

4

周年親子放牧導入マニュアル 新技術解説編

2020

家畜飲水システム

- 周年の家畜飲水管理を省力化する技術 -

周年親子放牧コンソーシアム 編

「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち人工知能未来農業創造プロジェクト）
「A I や I C T を活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」

改訂履歴

版数	発行日	改訂者	改訂内容
第1版	2021年3月31日	中尾誠司	初版発行

本マニュアルの内容は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち人工知能未来農業創造プロジェクト）」の支援を受け、「周年親子放牧コンソーシアム」が実施した、「AIやICTを活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」に基づいています。

まえがき

1. 本書の目的

本書では、放牧を始めるにあたって重要な事項である放牧牛の飲水管理について、飲水供給に係る新たな方法や、本プロジェクトで開発した冬季の飲水槽凍結抑制法とその効果などについて解説します。

2. 著作権

周年親子放牧コンソーシアム（構成員は巻末参照）

- 本書に記載されている内容の著作権等は、各権利所有者に帰属します。また当該掲載情報の無断転載、複製、販売等の一切を固く禁じております。転載する際には、巻末に記載した「お問い合わせ」よりご連絡いただけますよう、よろしくお願いいたします。

本書に関する注意

免責事項

- 本書で紹介する飲水管理のうち、飲水槽の冬季凍結抑制技術については、東北以北の寒冷地や関東以南においても高標高で冬季の最低気温が10℃以下かつ日中の最高気温が5℃を下回る地域では、十分な効果が得られない場合が想定されます。したがって、予定地域の冬季の気温特性を十分に把握した上で、技術の導入を検討してください。本書に基づいて被った損害については、一切責任を負うものではありませんので、あらかじめご了承ください。

目次

まえがき	1
目次	2
1. はじめに	3
2. 自動飲水供給システム	4
2.1 システムの概要	4
2.2 システムの導入事例	5
2.3 導入コストおよび導入にあたっての留意点	8
2.3.1 システムの導入コスト	8
2.3.2 導入にあたっての留意点	8
3. 冬季の飲水管理 - 飲水凍結抑制システム -	10
3.1 技術開発の背景と目的	10
3.2 開発した技術の概要	10
3.3 開発技術の効果	12
3.3.1 EPSビーズの効果（PETボトル内に半容量の理由）	12
3.3.2 新技術による凍結抑制効果（野外実験結果）	13
3.4 開発技術の現地導入例	15
3.4.1 技術導入の概要	15
3.4.2 効果の一例	16
3.4.3 システムの導入コスト	17

1.はじめに

放牧を行うにあたって、家畜の飲水施設の整備は重要な事項の1つです。水の確保の方法は現地の状況でさまざまです。放牧現場の近くにある河川、沢、湧水を利用したり、小屋の屋根やシート敷設による天水利用したり、地下水を利用などの事例があります。このように現場で水源が確保できる場合であっても、水源が放牧地より低位部にある場合は、人力あるいはガソリンエンジン式動力などを用いて水をくみ上げなければなりません。このような状況から、多くの現場では、農家が水を運搬して給水することを余儀なくされています。一方、これらの放牧現場の多くには商用電源が無いことから、家畜管理のために太陽光発電を利用した電気牧柵器が多く導入されており、放牧における直流電源の利活用はとても身近なものになってきています。本書では、このことに着目して開発された「導入編 2.1.2 飲水設備」で解説した自動飲水供給システムの詳細と、周年親子放牧において特に重要となる冬季飲水管理のために開発された飲水凍結抑制の新技术を解説します。

2.自動飲水供給システム

2.1 システムの概要

このシステムは、水源が放牧地より低い位置にあり、しかも商用電源のない放牧現場において、直流電源で駆動する揚水ポンプシステムを導入し、自動的に家畜の飲水を供給するものです。システムは、直流ポンプ、ソーラーパネルによる発電やバッテリーの蓄電を制御するための充放電コントローラ、飲水槽などの水位を制御するためのフロートスイッチ、フロートスイッチからの信号を受けポンプのON-OFFを制御するためのポンプコントローラで構成されています。耕作放棄地放牧などで広く導入されている太陽光電気牧柵と組み合わせて利用することができます（図1）。

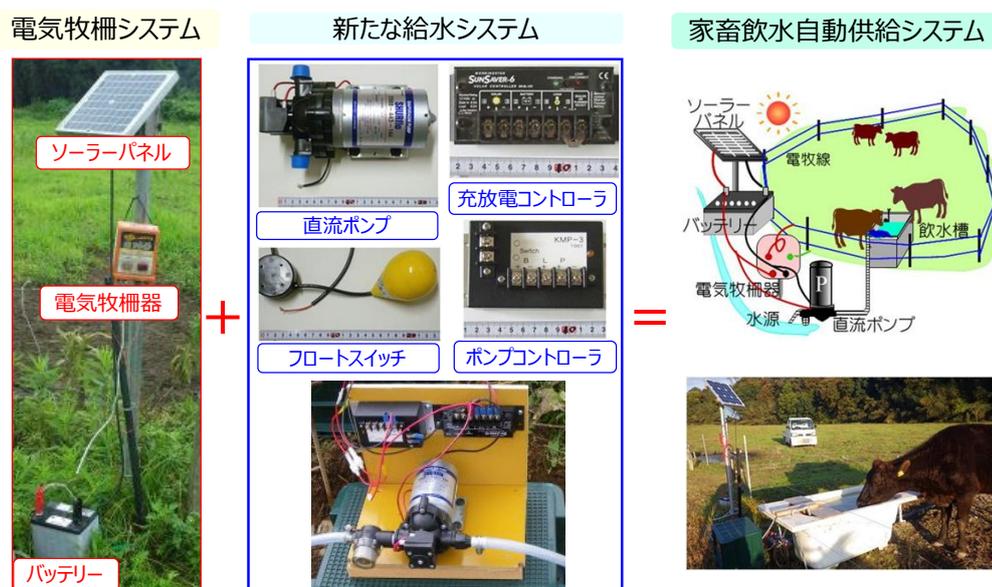


図1 自動飲水供給システムの概略

直流ポンプはダイヤフラム式であり、水を吸い込める高さは公称2.1mと小さいです（実際には3m程度までは吸い上げが可能な場合があります）が、筆者らが実施したポンプ性能試験の結果では、100m離れた高さ20mの場所に1時間あたり約400リットルの水を送ることができました。夏場の放牧牛の飲水量を50(L/日/頭)とした場合、放牧頭数4頭の放牧地では1日わずか30分間のポンプ稼働により、家畜の必要水量が供給できます（図2）。本システムと電気牧柵システムを併用した場合でも電気牧柵器の電圧低下などの影響はなく、放牧牛の管理に対して十分な電圧が維持されます。

