



広域連携周年放牧 を支援する 技術・成果



近畿中国四国農業研究センター



NARO

農研機構

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

表紙写真 上：ラジコン飛行機から空撮した放牧地と放牧牛（佐木島、広島県三原市鷺浦町）
（写真提供：弓場憲生）
下：三日月にたたずむ（佐木島、広島県三原市鷺浦町）
（写真提供：新出昭吾）

裏表紙写真 上：島内を移動中（佐木島、広島県三原市鷺浦町）
（写真提供：弓場憲生）
下：ススキ草地での放牧（近畿中国四国農業研究センター、島根県大田市川合町）
（写真提供：高橋佳孝）

刊行にあたって

中国地域では、基幹産業として黒毛和種生産が重要な位置を占めていますが、近年、飼養頭数は伸び悩んでいる状況です。主な生産地である中国山地および日本海側では、冬季の厳しい気候条件のために放牧ならびに飼料作栽培が制約され大幅な労力軽減が可能とされる周年放牧を実施することが困難な状況にあります。このため、黒毛和種生産の低コスト化と飼養頭数の拡大がなかなか進みません。一方、瀬戸内海側の平野部では、温暖な気候条件により米の減反政策対応作物として有望視される飼料用稲や冬季牧草生産の適地であり、耕作放棄地も多く存在しますが、都市近郊型農業が主体のため粗飼料生産に見合う黒毛和種の飼養頭数と生産農家の確保が難しく、その豊かな粗飼料生産潜在力が十分に活用されていません。しかし、飼料調整を耕作放棄地で行うことは非効率的であり、従来より行われている粗飼料の広域流通は、黒毛和種の生産地である中国地域北部への運搬コスト、環境負荷が発生します。肉用牛の繁殖経営では、受胎率の低下、分娩間隔の延長など、繁殖機能の改善が進まないことも飼養頭数の伸び悩みの一因となっています。放牧飼養は繁殖和牛の省力的で低コストな生産と耕作放棄地を再生する手段として、既存の畜産経営体だけでなく、企業や家畜飼養経験のない集落営農法人からも注目されており、短距離間の移動による小規模移動放牧は各地で実施されるようになりました。今後、小規模移動放牧の技術を発展させ、広域連携により牛を移動させる放牧技術が、更なる低コスト飼養、耕作放棄地解消、環境負荷軽減などに有効であると考えます。

そこで、(独) 農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センターは、岡山県農林水産総合センター（畜産研究所）、広島県立総合技術研究所（畜産技術センター、西部工業技術センター生産技術アカデミー）、(社) 広島県畜産協会、山口県（農林総合技術センター畜産技術部、山口農林事務所）とともに、平成22年度から新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「複合型生物資源モニタリングを活用した広域連携周年放牧技術の開発と実証、課題番号22077」に取り組んできました。生物資源モニタリング技術を複合的に活用し草・牛・環境を適切に評価するとともに、経営的評価も加えた広域連携による周年放牧を支援する技術成果が得られたことから、広く生産現場や指導普及関係者に活用していただくために本成果集を取りまとめました。

本研究にご協力、ご助言をいただいた関係機関の皆様に厚くお礼を申し上げます。本成果集が、黒毛和種の生産、地域農業の振興、地域活性化の一助になれば幸いです。

平成25年2月

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構
近畿中国四国農業研究センター

所長 長峰 司

広域連携周年放牧 を支援する 技術・成果

CONTENTS

巻頭言	01
人工衛星による放牧地探索	04
ラジコン飛行機による放牧地把握	07
ラジコン飛行機による草量把握	10
近赤外画像による草量変化把握	13
家畜の摂取量が減少するとそしゃく行動量も減少(舎内試験)	16
耕作放棄地での転牧は採食時間と吐出回数で判断	18
放牧地をもっとも効率よく使うにはどうすればよいか	20
ITの支援により瀬戸内海沿岸部で冬季放牧が実現できました	22
冬季放牧を行う場合の家畜飼養集落営農法人サイドの希望要件	24
ICTを活用した放牧牛遠隔管理システム	28
広域連携周年放牧の環境影響評価	31
ススキ草地でも初冬季以降の放牧が可能	33
夏作・冬作牧草の利用による放牧期間の延長技術	36
広域連携周年放牧の経営評価	40
実用技術22077課題構成	44
評価委員・アドバイザー、研究担当者	45
「よくわかる移動放牧Q&A」目次	46
問合せ先	50

人工衛星による放牧地探索

POINT



ポイント

全国各地で耕作放棄地が増加しています。耕作の行なわれている農地については、GIS（地理情報システム）データが整備されていますが、今のところ耕作放棄地についてまとめられたデータはありません。そのため、どこにどれだけ耕作放棄地があるのかについてのデータはなく、耕作放棄地で放牧を行いたいと思っても、放牧計画の立てようもない状態です。そこで、1人でも広範囲の地図が作れる、省力化と効率化に優れる人工衛星リモートセンシング技術を使って、放牧可能な耕作放棄地を探索しました。

1

NDVI（植生指標）を使って農地を区分

衛星データを使って耕作放棄地の探索を行うには、太陽高度が1年中で最も高く影の付きにくい、夏至の頃に撮影されたデータが最適です。さらに、夏至の頃は植物の活性も高いため、植生の分類が容易になるというメリットもあります。広い地域の探索を行うためには、値段と情報量のバランスがとれている国産衛星（エイロス10m解像度、アスター15m解像度）のデータが最適なので、これを使って広島県南部の島嶼部の耕作放棄地を探索しました（図1）。

撮影日と場所が適合する衛星データを購入した後、コンピュータに取り込んで、対象となる島を切り出しました。そして、島ごとに植物バイオマス量の指標となるNDVI画像（図2）を作成した後、耕作放棄地を見つけるため、農地データを使ってNDVI画像を切り出しました。さらに、これを10段階に区分したものを、インターネット上の航空写真（gooなど）を参考にして、①市街地、②農地、③耕作放棄地、④森林に区分しました（図3）。

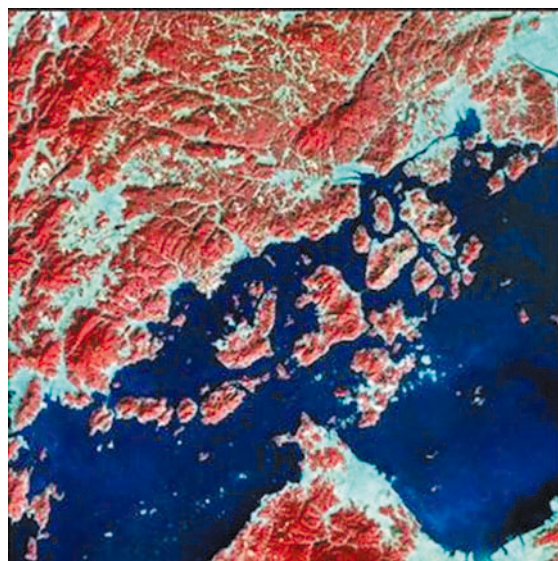


図1 エイロス衛星の画像
広島県呉市～福山市の70km四方

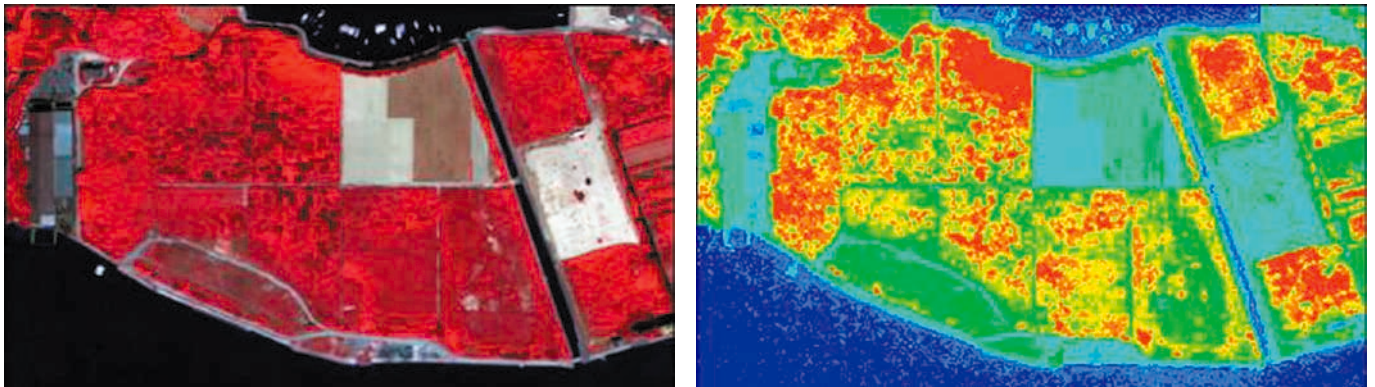


図2 衛星画像（佐木島、広島県三原市鷺浦町）

左：カラー近赤外

右：NDVI 赤→青で植物が少なくなる



図3 NDVI画像を市街地、農地、耕作放棄地、森林などに区分した

2 現地調査と急傾斜地を除去

航空写真を参考にしているものの、このままでは机上で作業を行っているため、実際に現地調査を行って区分図の適合度を確認する必要があります。そこで、迷子にならないようGPS受信機を持って現地に行き、区分図と見比べました（図4）。区分図と現地が異なっている所については、閾値の再調整を行いました。現地調査の結果、広島県の島嶼部は急な斜面に作られたミカンの段々畑が多いため、放牧には向かない耕作放棄地が多数存在することが分かりました。そこで、標高データを使って傾斜図を作り、放牧が可能な傾斜30度以下に

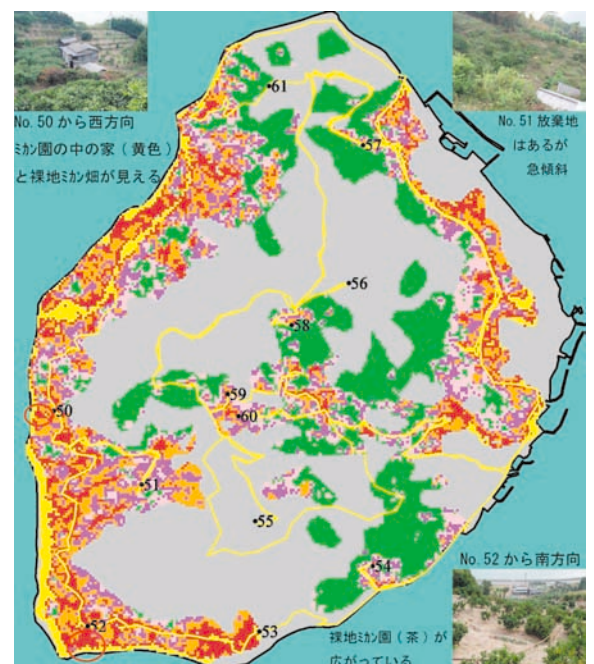


図4 現地調査の例（豊島、広島県呉市豊浜町）



図5 図3の耕作放棄地図を傾斜30度以下に絞込んで完成させたもの

絞り込んだ耕作放棄地マップを完成させました（図5）。

衛星リモートセンシング技術を使うと、広域の植生分布状況の把握が可能のため、複数の市町にまたがるような広域の耕作放棄地マップの作成に威力を発揮します。今回作成した耕作放棄地マップは、迅速・簡便に広域の情報を得ることを主眼に技術開発を行ったため、100%の適合度を保証するものではありませんが、これらの特性を理解した上での行政などによる活用が望まれます。

ラジコン飛行機による放牧地把握

POINT



ポイント

耕作放棄地で放牧を行う際には、あらかじめその牧区で放牧可能な日数を知るため、牧区内の植生の分布状況を把握する必要があります。しかし、牧区は広く、耕作放棄地はノイバラなどに覆われていることが多いため、植生調査はとても大変です。そこで、省力的な植生調査を目標に、安価に空撮できるラジコン飛行機（写真1）を使って、耕作放棄地の植生の分布状況を上空から見てみました。

1

空撮に使ったラジコン飛行機とカメラについて

ラジコン飛行機といえば、以前はエンジンで飛ぶものが主流でしたが、現在ではリチウムイオンバッテリーとブラシレスモーターで、エンジンと同等か、それ以上に力強く飛ぶようになりました。これらはどちらも、ノートパソコンで開発された技術が転用されたものです。エンジンと比べるとモーターには振動がほとんどないため、カメラブレを起こしにくく、また、エンジンの排気でカメラが汚れることもないので、電動ラジコン飛行機は空撮と相性がとても良いのです。

耕作放棄地の空撮には、翼長約1.2mのラジコン飛行機に市販のデジタルカメラを搭載したのを使いました。その際、デジタルカメラのシャッター操作を自動化するため、マイコンを使ってピントを合わせた後、シャッターを切る機構をカメラに組み込みました。さらに、植物の



