

長期畑転換あとの復元水田における水稲生産力

住田 弘一・加藤 直人

(農業技術研究機構東北農業研究センター)

Rice Productivity of Rotational Paddy Field converted from
Upland Field Cropped with Soybean for 18 Years

Hirokazu SUMIDA and Naoto KATO

(National Agricultural Research Center for Tohoku Region, NARO)

1 はじめに

米の生産調整が始まって既に四半世紀を超え、今は大豆、麦、飼料作の本作化が進められている。組織的な対応では、田畑輪換やブロックローテーションが行われる一方で、転換畑の固定化も多い。また、いわゆるバラ転でも、畑転換の長期化が進んでいるところも多い。こうしたところでは、畑作物の連作障害回避等のために水田への復元の可能性もある。

一般に、短期畑転換あとの復元水田の水稲生産力は高く、減肥等の適切な肥培管理によって多収が得られる。一方、畑転換の長期化は地力の消耗が懸念されているが、その復元水田における水稲生産力の情報は極めて少ない。ここでは、18年間の長期畑転換あとの復元水田に水稲を作付けし、その生産力を解析した。

2 試験方法

東北農業研究センター水田利用部(大曲キャンパス)構内の灰色低地土水田で、1982年から18年間にわたる長期畑転換(大豆連作)のあと2000年に水田に復元したほ場と、この間連年水田のほ場を供試した。両ほ場とも、1982年以来、稲わら堆肥の施用の有無と窒素肥料の施用の有無を組合せた肥培管理を継続している。稲わら堆肥の施用量は2 t/10a、窒素肥料の施用量は基肥7 kg+幼穂形成期追肥3 kg/10aである。リン酸、カリはいずれの試験区とも全量基肥で7 kg/10aである。1区面積は100~180㎡反復はない。連作で、品種はふくひびきを作付けした。

3 試験結果及び考察

表1には長期畑転換あとの復元水田土壌の理化学性を示した。1982年に畑転換し18年間大豆を連作したあとの土壌(作土)の全炭素、全窒素量は連年水田の3/4しかなく、可給態窒素量(風乾土, 30℃ 4週間湛水培養)は堆肥連用下で1/2、有機物無施用下では1/3に過ぎず、窒素肥沃度の減耗が顕著である。逆に、作土の可給態ケイ酸は長期畑転換あとの高まっている。

水中沈底容積は畑地化の進行によって減少するが、長期畑転換あとの作土のそれは、連年水田の3/4にまで小さくなった。このことは、田面が大きく沈下することを示しており、排水口や排水路が連年水田に合わせて設計されている場合、田植時の田面水の排水が極めて困難になる。また、いつき現象が起こりやすいので、代かき後は早めの田植えが必要になってくる。一方で、中干しや間断灌漑をしなくとも十分な土壌硬度が確保され、倒伏しにくい側面を持つ。

復元水田で水稲を1年作付けした秋の作土は、連年水田に比べて密度が大きくなっており、気相率が小さく、固相率が非常に大きく、仮比重は1.3倍に達した。復元水田の作土厚は連年水田並みに確保されたことから、復元水田の作土の土壌量(重さ)は㎡当たり200kgを超えた。

こうした土壌特性を持つ復元水田における水稲の収量は、堆肥施用の有無や窒素施肥の違いによるいずれの試験区においても、連年水田を大きく上回り、堆肥・N施肥区では820kg/10aに達した。表2に示すように、これは、旺盛な養分吸収、乾物生産に支えられた結果である。一般に、復元水田では旺盛な窒素吸収により、長稈で倒伏しやすい水稲になるとされている。しかし、ここでみるように長期

表1 復元水田土壌の理化学性

水田種類	有機物	全炭素 g/kg	全窒素 g/kg	可給態 窒素 mg/kg	可給態 ケイ酸 mg/kg	水中沈 底容積 L/kg	ち密度(山中式)			仮比重 kg/L	作土厚 cm
							表層	中位	鋤床		
復元水田	なし	17.0	1.44	42.6	273	1.54	15	14	19	1.24	17.0
	堆肥	23.5	2.08	91.7	292	1.62	16	17	19	1.14	18.0
連年水田	なし	22.8	1.96	126.2	235	2.06	10	11	19	0.97	17.0
	堆肥	31.2	2.74	187.8	267	2.11	9	13	21	0.87	19.5

注. 1) 全炭素、全窒素は1999年秋採取した作土、可給態窒素、可給態ケイ酸(SiO₂)、水中沈底容積は2000年春採取した作土について分析、ち密度、作土厚、仮比重は2000年秋に計測。