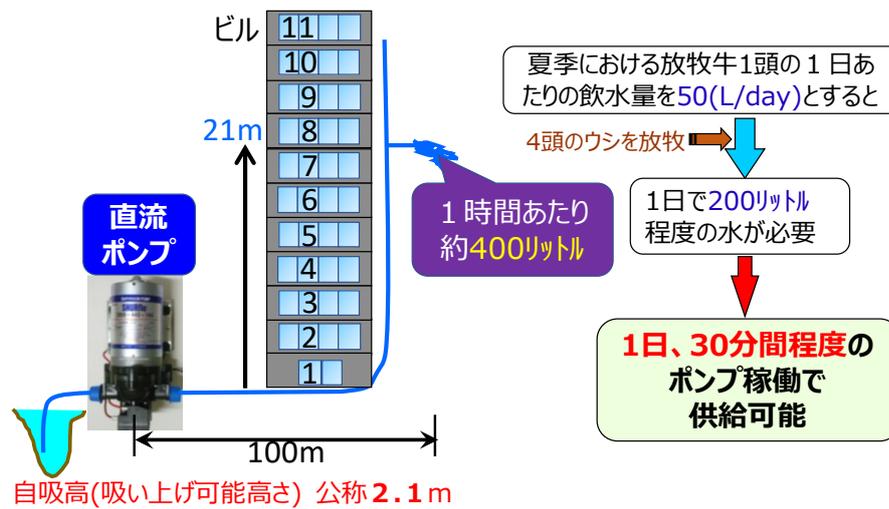


図2 システムに使用されている直流ポンプの能力

2.2 システムの導入事例

○事例 1

水田を放牧利用した現地でのシステム導入例です。周辺に適当な水源がなかったため、畦付近を掘削して管を埋設し小規模な井戸を作り水源を確保しました。井戸に隣接させるようにシステムを設置し、約40m離れた飲水槽に給水されています(図3)。

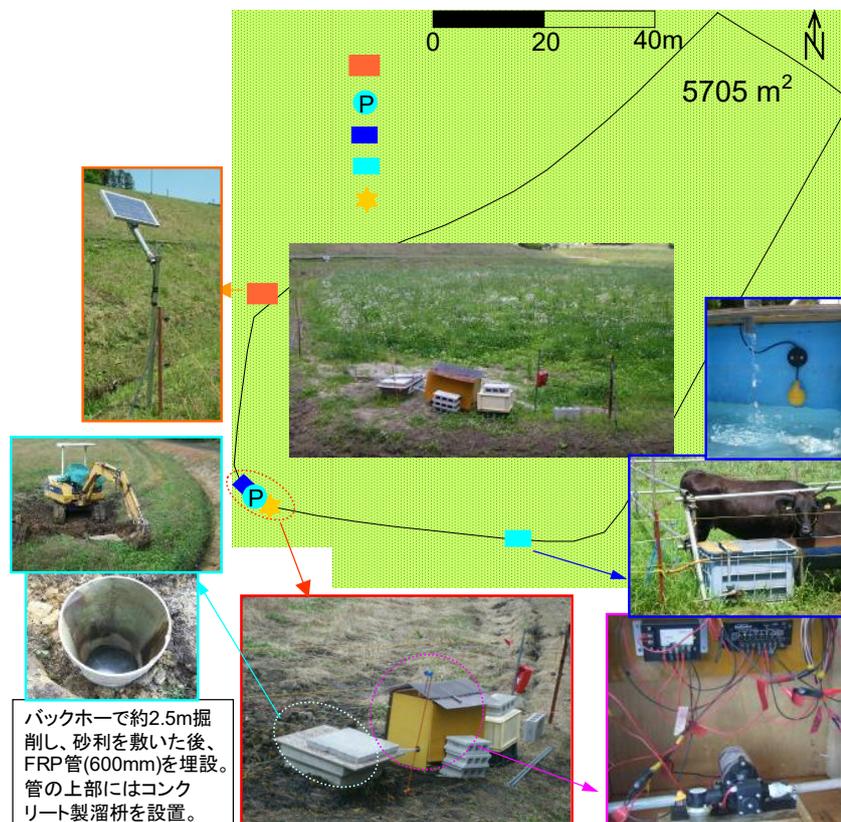


図3 システムの導入事例 1

○事例 2

畑耕作放棄地（従前はタバコ畑）を放牧利用した現地におけるシステム導入例です。圃場に沿って小河川があることから、河川水をシステムによって汲み上げ、複数の牧区に飲水を供給した事例です。河川の場合は洪水によりミオ筋（河川の中で水深の最も深い点を結んだ線）が変化しやすく、取水口が土砂で埋まったり、取水パイプに土砂が混入したりすることがありました。のちに放棄地内に井戸があることが判り、現在はその井戸水を利用し飲水を供給しており、周辺の放棄畑もすべて放牧地として利用されています（図4）。

