

山野草の刈敷による無機養分供給量ならびに 水稻の収量

津野幸人*・藤井恵治*

昭和61年5月31日受付

Nutrient Absorption and Yields of the Rice Plants Cultured by Grass Mulching without Chemical Fertilizers

Yukindo TSUNO* and Keiji FUJII*

In the tillering time of rice plants, four kind of grasses as mulching materials: *Phragmites communis* Trinius, *Pleioblastus variegatus* Makino, *Pteridium aquilinum* kuhm and *Miscanthus sinensis* Anderss as much as 600kg/10a of dry weight were placed in the paddy fields. Fermented-rapeseed-meal for the basal dressing of 100kg/10a and topdressing of 50kg/10a, were dosed into some mulching plots in order to supply more amount of nutrient.

Phragmites communis trinius had the highest supplying of nutrient as the amount of N -6.3kg, P-1.6kg, K-5.2kg, Ca-0.6kg, and SiO₂-17kg per 10a respectively. The highest yield was 446kg/10a in the plots of *Phragmites communis* Trinius mulching combined basal manure and topdressing of fermented-rapeseed-meal, and that of chemical fertilizer plosts was 309kg/10a. Throughout the all experimental plots, the absorbed amount of nitrogen and phosphorus showed high correlation with the yield and the result of standardized multiple regression analysis between yiele (Y) and amount of absorbed minerals (Xi) are as follows :

$$Y = 0.284N + 0.337P + 0.225K + 0.228 \text{ SiO}_2 - 0.043 \text{ Ca} \quad (R^2 = 0.992)$$

I 緒 言

化学肥料と農薬を一切使用しないで、有機物のみを与えて作物栽培をおこなうところの自然農法は、現行の栽培技術の反省事例として注目を集めている。鳥取県下においては、自然農法によって水稻栽培を実施する農家群があり、その多くは山野に自生する草を刈取って、田植後に水田表面に敷くといった方法(刈敷法)を採用している。この方法は古くから各地で実施されてきたが、明

治維新後の共有採草地の民間払下げ、そして化学肥料の出現とともにすたれたものである。ところが、鳥取県下の一農家が水稻の自然農法栽培にあたって刈敷を試みたところ、慣行有肥栽培に迫る収量をあげたことより、全国各地の自然農法実施者の間に普及しつつある。しかしながら、山野草を刈敷に利用したとき、それがどれほどの肥料分を供給するのか、また、どの収量構成要素に強く関与するものであるか、などについては全く解明されていない。

* 鳥取大学農学部農学科作物学研究室

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tottori University

そこで、いくつかの山野草をえらんで肥料成分を分析するとともに、それらを水田に与えたときどれだけの肥料分を供給し、さらに、どれほど水稲に吸収されるかを明らかにするための試験研究を行なった。そして、無機栄養分と収量成立の関係からみて、自然農法稲作に今後どのような改善が望ましいかを、慣行化学肥料栽培の水稲との比較のもとに論考した。

過去においておこなった刈敷法による水稲栽培の実態調査の結果⁷⁾より、全般的にみて収量構成要素のうちで一穂あたり穎花数の少いことと、登熟期に秋落ちの傾向の認められる場合のあることが指摘できる。前者については、幼穂形成期にNの肥効が不十分であること、後者については、前年度に田面に残る未熟有機物が耕耘によって土中に混入して、その分解の際に根に障害を与えることが推定される。刈敷法を補完する意味と、上述の推定を実証するために、有機物は土中に混入しないで田面に敷いた。また、ナタネ油粕を十分に醗酵させたものを基肥とし、さらにこれに土を加えて団子状としたものを穂肥として施用する試験も加えた。

本試験の意図するところは、森林の手入れをするとき、また、水路を保守するときに刈取られる山野草を水田肥料として利用して地力の涵養をはかるとともに、農業に汚染されない米を生産しようとするものである。森林-水田生態系の機能を強化しようとするねらいであるので、

当学部の広葉樹生態情報総合解析設備の一部を利用させていただいた。関係各位に厚く御礼申し上げる次第である。

II 材料および方法

試験田として使用したのは、深さ0.3m、面積6.4m²と4.8m²の箱水田である。本体は鉄枠と合板とで構成されているが、漏水を防ぐために厚手のプラスチック布を敷き、水田土壌を均一に詰めて水道水をかんがいた。これに、水稲品種ヤマビコの4.5葉苗を1983年6月7日に1株3本植えて移植した。栽植密度は19.6株/m²(30×17cm)である。

上記した水稲に対して、第1表に示した内容の処理をおこなった。刈敷材料のヨシは湖山池のほとりのものを、ネザサ、ワラビおよびスキは大学敷地内に自生しているものをそれぞれ刈取り、1～3日間天日で乾燥して、半乾きとなったものを6月28日に稲の株間全面に敷きつめた。ナタネ油粕は水を加えて木箱内で、刺激臭のなくなるまで数回切りかえして十分に醗酵させたものを使用した。

以上の試験区他に、水だけを与える無肥料区と慣行の栽培法に準じた化学肥料区を設けた。この区の施肥量は成分総量で10aあたり換算N—10kg, P—7.5kg, K—10kgを加え、他に珪酸カルシウムを200kg/10aを施用し