2) 全炭素、全窒素はCNコーダー、可給態窒素は湛水培養法、可給態ケイ酸はリン酸緩衝液法による。

表2 復元水田における水稲収量及び養分吸収量

水田種類	有機物	施肥	収量 kg/10a	倒伏 0~4	稈長 cm	乾物重 kg/10a	養分吸収量 kg/10a			
							N	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
復元水田	なし	無窒素	448	0	60.3	1,047	6.95	93.5	5.33	13.2
		N施肥	696	0	74.6	1,412	10.24	115.0	6.96	18.9
	堆肥	無窒素	677	0	69.1	1,354	10.34	110.4	6.48	20.0
		N施肥	820	1	79.5	1,614	13.71	130.1	7.48	23.9
連年水田	なし	無窒素	404	0	57.4	802	5.28	58.3	4.01	10.2
		N施肥	572	0	69.4	1,127	7.92	64.0	5.65	12.9
	堆肥	無窒素	551	0	60.8	1,096	7.40	87.5	5.30	15.7
		N施肥	729	1	77.4	1,393	10.05	83.5	6.51	18.1

畑転換あとでは、特にケイ酸吸収量の増加が顕著であり、連年水田より長稈でありながら、倒伏は連年水田並みの軽微に止まっており、強健な水稲になっている。

復元水田における作土からの窒素供給量(湿潤土, 30℃ 10週間湛水培養)は、単位土壌当たりでは連年水田を大きく下回った。しかし、連年水田とはほぼ同一の作土厚が確保されており、仮比重が大きいことから、作土量は約5/4倍になり、表3に示すように、単位面積当たりに換算すると、

表3 復元水田における窒素供給力と水稲による窒素吸収量

水田種類	有機物	土壌の窒素供給		水稲の窒素吸収	
		作土 kg/10a	下層土 kg/10a	地上部 kg/10a	見かけの利用率 %
復元水田	なし	8.2	1.3	6.95	85
	堆肥	13.7	4.6	10.34	75
連年水田	なし	7.6	1.7	5.28	69
	堆肥	12.2	4.2	7.40	61

注. 1) 湿潤土を30℃で10週間、密栓湛水培養。作土はかく乱培養、下層土は未かく乱培養。
2) 下層土は15cm分を計上。
3) 見かけの利用率は作土のみからの窒素供給と仮定した場合の値。

連年水田をやや上回った。一方、無窒素区の水稲による窒素吸収量は復元水田が連年水田を大きく上回っている(表2)。そこで、水稲への窒素供給が作土からだけと仮定すると、復元水田では75~85%の見かけの利用率となり、連年水田を約15ポイント上回る(表3)。復元水田では酸化的な土壌環境にあり根の活性が高く維持されることから、この利用率の差は妥当な値とも考えられる。この復元水田における高い根の活性の維持については、穂揃い後に青刈りした稲株からのひこばえの発生量が多いこと(表4)や、土壌の可給態養分にそれほど大差がないとされるリン酸やカリの吸収量が窒素と同様に多いこと(表2)からも裏付けられる。

ところで、復元水田の有機物なし区では、下層土に太い根穴が多く残っていたこと(表4)から、下層土からの養

表4 復元水田における青刈り稲のひこばえ再生力と下層土の根穴

水田種類	有機物	ひこばえ		下層土の根穴数	
		発生率 %	乾物重 g/18株	合計 個/cm ²	うち大孔
復元水田	なし	151	95.9	7.4	3.4
	堆肥	106	84.8	5.7	1.7
連年水田	なし	98	49.7	6.8	1.5
	堆肥	105	57.8	4.6	1.3

注. 1) 穂揃い後の8/11に地際から高さ10cmで18株を青刈りし、9/19に再生したひこばえを調査(無窒素区)。

2) 下層土の根穴は2001年春に調査(N標肥区)。

分(窒素)吸収があったと考えられる。これまで、下層土からの窒素供給量が推定される場合、作土と同様にかく乱条件による培養実験に基づいたものであり、復元水田では下層土からの窒素供給の寄与が大きいとされてきた。しかし、かく乱条件における土壌窒素発現量は、未かく乱条件より多いとされている。下層土は耕起、代かきされないもので、下層土の窒素供給量は未かく乱条件で求めるべきである。そのようにして推定した下層土からの窒素供給量は、表3に示したように、本試験に供試したほ場では非常に少ない。したがって、復元水田における下層土からの窒素供給を否定するものではないが、その寄与はそれほど大きくないと推察される。

4 ま と め

畑転換期間の長期化に伴い、土壌物理性や土壌養分特性は連年水田とは大きく異なったものになる。特に、水中沈底容積の大きな減少は田面の低下を招き、排水路の改修という土木工事が必要になる場合も考えられる。また、窒素肥沃度の減耗があるものの、畑作期間に拡大した耕起深を水田への復元時にもそのまま維持することにより、土壌量が十分確保され、単位土壌当たりの減耗は相殺される。このことなどにより、長期畑転換あとにおいても連年水田よりも多収が可能となる。