS	.	NS	NS	NS	.	.	NS	.	.	.

- 1) 試験区の数字は堆肥の10a当たり施用量(t)。
- 2) 生育指標値 = (茎長) × (茎数) × (茎色) で、この表で標準区を100とした相対比。茎色は水稲用カラースケール値。
- 3) 120cm以上の茎。
- 4) 分散分析の結果から、**、*、+はそれぞれ1、5、10%水準で有意差があり、NSは有意差がないことを示す。
- 5) 表中の数字に付した異なる英小文字間に5%水準で有意差がある(Tukey法)。ただし、1996年の部分変色率では、交互作用が有意に認められたため耕起深処理別に多重比較検定(Tukey法)を行い、耕起深ことで異文字間に5%水準の有意差がある。

第3表 処理2年目における刈取期イグサの収量および部分変色萎率の分散分析(1996年)

要 因	120cm以上茎の収量					部分変色萎率				
	DF	SS	MS	F	寄与率(%)	DF	SS	MS	F	寄与率(%)
耕起深(A)	1	1443	1443	1.9NS	1.2	1	0.19	0.18	0.03NS	0.0
堆肥量(B)	2	39629	19814	26.2**	67.3	2	67.04	33.52	4.63*	12.6
A×B	2	10996	5498	7.3*	16.8	2	47.38	23.69	3.27*	7.9
誤 差	6	4537	756	-	14.7	42	303.88	7.24	-	79.5
合 計	11	56605			100.0	47	418.48			100.0

1)**,*は各々1,5%水準で有意差あり,NSは有意差なし。

2 イグサの生育, 収量および品質

イグサの生育, 収量および品質を第2表に, 収量および部分変色萎率の分散分析の結果をそれぞれ第3表に示した。また, 刈取期の部位別乾物重, 地上部窒素吸収量をそれぞれ第4, 5表に示した。

生育については, 処理1年目の場合, 先刈期前の茎長, 莖数, 莖色値の積である生育指標値⁴⁾は, 耕起深間では深耕区が普通耕区に比べて小さく, また, 堆肥施用量間では2t施用区が大きかった(第2表)。刈取期の茎長は, 深耕処理によって短くなり, 堆肥施用量に応じて長くなった。処理2年目の場合, 生育指標値は深耕区が大きい傾向がみられ, また, 堆肥施用量が多いほど増加した。刈取期の茎長は, 1年目にみられた深耕処理の負の効果がなくなり, 一方, 堆肥施用量に応じて長くなった。刈取期の総根量は深耕区が普通耕区に比べて多く, 特に地下10~20cmの下層根が多かった(第4表)。

先刈期前および刈取期の地上部窒素吸収量について処理2年目では, 深耕区が普通耕区に比べて多く, また, 堆肥施用量間では, 先刈期前においては施用量に応じて増加し, 一方, 刈取期においては2t施用区が多かった(第5表)。これらの結果, 先刈期前から刈取期の期間における窒素吸収量の増加量は, 普通耕区よりも深耕区が多く, また堆肥2t施用区が多かった。

120cm以上の茎の収量は, 処理1年目の場合, 深耕区

第4表 イグサの刈取期の部位別乾物重(1996年)

試験区 ¹⁾	部位別乾物重(g/株)				T/R 比 (A/B)
	茎+ 根莖 (A)	根		計(B)	
		0~ ²⁾ 10cm	10~ 20cm		
普通耕	70.5	3.45 (83) ³⁾	0.71 (17)	4.16 (100)	16.9
深 耕	73.9	2.91 (58)	2.15 (42)	5.06 (100)	14.6

- 1) 両耕起深とも堆肥2t/10a施用区。
- 2) 地表からの深さ別の根層を示す。
- 3) ()内は全層の根重に対する各層の根重の割合。

第5表 イグサの窒素吸収量(1996年)

試 験 区	窒素吸収量(kg/10a)		B-A	
	先刈期前(A)	刈取期(B)		
普通耕	0(標)	2.79	17.6	14.9
	0	2.91	18.3	15.4
深 耕	2	4.05	20.0	16.0
	5	5.12	18.6	13.5

