

## 第1節 水田放牧飼養による肉用種繁殖牛の栄養及び繁殖への影響

### 1. はじめに

肉用種繁殖雌牛の飼養管理において、転作田や休耕田を利用した小規模放牧は多くのマニュアル（畜産草地研究所 2011 年）等を通じて技術が紹介されており既に各地で定着していますが、最近、立毛状態の飼料イネ（立毛イネ）やイネホールクロップサイレージ（イネ WCS）を利用して通年、水田で飼養管理する技術が開発されました。この技術では、春季～夏季は牧草、秋季は立毛イネ、冬季は放牧地周辺の水田で生産したイネ WCS を放牧地で給与することで1年を通して肉用種繁殖雌牛を屋外で飼養することができます。これまでの小規模放牧とは異なり、飼料資源として立毛イネやイネ WCS が加わることで、通年屋外で飼養管理することなど注意すべき点があります。そこで本節では、この技術を開発した茨城県常総市の営農試験地での調査結果にもとづいて、水田を活用した通年屋外飼養における飼料資源の特徴と家畜栄養及び繁殖への影響について解説します。

### 2. 水田における通年屋外飼養に関する調査の概要

調査は 2009～2010 年に茨城県常総市の営農試験地で屋外飼養された黒毛和種妊娠牛（19 頭）を対象として行いました。さらに妊娠牛の飼養管理で重要な妊娠末期（分娩前 2 ヶ月）において牧草（牧草群，4～9 月）、立毛イネ（立毛イネ群，10～12 月）およびイネ WCS（イネ WCS 群，1～3 月）をそれぞれ採食する 3 群に分けて比較しました。調査は月 1 回の頻度で体重測定、採血および採食飼料のサンプル採取を分娩前 5 ヶ月前から放牧終了（退牧）時まで実施しました。

調査頭数、放牧経験及び放牧期間等について表 1 に記載します。営農試験地で通年屋外飼養を行う牧場では妊娠が確認された黒毛和種雌牛を水田に放牧し、分娩直前に牛舎に戻します。調査結果によると放牧期間（屋外飼養期間）は牧草群と立毛イネ群が 210 日を超えており、イネ WCS 群は 200 日を下回りました。したがって、退牧から分娩までの期間はイネ WCS が最も長くなっており、約 1 ヶ月となっております。この結果については後述しますが、牧草に比べてイネ WCS の栄養不足を懸念したことから、他の群よりイネ WCS 群を早めに退牧させたためでした。繁殖成績も関係しますが退牧、分娩後、妊娠が確認されて再び放牧に出るまでの屋内飼養期間は 130～160 日と 3 群で数値は異なりましたが統計的には差がなく、いずれの群も同程度です。

表 1. 調査頭数、放牧経験および各期間

	調査頭数	放牧経験 (回)	放牧期間 (日)	退牧-分娩 期間(日)	屋内飼養 期間(日)
牧草群	8	2.9	210.8 <sup>ab</sup>	14.1 <sup>b</sup>	144.3
立毛イネ群	5	3.0	217.4 <sup>a</sup>	15.2 <sup>b</sup>	130.0
イネWCS群	6	2.5	196.2 <sup>b</sup>	35.2 <sup>a</sup>	164.0

\*異符号間に有意差あり (p<0.05)

### 3. 水田を活用した通年屋外飼養における飼料資源の特徴

この営農試験地で妊娠牛が採食する飼料は季節によって変わります。大別して 3 つの主な

飼料があり、それぞれの飼料成分値を表2に記載しました。春季から秋季に掛けてはイタリアンライグラス（3～5月）、バヒアグラス（6～11月）およびシロクロバ等の牧草が主な飼料となります。これらの牧草の粗タンパク質（CP）含有率は、立毛イネやイネ WCS に比べて高く、平均で 20%程度でした。一方、10～12月に採食された立毛イネや1～2月に採食されたイネ WCS の CP 含有率は4～6%でした。立毛イネを摂取している秋季は、春季や夏季に比べると量は少ないながらも牧草も摂取できますので CP 不足で最も注意すべきは、ほぼイネ WCS のみを摂取している冬季（1～2月）です。

