

## 第4節 再生イネと牧草を利用した水田裏作放牧技術

### 1. この技術のねらいー水田の通年利用と放牧期間の延長ー

今日、水田の多くは稲1作、利用期間は1年のうち4～5か月程度で、冬季を中心に半年以上は遊休状態です。また、コシヒカリなど早生食用米の収穫後には、再生イネ（ひこばえ）の伸張する圃場がみられますが。ほとんど利用されていません。他方、家畜飼養の省力化効果の顕著な放牧は、夏季を中心に行われており、牧草生育の低下する10月頃から4月頃まで牛舎で飼養することが多くなります。

そこで、再生イネなど未利用資源と水田の通年利用、放牧期間の拡大を図ることをねらいに、イネ収穫後の水田圃場で、再生イネおよび牧草を栽培して秋と春に放牧を行う技術を開発しました。この節では、WCS（発酵粗飼料）用の飼料イネ作付水田の裏作放牧技術として、牛の嗜好性の高い再生イネの生産を促す品種・施肥法と飼料イネの収穫時期、早春に利用する牧草の播種法を解説するとともに、営農現場における水田裏作の牧養力と牛の栄養状態への影響及び営農上の有用性について紹介します。

### 2. 再生イネの生産を促す品種・施肥法と収穫時期

再生イネの生産量を確保するため、2011年に茨城県つくばみらい市の中央農研谷和原水田圃場において、早生種の穂重型品種「夢あおば」と、茎葉型育成系統「関東飼糯254号」を用いて、窒素施肥法（追肥あり、なし）、WCS調製時期（出穂後約3週、5週）が再生に及ぼす影響を調査しました。

5月9日に稚苗を設定栽植密度15.2株/m<sup>2</sup>で機械移植しました。窒素施肥量は、標準区は高度化成で10a当たり5.6kgとLP70で4.2kgを、いずれも基肥として施用しました。追肥区は、7月13日に尿素で4kgを施用しました。出穂後約3週および約5週にフレール型専用収穫機を使用して、刈り高約10cmでWCS用イネとして収穫しました。再生イネの調査は、10月14日に、残存株とあわせて刈り高5cmで採取しました。

#### 1) 品種・施肥法と収穫時期が再生イネの生産量に及ぼす影響

WCS用イネの乾物重は、出穂期が約10日遅い「関東飼糯254号」の方が大きく、追肥区や出穂後約5週収穫がそれぞれ大きくなり（図1左）、専用収穫機での収量も同様の傾向を示すと考えられます。一