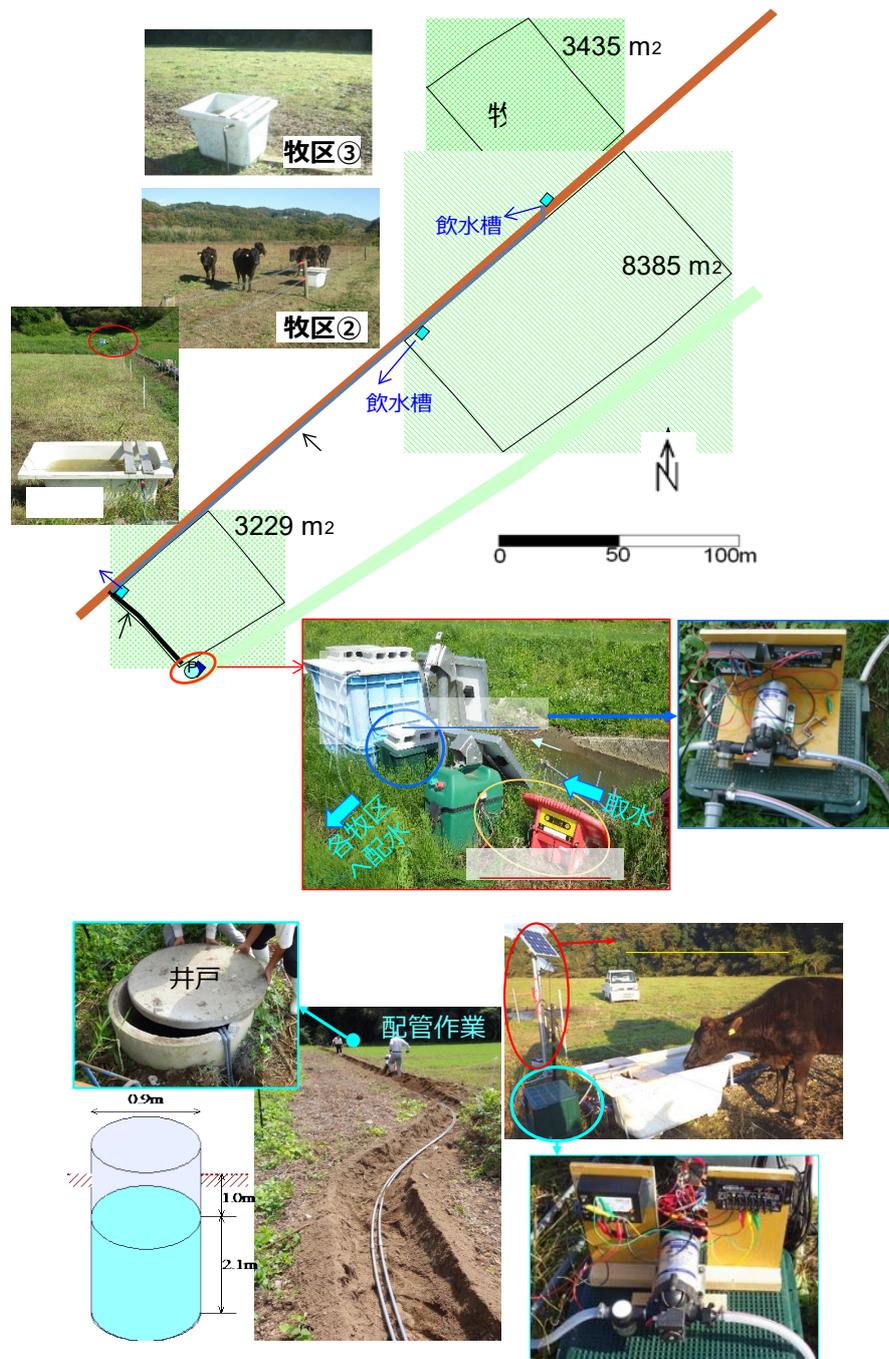


図4 システムの導入事例 2

○事例（システムの上手な使い方）

傾斜地等に複数の牧区が隣接しているような放牧場では、1台のシステムがあれば、最も高い位置に水を揚げて、高低差を利用して低部の牧区に飲水が供給できます。傾斜地水田（棚田）や傾斜畑地などで放牧する場合にはこの方法が有利です。事例1はほぼ平坦な放牧場ですが考え方は同じ方法です（図5）。

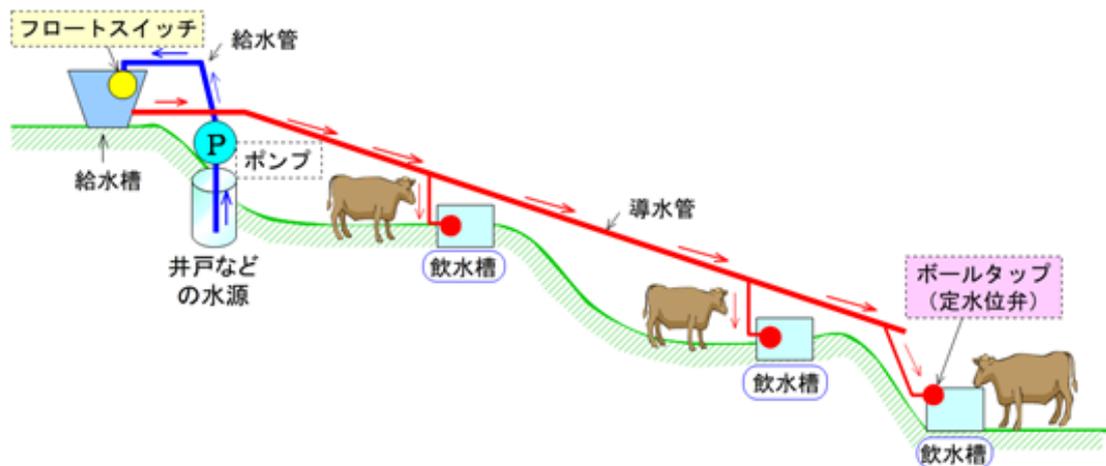


図5 傾斜地等におけるシステムの上手な活用例

複数の牧区が分散しているような場合、それぞれの牧区にシステム導入が必要なのか？という疑問が生じます。全ての牧区で常に牛が放牧されている場合は、全ての牧区にシステム導入が必要となります。しかし、牧区を順々に放牧する、いわゆる移動放牧の場合であれば、システムをパッケージ化しておくことで、「システムも牛と一緒に引っ越し！」が可能となりますので経済的です（図6）。