デンプンを主成分とする非繊維性炭水化物（NFC）含有率において、イネ WCS は立毛イネに比べて低くなっており、これはイネ WCS の収穫、調製時に子実が脱落したためと考えられますので、子実を無駄なく利用する点では立毛状態でイネを採食させることが有利です。

エネルギー含有量を見ると牧草に比べて立毛イネやイネ WCS がやや低く、さらに実際に消化されるエネルギー割合は牧草が6～7割、立毛イネやイネ WCS は5～6割ですので、ほぼイネ WCS のみを摂取している冬季にはエネルギー不足にも注意が必要です。

表2. 主な飼料の飼料成分値

項目	牧草			立毛イネ			イネ WCS		
	平均	最小値	最大値	平均	最小値	最大値	平均	最小値	最大値
乾物 (%)	21.1	12.0	26.2	40.2	39.9	40.5	50.7	36.6	65.2
有機物 (% DM)	88.4	87.4	89.8	86.5	85.8	87.9	85.0	82.1	88.1
粗タンパク質 (% DM)	20.3	16.4	26.4	5.7	4.8	6.6	4.2	3.1	5.3
中性デタージェント繊維 (% DM)	41.5	27.8	52.5	47.2	44.3	51.0	55.1	51.6	64.6
非繊維性炭水化物 (% DM)	23.3	15.8	30.0	32.3	29.9	33.6	24.3	12.1	29.0
エネルギー (KJ/g DM)	18.9	18.6	19.3	16.8	16.5	17.0	16.5	16.1	17.2

#### 4. 水田を活用した通年屋外飼養における家畜栄養と繁殖成績

一般に肉用種繁殖雌牛では、受胎してから分娩2～3ヶ月前までを妊娠維持期と呼び、この期間は体重の増減が殆どない状態での飼養管理が求められます。ただし、初妊牛や低産次牛（2～3産）については母体の成長分を考慮する必要があります。分娩2～3ヶ月前から分娩までを妊娠末期と呼び、この期間は胎子の急激な発育（胎盤、胎膜等の増大）にともなって養分要求量が増加します。したがって、妊娠末期に低栄養状態に陥ると、分娩後の泌乳量や繁殖成績に悪影響を及ぼし、深刻な場合は胎子にも悪影響を及ぼします。また、分娩後から離乳までの期間を授乳期と呼び、この期間も母体回復や子牛への授乳のために養分要求量は増加します。営農試験地の牧場では分娩後3日程度の早期に母子分離を行っているため授乳期がほとんど無く、分娩後の養分要求量は多くなかったと考えます。

図1は分娩前5ヶ月を基準として以後毎月の増体量を加算した結果です。妊娠末期に立毛イネを採食した群の増体量が最も多く、分娩1ヶ月前までに68.4kgの増体が認められました。一方、妊娠末期にイネ WCS を採食した群では分娩3ヶ月前から2ヶ月前において体重が減少し、最終的な増体量は18.0kgに留まりました。また、日増体量においても牧草群、立毛イネ群がイネ WCS 群に比べて多くなり、イネ WCS 群の増体は顕著に少ない結果となりました。これらは、妊娠末期において牧草群や立毛イネ群は栄養価の高い牧草を摂取することで増体量が多くなり、イネ WCS 群は牧草より栄養価が低い立毛イネやイネ WCS を摂取した

ことで増体量が少なくなったと考えます。黒毛和種繁殖雌牛において妊娠時の適正な増体量は 50~60kg ですので、増体量から見ると牧草群が最も適正であり、立毛イネ群はやや肥り気味、イネ WCS 群は明らかに痩せていたと言えます。