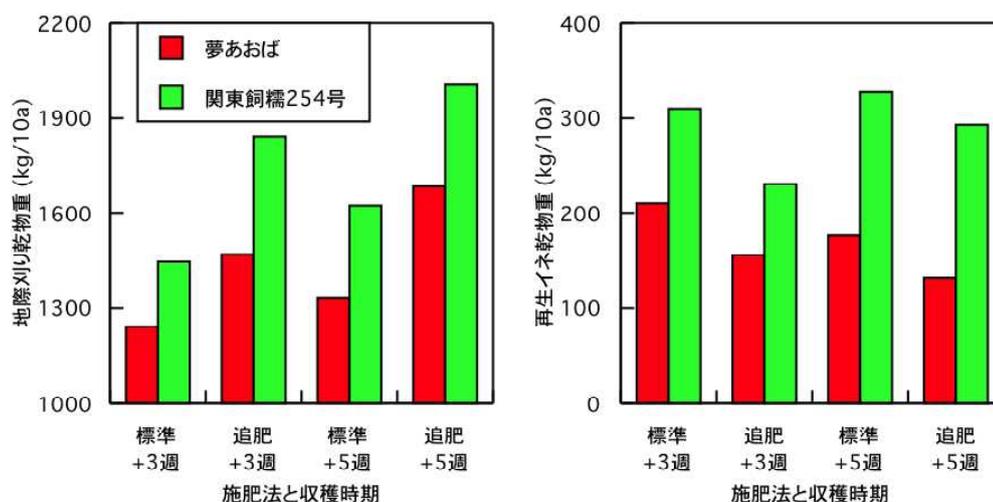


図1 品種・施肥法と収穫時期がWCS用イネと再生イネの生産量に及ぼす影響

注：+3週は出穂後約3週間目に収穫、+5週は出穂後約5週間目に収穫

方、再生イネの乾物重は、「関東飼糶 254 号」の方が大きく、標準区が追肥区より大きくなりました。収穫時期の影響は品種により異なり、「夢あおば」は出穂後約3週収穫が、「関東飼糶 254 号」は出穂後約5週収穫が、それぞれ大きくなりました。

## 2) 品種・施肥法と収穫時期が再生イネの飼料成分に及ぼす影響

出穂後約5週に収穫した標準区の WCS 用イネと再生イネについて、それぞれの飼料成分を分析しました。WCS 用イネでは、各成分や推定した可消化養分総量 (TDN) 含量には大きな品種間差はありませんでした。これに対して、再生イネでは、「関東飼糶 254 号」の粗タンパク質 (CP) 含量がやや低く、非繊維性炭水化物 (NFC) 含量はやや高くなり、推定 TDN 含量もやや高くなりました (表1)。

表1 WCS用イネと再生稲の飼料成分における品種間差

部位	収穫時期	施肥法	品種	CP	NFC	推定TDN
WCS用イネ	出穂後約5週	標準	夢あおば	4.2	30.2	52.4
			関東飼糶254号	3.9	31.8	51.5
再生イネ	出穂後約5週	標準	夢あおば	8.4	9.5	47.4
			関東飼糶254号	6.5	14.5	51.7

CP: 粗蛋白質、NFC: 非繊維製炭水化物、TDN: 可消化養分総量、いずれも乾物中%

WCS用イネの推定TDN =  $54.297 + 1.205 \times \text{高消化性繊維} + 0.109 \times \text{低消化性繊維} + 0.462 \times \text{粗灰分}$

再生イネの推定TDN =  $0.89 \times (\text{細胞内容物} + \text{高消化性繊維}) + 0.45 \times (\text{総繊維}) - 5.45$

## 3) 再生イネの生育を促す栽培条件

以上の試験結果から、作付けする品種は、「関東飼糶 254 号」のような茎葉型のものが適していると考えられます。また、出穂前の窒素追肥は、WCS 用イネの収量を増やす一方で、再生イネの生育を抑えてしまうことがわかりました。再生イネのための窒素施肥法としては、WCS 調製後の即効性肥料散布か、出穂前の緩効性肥料散布が適していると考えられます。

茎葉型育成系統の「関東飼糶 254 号」は、出穂後約3週で黄熟期に達して、出穂後約5週はほぼ完熟期になります。これに対して、穂重型品種の「夢あおば」は、出穂後約5週に黄熟期に達します。したがって、どちらのタイプの品種であっても、「黄熟期を避けて」収穫する方が、再生イネの生育が促進されると考えられます。

実際の営農現場では、WCS 調製前の落水と、再生イネ生育のための入水がポイントとなりますので、地域の水利慣行に応じて、適切な品種・収穫時期を選定することが重要です。

## 3. 営農現場における再生イネと牧草を利用した水田裏作放牧の実際

茨城県常総市菅生地区の水田圃場において、5月中下旬に移植栽培した WCS 用イネを8月下旬に収穫した後、追肥を行い一時的に入水してイネの再生を促し、10月上旬頃から再生イネを利用して妊娠7～9か月齢の繁殖牛を12月中旬頃まで、順次圃場を移動させながら放牧飼養を行っています。また、再生イネの放牧時にイタリアンライグラスを播種し、3月上旬からイネ移植前の4月下旬まで繁殖牛の放牧飼養を行っています。すなわち、「WCS 用イネ生産－再生イネ放牧－牧草放牧」の三毛作です。