写真1 手投げで離陸するラジコン飛行機
滑走路がなくても空撮が可能

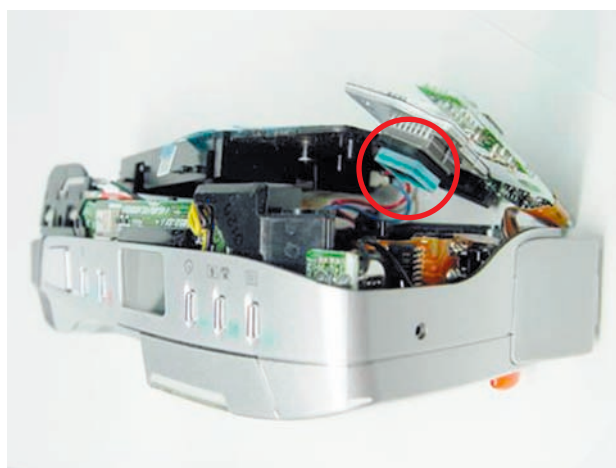


写真2 赤外カットフィルタ（赤丸内）を取り外して近赤外デジタルカメラを製作

解析に、可視光以上に威力を発揮する近赤外写真でも撮影するため、カメラに組み込まれていた赤外カットフィルタを取り外して、近赤外フィルタに交換した近赤外デジタルカメラも製作しました（写真2）。

2 空撮画像について



写真3 ノイバラの花
平成24年5月17日撮影

ラジコン飛行機での空撮は比較的 low 空（対地高度約100～200m程度）から行われるため、撮影された画像の解像度は5cm程度と高く、葉や花がくっきりと写っており植生分類が容易に行えます（写真3、写真4）。



写真4 セイタカアワダチソウの花
平成23年10月28日撮影

3 パソコンで画像処理すると

空撮したカラー画像（写真5）と近赤外画像をパソコンに取り込み、画像処理を行うと通常のカラー画像とは違う、植物を赤く目立つように表示するカラー近赤外の合成が行えます（写真6）。また、カラー画像を3原色に色分解した赤バンド画像と、近赤外画像を使って比演算処理を行うと、植物バイオマス量の指標とされるNDVI画像の作成も行えます（図1）。これを使うと、植物の量が画像から読み取れるため、放牧可能日数の推定に大変便利です。

ラジコン飛行機による空撮という、一般にはあまりなじみがない技術かも知れませんが、

ランニングコストは電気代程度、初期費用も数万円程度なので、今後の活用が期待されます。



写真5 カラー写真による牧区の比較

左：入牧時 右：退牧時

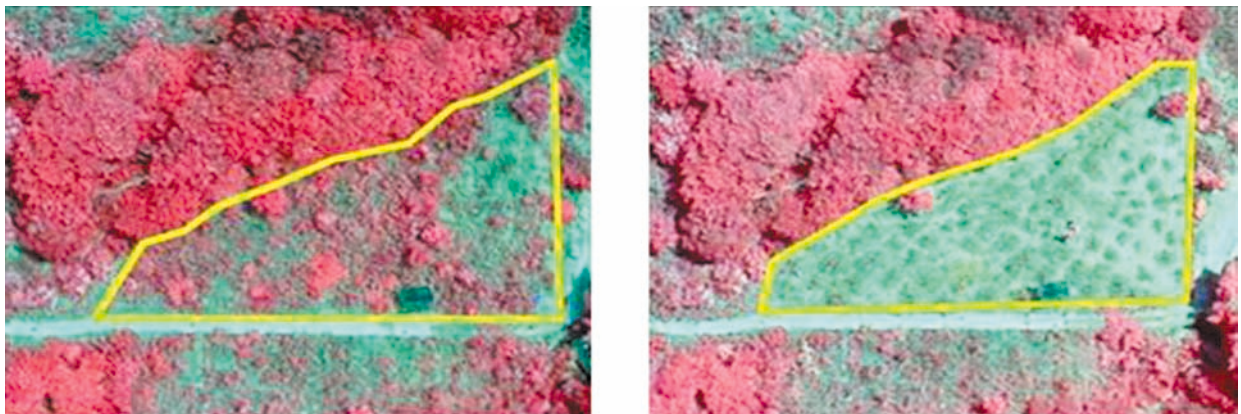


写真6 近赤外写真による牧区の比較

写真5と同じ日に撮影

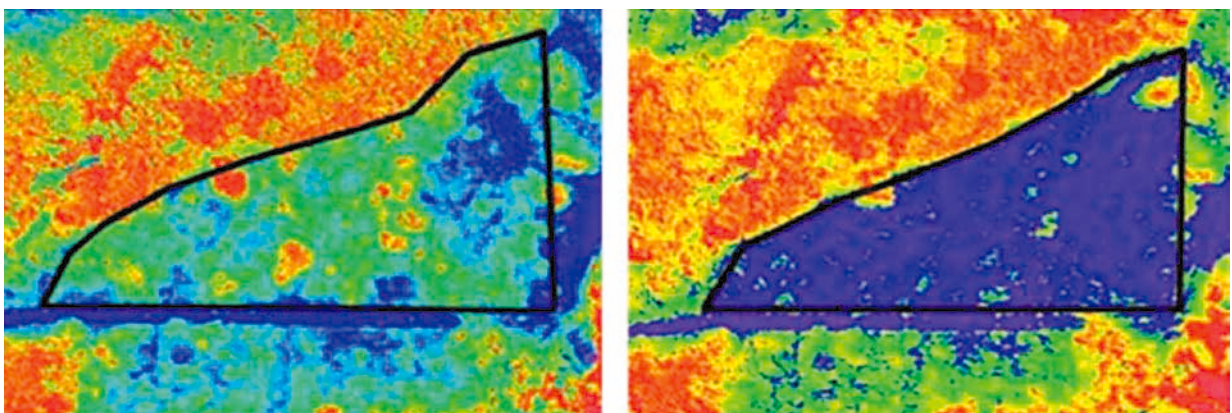


図1 NDVIによる牧区の比較

植物量 赤>青

ラジコン飛行機による草量把握

POINT



ポイント

長年にわたって放置された耕作放棄地は、人の背丈を越す高い藪やノイバラに覆われてしまうため、放棄地の草量を調べるには大変な労力がかかります。そのため、放棄地放牧を行う際に必要となる、放牧可能日数の推定も容易ではありません。そこで、草量調査の効率化を目指して、ラジコン飛行機（写真1）で空撮した画像を使って、写真測量により草地の表面形状を測定し、草量の把握を試みました。

1

写真測量とは

人間の目は左右に2つありますが、このように異なった2つの位置から見ると、対象物を立体的にとらえることが可能になります（立体視）。これと同様に、水平飛行する飛行機から、高度を保ったまま撮影した2枚の画像を使って処理を行うと、2枚の画像に共通に写っている部分の三次元測定ができます。これが写真測量の原理です。かつては解析図化器というアナログの大変高価な器械を使い、技術者が長時間にわたって作業していましたが、最近では技術の進歩により、普通の安価なパソコンと数十万円のソフトウェアを使うことで、高速に自動処理まで行えるようになりました。



写真1 空撮に使用したラジコン飛行機



写真2 ラジコン飛行機で空撮した佐木島の耕作放棄地

2 放牧の前後と途中で草量を測定

広島県三原市の沖にある佐木島の耕作放棄地（写真2）で、放牧した牛が草を食べて牧区内の草が減っていく様子を空撮し、草量の変化を写真測量で調べました。写真測量に使用したソフトウェアは、カナダEos Systems社のフォトモデラ スキャナです。

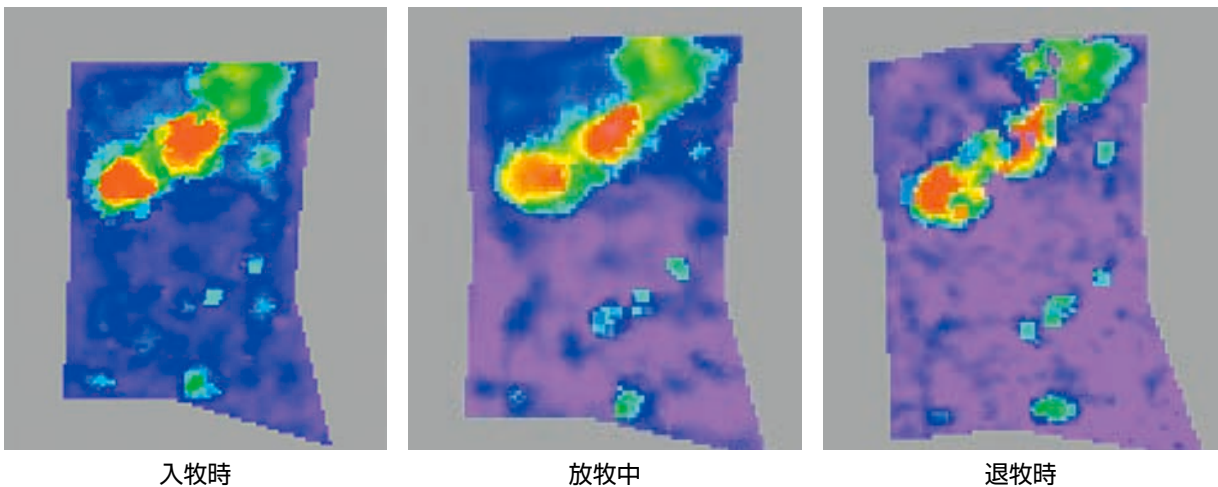
空撮は、入牧時、放牧中、退牧時の3回行い（写真3）、その都度、写真測量を行いました（図1）。撮影高度は約120～170mです。



写真3 耕作放棄地に放牧したときの空撮画像

左：入牧時（平成23年7月27日）
 中：放牧中（平成23年8月5日）
 右：退牧時（平成23年8月12日）

0m  6m



入牧時

放牧中

退牧時

図1 写真測量で求めた植物高

写真測量では、現地を50cm間隔のメッシュで区切り、その交点のxyz座標を求めます。つまり、上空から撮影した2枚の写真に共通に写っているものなら、どこでも50cmおきに高さが分かります。人間が現地調査をする場合、ノイバラで阻まれて歩けなければ測定はできませんし、高い木の上の高さを50cm間隔で測定することはまず不可能ですが、写真測量なら可能です。現地は埋立地で地形は平らなため、写真測量で求めた草地の表面形状から、容易に草の体積が求められました。また牛は、口が届く高さ2mまでの木の葉も食べていました。そのため、今回は、草だけでなく、木も含めた全ての植物を対象に写真測量を行い、体積の変化を調べました。その結果、放牧期間中、高さ2m以上の植物の体積には増減は見られませんでした。牛が食べられる高さ2m以下の植物は順調に減っていることが分かりました（図2）。

放牧により草が減っていることは目で見て分かりますが、写真測量を使うと、このように数値として体積の把握が可能になります。

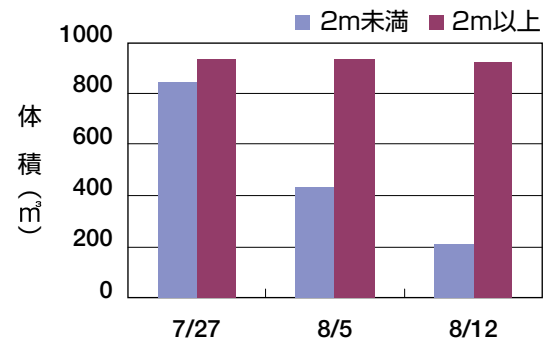


図2 植物高2m未満とそれ以上の植物の体積変化

近赤外画像による草量変化把握

POINT



ポイント

ラジコン飛行機を使って空中写真測量を使うと、比較的広い範囲（数百m四方）の草量を正確に測定できますが、日々の草の変化を観察するために、毎日フライトを行うのはまず不可能です。そのため、限られた範囲ではありますが、毎日地上から、可視カラー画像と近赤外画像を自動撮影する定点観測カメラを製作して、牧区の草量（被度）の変化を観察しました。

1

近赤外定点観測カメラの製作

市販のデジタルカメラを改造して、牧区の様子を可視カラー画像と近赤外画像で定時に自動撮影するカメラを作りました（写真1、写真2）。ベースにしたカメラは、ヤシカ EZ Digital F537IRです。このカメラに時計（リアルタイムクロック：RTC）とマイコンを取り付けて、毎日正午にカメラを自動起動してシャッターを切った後、カメラの電源を切るようにしました。

また、シャッターを切る際に、近赤外フィルタと赤外カットフィルタの切り替えも行い、同じ範囲の可視カラー画像と近赤外画像を撮影しました。このカメラは防水ケースに入れてあるため、雨が降ってもカメラが壊れることはありません。また、防水ケース内が太陽光で熱くなるのを防ぐため、防水ケースは遮光板で覆いました。カメラの電池で100枚の画像が撮影できるため、50日間分の記録が可能です。