第1表 処理内容と試験区の構成

刈敷材料および記号	処 理			処 理 内 容
	刈敷*	基肥施用**	追肥施用***	
ヨシ (アシ)	○			*各刈敷材料は乾物重で10aあたり600kg, 6月28日施用。
ササ (ネザサ)	○			
シダ (ワラビ)	○			
カヤ (スキ)	○			
ヨシ+B	○	○		**醗酵ナタネ油粕を100kg/10aの割合で田植え前に水田表層に施用。
ササ+B	○	○		
シダ+B	○	○		
カヤ+B	○	○		
ヨシ+B+T	○	○	○	***醗酵ナタネ油粕と粘土を1:4の比で混合して作った径3cmの団子を、500kg/10aの割合で深さ3cmに施用(7月25日)。
ササ+B+T	○	○	○	
シダ+B+T	○	○	○	
カヤ+B+T	○	○	○	

注 植物名は簡略化のため通称で示した。B:基肥, T:穂肥追肥。

た。追肥として、くみあい尿素硫加燐安48号を用い、3要素ともつなぎ肥（7月18日）1kg、穂肥（7月30日）2kg、実肥（8月17日）2kg（10aあたり）を施用した。なお、すべての区は2区制で構成し、所定の生育調査および収量調査をおこなった。また、本試験は自然農法による水稲栽培の可能性を確認する意味で、農薬は一切使用しなかったが、病虫害の発生は皆無であった。水稲の出穂期は8月27日であり、収穫は10月11日におこなった。

収穫期の水稲については、穂および茎葉の無機成分含有率を化学分析して、それらの吸収量を求めた。施用前の刈敷材料およびナタネ油粕についても化学分析をおこない無機成分施用量を求め、さらに、収穫時において田面の刈敷材料残渣を丁寧に採取し、同様に分析して、それぞれの無機成分含有量を求め、これを残存量とした。そして、施用量から残存量を差引いたものを純施用量とした。分析法は、N：セミ・マイクロケルダール法、P：バナドモリブデン酸法、KおよびCa：原子吸光法、SiO₂：灰化重量法によった。無機成分含有率は、すべて乾物重あたりの百分率で表示した。

III 結果および考察

1. 刈敷材料からの養分供給量

刈敷材料の肥料的価値を評するにあたって、まず、刈敷材料が水田面において、どれだけ分解するかを明らかにしておかねばならない。第2表には各材料の施用量と収穫時における残存量とが示されている。茎葉合計量の減量率は、各材料の分解の難易を示すものと考えられる。この値は、ワラビが49.5%と最高値であり、ヨシは最低

の22.0%である。ヨシの場合は収穫後に80%近くの未分解材料が田に残る。ことに、茎は分解が困難である。これに較べて、ワラビの茎は一見硬そうにみえるが、50%も分解している。ネザサの茎はほとんど水田中で分解せず、かえって若干ながら増加しているが、これは土砂の附着によるものとみなすことができ、他の材料についても、附着した土砂を完全に除去することは不可能であったので、真の減量率は第2表の値よりも若干ながら上廻るであろう。しかし、各材料とも茎よりも葉身の分解が速やかであることは明確に指摘できる。

さて、次に各刈敷材料が含有する肥料成分について検討するために第3表をかかげた。この表にはNをはじめとする5要素の含有率を刈敷前と収穫時（10月11日）の2時期に分析した結果を、それぞれの材料について示してある。刈敷前の材料のうちでN含有率の最も高いのはヨシの葉身であって3.38%ある。Pの含有率の高いのはススキとヨシで、ともにその葉身である。Kについてはヨシとワラビの葉がほぼ1.5%である。Caはヨシの葉が0.5%と他よりもかなり高い値である。SiO₂はネザサとヨシの葉が高く、5—6%台の含有率である。茎（葉鞘も含む）は全般に5要素すべて葉身よりも低い含有率であるが、刈敷材料間の順位はほぼ葉身のそれと一致する。

刈敷材料を6月28日に施用して、10月15日まで水田におき、その間における各材料の5要素含有率の変化をみると、興味深い傾向がうかがえる。すなわち、施用前と収穫時で含有率に大きな差が認められるのはKであって、N、Pよりも溶出が容易である。Caは特異な傾向を示していて、ほとんどの材料が茎葉ともに施用前と施用後の

第2表 刈敷材料の施用量、残存量・純施用量（D.Wkg/10a）及び減量率（%）

刈敷材料	施用量			残存量			純施用量			減量率		
	葉	茎	計	葉	茎	計	葉	茎	計	葉	茎	計
ヨシ (アシ)	211	389	600	136	332	468	75	57	132	35.5	14.7	22.0
ササ (ネザサ)	206	394	600	45	411	456	161	-17	144	78.2	-4.3	24.0
シダ (ワラビ)	293	307	600	151	152	303	142	155	297	48.6	50.5	49.5
カヤ (ススキ)	231	369	600	60	345	405	171	24	195	74.0	6.5	32.5

第3表 刈敷材料および醱酵ナタネ油粕の無機成分含有率(%)

時期	部位	材料	N	P	K	Ca	SiO ₂
施用前	葉	ヨシ	3.38	0.513	1.500	0.459	4.9
		ササ	2.07	0.438	0.754	0.187	6.3
		シダ	1.90	0.478	1.484	0.299	1.8
		カヤ	1.21	0.520	0.334	0.235	2.5
	茎	ヨシ	1.36	0.400	0.581	0.105	6.8
		ササ	0.42	0.353	0.054	0.033	3.9
		シダ	0.86	0.296	0.303	0.047	0.3
		カヤ	0.28	0.548	0.154	0.078	1.2
収穫時	葉	ヨシ	2.71	0.349	0.081	0.488	4.1
		ササ	1.58	0.311	0.126	0.432	7.3
		シダ	2.52	0.344	0.040	2.881	2.5
		カヤ	1.38	0.306	0.070	0.421	3.0
	茎	ヨシ	0.87	0.185	0.036	0.053	4.6
		ササ	0.49	0.144	0.022	0.045	2.2
		シダ	0.75	0.165	0.011	0.545	0.6
		カヤ	0.51	0.191	0.020	0.076	1.2
醱酵ナタネ油粕	基肥	5.66	1.123	1.043	0.608	0.17	
	追肥	6.79	1.331	1.181	0.733	0.20	