図6 システムも牛と一緒に引っ越しできる上手な活用例

2.3 導入コストおよび導入にあたっての留意点

2.3.1 システムの導入コスト

本システムの導入コスト（飲水槽、配管資材および配管作業、電気牧柵システム、バッテリーに掛かる経費を除く）は、約9万円(2020年8月時点の価格)です。

表1 飲水自動供給システムの導入コスト

	種別	品名	定価 (税込送料別)
①	ソーラーパネル	KFソーラーKF60M-12 60W単結晶	¥12,960
②	ポンプ	シャフロー 2088-443-144(12V系)付属品共	¥45,360
③	コントローラ	充放電コントローラ:モーニングスター SunSaver6L	¥10,800
④		エルガ KMP-3(PVポンプコントローラ)	¥17,280
⑤	フロートスイッチ	荏原製作所 FF-4A-6(ケーブル6m)	¥7,500
※2020年8月現在の価格			合計 ¥93,900
※⑤は、ネットストア「モノタロウ」での価格。①～④のセット価格は¥74,520(送料別)。製品の問い合わせは、有限会社エルガ(埼玉県比企郡小川町大字角山208番地2、URL:www.erga.jp)			

2.3.2 導入にあたっての留意点

ここでは、導入にあたっての主な留意点を説明します。

直流ポンプ：「2.1 システムの概要」で述べたとおり、ポンプはダイヤフラム（隔膜）の往復運動によって水を移送する仕組みになっています。送水量は決して大きくありませんが、高さ30m以上の地点まで水を揚げる能力を有しています。ダイヤフラムの劣化の関係から期待寿命は2,000時間とされています。清水での利用が前提であるため、水源の水質などにより寿命が短くなる可能性があり、地下水など、できるだけ清水に近い水源からの取水が望ましいと考えられます。また、ダイヤフラム方式のため、自吸高（吸い上げ高さ）は2.1mとされており、水源とポンプ位置の高低差をあまり大きく取ることができません。呼び水(水を誘導するためにポンプ・配管部に注水すること)によって、2.1mを超える場合でも揚水が可能な場合もありますが、安定供給のためには定格の自吸高での利用が望ましいでしょう。

ソーラーパネルおよびバッテリー：本システムは、電気牧柵で利用する電源を活用できる利便性を有していますが、電気牧柵器に付属あるいは推奨されているソーラーパネルやバッテリーでは、電力不足になる場合があります。梅雨時期など曇天の期間が続く季節は、十分な電力確保が必要となります。したがって、使用する電気牧柵器、ポンプの想定稼働時間等を考慮して、導入する

ソーラーパネルやバッテリーの規模・容量を予め設計しておく必要があります。

これら以外にもシステム導入にあたっての留意点はいくつかありますが、システム構成機器やその接続法、機器の維持管理、システムの導入事例などを解説したマニュアルが農研機構のホームページの以下のサイトからダウンロードできます。また、同サイトにはシステム導入に必要なソーラーパネルの電力量やバッテリー容量などが計算できる設計シートも用意されているので、導入の際はそれらをご参照ください。

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/055278.html

3. 冬季の飲水管理 - 飲水凍結抑制システム -

3.1 技術開発の背景と目的

周年放牧では冬季の飲水管理の省力化が重要な課題となります。冬季は飲水の凍結により、放牧牛が長時間にわたり飲水できない状況となるため、凍結が予想される日は毎日、水槽の水を割るなどの作業を余儀なくされます。耕作放棄地等の現場では商用電源がないことが多いため、消費電力が大きいヒータ式給水器などの利用は困難です。また電力を用いない不凍給水器などもありますが、コスト面からは導入が難しい状況です。

これらの課題を解決するため、農家等が容易に入手できる資材で比較的簡易に構築できる家畜飲水の凍結抑制法を考案しました。ここでは、その概要や特徴について解説します。

3.2 開発した技術の概要

飲水槽内の水の凍結を抑制するためには、低温時の外気が可能な限り水に触れないこと、日中にわずかながら温度が上がった水槽内の水の放熱を抑制すること、すなわち断熱を図ることが重要となります。私たちの住生活関連では、以前より、浴槽のお湯を冷まさないための保温マットや外気の影響を抑えるためのペアガラスなどがあり、発泡スチロールなどの断熱資材や空気層を活用して熱を制御する方法が採られています。開発した技術は、これらの方法を家畜飲水槽に応用したものです。

簡易で低コストの凍結抑制技術を実現するため、資材として何を選べばよいか？空気層と発泡スチロールという2つのキーワードから、ペットボトル（以下、PETボトル）と発泡スチロール製ビーズ（以下、EPSビーズ）を採用しました。考案した方法は次のとおりです。

方法1：一般的な飲料用のPETボトル（500～600mL）にEPSビーズ（直径2～3mm）を約半容量入れ、飲水槽の水面をできるだけ覆うようにボトルを浮かばせる方法です（図7）。EPSビーズはクッションの充填材などに用いられており、インターネット通販などで購入できます。

方法2：冬季の低温特性によっては、PETボトルのみの対策では凍結抑制が困難な場合もあり得ることを想定し、方法1に、次に示す2つの機能を付加しました。**機能①：**日中の気温を利用し比較的温度の高い水を確保するため、飲水槽に隣接して簡易ビニールハウスを設け、飲水槽より高い位置に給水タンクを設置します。タンクの周囲もビニールで覆い二層構造とします。この機能

は方法 1 にも付加できます。**機能②**：夜間の低温時間帯に、一定時間間隔で水中ポンプにより飲水槽の水を給水タンクに戻し、タンク内の保温水が飲水槽に断続的に供給される機能です。これにより、水槽内の水温を氷点まで低下させず、凍結を抑制する方法です（図8）。