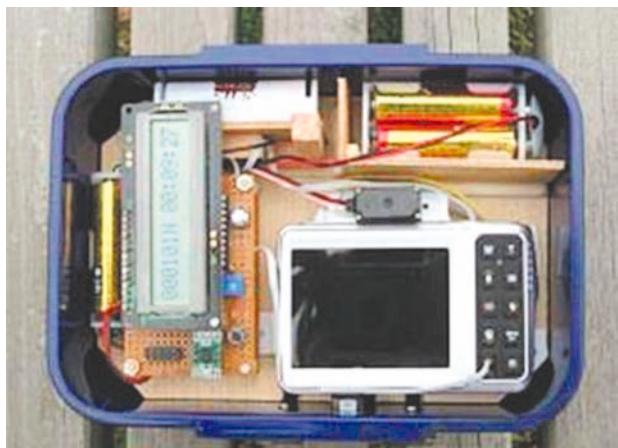


写真1 マイコンとRTCで実現した、インターバルタイマーを組み込んだ市販のデジタルカメラ



写真2 ラジコンサーボで可視、近赤外フィルタの切り替えを行う

2 現地にカメラを設置

製作したカメラは、建築用の足場パイプを組み合わせたヤグラの頂部に、下向きに設置しました（写真3）。ヤグラを安価に丈夫に組み立てるため、三角錐に組みました。

このヤグラの高さは4 m程度なので、観察できるのは2 m四方程度とかなり狭い範囲です（写真4）。はたしてこんな狭い範囲で見て、牧区全体の草の状態が推定できるのだろうか心配しましたが、結果的に杞憂であることが分かりました。牛は牧区中を自由に歩き回っているため、おいしい草のある所から順に草を食べていきます。装置の撮影範囲が、ちょうど牛の食べる順位になれば草はちょっと減るが、それまでは全く変わらないことが分かりました。つまり、牛は歩き回ること、牧区全体の草をまんべんなく上位から下位に向けて食べていくので、狭い範囲の草量を見ているだけでも全体の草量が推定できるのです。

草量の把握には、近赤外画像から求めた被度（植被率）を用いました（図1、図2）。

人間が目視で退牧適期と判断した牧区の草量を、装置の近赤外画像で調べると、被度が10%程度であることが分かりました（図3、図4）。

このことから、この装置で草の残量を毎日監視しながら、被度が15%を切れば警報を出すシステムを組み込めば、適正な転牧適期の判定に使えられると思います。



写真3 カメラを取り付けたヤグラ

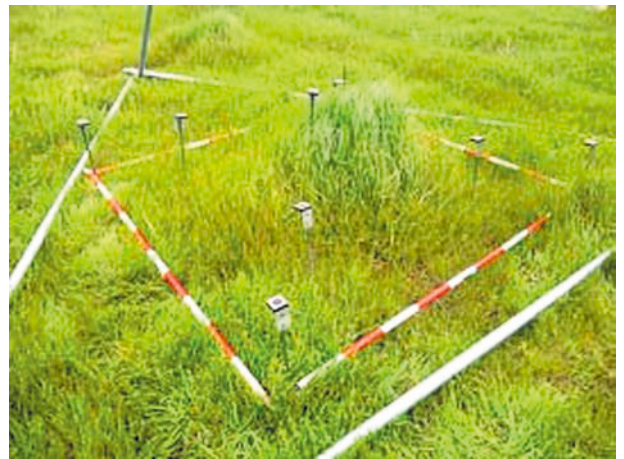


写真4 ヤグラ下の草の様子

4本の赤白ポールで囲んだ内側が撮影範囲



図1 近赤外画像で見た牧区の被度の变化

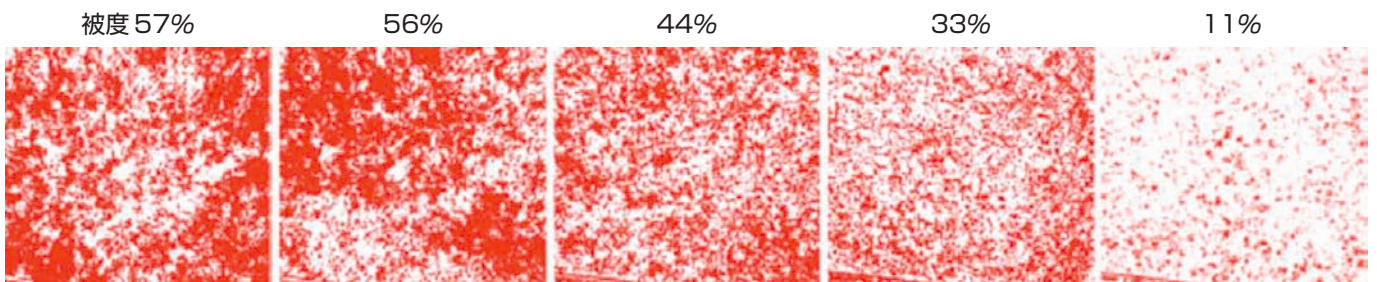


図2 近赤外画像を2値化处理したもの

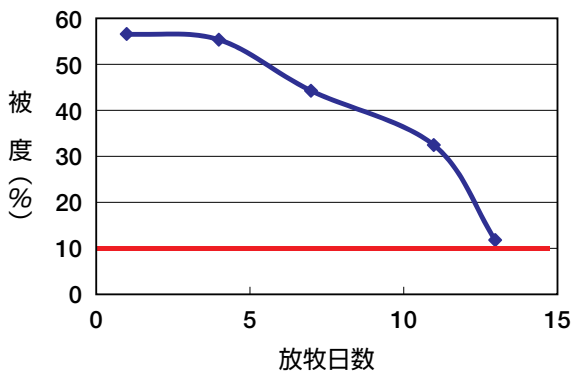


図3 イネ科草種主体の牧区の被度変化
図2の被度の変化をグラフに表したもの

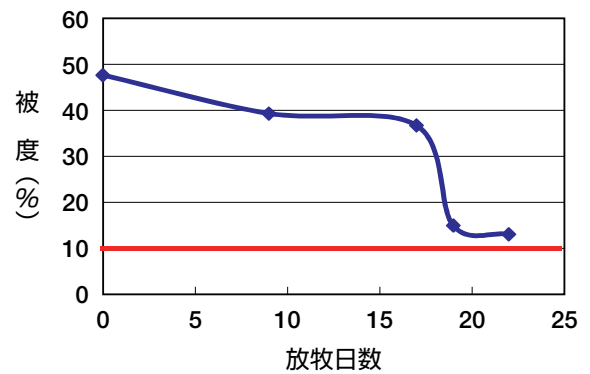


図4 セイタカアワダチソウ主体の牧区の被度変化

家畜の摂取量が減少すると そしゃく行動量も減少（舎内試験）

POINT ポイント

飽食状態を100%として、摂取量が75%、50%と減少すると、100%時に比較して、75%時には総そしゃく時間、採食時間、反芻時間は40%減少、50%時には55%減少します。また、総そしゃく回数、反芻における総吐出回数なども減少します。このことから、放牧時にそしゃく行動を追跡することで、転牧時期を判定できる可能性が示唆されました。

放牧は、手軽にできますが、牛を放しておけばよいというものではありません。家畜の健康や繁殖などは、草の質的、量的影響を受けることから、放牧地の草や家畜の健康管理などにはたえずモニタリングが必要です。

最近では、新たな畜産業の担い手として、耕種農家、集落営農法人、農業外企業の放牧への参入が誘導されています。しかし、家畜飼養の経験が少ないことから、取り組みが進んでいないのが現状です。

そこで、そしゃくセンサー（特許出願2009-260521：写真1）によりアゴの動きを取得し、従来、人間が経験や感覚で行っていた転牧について、牛自身の発するサインのそしゃく行動データで判断できるか否かを舎内試験で検討しました。

そしゃくセンサーは、採食、反芻、飲水および休息の行動を判定し、そしゃく回数、時間および間隔の計測が簡便かつ正確にできる無線モニタリング装置です。図1には、そしゃくセンサーにより取得したそしゃく行動の波形を示しました。「採食」波形は、採食に関して大きく口を開けたり、小さく開けたりという行動をとるため、乱れた波形を示します。「反芻」波形は、採食した飼料食塊を第一胃から吐き戻し、一定の強さで再そしゃくするため、櫛形の整然とした波形になります。一方、「飲水」波形は、そしゃく間隔がひろい波形になります（新出・河野、2004）。そのため、そしゃく波形を見れば、明快にそしゃく行動（そしゃくの種類）を識別できることとなります。

転牧時期を明らかにするための予備調査として、舎内で、そしゃくセンサーを装着したホル



写真1 装着したそしゃくセンサー

家畜の摂取量が減少するとそしゃく行動量も減少（舎内試験）

スタイン種乾乳牛3頭を用い、チモシー乾草を飽食させました。飽食時の摂取量を100%、そして、75%、50%の給与量とする3区を設定し、乾物消化率およびそしゃく行動の変化を調査し、結果を表1に示しました。

結果は、

①摂取量が減少するに伴い、乾物充足率、ふん乾物排せつ量が減少し、乾物消化率は50%給与区で上昇しました。

②摂取量の減少に伴い、そしゃく行動では、100%給与区に比較し、総そしゃく時間、採食時間、反芻時間は75%給与区で40%減少、50%給与区で55%減少しました。

③総そしゃく回数、反芻における総吐出回数などが減少しました。

以上の結果から、放牧時においても、これらのそしゃく行動の指標を追跡すれば、放牧地の残存草量の減少がわかるので、転牧時期を判定できる可能性が示唆されました。

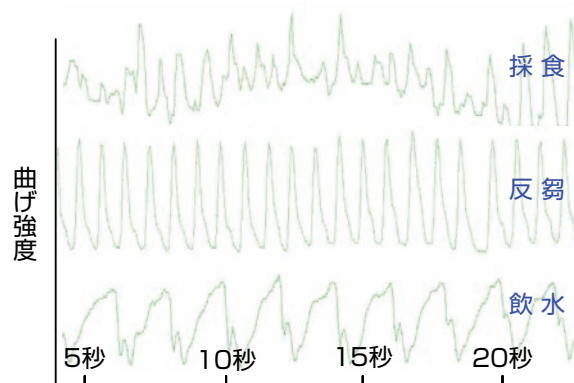


図1 そしゃくセンサーによるそしゃく波形

表1 乾物摂取量の漸減がそしゃく行動に及ぼす影響

試験区	100%	75%	50%	SEM
乾物摂取量 (kg/日)	10.2 a	7.8 b	5.4 c	0.4
ふん乾物排せつ量 (kg/日)	4.4 a	3.1 b	1.8 c	0.2
乾物消化率 (%)	56.9 b	60.1 b	66.9 a	1.2
体重 (kg)	776.0 a	747.0 b	703.0 c	21.0
総そしゃく時間 (分/日)	850.8 a	519.6 b	374.9 c	9.5
採食時間 (分/日)	433.7 a	230.2 b	191.3 b	15.9
反芻時間 (分/日)	417.1 a	289.4 b	183.6 c	16.2
総そしゃく回数 (回/日)	65,257 a	39,846 b	27,919 c	1,392
採食そしゃく回数 (回/日)	36,600 a	19,720 b	16,012 c	977
反芻そしゃく回数 (回/日)	28,657 a	20,126 b	11,907 c	1,724
総吐出回数 (回/時間)	604 a	429 b	310 c	14

注) 総そしゃく時間=採食時間+反芻時間

総そしゃく回数=採食そしゃく回数+反芻そしゃく回数

SEM: 平均標準誤差 異符号間に有意差 (abc: P < 0.05)

参考文献

- 1) 新出昭吾・河野幸雄. 2004. 電気歪み値による咀嚼行動の自動判定. 関西畜産学会報155, 23-28.