含有率が同等か、あるいは施用後の方が高くなっている。特にワラビの含有率の上昇には注目すべきものがある。SiO₂は施用前と収穫時でその含有率に大差がないか、または若干ながら上昇をみた材料もある。とくにSiO₂は分析法の関係で土砂の付着をみた場合、施用後の含有率が高くなるのが予想できるのであるが、そのことを考慮に入れても、純施用量としてはかなりの量が供給されている(第4表)。これよりSiO₂は材料の分解によって放出されるとみて差支えあるまい。

第2表および第3表の数値を用いて、それぞれの成分の施用量と、施用後の材料に残存した量を算出し、施用量より残存量を差引いて純施用量を求め、それを第4表に示した。当然のことながら、この純施用量が実際に水稻に供給されたことになる。水稻収量に最も強く関与すると考えられるNの純施用量は、ヨシが最も多く乾物量600kg/10aより6.26kg/10a供給されている。ススキはNの供給は最少であるが、Pにおいて優れており2.57kg/10aと最高の純施用量である。Kの純施用量はヨシとワラビが多い。Caについてはすべての材料からの供給量は

第4表 刈敷材料からの無機養分供給量(kg/10a)

刈敷材料	区分	N	P	K	Ca	SiO ₂
ヨシ (アシ)	施用量	12.43	2.64	5.44	1.38	36.80
	残存量	6.17	1.03	0.21	0.79	19.57
	純施用量	6.26	1.61	5.23	0.59	17.23
ササ (ネザサ)	施用量	5.93	2.29	1.76	0.51	28.36
	残存量	2.79	0.75	0.15	0.39	12.65
	純施用量	3.14	1.54	1.61	0.12	15.71
シダ (ワラビ)	施用量	8.21	2.31	5.27	1.02	6.19
	残存量	4.84	0.76	0.08	5.07	4.60
	純施用量	3.37	1.55	5.19	4.05	1.59
カヤ (ススキ)	施用量	3.84	3.50	1.34	0.83	10.21
	残存量	2.85	0.93	0.13	0.57	6.56
	純施用量	0.99	2.57	1.21	0.26	3.65
化学肥料区	施用成分量	10.00	7.50	10.00	90.00	62.12

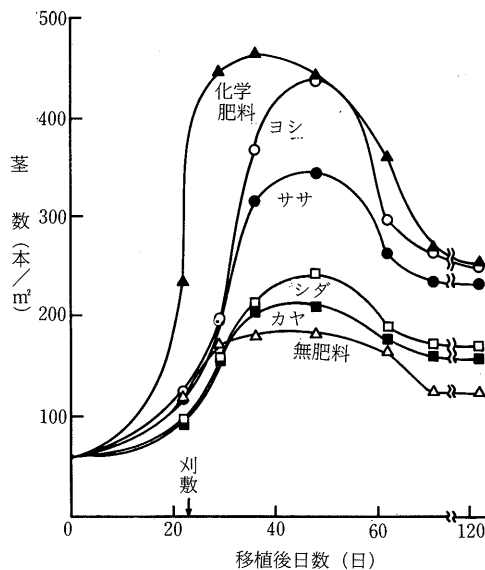
少なく1kg以下であるが、第3表にあるとおりワラビは茎葉ともに施用期間中にCaを吸着して含有率を高めたので、純施用量が負の値をとった。ワラビは土壌から水田水に放出されたCaを一時的に吸着し、茎葉の分解とともに再びそれを土壌にかえす機能を持っている様である。SiO₂の供給はヨシ、ネザサが多いが、これは施用前の材料に多く保有するからである。

第4表には、化学肥料区の施用成分量を参考のためにあげてある。5成分の純施用量からみて最もすぐれてた刈敷材料とみなされるヨシと、化学肥料による無機要素の供給量を比較すれば、N以外の4成分は化学肥料区が格段に多く、珪酸カルシウムを施用したのでとりわけCa、SiO₂の供給量には大差が生じている。

2. 水稻の生育および収量

既述のとおり水稻は6月7日に移植され、その後6月28日に各材料の刈敷をおこなった。これは、実際に農家がおこなっている手順を忠実に踏襲したものであって、手取り除草の後に敷込んだのである。この間に水稻に供給する養分は土壌が保有するものだけである。それ故に、分けつに必要な肥料分に不足をきたすおそれがあるので、醗酵ナタネ油粕を基肥として施用する区を設けた。また、これを粘土団子として穂肥時に与える区も設けた。それ

らの処理を含めて、全試験区の各時期における茎数（穂数）を第5表にかかげた。



第1図 刈敷区と化学肥料区との茎数の推移の比較

第5表 茎数の推移 (本/m²)

処理区	移植後日数							有効茎歩合 (%)
	6/29	7/6	7/13	7/25	8/8	8/17	10/7	
無肥料	120	172	182	<u>184</u>	165	127	125	67.9
化学肥料	235	447	<u>465</u>	443	361	269	255	54.8
ヨシ	123	198	368	<u>437</u>	298	267	267	61.1
ヨシ+B	176	310	<u>480</u>	478	353	321	319	64.5
ヨシ+B+T	174	288	482	<u>494</u>	380	347	341	69.0
ササ	118	196	316	<u>345</u>	265	237	235	68.1
ササ+B	167	294	<u>398</u>	388	312	284	278	69.8
ササ+B+T	186	327	<u>419</u>	410	333	321	321	76.6
シダ	98	159	214	<u>245</u>	190	174	172	70.2
シダ+B	174	272	<u>345</u>	341	269	245	245	71.0
シダ+B+T	194	286	355	<u>359</u>	298	286	286	79.7
カヤ	94	159	204	<u>210</u>	178	161	159	75.7
カヤ+B	190	310	<u>361</u>	351	278	253	251	69.5
カヤ+B+T	184	310	<u>363</u>	353	288	259	257	70.8