以下では現地調査で得られた再生イネの生産量と栄養価、放牧牛の栄養状態への影響について紹介します。また、再生イネと牧草を利用した水田裏作放牧技術の経済性を検討します。

### 1) 再生イネの生産量と栄養成分

表2は2009年から水田裏作放牧を継続している圃場の実績を示しています。WCS 用イネ収穫後の再生イネの生産量は、品種、収穫時期等により異なり、2009年の夢あおばは追肥量が2kgと少ないにもかかわらず乾物202kgを確保できましたが、2010年のモミロマンは

追肥量を 4kg に増やしたにもかかわらず 68kg と低くなりました。また、2011 年は WCS 用イネ収穫の 2 週間前に追肥を行ったところ、WCS 用イネの収穫量は増えましたが、再生イネの生育は皆無に近い状態でした。2012 年はモミロマンを乳熟期頃に収穫したところ、WCS 用イネの収穫量は減少しましたが、再生イネは 300 ～ 400kg に増えました。



WCS用イネの栽培・収穫(5-8月) 再生イネの放牧(10~12月) 牧草による放牧(3~4月)

図2 「イネWCS生産－再生イネ放牧－牧草放牧」による水田通年利用モデル

表2 再生イネと牧草によるWCS用イネ裏作放牧の実績

年度	圃場 番号	WCS用イネ		再生イネ放牧		牧草放牧		放牧頭数 計(日頭 /10a)	
		品種	収穫量(乾 物kg/10a)	生産量(乾 物kg/10a)	放牧期間	頭数(日 頭/10a)	放牧期間		頭数(日 頭/10a)
2009	①(78a)	夢あおば	1,261	202	10/15-11/5	16.2	3/9-5/1	22.7	38.8
	②(74a)	夢あおば	1,272		11/5-11/27	17.8	3/12-5/2	18.4	36.2
2010	①	モミロマン	1,216	160	10/14-10/24	9.0	2/17-3/15	23.3	32.3
	②	モミロマン	1,084		10/24-11/1	7.6	3/5-3/17	10.8	18.4
2011	①	たちすがた	1,473	0	再生量が少なかったため		原発事故により		
	②	ホシアオバ	1,367		実施せず		放牧自粛		
2012	①	モミロマン	1,036	307	9/25-10/15	17.8			17.8
	②	モミロマン	1,084	401	10/7-11/12	27.6			27.6
参考	③	関東飼糶254号	980	337	10/14-11/3	26.0			26.0

注: 1) 2009年度から調査を継続している圃場の実績。冬季に堆肥を10a当たり6t施用。WCS用イネ栽培時は無施肥。2011年度以外は、稲WCS収穫直後に、尿素を窒素成分で10a当たり4kg施用。2011年度は、稲WCS収穫2週間前に尿素を追肥。WCS用稲は牧草収穫機体系で収穫調製。牧草は、再生イネ放牧時にイタリアンライグラスを10a当たり3kg散播し、放牧牛に踏ませて鎮圧。2012年度の牧養力は、再生イネのみの値。

表3 再生イネの生産量と栄養成分

種類・品種等	再生イネ				
	食用品種2010 (10圃場平均)	専用品種			
		夢あおば 2009	モミロマン 2010	モミロマン 2012	関東飼糶254号 2012
移植日・播種日	5月上旬	4月26日	5月14日	5月20日	5月21日
収穫日	9月上旬	8月23日	8月31日	8月23日	8月22日
生育ステージ	完熟期	完熟期	糊熟期	乳熟期	黄熟期
刈り取り高		15cm	15cm	15cm	15cm
追肥	なし	N2kg	N4kg	N4kg	N4kg
調査日	10月18日	10月14日	10月20日	9月30日	9月30日
乾物生産量(kg/10a)	176	202	160	369	337
粗蛋白(CP)	7.2	9.1	10.4	14.5	10.9
非繊維性炭水化物(NFC)	14.6	17.4	11.9	7.6	14.4
総繊維(NDF)	61.7	53.6	58.7	61.4	60.8
高消化性繊維(Oa)	14.4	9.1	18.6	14.4	15.3
低消化性繊維(Ob)	47.3	44.5	40.1	39.9	43.1
可消化養分総量(TDN)	55.4	51.4	58.9	57.6	59.0