1) 試験区の略号は第2表に準じる。

が普通耕区に比べて少なく, また, 堆肥施用量の多いほど増加した(第2表)。処理2年目の場合も1年目と同様, 堆肥施用量の多いほど増収し, 堆肥施用量の及ぼす収量に対する寄与率は67%であった(第3表)。一方, 耕起深の効果は, 堆肥を施用した場合, 深耕区は普通耕区と同等の収量となるため, 寄与率は1.2%と小さかった。しかし, 耕起深と堆肥施用量の間交互作用が認められ, 深耕による増収効果は堆肥施用の有無によって影響を受けることが明らかになった。

次に部分変色萎率は, 処理1年目では, 分散分析の結果から交互作用がみられず, 深耕処理が普通耕処理に比べて高く, また, 堆肥施用量では2t施用処理が低い傾向であった(第2表)。なお, 深耕処理区のみでは, 堆肥2t施用区が堆肥無施用区に比べて低く, 堆肥5t施用区に比べて低い傾向がみられた。処理2年目では, 部分変色萎の発生率は1年目に比べて30~57%と低かった。さらに, 第3表の分散分析の結果から交互作用がみられ, 堆肥施用量の効果は深耕処理の有無によって影響を受けることが認められた。つまり, 部分変色萎率は, 深耕処理に堆肥2t施用を組み合わせると, 無施用に比べて低くなる傾向がみられたが, 5t施用を組み合わせると2t施用に比べて高くなること明らかになった(第2表)。また, 標準区である普通耕・堆肥無施用区(μ_1)と深耕・堆肥2t施用区(μ_2)の平均値の差の90%信頼区間は $-6.7(\%) \leq \mu_1 - \mu_2 \leq -0.3(\%)$ で, 深耕・堆肥2t施用処理による部分変色萎の軽減効果が認められた。

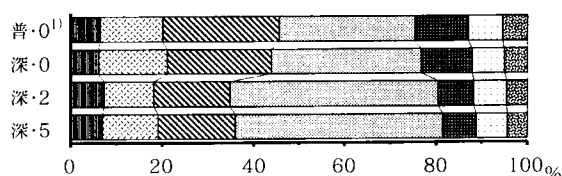
3 刈取期のイグサの熟度別莖重割合

処理2年目における刈取期の熟度別の莖重割合を第1図に示した。

成熟莖は120cm以上の高さで選別した莖のことで, 高品質量表の材料となる。この成熟莖の割合は, 深耕・堆肥2t区 \geq 深耕・堆肥5t区 $>$ 深耕・堆肥0t区 $>$ 普通耕区の順に多かった。一方, 105~120cmの老熟莖および若莖の割合は, 普通耕区 $>$ 深耕・堆肥0t区 $>$ 深耕・堆肥5t区 \geq 深耕・堆肥2t区の順に多かった。

考 察

深耕処理1年目のイグサの生育は, 普通耕に比べて劣り, 減収し, 部分変色萎が増加した(第2表)。このことは, 深耕に伴う作土肥沃度の低下による初期生育不良が原因と考えられる。また, 肥沃度の低下を補うために, 深耕処理時に堆肥を5t/10a施用した場合, 肥沃度は維持されたものの, 堆肥施用によって供試圃場の排水不良に



第1図 イグサの刈取期の熟度別茎重割合(1996年)

■ 老熟茎 75~90cm □ 成熟茎120cm以上 ▨ 若茎 90~75cm
 ▩ 老熟茎 90~105cm ■ 若茎 120~105cm
 ▪ 老熟茎105~120cm □ 若茎105~90cm

1) 普:普通耕, 深:深耕, 数字は堆肥施用量(t/10a)。

よる土壤還元が助長され、作土層の土色が青黒くなり、イグサ根の還元障害が観察された。そのため、かえって初期生育が不良になったと推察される。なお、堆肥を2t/10a施用した場合、深耕処理による部分変色茎の増加がみられなかったことは、土壤の還元化が堆肥5t/10a施用区ほど強くなかったため良好な初期生育となり、後期生育が順調に経過したことが原因と思われる。

深耕処理2年目では、堆肥の連年施用により作土の肥沃度が回復したため、初期生育が1年目に比べて良好となった(第2表)。また、深耕区は普通耕区に比べて、初期生育が旺盛で、生育各時期の窒素吸収量も多かった(第5表)。なお、普通耕区の根が上層に集中しているのに対し、深耕区では下層根も多かった(第4表)。イグサにおける根量と窒素吸収量の関係は明らかにされていないが、深耕処理による旺盛な初期生育および窒素吸収量の増加は、養分吸収が行われる根域が広がったためと考えられる。