耕作放棄地での転牧は 採食時間と吐出回数で判断



ポイント

放牧地の草量が減少すると、①採食時間は一時的に増加後減少、②反芻に伴う食塊吐出回数が減少という転牧サインが表れます。そしゃく行動の変化を把握することで適切な転牧が判断できます。

セイタカアワダチソウを主とする植生の放牧地に、そしゃくセンサーを装着した黒毛和種繁殖牛2頭を放牧し、そしゃく行動を調査しました。

調査では、そしゃく行動は、放牧地内の残存草量が減少すると、1日当りの採食時間が一時的に増加した後減少するという特徴的な現象が観察されました。図に例を示します。

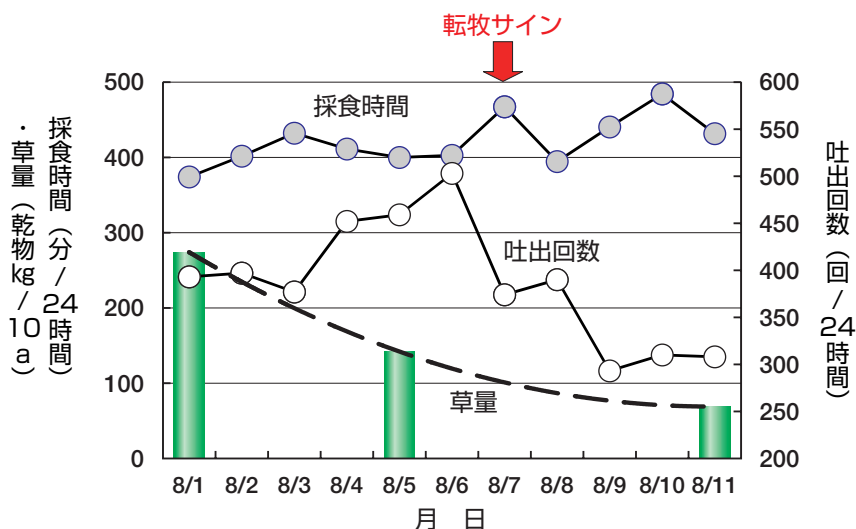


図 そしゃく行動と草量の減少の関係

これは舎内での試験結果（『家畜の摂取量が減少するとそしゃく行動量も減少』参照）と異なりました。

舎内では、摂取量の減少に伴い、総そしゃく時間、採食時間、反芻時間、また、総そしゃく回数、反芻における総吐出回数などが直線的に減少しました。一方、舎外での実証試験では、採食時間の一時的な増加が認められました。これは、家畜が残存する少ない草を求めて探索採食することから、採食時間が一時的に増加したものと考えられます。しかし、さらに放牧地の採取可能草量が減少すると、舎内試験と同様に採食時間も減少しました。

また、残存草が減少すると、一旦は反芻に伴う食塊の吐出回数が増加しました。これは、粗剛な残存草の採食が多くなり、反芻により吐出食塊の微細化（細かく砕くこと）を旺盛にする必要があったためと推察されます。その後、吐出回数は急激に低下することも明らかになりました。草が十分にある時期と比べ、食塊の吐出回数は75%程度にまで低下し、その後漸減しま

耕作放棄地での転牧は採食時間と吐出回数で判断

した。

採食可能草の減少により、放牧地でのそしゃく行動は舎内と同じように低下しましたが、家畜自身が発する転牧のサインとして見極めるのは、採食時間の一時的な増加後の減少、吐出回数の減少の形相を把握することが容易と考えられました。

これまでの研究では、転牧するタイミングは放牧地の植生に左右されること、入退牧間での体重差は最大で30kgに及んだこと、限界を超えた放牧では次産の受胎が遅れること（「よくわかる移動放牧Q & A、2010」）が報告されています。

表には、13回の入退牧実施に伴うペア2頭の体重を示しています。今回の指標を用いて転牧を実施すると、入牧と退牧間における体重減少は概ね認められず、転牧の指標として妥当と考えられます。

表 入退牧時の体重 (kg)

放牧地	牛 A		牛 B	
	入 牧	退 牧	入 牧	退 牧
1	547	542	533	532
2	542	543	532	541
3	543	533	541	525
4	533	502	525	516
5	535	519	519	530
6	519	539	530	545
7	560	545	558	564
8	545	554	564	574
9	554	570	574	570
10	570	584	570	592
11	584	579	592	583
12	573	584	584	591
13	584	591	591	600
平均	552.9	552.5	554.7	558.6

*退牧はそしゃくセンサーの指標によった

参考文献

- 1) 「よくわかる移動放牧Q & A」, 2010, 近畿中国四国農研センター.

放牧地をもっとも効率よく使うには どうすればよいか



ポイント

放牧では、牛を放して草がなくなったら退牧し、草が伸びてきたら再び放牧するということを繰り返しますが、牛を限られた放牧地で長く飼うには、退牧後次に再び放牧するのはいつがよいのかを調べました。すると、退牧後45日経ったところで放牧するのが効率的であることがわかりました。

保有する放牧地を効率的に活用するには、牛を放牧する際、退牧から次の放牧までどのくらいの間隔をおけば最も長く牛を飼えるか、あるいは、高さ何cmまで草を食べさせた時に牛を退牧させれば草が早く再生するかを知る必要があります。そこで、広島県立総合技術研究所畜産技術センター（広島県庄原市）内の牧草地と雑草の生えた佐木島（広島県三原市）の耕作放棄地の2か所で、それぞれ一定面積の草を刈取り、乾物草量を測定しました。15日、30日、45日、90日間隔で草高5cmに刈取り、90日間を1期として4期実施して季節ごとに調べました。

その結果、畜産技術センター内の牧草地では、7月～9月は45日間隔の刈取時の草量が最も多くなりました（表）。10月～12月は90日間隔が最も多くなりましたが、45日間隔と90日間隔との間に差はありませんでした。4月～6月は45日間隔が最も多くなりましたが、1月～3月は草の生育は認められませんでした。

表 草量割合の推移および比較

刈取方法	畜産技術センター内の牧草地				佐木島の耕作放棄地			
	7-9月	10-12月	1-3月	4-6月	7-9月	10-12月	1-3月	4-6月
5cm	73 ^x	56	0	218	—	—	—	—
10cm	128 ^y	44	0	254	—	—	—	—
15日間隔	88 ^a	31 ^a	0	161 ^a	42 ^a	6	0	39
30日間隔	144 ^b	47	0	237 ^b	—	—	—	—
45日間隔	173 ^{bc}	52	0	264 ^b	102 ^b	7	0	75
90日間隔	133 ^b	58 ^b	0	191	104 ^b	13	0	69

数値は、試験開始時を100%としたときの乾物草量割合
異符号間に有意差あり（ $P < 0.05$ ）。

センター内牧草地の植生はトールフェスク91%、ギシギシ10%、クローバー10%

佐木島耕作放棄地の植生はセイタカアワダチソウ72%、イネ科植物28%、ヨモギ8%

放牧地をもっとも効率よく使うにはどうすればよいか

耕作放棄地では、15日、45日、90日間隔の3処理を実施しました。その結果、7月～9月は45日間隔と90日間隔がほぼ同等で15日間隔より多くなりました。10月～12月は90日間隔が最も多くなりましたが、どれも草量が少なく、有意な差はありませんでした。4月～6月は45日間隔が最も多くなりました。

刈取り高さの試験は畜産技術センター内で実施しました。その結果、7月～9月の試験では、5cmよりも10cmの高さで刈取る方が乾物草量は多くなりました。10月～12月、4月～6月は、両者に有意な差はありませんでした。

以上の結果から、4月～9月にかけての期間は退牧後45日程度の間隔をあけて再放牧すると最も効率よく放牧地を活用できることがわかりました。また、放牧の際は過放牧を避け、草丈が平均10cm程度になった段階で退牧することが望ましいと考えられました。

また、これらは耕作放棄地においても同様の傾向が認められました。

I Tの支援により瀬戸内海沿岸部で 冬季放牧が実現できました



ポイント

広島県の南部、瀬戸内海に位置する三原市佐木島の耕作放棄地に、7月から翌年9月までの期間、黒毛和種雌牛2頭を昼夜放牧しました。牛にはそしゃくセンサーを装着し、採食状況を監視しました。11月から3月の冬季における放牧でも、病気などはなく体重減少もありませんでしたが、草量確保のために他の時期に比べ1.4倍の面積が必要でした。

中国地方の多くの地域では、冬季の飼料作物栽培や放牧が難しいので、一年を通して放牧（周年放牧）することは困難です。一方、瀬戸内海沿岸部では冬季に飼料作物を生産することができ、冬季放牧の実現が期待されます。そこで、実際に瀬戸内海の島で黒毛和種雌牛を放牧しました。放牧に際しては、ラジコン飛行機で撮影した画像の解析による草量把握技術やそしゃくセンサーを用いた転牧適期推定技術など、I T（情報技術）を活用しました。

具体的には次のとおりです。

平成23年7月22日、佐木島（広島県三原市）の耕作放棄地に黒毛和種雌牛2頭（非妊娠）を放牧し、島内でそしゃくセンサーによる転牧適期判定（『耕作放棄地での転牧は採食時間と吐出回数で判断』参照）を繰り返しながら、平成24年9月19日まで放牧を続けました。放牧地の大部分は、以前は畑として使われていた放置10～15年の平坦な耕作放棄地で、セイタカアワダチソウ、ノイバラ、灌木などの植生が旺盛な場所です（写真）。飲み水のための給水設備と、ミネラル補給のための鉱塩を設置し、配合飼料などは給与しませんでした。

結果は、飼養管理で問題となる冬季（11月～3月）においても体重は増加し、病気の発生もなく、瀬戸内海沿岸部で冬季放牧が可能であることがわかりました。しかし、春から秋にかけての放牧では、退牧後に草が再生するので繰り返して放牧することができますが、冬季放牧では草の再生が期待できないため、放牧地を繰り返し使うことができません。4月から10月の放牧では、2頭で平均43a/月の放牧面積が必要でしたが、11月から3月の冬季放牧では、平均60a/月となり、約1.4倍の面積が必要でした（図）。

I Tの支援により瀬戸内海沿岸部で冬季放牧が実現できました



写真 放牧地の一部を上空から撮影した写真
赤線で囲んだ区画が放牧地です

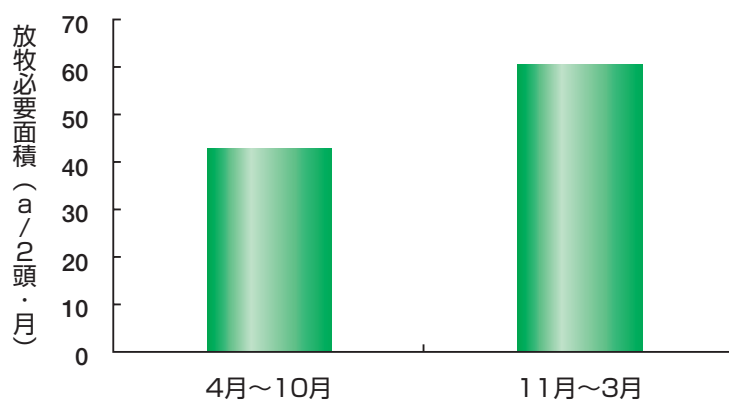


図 1 か月あたりの放牧面積の比較

冬季放牧を行う場合の 家畜飼養集落営農法人サイドの希望要件

POINT ポイント

黒毛和種繁殖牛を8頭以上飼養している広島県北部の6つの集落営農法人を対象に、冬季放牧の実施を想定した場合の希望要件についてアンケート調査を行いました。挙げられた希望要件の多くは、広域連携周年放牧を支援するために開発した技術で対応できます。

1 アンケート調査の目的

冬季放牧では、和牛飼養の盛んな県北部の放牧地に草が無くなる冬季の間、県北部で飼養されている黒毛和種繁殖牛（妊娠牛）を気候が温暖な県南部の集落営農法人などにあずけて放牧を行います。数か月から半年間にわたる遠隔地での放牧のため、県北部の飼養者は家畜や放牧地の様子を毎日確認することができず、不安が多いと思われます。そこで、どのような条件が満たされれば安心して家畜をあずけることができるか、県北部の黒毛和種繁殖牛飼養者の意見収集を行いました。

2 調査方法

冬季放牧に関する研究成果と懸案事項[※]について説明した後、冬季放牧の実施を想定した場合の希望要件について聞き取り調査を行いました。

※懸案事項：①家畜の輸送手段（輸送費）が必要となること

②家畜管理委託料の支払いが必要となる場合が想定されること

調査対象：冬季に複数の妊娠牛を飼養する可能性のある飼養者として、黒毛和種繁殖牛を8頭以上飼養していることを条件に、三次市、庄原市、神石郡神石高原町から2か所ずつ、合計6つの集落営農法人

調査期間：平成24年7月31日～12月17日

調査内容：放牧の実績、家畜の輸送手段の有無、冬季放牧への関心、他の集落営農法人などへの家畜の貸出し（レンタル放牧）の可否、家畜を安心してあずけられる条件など

3 調査結果

調査した6つの集落営農法人全てに法人所有の土地での放牧実績があり、家畜を飼養していない集落営農法人へのレンタル放牧については「対応可能」または「対応を検討する」と回答しました。転作への対応・耕作放棄地や農地に隣接する山林の環境保全の省力化が、放牧のメリットと考えられているようです。

冬季放牧の実施については5つの集落営農法人が「関心あり」と回答しました。冬季の家畜管理（舎飼）に負担を感じている集落営農法人が多いことが分かりました。また、家畜を安心してあずけられる条件として「家畜の状態が確認できること」「放牧地に十分な草があること」「家畜や放牧地の管理ができる人が居ること」などが挙げられました。これらの要件には、そしてセンサーの活用や草量把握技術により、家畜飼養経験のない集落営農法人などでも対応できるよう支援が可能です。

家畜管理委託料の支払いに関しては、集落営農法人によって見解が異なりました。「検討し納得できれば支払う」と回答した集落営農法人は、飼養頭数が多いなど、家畜管理（特にふん尿処理）にかかる労働時間が長いことが推測されます。また、家畜の輸送手段を持たない集落営農法人がほとんどで、広域連携周年放牧を推進するには、家畜の輸送費を補助するなど、行政サイドからの支援も必要と思われます（表）。

