

2

3

4

5

6

7 **報 告 書**

8

9 **A I や I C T を活用した放牧管理システムの実装と基盤強化**
10 **～鹿島市の挑戦～（仮）**

11

12

13

後藤 貴文

14

鹿児島大学 学術研究院・農水産獣医学域 農学系 教授

15

（九州大学客員教授）

16

17

18

19

20

21

22

23

24

1 要約

供給不足から価格が高騰している肉用子牛の安定供給に向け、肉用牛繁殖農家の規模拡大や新規参入を容易にするため、省力かつ収益性の高い和牛子牛生産が可能な周年親子放牧を普及させる技術開発が急務である。そこで、IoT や AI を活用した放牧牛の行動や栄養状態、牧柵等施設の監視・管理などを遠隔で行える新規システムを開発し、合わせて普及に向けた周年親子放牧による高収益経営を行う IoT 放牧管理システムの実装とその基盤強化を行う必要がある。IoT 放牧牛管理システムについて、国内外において、放牧用のこのようなシステムはない。本事業では、耕作放棄地のような電源のない場所でもウェブカメラを使用し、スマートフォン等で耕作放棄地に放牧している牛の状況を監視することが可能となるシステムを構築し実証した。

11

12

13

14

15

16 1. はじめに

日本農業では、世界的な新型コロナウイルス感染症の拡大により、食のグローバル化の停滞と、一方で食の安全や国内の環境保全、資源循環等これらをどのように調整するのか？ 国際的な SDGs等の取り組み立脚した生産体系を保持していかねばない“農業の公益的側面”、そしてあくまでも“ビジネス”としての日本の農産業を、今後どう進めていくのか？ 農業形態における“大切にすべき部分”と“効率的にすべき部分”、言い換えると“安全な食料生産”、“農業の多面的機能の維持”および“最先端の科学”を組み合わせ、日本独自の農産業を再構築する時期が来ている。

畜産においても未来へ向けての新しいしくみを考え、現在の輸入穀物に過度に依存した胚コストな牛肉生産から脱却する必要がある。地球の資源と生産活動は、閉鎖系であることを真に自覚し、畜産物の生産システムにおける真の循環系を基盤とすることが必要である。日本の食料自給率と飼料自給率は世界の先進国の中でも、かなり低い。逆に日本のフードマイレージは、世界でかなり高い。この意味は、諸外国よりも地球に対して“顕著に”負荷をかけていることを示している。多量の穀物飼料を輸入する牛肉生産形態よりも、今後は生産システムに多様性を持たせることが必要である。畜産物の生産において環境保全、資源循環、持続的システム、食の安全等、これから

1 の農産業において、われわれは、国土を保全し、子孫のためのよりよい社会を築くために多くのこ
2 とを考慮しなければならない時代を迎えている。

3 和牛生産の経営と課題について：昨今の輸入穀物の高騰は、牛肉生産農家経営に深刻なダメ
4 ージを与えている。日本では、牛肉生産のために多量の穀物を給餌しなければならない。具体
5 的には 1 頭の和牛の生産のために4~5トンもの穀物飼料が必要とされる。そもそも牛は、草で育
6 つ動物である。草を如何に生産するかを考えることでウシを飼養することができる。穀物飼料は、
7 草食動物“ウシ”にとって補助飼料であるべきである。そもそもウシ生産農家は、輸入穀物の価格
8 に一喜一憂する必要はなく、国内の植物資源を基盤にして、地に足のついた本来の“牛飼い”を
9 模索し、種々の外的要因に経営が左右されないのが望ましい。

10 著者の研究グループでは、おもに黒毛和牛を用いて、肥育期は、乾草のみ、あるいは放牧とい
11 う一貫して粗飼料のみでの肥育を基盤として種々の飼養試験を行ってきた。また、その放牧管理
12 をIT等の先端技術を用いた管理方法についても研究している。このたび、令和2年度畜産関係学
13 術研究委託調査において、耕作放棄地を独自の形態で放牧活用している農家のグループを紹介
14 するとともにそこに設置したスマートフォンで放牧牛を看視できる自立型のシステムを農家に活用
15 していただきその利用性を調査した。