次に、深耕処理2年目における堆肥施用量についてみると、深耕・堆肥5t/10a施用区で先刈期前の生育指標値の実数は42166で、5月上旬の目標値⁴⁾30800に対し137%と初期生育が過剰となったが、牛ふん堆肥の化学肥料に対する肥効率25%から、窒素成分で7kg/10a以上の上乗せとなったためと考えられる(第2表)。また、他区に比べて先刈期以降のイグサの窒素吸収量が少なかった(第5表)。これらのことから、深耕・堆肥5t施用区は、過剰な初期生育の反動による後期生育の凋落が推察され、株全体としては老熟傾向にあると考えられる。なお、部分変色茎の発生について、深耕処理と堆肥5t施用の組み合わせにより多くなることが認められた(第2, 3表)。一般的に、老化が進むと部分変色茎が増加すると考えられているので、初期生育の過剰による株の老化が部分変色茎が多くなった原因と推察される。

一方、深耕・堆肥2t施用区では、先刈期前の生育指標値の実数は32525となり、5月上旬の目標値に近く、適度な初期生育量であることを示している(第2表)。また、収穫したイグサ株は、様々な熟度の茎によって構成されており、刈取期における熟度別の茎の割合から生育状態を解析できることが示唆されている³⁾。深耕・堆肥2t施用区は老熟茎および若茎が少なく、成熟茎が多い茎相を示したことから、株全体の伸長性が良好で、成熟茎

出芽期から刈取期までの乾物生産が旺盛であったことが考えられる(第1図)。これらのことから、深耕・堆肥2t施用区は他区に比べて先刈期以降の株の活力が高く維持され、さらに先刈期から刈取期の窒素吸収量の増加量が多いため、部分変色茎が減少したものと推察される(第2, 5表)。

水稻では根域の有効土層が浅い場合(耕起深度8cm)、出穂期前後の落水により水分ストレスを受けやすいことが報告されている⁶⁾。さらに、T/R比の低い水稻品種が、登熟期における日中の水分ストレスが小さくて根の生理活性が高いため、高い光合成速度を維持できることが明らかにされている²⁾。本試験においても深耕・堆肥2t区の下層根の割合が多かったことが、高温・多照時の水分ストレスの緩和と伸長充実期の株の高活力につながり、部分変色茎が少ない要因となったと推察される。この点については、水分ストレスとイグサの生理的活性との関係等を含めて、部分変色茎の発生原因の解明とともに、今後、さらに調査する必要がある。

以上のことから、イグサ-水稻体系の連作圃場で、イグサ植付前に15cmの深耕処理を行い、同時におがくず入り牛ふん堆肥を10a当たり2t施用することにより、処理1年目では減収するものの、処理2年目には無処理の場合に比べて増収し、さらに部分変色茎の減少が認められた。この場合、イグサ植付前に多量の有機物を施用するため、土壤の強還元化が懸念される。したがって、冬期に溝切り等の排水対策を行うこと、4月中~下旬の地干しを徹底することが必要と考えられる。

引用文献

- 1) 藤富慎一・内村要介・北原郁文・住吉 強(1999)イグサにおける連作障害の軽減技術の確立 第1報 イグサ-休閑体系における緑肥作物の導入効果 福岡農総試研報 18:32-35.
- 2) 蔣 才忠・平沢 正・石原 邦(1988)水稻多収性品種の生理生態的特徴について-アケノホシと日本晴の比較-第2報 個葉光合成速度の相違とその要因 日作紀 57(1):139-145.
- 3) 兼子 明・田中忠興・中村 駿・住吉 強(1982)イグサの窒素施用量と品質の関係 福岡農総試研報 A1:39-42.
- 4) 大隈充子・松井 洋・森藤信治・住吉 強(1995)イグサ品種 'いそなみ' における生育診断に基づく追肥の施用法 福岡農総試研報 14:46-49.
- 5) 角 博(1994)田畑輪換圃場における下層土改良を伴う適切な土壤管理技術 九農研 56:57.
- 6) 鳥山和伸・長谷部 亮・古賀野完爾(1993)低湿重粘土水田における水稻の浅根化要因の解明とその軽減対策 北陸農試報 35:73-91.