なお、水槽にペットボトルのような異物を浮かべることで、牛が警戒して水を飲まなかったり、いたずらをしたりするのではないかとこの心配があります。たしかに導入直後は戸惑っている様子も見られますが、しばらくすれば問題なく、ペットボトルを上手に掻き分けて水を飲むようになります。



図7 考案した方法 1

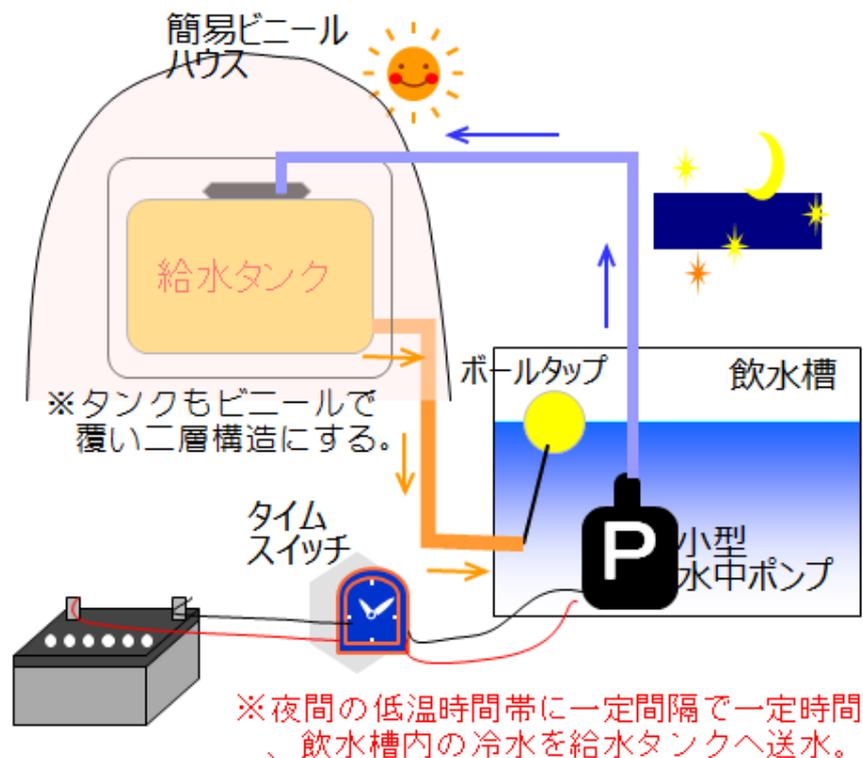


図8 考案した方法 2

3.3 開発技術の効果

3.3.1 EPSビーズの効果（PETボトル内に半容量の理由）

ここでは、なぜPETボトル内に約半容量のEPSビーズを入れることになったのか？について、凍結抑制効果の面から説明します。

飲料用のPETボトル（500mL）にEPSビーズを①ボトルの約半容量充填（半PET区）、②全く入れない（空PET区）、③満充填（全PET区）、の3種類に処理したPETボトルを、水を入れたコンテナに浮かべ、ボトル内部、ボトル外底部および外気温を計測してみました（図9）。

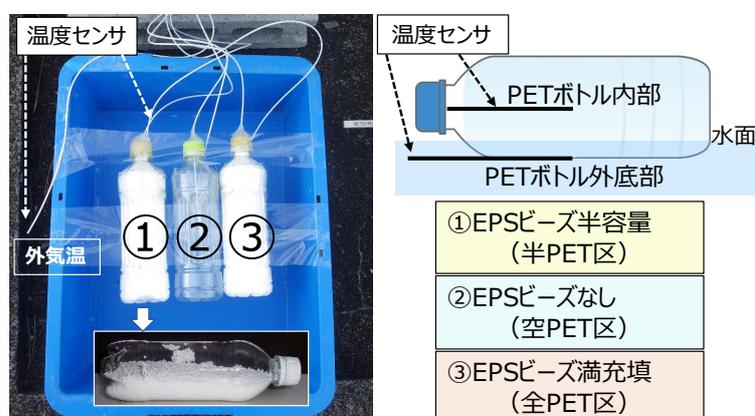


図9 PETボトル内へのEPSビーズの充填程度と凍結抑制効果実験

ボトル内部の気温では、EPSビーズを満充填した全PET区が他の区に比べ、外気温の変化を受けにくい傾向にあります。一方、空気を多く含む空PET区と半PET区では、日中はほぼ外気温と同程度の温度変化となり、とくに半PET区は低温時にも外気温の影響を大きく受けていることがわかります。ボトル外底部水温をみると、空PET区は夜間から明け方の低温時間帯には氷点下となっており、水が凍結しています。全PET区は、空PET区より水温がやや高い傾向ですが、外気温が -8°C を下回る時間帯では概ね氷点下となっています。一方、半PET区は期間を通じて 0°C を下回る例はなく、外気温が -10°C を下回っても 0.4°C 程度の水温が保持されており、凍結抑制効果が最も高い処理法といえます（図10）。

PETボトルに入れるEPSビーズの量は少ないほど経済的です。しかし、空のPETボトルでは強風などでボトルが飲水槽外へ飛散する心配もあります。これらのことと、上で説明した凍結抑制効果から判断した結果、凍結抑制資材としてはPETボトルに約半容量のEPSビーズを入れたボトルが有望であることがわかりました。