注 移植時(6/7)は59本/m²。___は最高分けつ期を示す。

まず、刈敷のみの区の茎数増加の傾向を、第1図で化学肥料区と比較してみよう。すべての刈敷区は、移植後の分けつの増加が化学肥料区よりも遅れている。特に、シダ、カヤ区は移植22日後において無肥料区よりも茎数は少なく、36日以後でやっと無肥料区を上廻っている。ヨシ、ササ区は刈敷後7日で肥効が現われて、2週間後（移植36日後）にかけて急速に茎数を増やすが、化学肥料区よりもかなり下廻っている。刈敷区の最高茎数はヨシ、ササ、シダ、カヤ区の順となっており、材料からのN放出量と、放出時期が茎数の推移を決定したものと推察できる。穂数の確保の面から刈敷材料を評価すれば、ヨシとネザサが優れており、ワラビ、ススキはその面で劣っている。

化学肥料区は移植後29日までの分けつの発生が旺盛であって、刈敷のみの区と茎数に大きな差をつけている。この原因として、刈敷のみの区は移植後20日間無肥料の状態であったことがあげられる。それでは、醗酵ナタネ油粕を基肥として表面施用して、さらに刈敷をおこなった場合に、上記した茎数差を縮めることができるであろうか。この点について第5表で検討しよう。全般的にみて移植後29日において、ナタネ油粕の分けつ発生に及ぼ

す効果は認められるものの、化学肥料区よりも茎数は少く、最高分けつ期においてもヨシ+B区以外は化学肥料区の茎数に達していない。ところが、7月25日穂肥として油粕団子を施用すると、いずれの刈敷区においても分けつの枯れ上りを防いで有効茎が増え、穂数は化学肥料区を上廻っている。第5表で有効茎歩合をみると、刈敷のみの区よりも、醗酵ナタネ油粕を基肥、追肥と累加使用することにより有効茎歩合は段階的に高まっている。その結果として、穂肥を付加した区の穂数は化学肥料区のそれを上廻っている。

さて、ここで各区の収量を第6表でみると、最高収量をあげたのは、ヨシ+B+T区で、446kg/10aであり、最低は無肥料区の138kg/10aである。化学肥料区は309kg/10aと低収である。成分量としてN-10kg/10a施したにもかかわらず収量が低かったのは、無肥料区の収量から推察される様に、使用した土壌が瘠薄であったこと、水田の構造から用水の地下浸透がゼロであったため根が衰弱したこと、などが低収原因としてあげられる。

収量構成要素のうえからいえば全般に穂数が少く、化学肥料区においても255本/m²であった。化学肥料区の有効茎歩合は54.8%と異常に低い値を示したが（第5表）、

第6表 収量構成要素および収量

処 理 区	穂数 (本/株)	穂数 (本/m ²)	粒数 (粒/穂)	総粒数 (×10 ³ 粒/m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	収量 (kg/10a)
無肥料	6.4	125	58	7.3	91.4	20.7	138
化学肥料	13.1	257	66	17.0	85.7	21.3	309
ヨシ	12.8	251	59	14.8	90.1	20.4	269
ヨシ+B	15.9	311	54	16.8	91.2	20.7	316
ヨシ+B+T	17.8	349	69	24.1	88.9	21.1	446
ササ	12.0	235	58	13.6	93.6	21.3	273
ササ+B	14.2	278	61	17.0	92.1	20.6	319
ササ+B+T	15.9	312	69	21.5	84.4	21.4	385
シダ	9.0	176	59	10.4	91.5	21.0	199
シダ+B	13.0	255	63	16.1	92.9	21.0	309
シダ+B+T	14.6	285	69	19.7	88.8	21.6	378
カヤ	8.2	160	54	8.6	91.6	22.0	172
カヤ+B	12.8	250	54	13.5	93.1	21.3	264
カヤ+B+T	13.1	256	67	17.2	86.9	21.8	325

注 栽植密度19.6株/m²

これは透水性の低さと関連がある様に考えられる。刈敷区では材料から溶出する肥料成分はかんがい水にとけて水田表面にあり、油粕も表面施用され、また穂肥の油粕団子も表層より3cmの位置に与えられている。化学肥料の基肥は深さ15cmの全層に混和されている。このような施肥位置の差に基づく養分吸収の差異は、土壌の透水性との関連において検討されなくてはならない問題である。

全般に穂数が少ないことをいま指摘したが、その他の収量構成要素を第6表でみると、一穂あたりの粒数は最高で69粒であり、穂肥の効果が認められるとはいえ、穂数との相対的關係からみて決して多いとはいえない。登熟歩合は化学肥料区が最低で85.7%で、最高は基肥区(記号B)にみられる93%である。刈敷区に穂肥を追加した区(B+T)の登熟歩合は、基肥区(B)よりも低下しているが、これは穂肥により弱少分けつが有効化したためである。

