

ICTを活用した放牧牛遠隔管理システムの構築

福島成紀・笹尾浩史*

Construction of the Remote Management System Applied Information and Communication Technology for Range Cattle

Naruki FUKUSHIMA, Hirofumi SASAO

要 約

和牛の放牧は、飼養管理を軽減し、生産資材を低コスト化することができる飼養形態である。そこで、放牧を推進するため、ICT（情報通信技術）を活用して、遠隔地から放牧牛の健康状態の確認、集畜、給餌及び捕獲が可能なシステムの開発を行った。

牛を音響に反応させ集畜を行うには、約 45dBの音量が必要であり、飼槽と音源の位置を分離しても、3日後には牛が問題無く飼槽に移動し、集畜が可能であった。

インターネットカメラ画像により放牧牛の栄養状態を把握するため、牛体後方上部からの画像により牛体の向きが変わっても簡易的に牛体評価できるスコア表を作成した。また、体型測定用カラーパネルを併設することで、飼料摂取量の違いによる腹幅の変化を、簡易に把握できた。

本システムを用い、放牧環境の異なった放牧地で実証試験を実施したところ、システムの運用に関する問題点は見られなかった。

キーワード：和牛、放牧、ICT、集畜、インターネットカメラ

緒 言

和牛の放牧は、飼養管理の軽減や生産資材を低コスト化することが出来る飼養形態である。また、耕作放棄地や里山等を有効に活用することが可能で、環境保全にも効果を発揮する。しかし和牛の主要産地である県北部では、厳しい気候条件であることから冬季放牧や飼料作栽培が制限を受けるため、周年放牧を実施するには気候の温暖な県南部の放牧地を開拓する必要がある。しかしながら、県南部では放牧実践農家の確保が難しく、放牧牛の扱いに不慣れた管理者に預けなければならないことから、県北部の和牛農家が牛を預けるのに不安を感じ、南北連携による周年放牧の実現が進まない状況にある。

そこで、更なる和牛放牧の推進を図るため、県南部等の放牧未経験者をサポートすることを目的に、ICTを活用して、遠隔地から放牧牛の健康状態の確認、集畜、給餌、自動捕獲などが可能なシステムを構築し、その運用方法を検討したので報告する。

材料及び方法

1 システムの内容

このシステムは、端末用パソコン、遠隔操作ソフトウェア（ネットカメラと共同開発）、インターネットカメラ（肥育カメラ、ネットカメラ製）、スピーカー、連動スタンション（土谷製作所製）、電動スタンションロック機（ネットカメラと共同開発）及び自動給餌

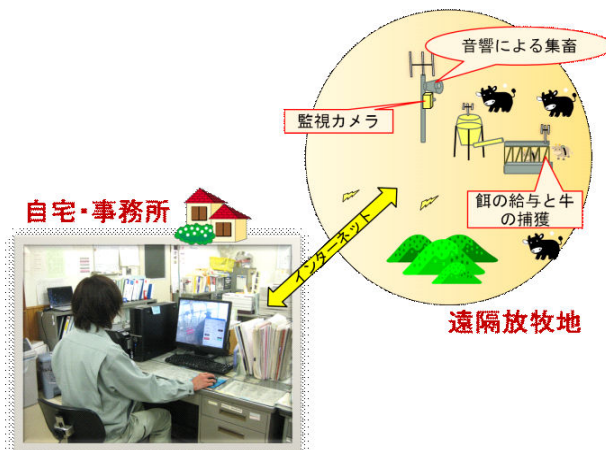


図1 システムのイメージ

機（T-4P、大宮製作所製を家庭用電源100Vで稼働するよう改造）で構成されている。インターネット回線を利用し、パソコン操作により遠隔地から放牧牛を、集畜、連動スタンションで捕獲、濃厚飼料の給与及びインターネットカメラによる観察の4つの飼養管理を行うことができる（図1）。