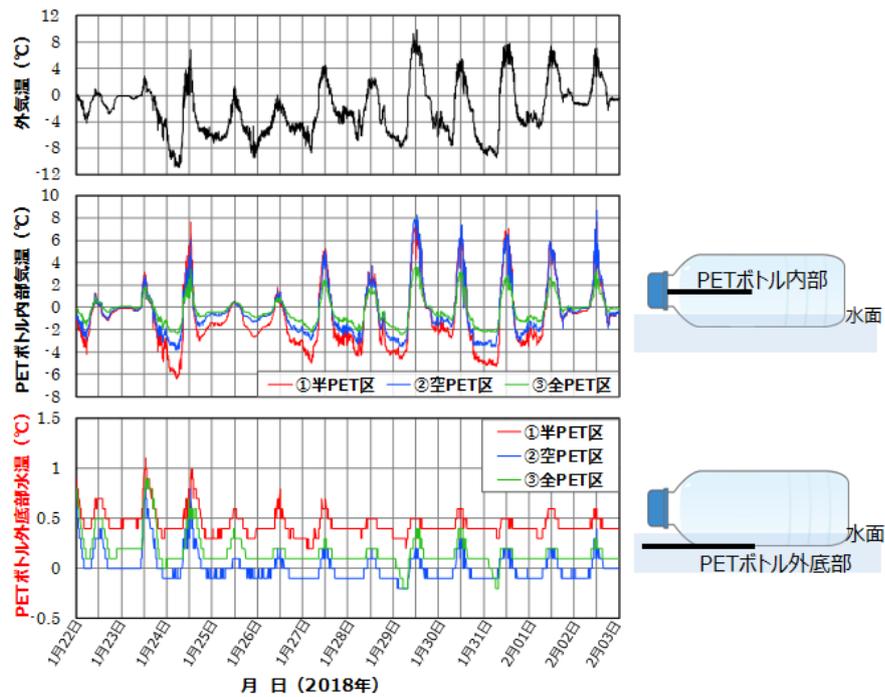


図10 EPSビーズ入りPETボトルの凍結抑制効果

3.3.2 新技術による凍結抑制効果（野外実験結果）

水を入れたコンテナ（容量135L）に①無処理（Plot-1）、②ボトルの約半容量のEPSビーズを充填したPETボトルを浮かばせた区（Plot-2）、③②と同様の処理に加え、概ね17:00から翌朝9:00の間、20分ごとに2分間、給水タンクと飲水槽間で水を循環させた区（Plot-3）を設け、コンテナ内の結氷の状況を把握しました（図11）。



図11 新技術による水槽凍結抑制実験の様子

Plot-1（無処理区）に比べ、Plot-2（EPSビーズ入りPETボトル(PB)区）は総じて氷厚は小さいが、低温が続いた1月23日～2月8日の期間では、厚さ50mmを超える凍結が生じています。ただしPlot-2の場合の凍結は主にPETボトル間の隙間において生じており、ボトルの底部は凍結がないか、生じていても薄氷の状態が多かったです。日中に隙間の氷が少しずつ溶ければ、PETボトルは容易に分散できるようになり、PETボトルの利用により一定の凍結抑制効果を得ることができます。一方、Plot-3（PB+水循環区）では著しい凍結は回避されており、PETボトルと水循環を組み合わせた方法により、1日の気温変化特性にもよりますが、最低気温が-10℃前後の状況でも凍結を抑制できることがわかりました（図12、図13）。