表1 家畜飼養集落法人アンケート調査結果

集落営農法人	A	B	C
構成人数	75	39	9
調査対応者	畜産部門担当(総務部長兼理事)	法人代表	畜産部門担当(取締役)
所在地	三次市	三次市	神石郡神石高原町
主要産品	水稻 飼料作物(イネ科牧草、飼料稲)	水稻 飼料作物(イネ科牧草)	水稻 飼料作物(イネ科牧草、飼料稲) 野菜
繁殖和牛飼養頭数 (うち育成牛)	11	12* *うち2頭を他法人にレンタル中	9
増頭予定(有・無)	無	—	有 19~20頭(平成29年度まで)
放牧の実績(有・無)	有	有	有
放牧開始年度	平成19年度	平成19年度	平成21年度
家畜の種類	繁殖和牛(妊娠牛)	繁殖和牛(妊娠牛)	繁殖和牛(妊娠牛)
放牧期間	4月~11月初旬	3月下旬~12月末	周年* *冬季は放牧地に粗飼料搬入
放牧地の地目①(植生)	水田 (イネ科マメ科混播、イネ科牧草)	水田 (イネ科牧草と野草)	水田 (イネ科牧草)
放牧地の地目②(面積)	山林(2ha)	—	—
家畜運搬手段(有・無)	無	無	無
冬季放牧への関心(有・無)	有	有	有
主な理由	冬季の家畜管理(飼料給与)の省力化	飼料費の低減、家畜管理(ふん尿処理)の省力化	家畜管理(ふん尿処理)時間・労力の縮減
家畜の貸出し(可・否)	可	可	可
安心してあずけられる条件 (優先順位の高い項目順)	<ul style="list-style-type: none"> 家畜の輸送に責任ある対応がとれること 定期的にFAXなどで状況報告があること 	<ul style="list-style-type: none"> 家畜の観察をきちんと行うこと(流産に気をつけること) 家畜の輸送に対し、行政のフォローがあれば良い 	<ul style="list-style-type: none"> 家畜の無事が確認できること(人の目でも確認を) 家畜輸送費と放牧メリットのバランスが取れること 十分な放牧地面積の確保 増飼い飼料の給与 他所の牛と一緒にしないこと
家畜管理委託料について	<ul style="list-style-type: none"> 冬季も粗飼料に余裕があるため、委託料を支払ってまでの放牧は考えていない 	<ul style="list-style-type: none"> 委託料についてはメリット、デメリットを考慮し、納得できれば支払い可能 	—
放牧での課題	<ul style="list-style-type: none"> 放牧地に生える雑草(オナモミ、ギンギシなど)対策 山林に放牧中、脱柵発生(被害無し) 家畜を歩かせて転牧している 	<ul style="list-style-type: none"> 捕まえにくい牛がいる(3頭/10頭) 濃厚飼料に費用がかかっている 獣害対策用の電気柵にもかなりの経費がかかっている 	<ul style="list-style-type: none"> 近隣の理解が得られず放牧地を増やせない(放牧地:1圃場のみで面積0.5~0.6ha) 弱い牛が脱柵しやすい 発情の見逃しが多い
備考	<ul style="list-style-type: none"> 冬季の粗飼料(イタリアン、稲ワラ、飼料稲)は十分ある 冬季は舎飼(元酪農家の牛舎でパーンクリーナー付帯) 	<ul style="list-style-type: none"> 冬季の粗飼料(イタリアン、稲ワラ)は十分にある 常に貸出し可能な牛がいる 	<ul style="list-style-type: none"> 牛舎:元は養鶏場の堆肥舎

冬季放牧を行う場合の家畜飼養集落営農法人サイドの希望要件

集 落 営 農 法 人	D	E	F
構 成 人 数	(62戸)	14 (13戸)	5 (4戸)
調 査 対 応 者	法人代表	法人代表	法人代表
所 在 地	神石郡神石高原町	庄原市	庄原市
主 要 産 品	水稲 飼料作物 (飼料稲) 野菜、ソバ	水稲 飼料作物 (イネ科牧草)	水稲 飼料作物 (イネ科牧草、飼料稲)
繁 殖 和 牛 飼 養 頭 数 (う ち 育 成 牛)	13 (3)	11 (数頭)* * 法人所有2頭+会員所有9頭	23
増 頭 予 定 (有・無)	無	有 10 (法人所有牛)	有 30 (平成26年度以降)
放 牧 の 実 績 (有・無)	有	有	有
放 牧 開 始 年 度	-	平成23年度	平成20年度
家 畜 の 種 類	繁殖和牛 (妊娠牛)、親子放牧	繁殖和牛	繁殖和牛 (妊娠牛)
放 牧 期 間	5月下旬~11月上旬	6月下旬、7月中旬~	5月~11月中旬
放 牧 地 の 地 目 ① (植 生)	水田 (イネ科牧草と野草)	水田 (イネ科牧草と野草)	水田 (イネ科牧草混播)
放 牧 地 の 地 目 ② (面 積)	山林 (3ha)	-	-
家 畜 運 搬 手 段 (有・無)	無	無	有* *4tトラック、キャリアカーの荷台
冬 季 放 牧 へ の 関 心 (有・無)	無* * 舎飼は積雪があっても可能な仕事	有	有
主 な 理 由	1年を通じての雇用確保に必要	家畜管理時間 (飼料給与) の縮減	畜舎の収容頭数 (満杯に近い状態のため)
家 畜 の 貸 出 し (可・否)	可	可	可
安 心 して あ ず け ら れ る 条 件 (優先順位の高い項目順)	・ レンタル先に家畜や牧柵の管理が出来る人がいること* * レンタル放牧に関する条件	・ 放牧地に十分な草があること ・ あずけた家畜の姿が確認できること	・ 放牧地の管理がきちんとできること ・ 毎日人の目で家畜と放牧地の状態を確認すること ・ 4~6頭まとめて、冬中あずかってもらえること
家 畜 管 理 委 託 料 に つ い て	-	-	・ 委託料について事例を示してもらいたい ・ 検討のうえ、納得できれば支払い可
放 牧 で の 課 題	・ 繁殖成績が悪い (過肥が原因と考えている) ・ 放牧に利用した山林の植生が悪く、家畜が食べられる植物が少ない	・ 法人の牛舎がなく、草がなくなっても放牧を継続 (放牧地に飼料を運んで給与) ・ 放牧地の牧草の生育不良 ・ 放牧地に日陰がない (夏季が心配) ・ 放牧に慣れていない若い牛の脱柵や健康状態 (十分草を食べているか) が心配	・ 放牧地に日陰がない (夏季が心配) ・ 近隣では、まとまった面積の放牧地が確保できない ・ 廃用予定の繁殖牛を放牧し、少し太らせてから市場に出すことも検討中
備 考	・ 放牧は作付け条件の悪い圃場の転作対応手段と考えている ・ 粗飼料が十分確保できていない (購入している)	・ 近隣に放棄水田 (所有者は法人未加入) が多く、まずはそこでの放牧を試みたい ・ 法人で生産する飼料作物は全て法人内で消費	・ 現在、家畜飼養担当者は1名のみ (人員不足)

ICTを活用した 放牧牛遠隔管理システム

POINT

ポイント

インターネット回線を通じ、パソコンの操作だけで、放牧牛の集畜、捕獲、給餌ができます。さらに、監視カメラにより牛や放牧地の様子が観察できます。

牛の放牧には様々なメリットがありますが、その一方でいくつかの問題点もあります。それは、放牧地が住居から離れている場合が多く、現地への移動に時間がかかること、また、放牧地が広い場合、牛の健康状態を確認するのに手間がかかり、異常時の発見が遅れることが挙げられます。そこで、これらの問題点を解消するため、ICT(情報通信技術)を活用して、遠隔地から放牧牛の観察、集畜、給餌、捕獲ができる放牧牛遠隔管理システムを開発しました。

1 自宅から遠隔操作

このシステムは、パソコン、監視カメラ、スピーカー、連動スタンション、スタンションロックおよび自動給餌機で構成されています。図1は、パソコンで本システムを遠隔操作してい

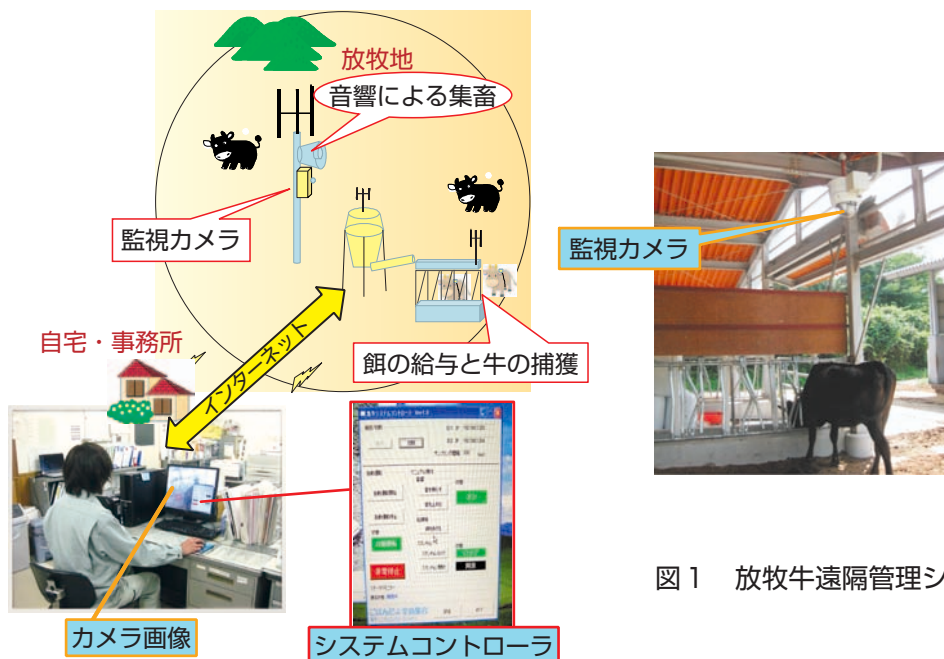


図1 放牧牛遠隔管理システム

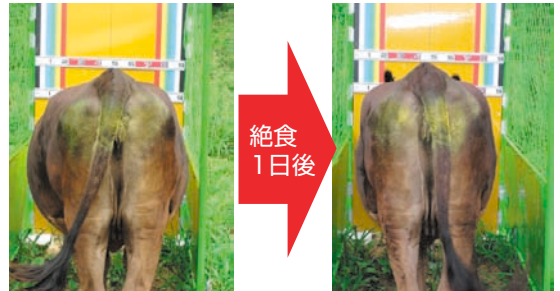
ICTを活用した放牧牛遠隔管理システム

る様子です。システムコントローラ（操作専用ソフトウェア）は、誰でも簡単に操作できるように、非常にシンプルなものとなっています。また、そのパソコンでカメラの画像も見ることが可能で、システム操作による動作を確認することができます。

2 監視カメラで観察

放牧牛の健康状態をインターネット機能のある監視カメラで観察することができます。監視カメラは、レンズを360°全方向に回転可能で、牛だけでなく放牧場の様子も観察することができます。さらに、ズームアップ機能があるので、より詳細に確認することができます。また、図2のように、給水器にカラーパネルを設置することで、牛の腹幅の変化を確認でき、健康状態の把握に役立ちます。

給水器に設置したカラーパネルによる健康観察



正常

腹幅減少

カメラ(ズーム機能付き)の映像で確認できること

後方上部に設置することで

- ・牛体栄養度
- ・陰部の様子(発情、流産)
- ・耳標番号(個体)の確認



レンズは360度回転可能

- ・放牧場の様子も観察

図2 監視カメラによる画像

3 音響による集畜

パソコンの操作でスピーカーから音楽を流し、馴致された放牧牛を集畜することができます。集畜に必要な音量を調査したところ、約48デシベル以上で集畜可能でした。なお、これは、換気扇とほぼ同等の音量です(写真1)。スピーカーの音量が90デシベルの場合、半径100mまで集畜が可能なこと、スピーカーと飼槽の位置を離れた場合においても、3日程度馴致すれば集畜が可能なことから、放牧場が広い場合は、スピーカーの移動や増設で対応することができます。



写真1 スピーカーによる集畜



スピーカー

牛の反応音量:
約48デシベル

4 牛の捕獲

給餌場所に集畜した放牧牛を連動スタンションで捕獲することができます。写真2は連動スタンションのロック解除機で、パソコンの操作でロック解除ができます。ロック中は施設に取り付けた赤色回転灯が点灯するため、カメラによる確認が容易です。自宅で放牧牛を捕獲し、その後に放牧場へ行けば、直ちに必要な処置を行うことができますので、労働時間の削減が期待できます。



写真2 連動スタンションロック解除機

5 給餌

捕獲した放牧牛に配合飼料を自動で給餌することができます。この自動給餌機は、パソコンのシステムコントローラを操作することにより、1回分の餌が出てきます。また、餌の補充も機械が自動で行います。飼料タンクの容量が100Lの場合、4頭程度なら1週間は連続して給与することが可能です（写真3）。