16

17 2. これからの食料生産と放牧による牛肉生産

18 これまで食料自給率の向上について日本政府も目指してきたが、食や飼料のグローバルイゼー
19 ションにより、なかなか向上していなかった。しかしながら、現在の新型コロナ感染症の拡大は、食
20 料や飼料の輸出入が、できなくなる可能性を我々に実感させた。今後の気候変動や資源枯渇、及
21 び伝染病等の拡大による流通停止を考慮すると、海外からの輸入飼料に過度に依存するのは極
22 めて危険である。一方、日本の約 7 割は山や森林が占め、地方は過疎化が進む。耕作放棄地は
23 現在 42 万 ha で、一方日本における所有者不明土地は 2016 年度に九州本土と同等の約 410 万
24 ha となった。これらの国土を、持続的なシステムで広く活用していく仕組みが求められる。これらの
25 土地には植物資源がある。ウシ本来の力は、ルーメンという特殊な胃を基盤とした消化吸収機構
26 で植物から牛肉やミルクといったタンパク質を生産することである。放牧 ICT 技術を開発、導入す
27 ることで、未利用な山地、中山間地域等の植物資源を省力的・効率的に活用した、低コストで持
28 続的、そして環境保全型の肉用牛生産が構築される。

29

30 3. 佐賀県鹿島市とかしま放牧研究会の取り組み

1 佐賀県鹿島市でも耕作放棄地が拡大し、経営耕作面積が 1853ha に対して、令和元年には
2 704ha と報告されている(2020 農林業センサス;図 1)。農業従事者は減少と高齢化の傾向にあり、
3 平成 17 年に 2604 人だったが、平成 27 年には 1491 人まで減少した。また 65 歳以上の割合は、
4 平成 27 年で 57.6%に達している。著者らは、鹿島市で鳥獣害対策としての放牧ということで、大学
5 の牛を鹿島市の耕作放棄地に入れたのが鹿島市さんとの関係の始まりであった(丸居ら、2014)。
6 鹿島市の嘉瀬ノ浦地区での放牧状況は平成 28 年の 3 頭から始まり、令和 2 年度には、約 2.8ha
7 の耕作放棄地に 7 頭となった(図 2)。



8
9

図 1. 佐賀県鹿島市に多くみられ典型的な耕作放棄されたミカン園の様子



10
11



1



2

3 図 2. 佐賀県鹿島市の嘉瀬ノ浦地区の耕作放棄地放牧風景.

4 A: 耕作放棄地放牧地の全景. B 及び C: 放牧牛の様子.

5

6 4. ICT 技術による放牧牛の遠隔管理

7 山や広大な中山間地域を用いて、ウシを放牧するとなるとそれなりの管理が必要となる。繁殖
8 牛を想定すると、発情確認や人工授精、健康看視、分娩管理等、それなりの管理がある。著者ら
9 は、まず省力的にウシを放牧地で捕獲できるように動物の行動特性を活用して、スマートフォンで
10 の管理システムを構築した。これは、いわゆる“餌付け”の行動特性を利用している。現地にウェブ
11 カメラ、遠隔操作のスタンション、サウンドシステム、自動給餌機のユニットを構築した。すなわち現
12 地にいなくても、スマートフォンからウシを特定の音声でウェブカメラの前に呼び出し、捕獲して、ス
13 マートフォンから観察し飼料を給餌することができる。解放後はしばらくスタンションの周りに滞在す
14 るので、発情行動もウェブカメラで観察できる。これにより、発情確認、人工授精やウシの治療、給
15 餌等が可能となる(後藤、2011; Gotohら、2016; 後藤、2017)。現在は、さらに個体ごとの詳細な管
16 理ができる個体認識とクラウドによる情報統合ユニットを構築するために農研機構が実施する「革
17 新的技術開発・緊急展開事業」(うち人工知能未来農業創造プロジェクト)(H29-32)「AIやICTを活

1 用した周年親子放牧による収益性の高い子牛生産技術の開発」において、AIやIoTを活用した個体
2 識別遠隔自動給餌システムを製作しており、スマートフォン等からのアプリケーションの操作で牛
3 の呼寄せから個体識別した個体に合わせた給餌までの一連の作業を行う事ができる全自動シス
4 テムを開発・製作している。本事業の調査対象となる佐賀県鹿島市にて、農家による実証試験を
5 行ってきた(図3)。