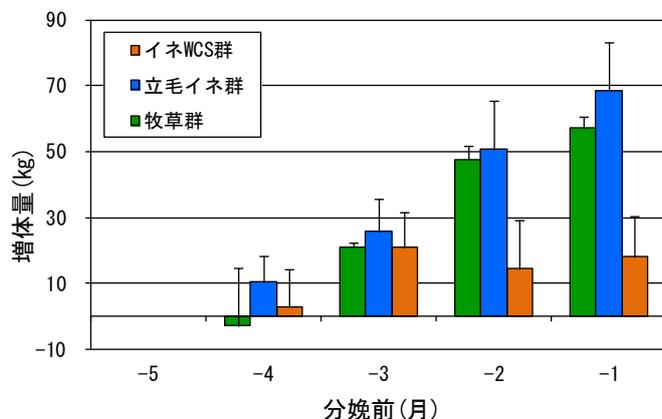


図 1. 増体量の推移

表 3. 増体量, 日増体量

	増体量 (kg)	日増体量 (kg)
牧草群	56.0 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>
立毛イネ群	68.4 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>
イネWCS群	18.0 <sup>b</sup>	0.15 <sup>b</sup>

\*異符号間に有意差あり (p<0.05)

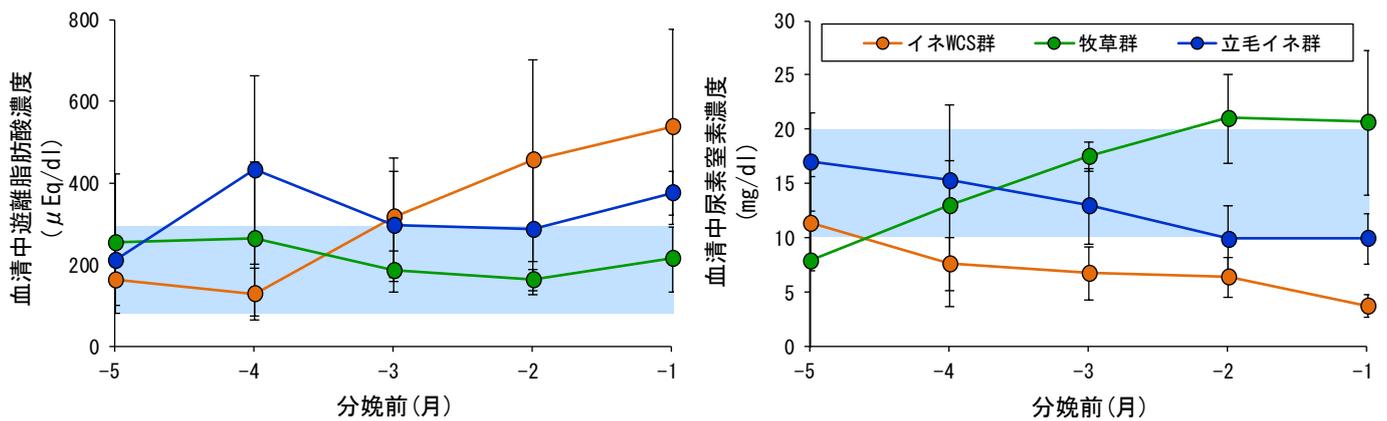
採食している飼料や家畜の生理状態を反映して血液成分値は変動するため、血液検査により家畜の健康状態や栄養状態を把握することができます。表 4 には分娩 5ヶ月前ならびに 1ヶ月前の血液成分値、図 2 には血清中の遊離脂肪酸 (FFA) 濃度と尿素態窒素 (BUN) 濃度の推移を記載しました。

エネルギー代謝関連の指標である FFA は分娩前 5ヶ月においては群間に差は認められませんでしたでしたが、分娩前 1ヶ月では牧草群に比べてイネ WCS 群は高くなりました。FFA 濃度はエネルギー摂取量が非常に多い場合にも高くなりますが、一般にはエネルギー摂取量が不足する場合に高くなります。それは生命活動を維持するために蓄積している体脂肪を動員することによって、血液中の FFA 濃度が増加するからです。黒毛和種繁殖雌牛の FFA 濃度の基準値は 100~300 $\mu$ Eq/dl とされていますが、イネ WCS 群は分娩前 3ヶ月以降高く推移しており、エネルギー摂取量の不足がうかがえます。研究所内で実施した実験において、イネ WCS のみの摂取では妊娠末期に要求されるエネルギー量の 7割程度しか充足できないことが分かっています (妊娠維持期は 9割程度)。これは立毛イネにも同様のことが言えるため、