この放牧牛遠隔管理システムを様々な状況下で確認するため、岡山県農林水産総合センター畜産研究所および畜産農家2ヶ所で実証試験を実施しました。

通信状況が悪く、一般的なインターネット回線の利用が困難な地域においても、衛星回線を利用することで、問題なくシステムの操作ができます。

このシステムの利用により、飼養管理者の負担が軽減されることから、未経験者が新たに放牧に取り組む際のサポートに大変有効と考えられます。さらに、厳しい条件のために冬季放牧が不可能な地域の農家が南部に放牧を委託する体制作りにも活用でき、更なる和牛放牧の推進が図れます。



写真3 自動給餌機

広域連携周年放牧の環境影響評価

POINT



ポイント

冬季に野草地を利用する広域連携周年放牧の導入で環境負荷を最も大きく削減することができますが、副産物を飼料として活用できる場合には周年舎飼でもこれに匹敵する環境負荷削減が可能です。

畜産業の環境負荷は他の農業分野と比較して大きいことが知られています。耕作放棄地などの未利用地を活用した広域連携周年放牧（以下、周年放牧）では、牛の移動へのエネルギー投入が必要となる一方、飼料生産やふん尿処理に係る環境負荷が削減されると考えられます。では、周年放牧の環境負荷は結局どれくらいなのでしょう？そこで、表1に示した周年放牧モデル（冬季の放牧地：野草地、牧草地およびこれら両方）、耕作放棄地を利用した季節放牧モデル、周年舎飼（農家6戸）による肉用牛繁殖システムについて、ライフサイクルアセスメント（LCA）という手法によって環境影響評価を行い、結果を比較しました。

表1 各システムの概要

冬季の放牧地	周年放牧			季節放牧*	周年舎飼
	野草地	牧草地**	野草地・牧草地**		
育成牛	舎飼	舎飼	舎飼	舎飼	舎飼
繁殖牛					
維持期（春～秋季）	耕作放棄地放牧	耕作放棄地放牧	耕作放棄地放牧	耕作放棄地放牧	舎飼
維持期（冬季）	野草地放牧	牧草地放牧	野草地・牧草地放牧	舎飼	舎飼
分娩前後6ヶ月	舎飼	舎飼	舎飼	舎飼	舎飼

* 放牧期間は年あたり4.6ヶ月、** イタリアンライグラス草地

出荷子牛1頭に係る環境負荷を温室効果ガス排出量、エネルギー消費に加え、さまざまな環境負荷を総合的に評価するための指標（統合化指標）について計算しました。この結果を比較したところ、最も環境負荷が小さいと評価されたシステムは、冬季の放牧地として野草地を利用した周年放牧でした（図1～3）。冬季放牧に牧草地（イタリアンライグラス草地）を利用した周年放牧は、温室効果ガスと統合化指標で周年舎飼の環境負荷を下回ったものの、エネルギー消費では最高値を示しており、他の放牧システムと比較しても環境負荷が大きいと評価されました。冬季放牧に野草地と牧草地の両方を利用した周年放牧はこれらの中間の値でした。な

広域連携周年放牧の環境影響評価

お、牛の移動に係る環境負荷は比較的小さく、最も割合の大きかったエネルギー消費でも2.5%から3.8%を占めるに過ぎませんでした。一方、季節放牧の環境負荷は、冬季の放牧地として野草地を利用した周年放牧をやや上回る程度でした。したがって、冬季の放牧地として牧草地を利用する場合、季節放牧から周年放牧への転換による環境負荷削減効果はほとんどないか、ときに逆効果となることもありうると思われました。

周年舎飼は温室効果ガスと統合化指標で最も環境負荷が大きいと評価されました。しかしながら、評価結果における各農家間のばらつきは大きく、周年舎飼の中で最も環境負荷が小さいと評価された農家はすべての評価項目で図1～3に示した最低値を下回っていました。環境負荷の小さな舎飼システムでは、稲ワラやその他副産物（ジュース粕など）の活用および低水準の飼料給与が行われていました。

以上より、冬季放牧に野草地を利用する周年放牧が環境負荷削減の観点から推奨されますが、稲ワラやその他副産物を飼料として活用できる場合は周年舎飼でも周年放牧に匹敵する環境負荷削減が可能と考えられます。

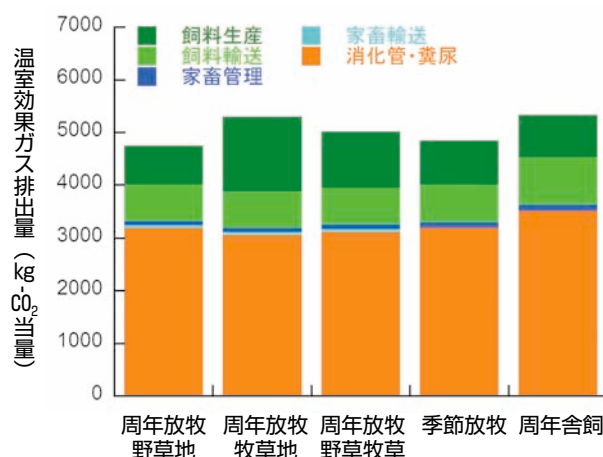


図1 各肉用牛繁殖システムにおける出荷子牛1頭あたりの温室効果ガス排出量の比較

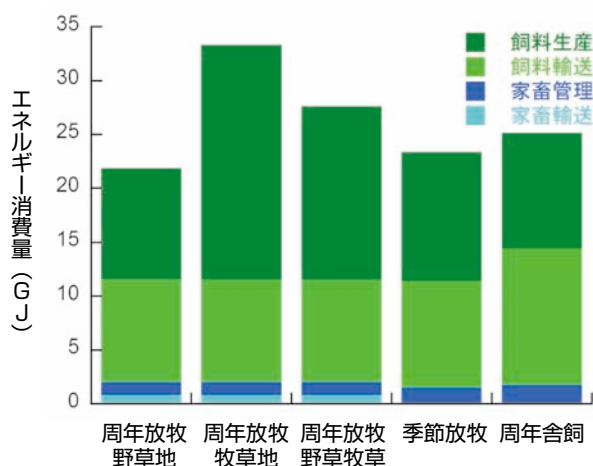


図2 各肉用牛繁殖システムにおける出荷子牛1頭あたりのエネルギー消費量の比較

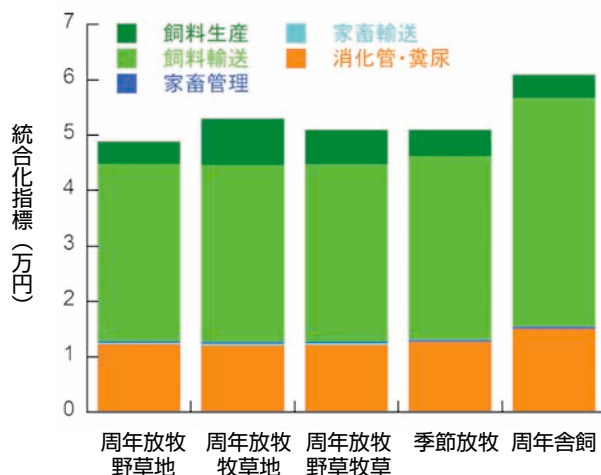


図3 各肉用牛繁殖システムにおける出荷子牛1頭あたりのLIME2(日本版被害算定型ライフサイクル環境影響評価手法)による統合化指標の比較

ススキ草地でも 初冬季以降の放牧が可能



ポイント

積雪の少ない比較的温暖な地域では、冬季放牧におけるススキ草地は基礎飼料としての利用価値が高く、十分な採食量と養分摂取が見込めます。

肉用牛の放牧においては、放牧期間の延長ができれば一層の経営の改善がみこまれることから、冬季の放牧に関心が高まっています。積雪の少ない地域では、耕作放棄地などの野草地での冬季放牧の例もあり、放牧牛の繁殖性に配慮した冬季の野草地放牧の可能性が示唆されます。

そこで、近畿中国四国農業研究センター（島根県大田市）のススキ優占草地（約1ha）に妊娠初期～中期の黒毛和種繁殖牛2頭を冬季放牧し、植物の種類と草量およびその養分量を2週間おきに調査しました。その際に、放牧牛の血液を採取し、代謝プロファイルテスト（MPT）によって放牧中の牛の栄養・生理状態をモニタリングしました。

入牧時（11月下旬）の植生はススキが優占し、ネザサ、スイバ、ヨモギ、ジュズスゲ、チガヤなどが混在する野草植生でした。ススキの可消化養分草量（TDN）はほぼ適正水準で、粗タンパク質（CP）は不足気味でしたが、その他の草本類は比較的高いCP値を示しました（表1）。また、放牧した牛の体重の変化は、5%程度の変動に納まり、補助飼料無給与条件で延べ86～110頭/haの牧養力が達成されました。

表1 入牧時の現存量と飼料成分値

試験期	入牧時期	種別	現存量 (乾物kg/10a)	TDN (%)	CP (%)
I	平成22年11月29日	ススキ	634.2	48.8	3.7
		その他	26.8	50.0	6.3
II	平成23年11月29日	ススキ	629.6	48.1	4.6
		その他	47.7	47.3	9.1

放牧牛の血中成分の動態を見ると、放牧地での運動により遊離脂肪酸（FFA）が高く、しかも放牧に伴い上昇傾向にあり、乾物摂取量・エネルギー充足量は十分であったものと推察されます。尿素窒素（BUN）は、放牧後期（6～8週）に適正範囲より幾分低下する傾向はみられ

ましたが、血糖 (Glu) やアルブミン (Alb) の値はともにほぼ適正範囲内にあり、ススキ草地でも基礎飼料としては問題はないと考えられました。ルーメン発酵や肝機能の指標 (BHB、GGT、ASTなど) も放牧期間全体を通してみればとくに大きな問題はありませんでした (図1)。

また、放牧終了後に分娩した子牛はいずれも正常で、発育も良好でした。

これらの結果から、補助飼料無給与の条件において、haあたり2頭の放牧強度で約8週間の放牧が可能と推察されます。冬季のススキ草地植生は、低栄養ながらも採食性に優れ (写真1、

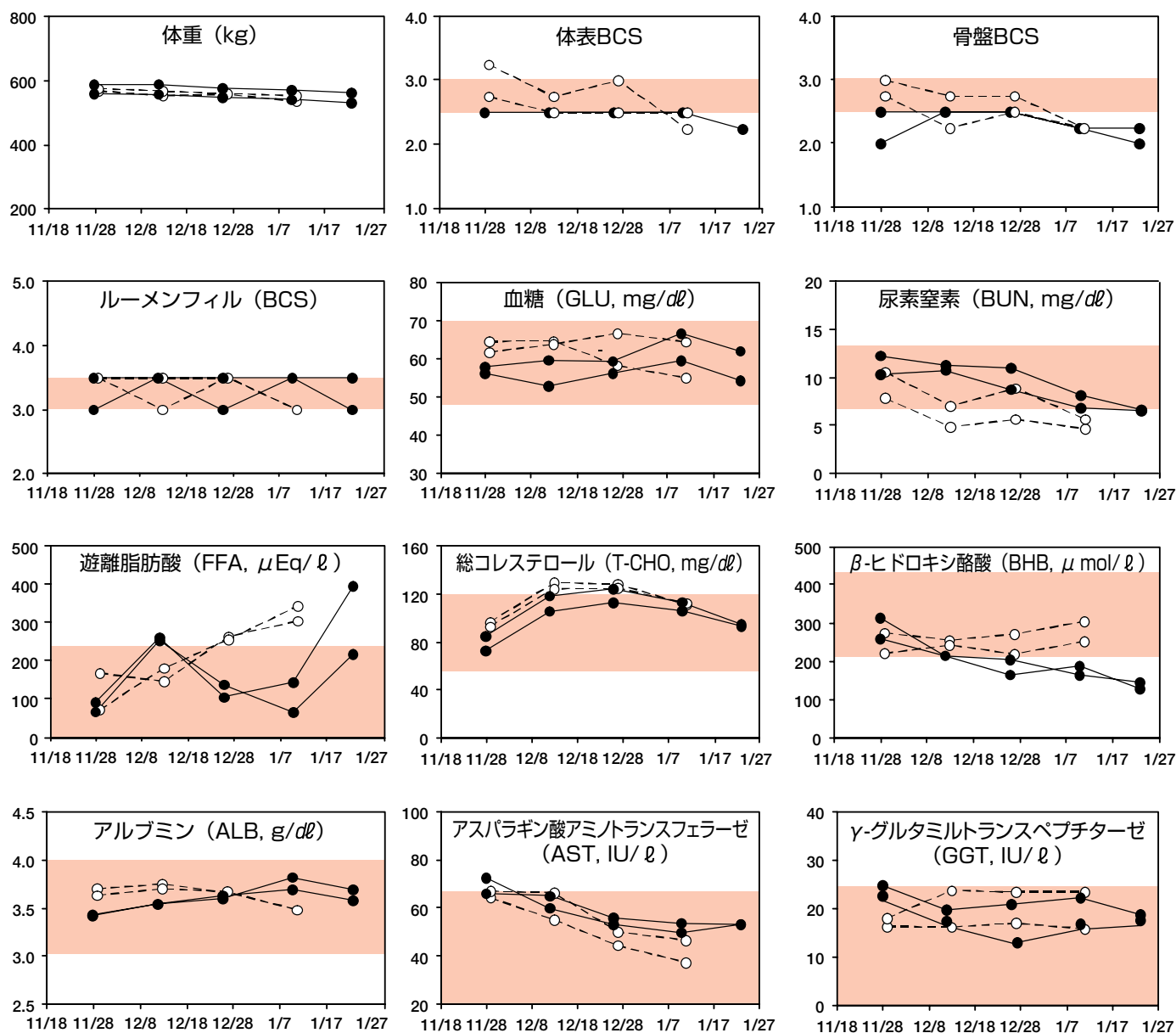


図1 放牧牛の体重、ボディコンディションスコア (BCS) の推移
 および代謝プロファイルテスト (MPT) の結果
 網掛けは適正範囲を示す
 黒丸は平成22年11月～平成23年1月に放牧
 白丸は平成23年11月～平成24年1月に放牧