本試験での全処理14区をこみにして穂数(x , 本/m²)と収量(y , kg/10a)との相関係数を求めると $r=0.956$ (回帰式: $y=1.31x-33.29$)であって、収量は穂数に支配されたといえる。さらに、その穂数(y)はNの純施用量(x , kg/10a)と $r=0.899$ (回帰式: $y=9.85x+163.4$)の高い正の相関がある。さらに、総もみ数(y , 粒/m²)もNの純施用量(x)に支配され、両者の相関係数は $r=0.957$ (回帰式: $y=801x+8486$)という高い値が得られた。

次項で述べる無機成分吸収量と収量との相関係数を同様に算出すると、分析した5成分すべては $r=0.91$ 以上(1%水準で有意)の値をとり、なかでもPとNはそれぞれ0.992, 0.982の値であった。この様に、すべての無機成分吸収量が収量と高い相関係数を示すことは、生育初期ではそれらの含有率に大きな差異があっても収穫期の水稻体内で各成分がほぼ一定比に落着く傾向を有することを示しており、大きく成育したものが収量が高いということを物語っている(注:収穫期全乾物重と収量との相関係数は $r=0.994$ であった)。しかしながら、既述のとおり無機成分吸収量と収量との相関係数に成分間で若干の差異が認められるので、各無機成分吸収量と収量(y)との間の重回帰分析を行ない、標準偏回帰係数を求めると次式のごとくであった。 $y=0.28N+0.34P+0.23K+0.23SiO_2-0.04Ca$ (決定係数 $R^2=0.992$)

収量に關する各無機成分の相対的な強さは、 $P > N > K = SiO_2$ であり、Caは負の要因として働いていることを示している。この結果からすれば、PおよびN吸収量の相対的重要度が指摘できるのであるが、その検討は次項

でおこなうこととする。

3. 無機成分の吸収量ならびに吸収比

収穫時における水稻の無機成分含有率を、わらと穂とについて示したのが第7表である。穂におけるN, P, K含有率の変動は少なくC.V.で5%台であるが、CaとSiO₂のC.V.は10%内外となった。一方、わら中のSiO₂含有率のC.V.は小さく6%にしかすぎない。最大のC.V.を示すものはわら中のK含有率であり約23%である。わらのN, P含有率のC.V.は約9%である。一方わら重のC.V.は約27%であるので、これらC.V.の低い要素、つまり、SiO₂, N, Pは、わら重によってほぼその含有量が決定される。前項でふれたPの含有率は平均値で0.09%程度で、N, Pはほぼ同量に与えるのが施肥基準となっているにもかかわらず、Nよりもはるかに含有率が低い。施用したPの大部分は利用されないまま水田に蓄積されているとみなされるのであるが、この蓄積Pの有効利用を促進する方法が発見されるならば、自然農法の展開のうえで貢献するところが多大である。

つぎに、第7表から水稻の地上部における無機成分含有量を算出して、これを無機成分吸収量とみなして第8表とした。既述のとおり、収量の多いものほどすべての無機成分の吸収量が多い。この吸収された無機成分は、もともと土壌が保有していたものと、肥料として施されたものの合体したものである。かりに、土壌保有分を無肥料区の吸収量とみなせば、それを上回る呼吸量は与えられた肥料分によるものであると見なされるが、無肥料区の吸収量に純施用量を加算しても、なおかつそれを上回る吸収量のあるときは、土壌に保有する肥料分が施肥の影響によって有効化されたと考えざるをえない。この様な見地から、各処理区における無機要素の純施用量と吸収量を比較するための図を作り、第2, 第3図としてかけた。なお、純施用量で吸収量を除した値を吸収比として第9表に示した。これらをあわせて刈敷材料の肥料的価値、ならびに肥効の発現について考えてみたい。酸酵ナタネ油粕は、それに含まれる成分を化学肥料と同様にすべて純施用量とみなした。

まず、単純に純施用量と吸収量の差を第2, 第3図で概観すると、NとPについては、施用量がすべて吸収量を上回っている。なかでもPは土壌に吸着されて無効態となるためか、吸収比が低い(第9表)。また、ナタネ油粕も脱窒のためにNの吸収比が低い。Kについて特徴的であるのはネザサとススキ刈敷であって、いずれも吸収量が純施用量を上回っている。Caは化学肥料区以外ではも

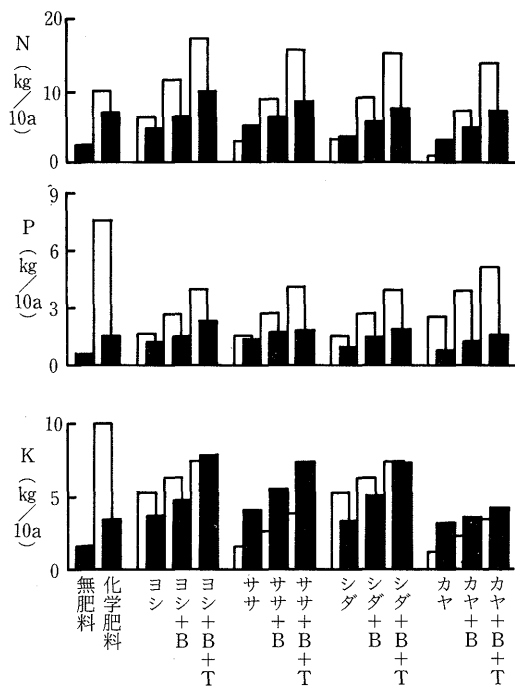
第7表 収穫期の水稻の無機成分含有率(%)および乾物重(kg/10a)