2 試験1 集畜に必要な音響条件の検討

(1) 音量調査

調査は、あらかじめ放牧時で給餌時にスピーカーから音楽（ピアノ曲：春の小川）を流し、飼槽に向かう行動を起こすよう馴致した放牧牛を用いた。調査方法は、その牛群に対し、徐々に音量を上げて音楽を流し、牛が行動を起こした音量について、牛の位置で騒音計（NL-22、リオン製）により、全ての牛が反応するまで測定した。なお、音源は音楽であり、音量が増減することから、測定値はその中間値とした。試験は和牛雌牛3頭（49～101ヶ月齢）を用い、1日1回不定期に音楽を流し、6日間実施した。なお、集畜時に人の姿は隠した。

(2) 音源の設置場所による影響

自動給餌機とスピーカーを100m離れた後、音楽を流し、牛が自動給餌機へ集畜できるか調査した。試験は2群（各3頭、計6頭：47～100ヶ月齢）に分け、1日1回不定期に実施した。

3 試験2 インターネットカメラ画像による牛体評価のスコア化技術の検討

(1) 飼料摂取状況を画像より把握する方法の検討

飼料の摂取状況を画像より評価するため、観察に適した部位を検討した。放牧牛の飼料摂取状況を早期に察知できるよう、飼料摂取が不可能となった場合と栄養充足率が減少した場合（草量の減少や栄養成分が劣化など）を想定し、試験は24時間絶食した群（17～99ヶ月齢）と維持TDN要求量を60%に制限した飼料を7日間給与した群（34～192ヶ月齢）を設定した。各群の体重、腹囲、腹幅（最終肋骨部）及び飢凹部幅を実測し、それぞれの試験を実施する前後で比較した（腹幅のみ各3頭を測定）。また、画像で牛体の変化を簡易的に把握できるよう牛体測定用カラーパネルを製作した。このパネルを給水器に設置し、インターネットカメラで飲水時の牛の後部から腹幅の変化を観察

し、実測値と合わせ飼料の摂取状況を簡易的に把握できる方法を検討した。

(2) カメラ画像による栄養状態の簡易評価方法の検討

画像から牛の栄養状態を適切に把握するため、インターネットカメラの設置場所を牛体後方約1.5m、高さ2.0m（背面に対し約30度の角度）に設定し、62頭（放牧飼養牛11頭：17～160ヶ月齢、繋ぎ飼養牛51頭：25～146ヶ月齢）の牛体を撮影するとともに、撮影した牛を公益社団法人全国和牛登録協会の栄養度判定要領に基づいた触診（6ヶ所：き甲、背骨、肋骨、腰角、臀部及び尾根部）により栄養度を判定した。そして、カメラ画像と触診の結果から各栄養度と相関性の高い牛体の観察部位を抽出し、各部位の画像の見え方からスコア表を作成、栄養状態が簡易に評価できる方法を検討した。

4 試験3 システム運用実証試験

(1) 実証地1（Y牧場）

本研究所から約20km離れた放牧実践農家で、システムの動作確認及び改善点を把握するため現地実証試験を行った。実証地の放牧地面積は約1.7haで、放牧頭数は、常時3頭であった。実証期間は、平成23年12月から平成24年5月までの6ヶ月間とし、操作は全て本研究所から行った。なお、今回はシステムの移動を容易に行えるよう分解組み立て式の簡易施設を製作し、全システムを本施設に取り付けた。また、インターネット環境として、衛生ブロードバンド回線を利用した（図2）。