表 4. 血液成分値

	牧草群		立毛イネ群		イネWCS群	
	分娩前5カ月	分娩前1カ月	分娩前5カ月	分娩前1カ月	分娩前5カ月	分娩前1カ月
<b>エネルギー代謝関連</b>						
総コレステロール (mg/dl)	99.0	115.0	130.0	135.4	107.6	142.3
遊離脂肪酸 ( $\mu$ Eq/dl)	253.3	215.0 <sup>a</sup>	210.0	376.0 <sup>ab</sup>	162.0	538.3 <sup>b</sup>
3-ヒドロキシ酪酸 ( $\mu$ mol/L)	348.3	417.3	309.0	485.2	341.4	453.0
<b>タンパク質代謝関連</b>						
総蛋白 (g/dl)	7.3	7.8 <sup>a</sup>	7.5	7.3 <sup>b</sup>	8.1	7.2 <sup>b</sup>
アルブミン (g/dl)	3.6	3.7 <sup>a</sup>	3.5	3.5 <sup>a</sup>	3.3	3.4 <sup>b</sup>
尿素窒素 (mg/dl)	7.9	20.7 <sup>a</sup>	17.0	10.0 <sup>b</sup>	11.4	3.8 <sup>b</sup>
<b>肝機能関連</b>						
AST (IU/L)	71.3	63.8	74.2	68.6	67.8	67.5
ALT (IU/L)	31.3 <sup>AB</sup>	26.4	24.4 <sup>B</sup>	24.8	34.8 <sup>A</sup>	26.7
$\gamma$ -GTP (IU/L)	20.3	21.6	16.8	15.4	18.4	18.3

\* 異符号間に有意差あり (p<0.05)



\* 青枠は黒毛和種繁殖雌牛の基準値を示す。

図2. 血清中の遊離脂肪酸濃度と尿素態窒素濃度の推移

実際に立毛イネ群においても、主な飼料が牧草から立毛イネに切り替わった分娩前1ヶ月時のFFA濃度は基準値より高くなりました。

長期的なタンパク質代謝関連の指標である総蛋白濃度は群間の違いは見られましたが、いずれの群も概ね基準値(7.1±0.2g/dl)に納まっていました。短期的なタンパク質代謝関連の指標であるBUN濃度は、分娩前1ヶ月において牧草群に比べて立毛イネ群、イネWCS群ともに低くなりました。立毛イネ群は分娩前2ヶ月以降、イネWCS群は分娩前4ヶ月以降、BUNの基準値である10~20mg/dlより低く推移しました。BUNは直前のCP摂取量を反映しているため、これらの結果から推察するとCP摂取量の不足がうかがえます。こちらも研究所内で実施した実験結果から見ると、イネWCSもしくは立毛イネのみでは妊娠末期に要求されるCP摂取量に対して多くても6割程度しか満たせないと考えられます(妊娠維持期は8割)。

今回調査した妊娠牛が分娩した子牛の生時体重や前回の分娩との分娩間隔の結果を表5に記載しました。子牛の生時体重は3群の間に統計的な差は認められなかったことから、同程度であると考えます。3群の生時体重の平均は約35kgでした。また、前回の分娩との分娩間隔も3群の間に統計的な差は認められず同程度であり、その分娩間隔の平均は357.8日でした。いずれの群も1年1産を達成しており、全国和牛登録協会の発表による全国平均の404.5日に比べると繁殖成績は良好であったと判断できます。

表5. 子牛の生時体重と分娩間隔

	調査頭数	子牛の生時体重(kg)	分娩間隔(日)
牧草群	6	33.9	360.2
立毛イネ群	4	35.0	350.5
イネWCS群	6	36.7	360.3
全体	16	35.1	357.8

\*有意差なし(p>0.05)