6



7

8 図3. 佐賀県鹿島市の嘉瀬ノ浦地区の耕作放棄地放牧地に設置されている放牧牛管理
9 システム. 右:遠隔自動給餌機. 左:水飲み場に設置された自動体重測定機

10

11



1
2 図 4. スマートフォン等端末の操作画面。放牧牛個体を認識して、ワンクリックで自動で
3 補助飼料を給餌できる。
4

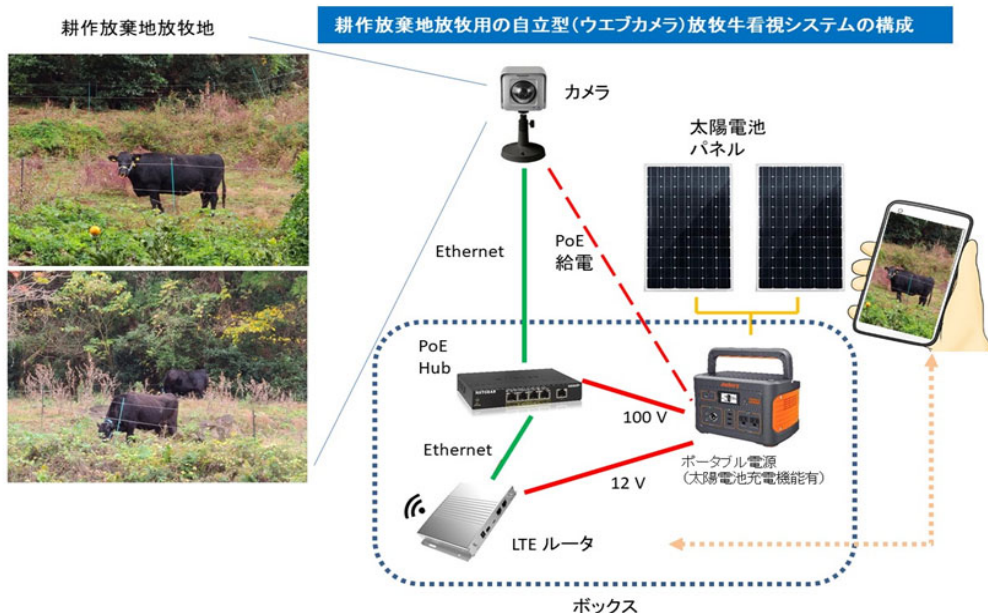
5 現在、これはかしま放牧研究会に所属する農家さんにスマートフォンやタブレットにて、自宅ある
6 いは外出先から給餌していただいている(図 4)。給餌データや給餌風景は、自動で E-メールにて
7 関係者全員に送られる。IT技術を用いることで、作業が軽減され、今後農家の減少・高齢化対策
8 に有効であると評価を得ている。基本的な飼料は、耕作放棄地に生えている草である。牛は起き
9 ているあいだ中、生えている牧草を黙々と食べる。しかしながら、耕作放棄地の面積と頭数の関係
10 から、補助飼料が必要となるので、鹿島市のこの耕作放棄地放牧では、1日1回少量の濃厚飼料
11 を与えている。また、牛の様子を確認するため1日に1度は捕獲するようにして、繁殖管理等がス
12 ムーズにできるシステムを作っている。自動給餌機の操作は、先に述べたように、地元の放牧研
13 究会の方が、家にいながらスマートフォンを使って遠隔操作で餌を与えることができるので、牧場
14 に人がいなくても餌を与えられることになる。スマートフォンで、給餌スタートボタンをクリックすると、
15 音楽が鳴り、この音を聞いて放牧牛は(喜んで)集まり、自分でスタンションに入る。ウェブカメラが
16 設置されているので、牛が食べる様子もスマホで確認できる。時間が来れば自動でスタンションが
17 解除される。管理する農家が実際に牧場に行かれる場合は、特に牛の発情周期に合わせて確認
18 に行かれることがある場合は事前に遠隔給餌機で捕獲していくと、牛の捕獲の労力も軽減される。

1 労働時間は、一日当たり約1～2時間の労働時間ではないかと思われる。特に作業などがなければ、
2 日中の時間は田やみかんの仕事をされている。現在は、規模は小さいですが、他の仕事をもちな
3 がら、子牛の繁殖が可能になりますので、農家所得の向上も期待される。