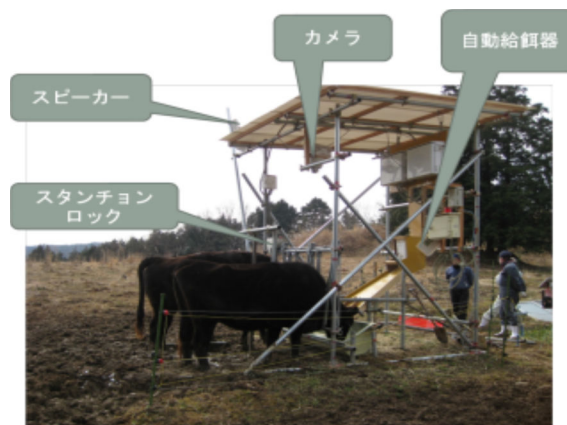


図2 Y牧場での移動式簡易施設

(2) 実証地2（H牧場）

次の実証地では、農家自らがシステムの全操作を行い、実際の運用上の課題や普及性などについて調べた。実証地の放牧地面

積は約30 aで、放牧頭数は常時2頭であった。実証期間は、平成24年9月から平成23年11月までの3ヶ月間とした。なお、ここではシステムを既存の牛舎に設置し、インターネット回線は実証地1と同様に衛生ブロードバンド回線を利用した(図3)。



図3 H牧場でのシステム

結果及び考察

1 試験1 集畜に必要な音響条件の検討

(1) 音量調査

音源の音量と牛の地点での音量を表1に示した。試験1回目から5回目までは、音源の測定値が最小で70dB、最大で92dBで、牛の地点では最小が45dB、最大が53dBであった。試験最後の6回目は、音源が76dBで、牛の地点で44dBの音量に3頭全頭が反応した。このことから、馴致により、牛の地点で約45dBの音量があれば集畜が可能となる事が明らかとなった。野田ら²⁾は40dB程度の音量で集畜が期待できると報告しており、今回の試験結果とほぼ一致している。従って、広い放牧場で牛を集畜する場合は、牛が常に45dB以上の音が聞こえるようスピーカーを設置することがポイントと考えられた。スピーカーの音は点音源であり、点音源の距離減衰では、距離が倍になると6dB減退するとされていることから、音源音量が90dBであれば、半径約100m程度の範囲が45dB以上の音量を確保でき、集畜可能となる。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
音源	85~90	90~92	80~87	78~84	70~74	76
牛の地点	45~50	50~53	45~48	47~50	46~50	44

(2) 音源の設置場所による影響

最初の1群については、試験初日は音に反応するものの自動給餌機の方へ移動する牛はいなかった。2日目は、音楽を流すと3頭のうち1頭が自動給餌機へ向かい、他の2頭もその1頭に続いて給餌機に向かい集畜に成功した。3日目以降は、3頭全て集畜することができた。また、別の1群は試験初日から音楽を流すと給餌機へ向かい、集畜することができた。中原ら¹⁾は、学習経験のある牛は音源の位置が餌場付近と餌場と関係ない場所いずれの場合も集畜可能と報告している。このことから、飼槽と音源の位置を分離しても、馴致により集畜が可能であり、学習の速い牛を牛群に混ぜると効果的な集畜の馴致ができると考えられた。

2 試験2 インターネットカメラ画像による牛体評価のスコア化技術の検討

(1) 飼料摂取量の変化を画像で把握する方法の検討

試験開始前と試験終了後の各部の測定結果を表2に示した。24時間絶食試験群では、体重については試験前に比べ約4.3~11.6%減少、腹囲は約1.5~9.4%減少、飢凹部は約5.1~30.6%減少した。また、腹幅は6頭のうち3頭について測定したが約8.8~16.9%減少していた。体重の減率に対する各測定部位の減率の回帰直線を求め決定係数を算出したところ、腹囲は0.6595、腹幅は0.896、飢凹部は0.1668であった。

また、維持TDN要求量を60%に制限した飼料を7日間給与した群では、体重について試験前に比べ約3.0~6.1%減少、腹囲は約2.0~5.3%減少、飢凹部は約13.2~22.5%減少した。ここでも腹幅は3頭について実施し、約6.8~10.3%に減少した。絶食試験と同様に、体重の減率に対する回帰直線を求め決定係数を算出したところ、腹囲で0.4199、腹幅で0.5888、飢凹部で0.3421であった。

両結果より、腹幅の測定が体重の減率を最も反映している可能性があり、飼料の摂取状況(飼料摂取が不可能となった場合と栄養充足率が減少した場合など)を画像で把握するためには腹幅を観察することが最も適していると思われる。