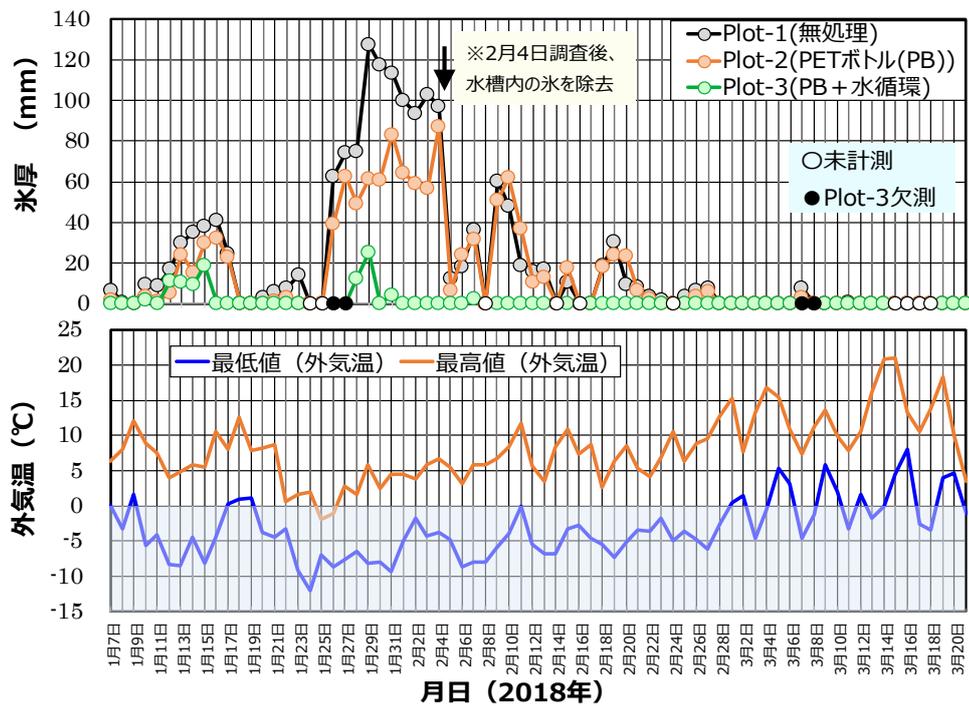


図12 新技術による水槽凍結抑制実験結果

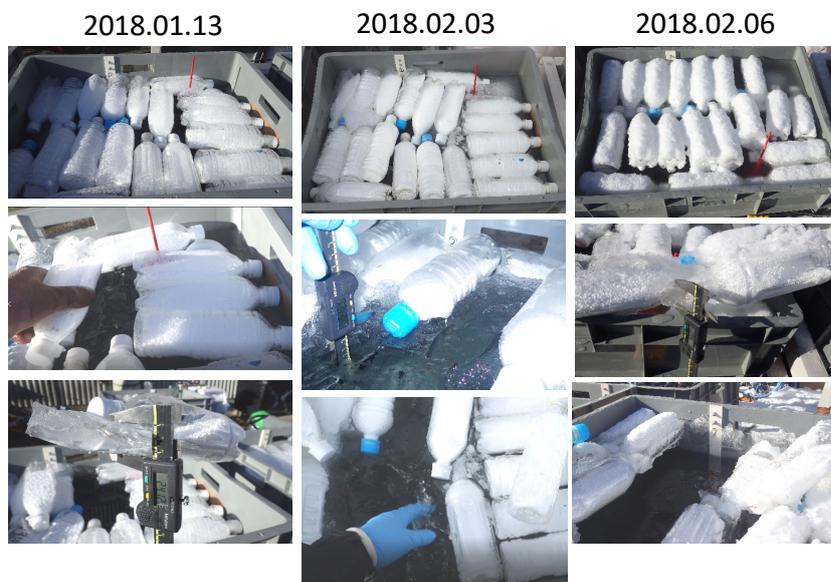


図13 新技術による水槽凍結抑制実験の様子（Plot-2）

3.4 開発技術の現地導入例

プロジェクトの実証現地である栃木県茂木町のS牧場での技術導入例を示します。

当該牧場では、本書、「第2章」で解説した自動飲水供給システムが既に導入されていました。しかし、周年親子放牧の実施にあたっては冬場の飲水管理対策が重要であることから、新技術を導入しました。前節の図8で示した概念図や研究所内での実験を具現化した形になります。ここでは、その概要、導入に必要な各種の資材・機材などについて解説します。

3.4.1 技術導入の概要

当該牧場では、①冬季の飲水を日中に少しでも保温する、②放牧場にある数牧区に飲水を分配する、③自動飲水供給システムの雨よけ、の理由から、新技術の導入以前から簡易ビニールハウスを設け、飲水槽より高い位置に給水タンクが設置されていました（図14）。簡易ビニールハウスおよび給水タンクの架台の状況は、図15に示すとおりです。

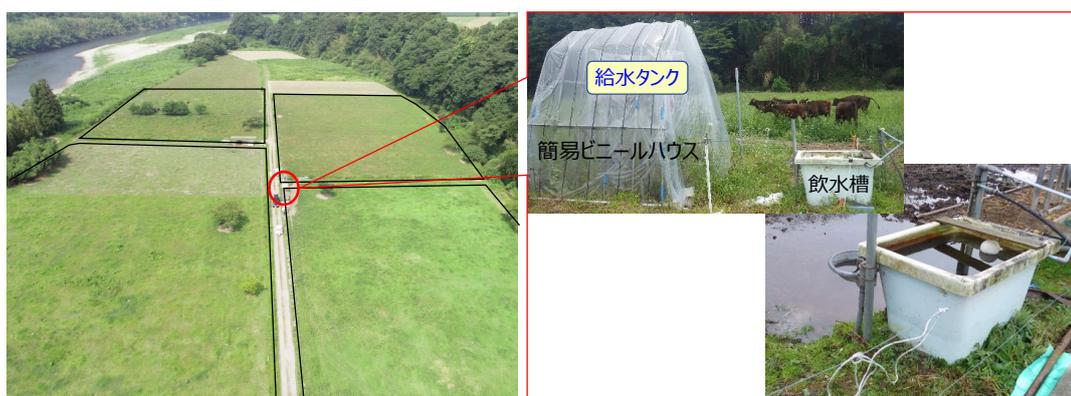


図14 現地牧場の飲水施設の状況（新技術導入前）



図15 簡易ビニールハウスおよび給水タンク架台の詳細

技術の有効性の実証に合わせ、2018年12月に飲水凍結抑制システムを導入しました。

飲水槽の上部には、小型の直流水中ポンプが設置してあり、バッテリーで駆動します。タイムスイッチにより2018年12月24日から2019年1月6日は19:00～翌8:00、1月7日以降は18:00～翌8:00の間、10分毎に1分間、ポンプ稼働し、飲水槽内の水（上層の水）をハウス内の給水タンクに戻します。飲水槽にはボールタップが取り付けられていますので、ポンプによりタンクに戻された量の水がタンクから落差で供給されます（図16）。

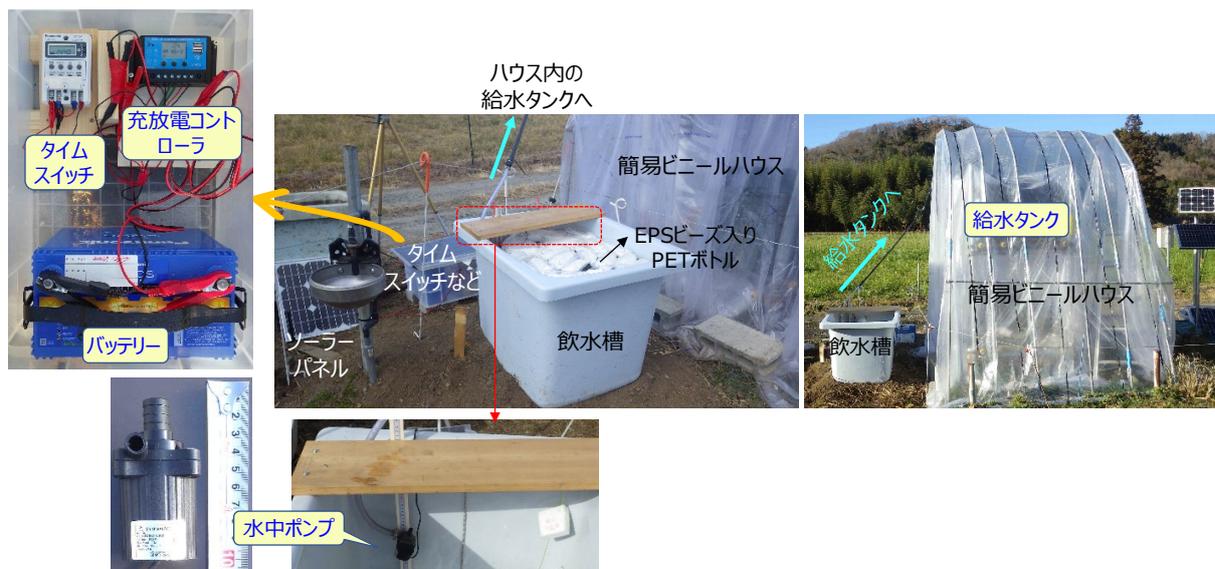


図16 飲水凍結抑制システムの導入状況

3.4.2 効果の一例

最低気温が -10°C に達した2019年1月10日に、従来の飲水槽（Plot-1；無処理）とシステムを導入した飲水槽（Plot-2）の飲水槽の状況を調査した結果、無処理の飲水槽（Plot-1）では10cmを超える氷が張り、一般的なハンマーではなかなか割ることができない状況でした。一方、システムを導入した飲水槽（Plot-2）では、凍結は生じませんでした（図17、図18）。