ススキ草地でも初冬季以降の放牧が可能

写真2)、草の量が確保されていれば栄養素の摂取量は十分ですが、摂取養分が不足しがちになる放牧後期には、補助飼料（フスマ 2 kg/日程度）を給与し、栄養状態の改善を図ることが有効です。



写真1 入牧前（左、平成23年11月29日）の植生と入牧後40日目（右、平成24年1月8日）の植生、放牧牛



写真2 入牧後40日目（平成24年1月8日）の採食状況とふんの形状

夏作・冬作牧草の利用による 放牧期間の延長技術



ポイント

夏作・冬作牧草を耕作放棄水田で計画的に栽培・利用することにより、晩秋季以降の牧養力を向上させ、冬季放牧および周年放牧が可能になります。

畜産農家や集落営農法人が周年放牧飼養体系を取り入れるには、広大な新規牧草地造成を行うことは難しく、耕作放棄水田などの野草放牧地を利用することが現実的です。しかし、耕作放棄水田面積は増加傾向にある一方、晩秋季以降は、放牧を行うのに十分な草量が確保できないなどの問題点が残されています。そこで、耕作放棄水田を活用した冬季放牧、ひいては周年放牧を行えるよう、晩秋季以降の牧養力向上を目指した夏作・冬作牧草の栽培利用法を検討し、放牧期間延長の可能性を明らかにしました。

1 夏作牧草における検討

耕作放棄水田で、黒毛和種繁殖牛2頭を補助飼料無給与の状態で行いながら、耐湿性に優れた3種の夏作牧草について比較したところ、耕作放棄水田では青葉ミレットが最適な牧草であることを再確認しました（表1）。

次に、栽培および利用方法について比較調査し

表2 青葉ミレットにおける施肥量比較

施肥量 (N量/10a)	生草重量 (kg/10a)	硝酸態窒素濃度 (ppm)	牧養力 (CD/10a)
2 kg	1,800	12	14.9
4 kg	3,673	128	30.4

6月播種、7月施肥、9月調査
連続放牧

表1 夏作牧草における牧養力比較

草種・品種	生草重量	牧養力
	(kg/10a)	(CD/10a)
青葉ミレット	2,737	22.7
グリーンミレット	2,418	21.0
カラードギニアグラス	2,123	13.3

6月播種、7月施肥（N量3kg/10a）、9月調査
連続放牧

表3 青葉ミレットにおける利用時期
および方法の比較

方法	牧養力 (CD/10a)			
	9月	10月	11月	12月
1番草（連続放牧）	30.4	12.0	10.5	7.6
2番草（連続放牧）	—	—	4.2	—
1番草 （ストリップ放牧）	—	—	25.9	—

6月播種、7月施肥（N量4kg/10a）

たところ、施肥量を窒素量 4 kg/10 a とし、10月以降の嗜好性が低下した際はストリップ放牧を用いることにより、牧養力を向上させ、放牧期間を延長することができました（表2、表3）。

2 冬作牧草における検討

3種の冬作牧草と3種の永年牧草を比較したところ、えん麦、大麦、イタリアンライグラスの順で牧養力が高く（図1）、9月播種した永年牧草の年度内（12月～3月）放牧利用は困難でした。なお、年度内（12月～3月）に放牧利用する際は、出穂前ステージの牧草があり、イタリアンライグラス単独では硝酸態窒素濃度が高値になりやすいため、えん麦、大麦、イタリアンライグラスを混合播種し、また、ストリップ放牧を用いて踏み付けなどによるロスを少なくするよう工夫しました（写真1、写真2）。

牧養力の高さについては、12月から3月にかけて、えん麦および大麦からイタリアンライグラスへ変化していくため、12月以降に放牧利用する牧区では、えん麦および大麦からイタリアンライグラスの混合割合を計画的に増やして播種することが牧養力向上のポイントとなります。牧養力35CD(※)/10a以上の放牧利用月と牧草の組み合わせを表4に示したので参考にしてください。

※CD(カウデー)：体重500kgの成雌牛を維持できる草地の生産力を示す単位。

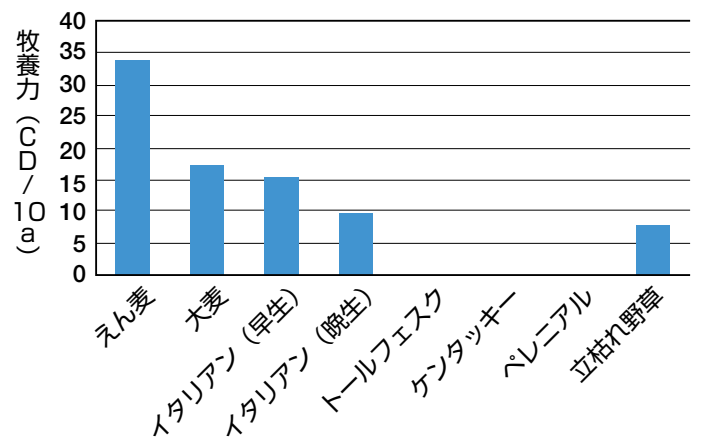


図1 冬作牧草における牧養力比較試験
9月播種、10月施肥 (N量4kg/10a)、
連続放牧



写真1 11月の放牧風景



写真2 ストリップ放牧後

表4 冬作牧草の組み合わせにおける比較

牧草混合割合 (kg/10a)	生草重量 (kg/10a)	硝酸態窒素濃度 (ppm)	放牧利用	牧養力 (CD/10a)
えん麦5 + 大麦3	2,016	87	12月～1月	41.9
えん麦4 + イタリアン3	2,010	12	1月～2月	37.2
イタリアン5 + えん麦3	1,750	458	2月～3月	38.8

9月播種、10月施肥 (N量4kg/10a)、12月調査、ストリップ放牧

3

立毛貯蔵した夏作牧草の晩秋季以降における放牧利用の検討

ソルゴーおよびスーダングラスを6月に播種後、立毛貯蔵し、10月と3月に放牧利用が可能かを調べたところ、ソルゴーの牧養力は48.3CD/10a、24.2CD/10aと高く、晩秋季以降いつでも利用可能でした(図2)。1月以降は両草種とも枯れてきました(写真3、写真4)が、3月時点でもソルゴーの茎中はみずみずしく、甘みもあり、嗜好性は良好でした。しかし、立毛貯蔵したソルゴーは、3月まで放牧利用することが可能で牧養力も高いですが、放牧後に太い根・茎部が残るので注意が必要です。

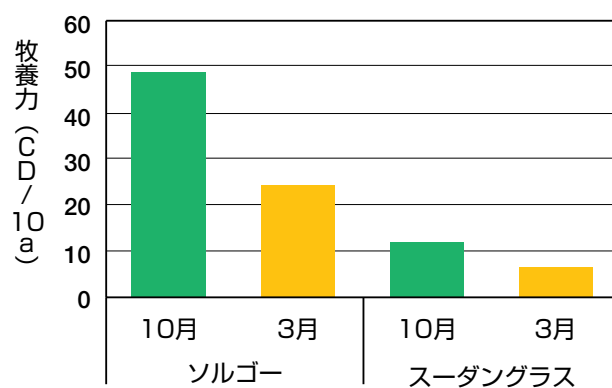


図2 立毛貯蔵した夏作牧草の晩秋季利用時の牧養力

6月播種、7月施肥 (N量4kg/10a)、ストリップ放牧

以上の結果から、夏作牧草では、青葉ミレットを栽培し、ストリップ放牧をすることで牧養



写真3 10月のソルゴー



写真4 3月のソルゴー
立毛貯蔵

夏作・冬作牧草の利用による放牧期間の延長技術

力の向上を図り、冬作牧草では、えん麦、大麦およびイタリアンライグラスの混合栽培により、高い牧養力を維持することで晩秋季以降の放牧期間を延長し、周年放牧を実現できます。

なお、耕作放棄水田では排水不良の牧区もあり、牧草が生育不良となることも考えられるため、放牧面積に余裕を持つことをお勧めします。また、本試験では、放牧地の植生調査、放牧牛の体重測定、臨床検査および血液検査を月1回以上実施し、植生状況や放牧牛の健康を確認しましたが、放牧中の疾病対策や事故防止の対策については、再確認することが大事です。

山口県農林総合技術センター 畜産技術部
山口県山口農林事務所 畜産部

広域連携周年放牧の経営評価

POINT



ポイント

家畜飼養頭数の多い広島県北部の集落営農法人と、粗飼料の生育期間を長く維持できる放牧地を保有する広島県南部の集落営農法人との広域連携周年放牧の優位性について、投下資本、労働、収益性についての経営評価を行いました。

1

集落営農法人の肉用牛繁殖管理の実態

肉用牛繁殖経営に放牧を取り入れることは、飼料費コストの低減、労働負担の軽減、家畜ふん尿の処理、耕作放棄地の活用から経済的有利性が見込まれます。

放牧を導入した黒毛和種繁殖牛10頭飼養規模の集落営農法人の繁殖部門と肉用牛繁殖専門経営と比較すると、経営の基本である繁殖技術には大きな差は見られませんでした（表1）が、生産費を構成する各費目については特徴的な違いが見られ（表2）、放牧導入の集落営農法人の経営においては、冬季舎飼期における黒毛和種繁殖牛の管理に要する経費が子牛生産コストを引き上げる要因となっていました（表2）。

表1 飼養規模および分娩間隔

	集落営農法人	繁殖専門経営
飼養規模（頭）	9.4	10.4
分娩間隔（ヶ月）	12.9	12.8

注1) 平成21年～平成23年平均

注2) 集落営農法人：延べ11件
繁殖専門経営：延べ5件

表2 放牧導入集落営農法人と繁殖専門経営との主な生産費比較

	集落営農法人	繁殖専門経営
購入飼料費	26,653	136,426
自給飼料費	25,241	3,660
減価償却費	134,886	82,274
労働費	179,184	145,308
計	365,964	367,668

注1) 成雌牛1頭あたり

注2) 集落営農法人：初生子牛出荷
繁殖専門経営：子牛市場出荷

2

広域連携周年放牧による経済的効果

放牧導入の集落営農法人においては、冬季粗飼料確保のための機械・器具への初度投資額（表3）および自給飼料生産経費の負担（表4）が大きく、広域連携周年放牧に取り組むことにより、飼料費（冬季舎飼期の濃厚飼料費および冬季の粗飼料給与のための自給飼料資材費）、労働

広域連携周年放牧の経営評価

費（冬季舎飼期の飼養管理労働および自給飼料栽培管理）（表5）の負担が大きく軽減され、成雌牛1頭あたりの生産費（初生子牛出荷タイプ）は現状より167,000円程度低減（表6）されます。（内訳：冬季の粗飼料生産に係る種子・肥料費が8,700円、冬季舎飼時の濃厚飼料費が24,100円、自給飼料生産・調整用の器具・機械の減価償却費が48,500円、自給粗飼料生産および舎飼時の飼養管理に係る労働費が62,500円、サイレージの調整などに係る資材費が22,800円）

表3 集落営農法人の自給飼料生産に係る機械・器具の初度投資額 (千円)

法人A	法人B	法人C
4,232	1,730	1,907

表5 広域連携周年放牧による労働時間の短縮 (時間)

	法人A	法人B	法人C
冬季舎飼期労働	0	180	270
自給飼料栽培管理	136	592	408
合計	136	772	678

表4 集落営農法人の自給飼料生産経費 (円)

	法人A	法人B	法人C
利用面積 (a)	107.9	218.7	360.0
種子・肥料費	11,200	181,735	35,840
減価償却費	601,000	319,600	272,700
労働費	136,000	529,000	408,000
諸材料費	66,278	235,200	273,000
合計	814,478	1,328,535	989,540
成雌1頭あたり	103,098	149,274	122,165