処理区	成分		N		P		K		Ca		SiO ₂		乾物重		
	部位		わら	穂	わら	穂	わら	穂	わら	穂	わら	穂	わら	穂	計
無肥料			0.40	0.84	0.080	0.276	0.535	0.22	0.217	0.025	13.8	4.4	228	182	410
化学肥料			0.56	0.90	0.077	0.255	0.436	0.23	0.304	0.024	16.3	4.8	559	431	990
ヨシ			0.50	0.86	0.083	0.262	0.665	0.24	0.214	0.025	15.2	4.2	433	331	764
ヨシ+B			0.50	0.87	0.079	0.281	0.706	0.23	0.244	0.023	15.3	3.3	525	417	942
ヨシ+B+T			0.54	0.99	0.077	0.285	0.867	0.27	0.260	0.030	12.9	4.4	709	607	1315
ササ			0.50	0.87	0.088	0.285	0.742	0.24	0.218	0.027	15.9	4.2	432	360	792
ササ+B			0.48	0.85	0.102	0.263	0.834	0.22	0.240	0.021	15.3	3.2	539	439	978
ササ+B+T			0.59	0.96	0.082	0.255	1.038	0.23	0.294	0.024	13.9	3.3	590	529	1118
シダ			0.52	0.87	0.089	0.281	0.878	0.24	0.276	0.025	14.5	4.1	312	252	564
シダ+B			0.48	0.83	0.090	0.260	0.813	0.22	0.300	0.024	14.6	3.5	506	406	912
シダ+B+T			0.51	0.89	0.082	0.282	1.034	0.24	0.348	0.028	13.8	3.5	589	513	1102
カヤ			0.49	0.87	0.102	0.265	0.966	0.23	0.295	0.025	14.3	3.9	281	211	492
カヤ+B			0.50	0.84	0.093	0.264	0.638	0.23	0.246	0.027	14.2	4.9	423	339	762
カヤ+B+T			0.58	0.97	0.094	0.258	0.612	0.24	0.293	0.028	14.5	4.3	508	449	956
平均値			0.51	0.89	0.087	0.269	0.769	0.23	0.268	0.025	14.6	4.0	474	391	864
標準偏差			0.046	0.049	0.0081	0.0111	0.1757	0.012	0.0385	0.0023	0.88	0.54	127.7	117.2	23.5
C.V.(%)			9.0	5.5	9.4	4.1	22.8	5.4	14.4	9.0	6.0	13.5	26.9	30.0	28.2

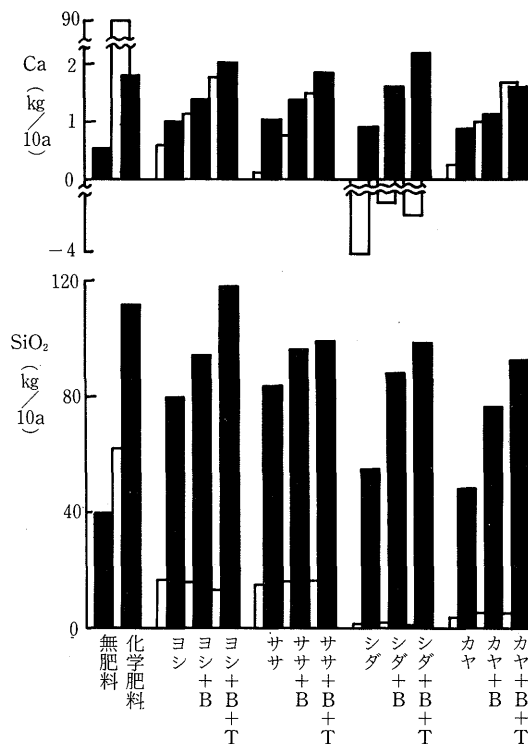
第8表 収穫期のイネの無機成分吸収量(kg/10a)

処理区	N	P	K	Ca	SiO ₂	収量
無肥料	2.44	0.68	1.63	0.54	39.47	138
化学肥料	7.01	1.53	3.44	1.80	111.81	309
ヨシ	5.02	1.23	3.67	1.01	79.72	269
ヨシ+B	6.26	1.58	4.70	1.38	94.09	316
ヨシ+B+T	9.84	2.28	7.83	2.02	118.17	446
ササ	5.29	1.41	4.07	1.04	83.81	273
ササ+B	6.32	1.70	5.47	1.38	96.52	319
ササ+B+T	8.56	1.83	7.37	1.86	99.47	385
シダ	3.81	0.99	3.36	0.92	55.57	199
シダ+B	5.80	1.52	5.04	1.62	88.09	309
シダ+B+T	7.57	1.93	7.35	2.19	99.24	378
カヤ	3.22	0.85	3.21	0.88	48.41	172
カヤ+B	4.97	1.28	3.49	1.13	76.68	264
カヤ+B+T	7.31	1.64	4.22	1.62	92.97	325

ともと施用量が少ないのであるが、多くの区で吸収量が純施用量よりも多い。ことに、SiO₂にいたっては、純施用量よりも吸収量が著しく多い。化学肥料区の吸収量は112kg/10aであって、この区の純施用量(62kg)に無肥料区の吸収量(39kg)を加算した程度であるが、刈敷区では、無肥料区の吸収量に各刈敷処理区の純施用量を加算した量よりも多く吸収している。特に、基肥、追肥にナタネ油粕を用いることにより、SiO₂の吸収比は高まっている(第9表)。水稻におけるSiO₂吸収は根の呼吸に依存する程度の高い要素であることが知られている¹⁾。水稻根の呼吸速度は、根の糖およびN含有率と高い正の相関のあることが最近の研究で明らかにされ²⁾、さらに、根のN含有率は葉身N含有率と高い正の相関のある³⁾ことも報告されている。醗酵ナタネ油粕を施用した区は、刈敷のみの区よりも明らかに各生育時期で葉色が濃く経過した。この点より考えて、刈敷の影響によって土壤中のSiO₂が可給態となり、さらに根の機能の高い処理区において、より多くの吸収をみたと理解することができる。