表2 制限給餌した牛の体側結果

牛	体重(kg)			腹囲 (cm)			腹幅 (最終肋骨部) (cm)			飢凹部(cm)			
	試験前	試験後	減率(%)	試験前	試験後	減率(%)	試験前	試験後	減率(%)	試験前	試験後	減率(%)	
24時間 絶食	A	455	422	7.3	204	191	6.4	-	-	-	39	37	5.1
	B	440	410	6.8	202	193	4.5	-	-	-	36	25	30.6
	C	439	420	4.3	201	198	1.5	-	-	-	44	41	6.8
	D	438	387	11.6	203	184	9.4	59	49	16.9	39	30.5	21.8
	E	453	429	5.3	207	196	5.3	57	52	8.8	39	33.5	14.1
	F	406	382	5.9	209	194	7.2	62	54.5	12.1	39	33	15.4
1週間 TDN60%	G	461	434	5.9	220	209	5.0	-	-	-	41	34	17.1
	H	383	368	3.9	196	186	5.1	-	-	-	38	32	15.8
	I	479	454	5.2	218	209	4.1	-	-	-	38	33	13.2
	J	449	424	5.6	208	197	5.3	58	52	10.3	40	31	22.5
	K	358	336	6.1	185	177	4.3	52.5	48	8.6	38	32	15.8
	L	428	415	3.0	204	200	2.0	59	55	6.8	38	33	13.2

また、画像から腹幅の変化を的確に捉えるために、牛体測定用カラーパネルを製作した(図4)。カラーパネルの左右に枠を設置することにより、牛を一定の姿勢に保つことができ、また、3cm毎に色分けをすることにより、腹幅の変化を目安とすることができた。図には、24時間絶食前後の画像を示しているが、絶食後に腹幅が減少していることが分かる。よって、画像から飼料の摂取状況を的確かつ簡易的に観察するには、このカラーパネルの活用が有効である。

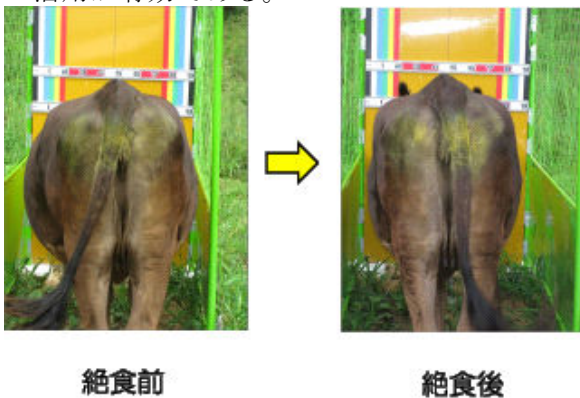


図4 牛体測定用カラーパネルを利用した腹幅変化の観察

(2) カメラ画像による栄養状態の簡易評価方法の検討

牛を後方上部から撮影した62頭分の画像より、栄養度に関連し、かつ判定が容易な牛体部位として、①腰角、②背及び③背骨線の3部位を選び、それぞれについて表3のとおり見えたかを分類した。

表3 各部位の見え方の違いによる分類

観察部位	見え方	分類
腰角	角張っている	1
	丸みがある	2
背型 (き甲後方/肩後上部)	正三角形	1
	幅のある三角	2
	半円型	3
背骨線 (き甲から仙骨の間)	全部～2/3 確認可	1
	2/3～1/3 確認可	2
	1/3から確認不可	3

次に牛体6ヶ所の触診による栄養度の平均値(小数点第3位を四捨五入)をその個体の栄養度とし、上記3部位の分類との相関性を確認した結果、背骨線、腰角と背の組合せ及び全ての組合せが、各個体の栄養度に対しより高い相関性を示した(表4)。実際の評価では、腰角と背型は真後ろから、背骨線は斜め後方から見た方がより鮮明に特徴を判別できるため、カメラ画像でも牛体の真後ろからは腰角及び背型の組合せ、斜め後方からは背骨線を確認することが、栄養度判定に適していると考えられた。