注: 栄養成分は乾物あたり割合(%).  $TDN = (CP + NFC + Oa + \text{粗脂肪}) * 0.89 + NDF * 0.45 - 5.45$

WCS 用イネ収穫後に追肥を行った再生イネの栄養成分は、粗蛋白（CP）および可消化養分総量（TDN）は比較的高く、とくに CP は追肥なしの食用品種の再生イネより明らかに高く牛の嗜好性は高いようでした。他方、追肥なしの食用稲の再生イネの CP は7%ほどでしたが食べ残しが多く牛の嗜好性は明らかに低い様子が見て取れました（表3）。

蹄耕法により播種した牧草の生産量は、3月中旬では乾物 100kg/10a 前後、4月中旬には約 300kg に達しました。3月上旬からこれらの牧草の放牧利用を開始しましたが、3月の牧草は CP および NFC が高く TDN も高いのですが、総繊維（NDF）とりわけ低消化性繊維（Ob）が少なく乾物摂取量の不足が懸念されました。

## 2) イネ WCS 裏作の放牧実績と放牧牛の血液性状等

放牧利用は再生イネの生産量を反映して、2009年、2012年は10a当たり20日頭前後実施できましたが、2010年は10日頭以下にとどまり2011年は実施できませんでした。春の牧草の放牧は、5月中旬に飼料イネの移植を行うことから4月中に放牧を終えるため、10a当たり20日頭前後にとどまりました。この結果、2009年秋～2010年春の水田裏作の放牧頭数は10a当たり38日頭でした（表2）。

再生イネ放牧前後の繁殖牛の血液性状は、総コレステロール値（Tch）は基準値内に納まり、総蛋白（TP）はやや高めに推移しており、2010年に行った調査では放牧3週間後の体重は11kg増加していました。また、産子の体重も実施農場平均の33kgよりも約2kg多い35kgでした（表4）。このことから追肥を行い蛋白成分を高めた再生イネの栄養価は高く、補助飼料なしで妊娠後期の繁殖牛を十分養えると考えられます。

表4 再生イネ放牧牛の栄養状態と産子体重

	2009再生イネ		2010再生イネ	
再生イネ放牧頭数(頭)	6		12	
入牧日	10月15日		10月14日	
退牧日	11月27日		11月5日～12月9日	
平均放牧日数(日)	43		40	
血液性状・測定日	10月15日	12月2日	10月14日	11月4日
Tch(mg/dl)	111	140	116	100
TP(g/dl)	7.4	7.1	7.8	7.8
BUN(mg/dl)	15.3	10.2	13.9	16.9
放牧牛の体重(kg)			487	499
出生子牛の平均体重(kg)	35		35.5	

注:血液性状の基準値は、Tch:80-150mg/dl, TP:5-7.5g/dl, BUN:9-14mg/dl.