第2図 肥料3要素の純施用量(白柱)および吸収量(黒柱)



第3図 石灰および珪酸の純施用量(白柱)および吸収量(黒柱)

第9表 各処理区の無機成分吸収比

無機成分 処理区	N	P	K	Ca	SiO ₂
無肥料	—	—	—	—	—
化学肥料	0.70	0.20	0.34	0.02	1.80
ヨ シ	0.80	0.76	0.70	1.71	4.63
ヨシ+B	0.54	0.59	0.75	1.19	5.79
ヨシ+B+T	0.57	0.59	1.06	1.14	8.70
サ サ	1.69	0.92	2.53	8.67	5.34
ササ+B	0.70	0.63	2.06	1.84	5.78
ササ+B+T	0.54	0.45	1.92	1.25	5.89
シ ダ	1.13	0.64	0.65	0.23	34.95
シダ+B	0.63	0.56	0.81	0.51	43.83
シダ+B+T	0.50	0.49	0.99	0.65	72.44
カ ヤ	3.25	0.33	2.65	3.39	13.26
カヤ+B	0.68	0.33	1.53	1.12	14.28
カヤ+B+T	0.53	0.32	1.22	0.96	18.74

注 吸収比=吸収量/純施用量

刈敷区と化学肥料区の無機成分吸収比を第9表で比較すると、N以外のすべての要素は刈敷処理区で吸収比が高まっている。刈敷にタネ油粕を加用した区のN吸収比は化学肥料区より劣るとはいえ、刈敷のみの区ではより高い吸収比を示している。刈敷処理は水田表面に材料を敷くために、利用効率が劣る様に当初は考えたのであるが、結果は逆に高い吸収比を示した。刈敷材料より溶出する汁液の土壌に対する作用などの究明は今後に残された課題であるが、山野草の利用によって健全な水稻を育て、ある程度の収量を確保する見通しは得られた。本試験において病虫害の発生が認められなかった原因の一つとして、収穫期の葉身のSiO₂含有率が17~22%という高い値を示したことより、いわゆる硬い稲となっていたことをあげることができる。また、各区の収量をみても判るとおり、最高で446kg/10aと比較的低い水準にあり、生育全般を通じて俗に言うところの窒素を抑えた生育状態であった。このことも病虫害の被害を受けなかった原因と考えるとよからう。

IV. 論議および結論

本試験は、今はかえりみられない刈敷法によって水稻栽培を実施し、無農薬、無化学肥料で好成績をあげている農家の技法に着目し、その肥料的根拠を明らかにしようとしておこなわれたものである。化学肥料を慣行に準じてNで10kg/10a施した試験区でも、単収309kg/10aという瘠薄な水田土壌条件下では、刈敷のみの区の最高収量は約270kg/10aであり、刈敷材料を乾物量で600kg/10a施すだけでは肥料的にみて不十分であった。刈敷材料として使用した4種の山野草のうちでは、ヨシとネザサがワラビ、ススキよりも高い収量をあげた。しかし、これらの材料は7月上旬から10月中旬まで湛水状態の水田におかれても、分解による減量率はワラビの49.5%を最高とし、ヨシ、ネザサでは20%台に止まった。この減量率を引き上げるならば肥料分の供給量は増加し、収量も向上することが予想できる。著しく、多量の刈敷をするならば、未分解有機物が水田中に残存して次年度の水稲作において、湛水条件下で分解するため、根腐れなどをひき起す原因となる懸念も持たれる。

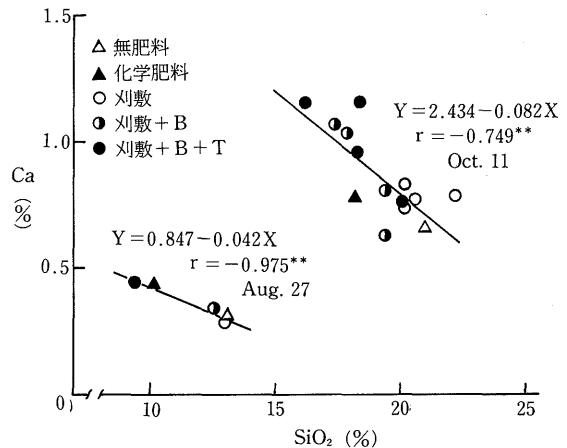
刈敷材料から溶出する肥料分の不足を、醱酵ナタネ油粕で補った試験区では収量水準は一段と増加し、基肥、穂肥と2回にわたってこれを与えた区では、いずれも化学肥料区をしのぐ単収をあげることができた。だが、無農薬を前提とする自然農法では、稲体の珪酸含有率の低い分けつ期から幼穂形成期にかけて、体内N濃度をあげることは、病害抵抗性の面で危険である。穂数の確保のためには、まず健苗を用い、移植後の水田水温を上昇させることである程度達成できる。しかる後に、幼穂形成期を過ぎて醱酵油粕、あるいは同米糖など速効性の材料を施すことが望ましい。

肥料成分のうちで問題となるのはPである。それは第9表の吸収比をみてわかるとおり、化学肥料区の0.2を最低とし、油粕を基肥、穂肥として使用した区でも最高0.59(ヨシ+B+T区)であり、与えられたPが土壌に吸着されて無効態となっているのがうかがえる。しかし、刈敷のみの区では吸収比が高まり、ササ区で0.92に達している点は注目し値する。ネザサ、ヨシの刈敷は他の材料よりも油粕施用区のP吸収比を高めている。材料より溶出する汁液がPの利用効率を高める作用を有するのかも知れないが、この説明は今後にまたれる。