表4 栄養度と観察部位の相関

	腰角	背型	背骨線	腰角+背型	腰角+背骨線	背型+背骨線	腰角+背型+背骨線
相関係数	0.78	0.78	0.85	0.83	0.82	0.81	0.84

相関係数：小数点第3位を四捨五入

次に栄養度のスコア表を作成するため、各部位の見え方によって、腰角と背型の組合せを4グループ(A、B、C、D)、背骨線を3グループ(a、b、c)に分け、各グループの平均栄養度と95%信頼区間での栄養度の範囲を求めた(表5)。これらの結果をもって、各グループの栄養状態を図5のとおりに取りまとめ、栄養度スコア表を作成した。

表5 各グループの平均栄養度

グループ	観察部位の分類	頭数	栄養度平均	信頼区間(95%)	信頼区間の栄養度範囲
a	背骨線1	11	2.91	0.61	2.30~3.52
b	背骨線2	26	5.17	0.28	4.89~5.45
c	背骨線3	25	6.62	0.33	6.29~6.95
A	腰角1・背型1	13	3.06	0.56	2.50~3.62
B	腰角2・背型1	12	4.83	0.3	4.53~5.13
C	腰角2・背型2	14	5.87	0.29	5.58~6.16
D	腰角2・背型3	23	6.61	0.36	6.25~6.67

栄養度平均：小数点第3位を四捨五入

栄養度判定要領：≤3 - やせている

4 - やせ気味

5 - 適正

6 - 太り気味

≥7 - 太っている



図5 カメラ画像から見た牛体と栄養度スコア表

<腰角背型栄養度スコア表>

グループ	栄養状態
A (腰角 1/脊型 1)	やせている
B (腰角 2/脊型 1)	適正
C (腰角 2/脊型 2)	太り気味
D (腰角 2/脊型 3)	太っている

<背骨線栄養度スコア表>

グループ	栄養状態
a (背骨線 1)	やせている
b (背骨線 2)	適正
c (背骨線 3)	太っている

以上より、このスコア表を用いれば、牛体後方上部にカメラを設置した場合、牛体の向きが変化しても簡易的に栄養状態を把握できるとともに、牛体測定用カラーパネルを併用することで、腹幅の違いによって飼料摂取量の変化を迅速で簡易に把握できる。

3 試験3 システム運用実証試験

(1) 実証地1

システムの操作を本県救助から行ったが、機器の動作に不具合は認められず、放牧牛もスムーズに集畜することができ、十分な観察を行うことができた。

(2) 実証地2

畜主自身が、約10km離れた自宅から放牧場の監視と放牧牛の集畜、給餌、捕獲などの一連の操作を実施したが、放牧期間中システムの動作などに不具合は認められなかった。

以上の結果から、放牧牛遠隔管理システムはインターネット回線や電源といった条件を整備すれば、遠隔地からの運用に問題が無いことが実証された。

本システムの開発では、基本的な構成機器

の整備に約150万円の費用を要した。しかしながら放牧飼養を取り入れることは、飼料コストの削減、労働負担の軽減、施設整備費を抑えた規模拡大、耕作放棄地の活用などから経済的な有効性は非常に大きい。また、本システムで行える各機能とその装置は、南北の連携による周年放牧に限らず、一般の放牧飼養でも十分活用できる。集畜、捕獲及び給餌は、それぞれ放牧管理労力の省力化が図れ、インターネットカメラ画像は、現地で行う観察に比べ正確性や視野の面で劣るものの、自宅や事務所に居ながらパソコンでいつでも行えるこまめな観察は、現場の問題や事故の早期発見に効果的で、生産性の向上に繋がる可能性がある。加えて、遠隔操作はスマートフォンなどの携帯端末でも行えるので、その利用性はさらに広がると考えられる。

引用文献

- 1) 中原 仁・原田 護・山本 洋・塚本章夫・溝口 豊：岡山総畜セ研報，6，9-14. 1994
- 2) 野田昌伸・太田垣進：兵庫農技研報，30，45-48. 1994