表6. 放牧期間、子牛の生時体重および分娩間隔の経年変化

年	調査頭数	放牧期間(日)	子牛の生時体重(kg)	分娩間隔(日)
2006年	5	158.8	33.3	374.0
2007年	32	179.7	32.4	365.5
2008年	43	206.4	33.3	385.6
2009年	73	216.8	33.0	358.9
2010年	71	209.9	34.1	361.8
2011年	74	215.1	33.1	357.5
2012年	65	213.5	34.6	----

表6には、営農試験地で通年屋外飼養を行う牧場全体の放牧頭数、放牧期間、子牛の生時体重および分娩間隔を記載しました。放牧を取り入れた2006年より徐々に放牧頭数と放牧期間が増加し、その間の子牛の生時体重は32～34kg、分娩間隔も約1年で推移しており、この技術が堅実に定着していることがうかがえます。

## 5. 水田を活用した通年屋外飼養における家畜飼養指針

今回の調査で明らかになったことは次の3つです。(1) 妊娠維持期にイネ WCS、妊娠末期に牧草を摂取する「牧草群」では、増体量、血液性状とも適正であること、(2) 妊娠維持期に牧草、妊娠末期に立毛イネを摂取する「立毛イネ群」では、妊娠維持期に肥満、妊娠末期に栄養不足が、若干心配されること、(3) 妊娠維持期に牧草や立毛イネ、妊娠末期にイネ WCS を摂取する「イネ WCS 群」では、妊娠維持期に問題ないのですが、妊娠末期に増体量が少なく明らかな栄養不足であることが認められたことです。したがって、牧草群と立毛イネ群では分娩直前まで補助飼料なしで放牧飼養可能と判断されますが、イネ WCS 群に対しては補助飼料が必要であると言えます。

一般に肉用種繁殖雌牛において妊娠末期(分娩2, 3ヶ月前)は胎子の成長にともない養分要求量は高まります。しかし、この妊娠末期では胎子や子宮の急激な成長によって消化管が圧迫されること、分娩や泌乳に係るホルモン分泌に起因して食欲が減退することなどが原因で著しく飼料の摂取量が低下します。したがって、牧草に比べて栄養価が低い立毛イネやイネ WCS のみに近い採食状況下では栄養不足が生じます。また、飼料イネには難消化性の繊維成分が多いために乾物摂取量を抑制する可能性もあり、さらに栄養不足を助長する懸念もあります。今回調査した黒毛和種妊娠牛のうちイネ WCS を妊娠末期(分娩前2ヶ月)に摂取する群では、体重の増加量が少なく、血液性状から CP, エネルギー不足が示唆されましたが、他の2群より早い分娩1か月間に退牧させているため子牛の生時体重や分娩間隔については他の群と変わらず良好な成績でした。一般に放牧飼養時では採食時間、歩行距離が増えることによるエネルギー消費量の増加、夏季の暑熱時は熱放散活動や基礎代謝量が増えること、冬季の寒冷時は体温維持のための熱産生量が増えることにより、それぞれエネルギー消費量が増加します。特にイネ WCS を摂取している時期は寒冷時の冬季であるため、栄養不足が助長されていると思います。その対応として放牧地では補助飼料を給与するか(例:大豆粕の場合、1日1頭あたり1kg程度)、早めに退牧して舎内でバランスの取れた飼料を給与することによって、妊娠末期の栄養不足を解消することが重要です。

最後に今回調査した畜産経営では分娩間隔が約1年であるため、同じサイクルでの飼養が続きます。つまり、同じウシが同じ時期に放牧を経験することになります。したがって、今回の調査では明らかになりませんが、妊娠末期に栄養不足が伺えたイネ WCS 群や肥満気味であった立毛イネ群の連産性、繁殖供用年数および生涯産子数などは、今後注意していく必要があると考えます。

## 参考文献

農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所『小規模移動放牧技術汎用化マニュアル(Q&A)身近な草資源を放牧としてもっと活用しよう!』(2011年)

(執筆者:松山裕城・的場和弘)