上述の現象は、珪酸吸収の面で著しく、第3図にあるとおり刈敷の実施によって施用量よりもはるかに多量のSiO₂が吸収されている。また、これは根の機能も関与し

ていることが同図より指摘できる。一般に弱酸に溶出するSiO₂を有効珪酸とみなしているが、これが実際の水稲による吸収とはあまり関係のないことが指摘²⁾されている。本試験で明らかな様に、有機物の施用によって土壌中の珪酸は有効化し、水稻に吸収されるのである。珪酸が耐病虫性を強化することは過去の研究³⁾によって示されている。古い技法として行なわれた刈敷は、有機物を補給して水田地力を高めるとともに、耐病虫性の強化にも役立っていたことが本試験の諸結果より推測できる。ただし、山野草の種類、とくにヨシ、ネザサなどは肥料材料としての優秀性を保持しながらも、分解が容易でないという難点を持っている。この点の克服には水稻収穫後に耕起し、冬の低温のこぬ間によく土と混和して腐植化を促すことが望まれる。

最後に触れておかねばならぬのは、葉身中のSiO₂とCa含有率との関係である。津野ら⁵⁾は、すでに両者の間に負の相関関係の認められる場合のあることを報告し、Ca含有率が過度に高まれば、葉身の珪化細胞の形成を阻害する現象を認めている。本試験において、出穂期と収穫期の全生葉身中のSiO₂%とCa%との関係をみると、いずれも第4図のとおり負の相関関係がある。出穂期では両成分ともに低いが、これより収穫期に至る間に両成分は負の相関関係を維持しながらともに含有率を増加させている。特に刈敷+B+T区および刈敷+B区の一部において石灰%の増加が著しい。本試験の場合はSiO₂%が最低の区でも15%以上を示しているが、もしSiO₂%がそれ以



第4図 出穂期(8月27日)と収穫期(10月11日)における葉身のSiO₂含有率とCa含有率との関係

下でCa%が1.0%前後に達する水稻は軟弱な葉身となって、イモチ病に対する圃場抵抗性が低下することを報告⁶⁾した。無農薬を前提とする自然農法稲作では、葉身のCa含有率を特に注目する必要がある、軟弱な生育状態となることを極力避けねばならない。

V 摘 要

水稻の分けつ期にヨシ、ネザサ、ワラビ、ススキをそれぞれ乾物量で600kg/10aを水田表面に敷き(刈敷)、以後収穫期まで湛水状態として、それらの分解率、養分供給量、そして養分吸収量および収量を調査した。また、上記の刈敷処理に加えて醗酵ナタネ油粕を基肥および穂肥に用いる区も設けて、化学肥料区と収量を比較した。

1、刈敷材料の分解率はワラビ50%、ススキ33%、ネザサ24%、ヨシ22%であった。これらから供給された無機養分量(10a当たり)は、総合的にみてヨシが最も多くN-6.3kg、P-1.6kg、K-5.2kg、Ca-0.6kg、SiO₂-17kgであり、ネザサは全般に劣るがSiO₂は16kg程であった。ワラビはKの供給量は5.2kgであったがSiO₂は、1.6kgと少なかった。Pの供給量はススキが最大で2.6kgであった。

2、無肥料区の収量(10a当たり)は138kgで、化学肥料区は309kg、これに対して刈敷のみの区はヨシ269kg、ネザサ273kg、シダ199kg、ススキ172kgであった。刈敷処理に加えて醗酵ナタネ油粕を基肥に用いると収量は一段と向上し、さらに穂肥に追加すると、ヨシ区で446kgと化学肥料区を上回り、最低のススキ区で325kgとなった。収量は無機養分吸収量、なかでもNとPの吸収量と高い正の相関関係を示した。収量(Y)と各養分吸収量との間の重回帰分析をおこない、標準偏回帰係数を求めると次のとおりである。

$$Y = 0.28N + 0.34P + 0.23K + 0.23SiO_2 - 0.04Ca \quad (\text{決定係数 } R^2 = 0.992)$$

引用文献

- 1) 馬場 赴・高橋保夫・岩田岩保：水稻の胡麻葉枯罹病に関する栄養生理学的研究(予報) II水耕液に対する硫化水素加用が無機成分の吸収に及ぼす影響。日作紀, 21(1-2) 98 (1951)
- 2) 高橋和夫：鉍さいの水稻に対する肥効と水田土壌中の有効態けい酸に関する研究。四国農試報, 38: 75-114 (1981)
- 3) 戸苺義次：暴風による水稻被害に就て、特に昭和12年関西地方の暴風による水稻初被害に対する珪酸の効果。日作紀, 12 278-288 (1940)
- 4) 津野幸人：形態と機能からみた多収穫水稻。日作紀, 45 492-496 (1976)
- 5) 津野幸人・東 健志：水稻における珪酸と石灰との拮抗作用に関する研究(第2報)葉身部にみられる珪酸と石灰含有率の拮抗的現象。日作紀, 53(別号2) 78-79 (1984)
- 6) 津野幸人・笠原宏人：水稻における珪酸と石灰との拮抗作用に関する研究(第3報)珪酸および石灰がいもち病の圃場抵抗性に及ぼす影響。日作紀, 53(別号2) 80-81 (1984)
- 7) 津野幸人・小田正人：刈敷法を主体とした無化学肥料・無農薬による水稻栽培の実態—鳥取大学周辺の自然農法稲作の調査研究—。鳥大農研報, 38 1-10 (1985)
- 8) 津野幸人・山口武視：水稻根の呼吸速度に関する要因の解析。日作紀, 54(別号1) 100-101 (1985)