4

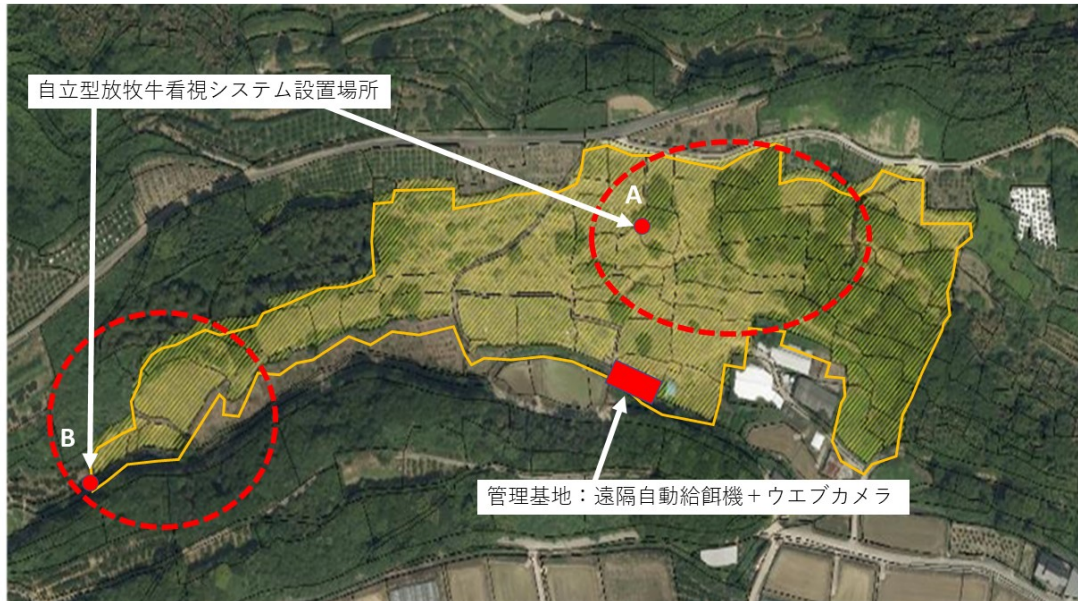
5 本事業における取組：自立型（ウェブカメラ）放牧牛看視システム

6 鹿島市の耕作放棄地では、現在、地権者の同意を得て、少しずつ放牧面積を拡大している
7 (図 5)。遠隔給餌機を置いた、管理基地にはウェブカメラが設置してあり、カメラの確度をスマート
8 フォンで変えることにより、一定のエリアは看視することができるが、放牧面積の拡大により、看視
9 できないエリアがでてきた。そのため、ウェブカメラを増やして、看視エリアも拡大したいが、問題と
10 なるのが電源である。そこで、本事業では、太陽電池を用いて、すなわち自然エネルギーによる自
11 立型(電源のいらぬ)ウェブカメラによる放牧牛看視システムを構築した(図 6)。当初メーカーか
12 らは、太陽電池では電力が足りないと言われていたが、問題なく使えている。設置後、農家さん
13 も使用いただいているが、放牧地における放牧牛の看視において死角がなくなり好評であった(図
14 7)。本システムは、自宅から離れた場所に放牧地を持つような農家にとっては、有効なシステムで
15 あると言える。システムを看視を希望する場所に据え置くだけで非常に簡易である。IT を用いるシ
16 ステムにおいて、あるいは農業において対象物の「見える化」は精神的な安心をもたらす。



17

18 図 5. 本事業で取り入れた耕作放棄地放牧用の自立型放牧牛（w e b カメラ）監視シ
19 ステム構成図



1



2

3 図 6. 本事業で設置した自立型(ウェブ)放牧牛看視システムの設置場所と個々のシステム.

4 上図:設置場所. 下段左図及び右図:設置された自立型放牧牛看視システム.