## 3) 水田裏作放牧の経済性

水田裏作放牧に要した費用は労働費を含めて10aあたり約6,400円、労働時間は1.7時間でした。秋の再生イネ放牧と春の牧草放牧を併せて、10aあたり20日頭の放牧を行った場合の飼養経費は322円/日頭と試算されます。40日頭の場合は161円/日頭となります（表5）。牛舎飼養の場合、飼料費だけで300円/日頭、給餌や排せつ物処理の労力や施設の償却費を考えると、繁殖牛1日あたり飼養経費は500円ほどです。

表5 水田裏作放牧の経済性(1.5ha分)

費目等	金額(円)
牧柵資材・給水器	31,513
牧草種子・肥料	26,946
労働費(牧柵移設等)	18,000
労働費(転牧・給水等)	20,100
計	96,559
10aあたり費用	6,437
同(労働費除く)	3,897
1日1頭あたり費用	
放牧頭数20日頭/10aのケース	322
同 30日頭	215
同 40日頭	161

注:労働費は労賃単価を1,500円/時として計算.

## 4) 再生イネと牧草を利用したイネ水田裏作放牧の技術的ポイントと留意点

これまでの研究結果及び営農現場での取り組みより、再生イネの放牧利用および牧草播種の技術ポイント、経営的効果及び留意点等を整理します。

### ① WCS 用イネの早期収穫と収穫後の追肥

再生イネの生産量を確保するためには、気温の高い8月下旬頃までに WCS 用イネを黄熟期を避けて収穫します。5月中旬に移植する場合、「モミロマン」等の中生種は乳熟～糊熟期に、「関東飼糶 254 号」等の早生種は完熟期の収穫とします。

追肥を行わない再生イネは、蛋白成分が低く放牧牛の嗜好性が劣るため、WCS 用イネ収穫後に必ず追肥を行い、可能であれば1～2回浅く湛水します。ただし、降霜後の再生イネの嗜好性は低下する傾向が見られましたので、9月下旬～11月下旬にかけて放牧利用します。冬季は再生イネ放牧時に播種した牧草の生育を促すため放牧を控えます。またこの時期に堆肥を散布します。

### ② 牧草播種とストリップ方式の放牧

再生イネの放牧時に、イタリアンライグラス等の牧草を播種し、放牧牛に踏ませて鎮圧を行うと発芽率が高くなります。ただし、長期間、踏ませると発芽した牧草が損傷するため、放牧牛の採食範囲と播種した牧草の踏圧期間を制限します。このため、電気牧柵を利用して、再生イネの採食範囲を制限しつつ牧草を播種するとともに、播種した牧草の踏圧期間が5日以内に納まるよう、バックフェンスを設置し、両フェンスを平行移動させます。麦類は蹄耕法による発芽率が低い傾向が見られますので、イタリアンライグラスを用いるのが良いでしょう。



図3 再生イネ放牧時の牧草播種(蹄耕法)

長く踏ませないためバックフェンスも移動

### ③ 排水性の高い圃場の選択

排水不良圃場では、放牧利用により泥濘化を招きやすく、播種した牧草の発芽・定着率が低くなります。このため、再生イネ放牧は排水性の良い圃場で行い、イネ生育中の中干しを強めに行い、放牧前に畦畔の一部を切り降雨時の排水を良くする等の対策を行います。

### ④ 寄生虫検査

肝蛭などの汚染地域では寄生虫検査を行い、感染が確認された場合は駆虫薬を処方します。

### ⑤ 経営経済性と適応場面

水田裏作での繁殖牛の放牧飼養は、牛舎内飼養と比べて飼養管理の省力化とコスト低減が図れますが、春の牧草放牧後、飼料イネ移植のための圃場の整備期間が短くなることに留意する必要があります。一般に公共牧場等の開牧期間は5月～10月であり、水田裏作の放牧利用により畜産農家では、放牧期間の延長と繁殖牛飼養の省力化とコスト低減が図れます。また、条件を満たせば、二毛作助成、耕畜連携（水田放牧）助成等の戸別所得補償の交付を受けられるため、経済的にも有効と考えられます。

### 参考文献

石川哲也・千田雅之「温暖地での早期栽培における稲発酵粗飼料専用品種・系統のひこばえ生育に及ぼす要因」（日本作物学会関東支部会報第26号，2011年，24-25頁）

（執筆者：千田雅之・石川哲也）