表6 広域連携周年放牧によるコスト低減の試算 (円)

	法人A	法人B	法人C	平均
自給飼料費	1,418	20,420	4,425	8,754
購入飼料費	54,812	8,427	9,235	24,158
減価償却費	76,076	35,910	33,667	48,551
労働費	17,215	86,742	83,703	62,553
諸材料費	8,390	26,427	33,704	22,840
合計	157,911	177,926	164,734	166,857

注) 成雌牛1頭あたり

成雌牛10頭タイプの経営において、放牧牛預入法人（繁殖牛所有法人）の成雌牛1頭あたりの生産コストは140,100円（表7、表8）となり、冬季の放牧牛管理に要するコストを放牧1日、1頭あたり365円と試算すると、成雌牛1頭あたり所得が66,100円（肉用牛繁殖経営診断分析全国集計値△7,410円）、放牧牛受入法人においても土地1haあたり121,600円の所得が見込まれ（表9）、広域連携周年放牧の経済的有利性を確認しました。

表7 広域連携周年放牧によるコスト試算 (円)

項目	試算値	積算
自給飼料費	307,000	9,620円/10a × 放牧面積
労働費	301,000	労働時間 × 800円/時間
減価償却費	315,000	
うち建物・構築物	42,000	集落営農法人経営調査より
うち家畜	273,000	成牛評価額 220,000円
その他生産費	598,000	集落営農法人経営調査より
育成経費	-120,000	10,000円/月 × 12ヶ月
差引生産費用	1,401,000	
成雌牛1頭あたり	140,100	

注) 成雌牛10頭規模タイプ

表8 放牧経費 (円)

項目	試算値	積算
自給飼料費	173,000	9,620円/10a × 放牧面積
労働費	158,000	労働時間 × 800円/時間
減価償却費	42,300	集落営農法人経営調査より
その他生産費	256,000	集落営農法人経営調査より
放牧経費合計	629,300	
自給飼料費を除く放牧経費①	456,300	
同上1日1頭あたり経費	365	①÷放牧日数(125日)÷放牧頭数(10頭)

表9 広域連携周年放牧経営モデル

繁殖牛所有法人 (円)			放牧受入法人 (円)		
項目	試算値	積算	項目	試算値	積算
子牛売上高	1,600,000	20,000円/頭(初生子牛) × 8頭	放牧受入収入	456,000	表8
廃牛売上高	100,000	100,000円/頭 × 1頭	事業外収益	234,000	13,000円/10a
事業外収益	724,000	13,000円/10a + 30,800円/頭	収益合計	690,000	
収益合計	2,424,000		自給飼料費	173,000	集落営農法人経営調査より
差引生産費	1,401,000	表7	労働費	158,000	集落営農法人経営調査より
一般管理費	207,000	集落営農法人経営調査より	減価償却費	42,000	集落営農法人経営調査より
放牧牛預入経費	456,000	表8	その他管理経費	256,000	集落営農法人経営調査より
費用合計	2,064,000		費用合計	629,000	
経常利益	360,000		経常所得	61,000	
経常所得	661,000		経常利益	219,000	放牧面積 1.8ha
成雌1頭あたり	66,100		放牧1haあたり	121,600	

注1) 成雌牛10頭規模、初生子牛出荷タイプ

注1) 放牧受入日数：125日

注2) 2頭/ha放牧

3 今後の方向性

集落営農法人での放牧導入による肉用牛繁殖経営は、冬季舎飼期の粗飼料給与のための作付面積の確保、粗飼料の生産・調製のための機械装備に係る初度投資、粗飼料栽培・調製や冬季舎飼期の管理労働の負担などの要因から経営規模の拡大や新規参入の阻害要因となっていました。広域連携周年放牧はこれらの課題解決に貢献します。

新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業

研究課題：複合型生物資源モニタリングを活用した広域連携周年放牧技術の開発と実証

課題番号：22077

実施期間：平成22～24年度

中課題1．放牧地および家畜管理技術の開発

(1) 広域放牧可能地マップの作成と植生、草量把握技術の開発

担当：広島県立総合技術研究所

西部工業技術センター 生産技術アカデミー

(2) そしゃく行動と家畜生産性との関連性評価

担当：広島県立総合技術研究所 畜産技術センター

(3) 遠隔監視安心システムによる牛体評価のスコア化技術の開発

担当：岡山県農林水産総合センター 畜産研究所

中課題2．生産現場における技術実証と評価

(1) 放牧地管理技術の実証

担当：広島県立総合技術研究所

西部工業技術センター 生産技術アカデミー

畜産技術センター

(2) 家畜管理技術の実証

担当：岡山県農林水産総合センター 畜産研究所

(3) 広域連携周年放牧のLCAによる環境影響評価

担当：(独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター

山口県

農林総合技術センター 畜産技術部

山口農林事務所

(4) 広域連携周年放牧の経営評価

担当：(社) 広島県畜産協会

複合型生物資源モニタリングを活用した広域連携周年放牧技術の開発と実証

評価委員・アドバイザー（敬称略）

		担当期間
浅沼 達也	農林水産省 中国四国農政局	H 22
平尾 正倫	農林水産省 中国四国農政局	H 23～H 24
小黒 剛成	広島工業大学	H 22～H 24
三浦 豊彦	兵庫県 丹波県民局（（現）但馬県民局）	H 22～H 24
渡邊 貴之	独立行政法人 家畜改良センター 鳥取牧場	H 22～H 24

研究担当者

山本 直幸	(独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター	H 22～H 24
高橋 佳孝	〃	H 22～H 24
堤 道生	〃	H 22～H 24
長尾伸一郎	岡山県農林水産総合センター 畜産研究所	H 22～H 24
井上 信治	〃	H 23
金岡 孝和	〃	H 22～H 23
笹尾 浩史	〃	H 22～H 23
高崎 緑	〃	H 22～H 23
滝本 英二	〃	H 24
福島 成紀	〃	H 24
高取 和弘	〃	H 24
新出 昭吾	広島県立総合技術研究所 畜産技術センター	H 22～H 24
神田 則昭	〃	H 22～H 23
森本 和秀	〃	H 22～H 24
長尾かおり	〃	H 24
山下 弘之	広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター 生産技術アカデミー	H 22
佐野 誠	〃	H 22～H 24
弓場 憲生	〃	H 22～H 24
後藤 孝文	〃	H 24
門藤 至宏	〃	H 23
菊川 洋一	社団法人 広島県畜産協会	H 22～H 24
玉川 尚治	〃	H 23～H 24
引田久美子	山口県農林総合技術センター 畜産技術部	H 22～H 23
川崎 友子	〃	H 22～H 23
脇本 雄樹	〃	H 24
森 祐介	〃	H 24
児玉 友紀	〃	H 24
嶋屋 晋	山口県 山口農林事務所	H 22～H 23
恵本 茂樹	〃	H 24



「よくわかる移動放牧 Q&A」は、(独)農研機構近畿中国四国農業研究センターのホームページからダウンロードできます。

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/011196.html



目次

巻頭言

環境に配慮した移動放牧とは？

- Q 1. 小規模移動放牧とは？ 6
- Q 2. 環境とは具体的に何をさすの？ 8
- Q 3. 合意形成の仕方、あり方は？ 10
- コラム：山口県内で移動放牧が急速に広がった理由 11

放牧出来るかどうかの判断は？

- Q 4. どんな草でも放牧できるの？ 12
- Q 5. 牛に食べさせてはいけない草は？ 14
- Q 6. 放牧すると草はどうなるの？ 16
- コラム：糞上移植による省力的なシバ草地造り 17
- Q 7. 野草でも毎年放牧できるの？ 18
- Q 8. どんな場所でも放牧できるの？ 20
- コラム：エンドファイトには注意を 21
- Q 9. どのくらいの水を飲むの？ 22
- コラム：牛の反芻胃の仕組み 23
- Q 10. どんな牛が放牧できるの？ 24
- Q 11. 放牧に適した牛の見分け方は？ 26
- Q 12. 牛どうしの相性が大切？ 28
- Q 13. 人と牛とのつきあい方は？ 30
- コラム：放牧牛の育成方法は？ 31

どのくらい放牧できる（牧養力は）？

- Q 14. 草の量はどうやって測る？ 32
- コラム：分布を拡大するナルトサワギク 33
- Q 15. 草の栄養で足りるの？ 34
- コラム：野草のミネラル含量 35
- Q 16. 放牧牛は満腹しているの？ 36
- Q 17. 草で見る転牧のタイミングは？ 38

Q18. 転牧時期に示す牛の行動は？	40
コラム：糞の状態で何がわかるの？	43
Q19. 栄養状態から見た転牧の時期は？	44

放牧牛の生産性は？

Q20. 放牧と繁殖性には関連があるの？	46
コラム：牛が乗りあっているのはなぜ？	47
Q21. 栄養が足りていればいいの？	48
Q22. 放牧で丈夫な子牛が生まれるの？	50
コラム：人工哺乳は有効か？	51
Q23. 放牧地での衛生対策は？	52

脱柵の問題はだいじょうぶ？

Q24. 電気牧柵でだいじょうぶなの？	54
Q25. 張り方はどうやるの？	56
Q26. 脱柵は周囲の最大の心配事？	58
コラム：民間の賠償責任保険制度	59
Q27. 脱柵を防ぐポイントは？	60
コラム：脱柵を科学する	63
Q28. 脱柵するのは牛のせい？	64

放牧に必要な施設は？

Q29. 日陰（ひ陰舎）は必要なの？	66
コラム：ちょっとした施設関係のアイデア	67
Q30. ひ陰舎はどうやって作るの？	68
Q31. ひ陰舎の効果はどのくらい？	70
コラム：放牧を取り入れた須野原営農組合	71
Q32. 水場はどのように作るの？	72
Q33. スタンションがいるの？	74
Q34. 放牧に馴らす施設がいるの？	76
Q35. どうやって牛を運ぶの？	78

水質・ニオイ・見た目の問題は？

Q36. 放牧して土壌が汚れない？	80
-------------------	----

Q37. 牛がいても水が汚れないの？	82
Q38. 牛がいたら臭いじゃないの？	84
Q39. 牛のうんこはどうなっていくの？	86
コラム：糞虫の役割	88
コラム：放牧により農地・水・環境保全向上対策を実践する集落	89
Q40. 草があるのに食べないのはなぜ？	90

放牧を導入する効果は何？

Q41. 畜産農家は放牧すると得するの？	92
コラム：放牧にかかる経費はどれくらい？	95
Q42. 畜産以外のメリットはあるの？	96
コラム：牛による雑草除去にNPO法人が挑戦中	99
Q43. 獣害は本当になくなるの？	100
コラム：冬の牧草地がイノシシの餌場になっている	102
コラム：イノシシは草食獣？	103

補足資料

ボディコンディションスコア（BCS）とルーメンフィルサイズの測り方	104
-----------------------------------	-----

参考資料	108
------	-----

「よくわかる移動放牧Q&A」の執筆に携わったメンバー	112
----------------------------	-----

研究に携わったメンバー	113
-------------	-----

問い合わせ先	116
--------	-----

問合せ先

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）
近畿中国四国農業研究センター 畜産草地・鳥獣害研究領域

〒694-0013 鳥根県大田市川合町吉永60
TEL：0854-82-0144
FAX：0854-82-2280

岡山県農林水産総合センター 畜産研究所
飼養技術研究室 生産性向上研究グループ

〒709-3401 岡山県久米郡美咲町北2272
TEL：0867-27-3349
FAX：0867-27-3333

広島県立総合技術研究所 畜産技術センター
飼養技術研究部

〒727-0023 広島県庄原市七塚町584
TEL：0824-74-0332
FAX：0824-74-1586

広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター
生産技術アカデミー 生産システム研究部

〒739-0046 広島県東広島市鏡山3-13-26 広島テクノプラザ1階
TEL：082-420-0537
FAX：082-420-0539

社団法人 広島県畜産協会
経営指導部

〒730-0051 広島県広島市中区大手町4-7-3
TEL：082-244-1783
FAX：082-504-0484

山口県農林総合技術センター 畜産技術部
放牧環境研究室 山口型放牧グループ

〒759-2221 山口県美祢市伊佐町河原1200
TEL：0837-52-0258
FAX：0837-52-4832

山口県山口農林事務所
畜産部

〒759-2221 山口県山口市嘉川671-5
TEL：083-989-2517
FAX：083-989-2518

「広域連携周年放牧を支援する技術・成果」は、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の助成を受け取りまとめたものである。

* 本書より転載および複製をする場合は、必ず発行者もしくは担当機関の許可を得てください。

広域連携周年放牧を支援する技術・成果

平成25年2月 発行

編集・発行（代表）

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）

近畿中国四国農業研究センター 畜産草地・鳥獣害研究領域

〒694-0013 島根県大田市川合町吉永60

TEL：0854-82-0144

FAX：0854-82-2280

印刷所 株式会社 デルタプリント



広域連携周年放牧を支援する技術・成果