5

6 図 7. AおよびB地点に設置した自立型放牧牛管理システムのスマートフォン画像

1 しかしながら、調査により、設置した 2 か所のシステムのうち、A地点の自立型放牧牛看視シス
2 テムは、十分な太陽光を浴びることができて太陽電池への充電量について問題なかった(図6、A)。
3 しかしながら、周囲を森や林に囲まれているB地点に設置した自立型放牧牛看視システムについ
4 ては、充電量が足りず、看視出来ない状況が認められた。B地点のシステムについては、日当たり
5 の具体と太陽電池の位置を工夫することで、問題は解決した。

6

7 6. おわりに：ラムサール条約と耕作放棄地と放牧牛

8 佐賀県鹿島市は、有明海の沿岸の一部を占めており、干潟のムツゴロウなどで有名である。
9 国際的なラムサール条約湿地に登録された「肥前鹿島干潟」を中心として、干潟を含めて、鹿島
10 市全体の自然の保全や利活用を図ることを目的に、環境保全の取り組みを行っている。また、こ
11 のような取組によって、自然の恩恵を受けた産品を「ラムサールブランド」として付加価値をつけて
12 売り出し、その売り上げの一部を環境保全に役立てようという取組を進めている。まさに循環型の
13 取り組みである。放牧飼養は、循環型農業として再確認されている。また低コストであり、アニマル
14 ウェルフェアにも合致している。鹿島市令和2年度に放牧牛を「ラムサールブランド」に認証し、商
15 品開発を開始した。取り組みとして、例えば、耕作放棄地放牧で引退した“繁殖牛”を「ラムサール
16 牛」としてメニュー開発を市ぐるみで行ってきた。たとえば、割烹清川、浜宿キッチン、居酒屋千景、
17 道の駅鹿島などでのメニュー開発である。また、令和3年2月～3月に実施している鹿島市の店舗
18 でラムサールフェアも開催した。鹿島市のラムサール牛としての認定にあたっては次のように定義
19 されている：放牧は環境にやさしいと言われる。耕作放棄地の解消や景観の保全はもちろんです
20 が、「海外から運ばれてくる餌」が主流だったものを「日本の農地に生えている足元の草」を食べさ
21 せることから、餌の輸送費を減らすことになり、環境への負荷が軽減される。また、放牧は、牛が広
22 い草地にフンをし、そのフンが土を豊かにし、土が養分の高い草を育て、その草をまた牛が食べる
23 という循環型農業としても注目される。

24 ラムサール牛は、健康志向の高まりとともに、特に女性や高齢者に、脂の少ない赤身肉が好ま
25 れる傾向にあり、熟成赤身など新たな提供方法もメジャーになりつつある。霜降り肉が好きな人も
26 いれば、赤身肉が好きな人もいる。消費者の嗜好もさまざまである。こういった健康志向の消費者
27 へ販路拡大することにより、農家所得の向上が期待できる。

28

29

30 7. おわりに

1 著者は、牛肉生産システムの改革には、国内の植物資源を活用して肥育することを軸として、
2 1)それを支える生物学的基礎の探求、2)山や中山間地域の耕作放棄地等の土地の集積に関わ
3 る政策の整備、3)省力化や効率化を図るための ICT 技術の導入、さらに4)赤身肉のマーケティ
4 グの 4 点の考慮が必要であると考えている。まずは、中山間の耕作放棄地と山を活用した放牧型
5 ウシ飼養のシステムの普及と ICT による省力的・効率的放牧牛管理システムの構築を目指し、若
6 い世代の参入を促したい。その後、鹿島市のラムサール牛のように、環境維持活動と共生する
7 耕作放棄地と山を活用した牛肉生産システムを構築したい。未来に向け、若い就農者が、国土を
8 守り、安全な食料を生産しているという誇りを持てる、そして、経営として余裕をもち家族を養ってい
9 ける成熟した畜産業あるいは牛肉生産業の構築を目指し、今後も研究を推進したい。

10

11 謝辞

12 本報告における調査にあたっては鹿島市の堀正和氏、鹿島放牧研究会の増田よしと氏の御協
13 力を得て行った。ここに感謝の意を表します。

14

15 参考文献

- 16 1. 丸居 篤, 藤堂乃夫宏, 岡安崇史, 後藤貴文, 衛藤哲次, 塩塚雄二, 高橋秀之. 放牧
17 による耕作放棄地解消がイノシシの行動に及ぼす影響. 日本暖地畜産学会報, 57,
- 18 2. 後藤貴文(2011) 図解 よくわかる農業技術イノベーションー農業はここまで工業化・
19 IT化できる. 日本工業新聞社, 120-135
- 20 3. Gotoh, et al. (2016) Springer International Publishing Switzerland, 467-484
21 (2016)
- 22 4. 後藤貴文(2017) 電子情報通信学会会誌 11, 1242-1247

23