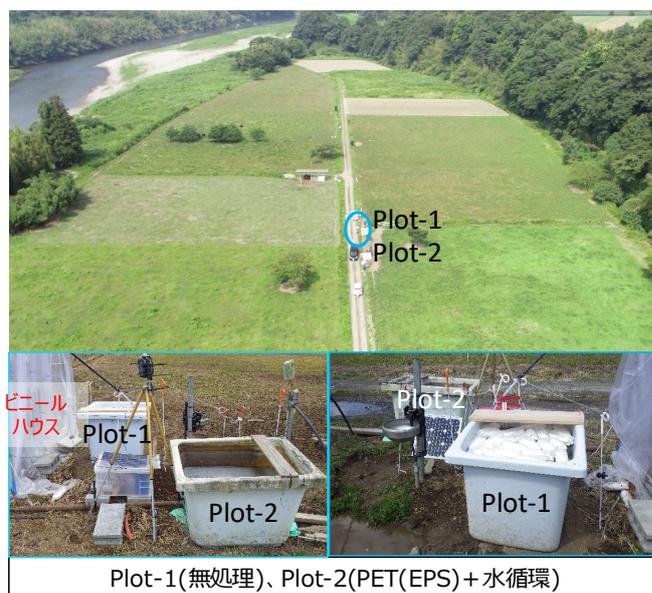


図17 現地調査の概略

年、地域、標高によって最低気温や日中の気温特性はさまざまであり、断定的な評価はできませんが、冬季に最低気温が -10°C までで、日中の気温がおおむね 5°C 以上になる地区、地域においては、本システムの導入により飲水槽の凍結が回避可能であるといえます。



図18 飲水凍結抑制システムの効果の一例

3.4.3 システムの導入コスト

システムは、①簡易ビニールハウスと、②夜間に水循環を実行するための装置で構成されます（給水タンク等を含む）。飲水槽は廃用の風呂桶などが利用できること、また各種配管資材はその数量等が現地の条件により異なるため、それらのコストは除きます。ペットボトルに入れるEPSビーズは、インターネット通販で10Lあたり2,500円程度で購入できます。また、水源が確保できる地区では、本システムの導入に合わせて、本書「第2章」で解説した自動飲水供給システムの導入をお勧めします。その理由は、飲水供給が自動化されていない状況では、給水タンクへの水の供給が必要となり、飲水管理の省力化効果が弱くなるためです。

①**簡易ビニールハウス**：「3.4.1 技術導入の概要」で示した現地での例を基本に、容量300Lの給水タンクを格納する簡易ビニールハウスを設置する場合の資材費を示します。

給水タンクを載せる架台は、単管パイプを利用します。架台にはタンクを載せる部分と自動飲水供給システムの機器をビニールハウスは、単管パイプを利用しても構築できますが、ここでは農業用のハウス資材を利用した場合のコストを示します（表2）。

②**夜間に水循環を実行するための装置**：「3.4.1 技術導入の概要」に示した新技術の機能を付加するためには図16で示した機器が必要となります。これらは全てインターネット通販などで購入

できます。給水タンクやボールタップ（定水位弁）のコストも合わせて示します（表3）。

表2 簡易ビニールハウスおよび給水タンク設置架台の資材費

簡易ビニールハウスおよび給水タンク設置架台の資材費				
資 材 名	数量	単位	単価(円)	金額 (円、税込み)
単管パイプ48.6φ 長さ2m	6	本	900	5,400
単管パイプ48.6φ 長さ1m	11	本	450	4,950
直交クランプ48.6φ用	24	個	200	4,800
48.6φ固定ベース	4	個	300	1,200
単管キャップ	20	個	30	600
単管48.6φ用シート取り付けクリップ	8	個	400	3,200
ブロック C-10 基本	4	個	150	600
塗装コンパネ 12mm厚 3×6尺	2	枚	1,500	3,000
ハウスビニール 屋根用 3×4間 0.1×700×11m	1	本	7,800	7,800
直管パイプ 19.1×1.0×4000	6	本	600	3,600
直管パイプ 19.1×1.0×5000	4	個	700	2,800
天井ジョイント(外ジョイント) 19用180L30度	24	個	150	3,600
フックバンド(クロスバンド) 兼用10本入り(19×19/19×22)	2	パック	250	500
ハウスパッカー 19mm 50個入	1	パック	1,000	1,000
マイカ線 黒 10mm×200m	1	巻	1,200	1,200
※2020年12月現在のネット通販価格を参考			合計	44,250

表3 水循環機能を付加するための装置のコスト（給水タンクなどを含む）

種 別	品 名	定 価 (税込,送料込)
① 給水タンク	スイコー ホームローリータンク 300L 黒色	¥13,200
② 24時間式タイムスイッチ	パナソニック TB201K	¥7,000
③ ソーラーパネル	SAYA 20W 12V/バッテリー充電用	¥3,500
④ 充放電コントローラ	充放電コントローラ: CMTD-2420	¥4,000
⑤ バッテリー	パナソニック N-80B24R/C7	¥10,000
⑥ 単式ボールタップ(ポリ玉)	カクダイ 呼び径13mm kd-660313	¥2,000
※2020年12月現在のネット通販価格を参考		合計 ¥39,700

執筆者

氏名	所属（執筆時）
中尾 誠司	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

お問い合わせ

周年親子放牧コンソーシアム

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

畜産研究部門 研究推進部 研究推進室

Web お問い合わせフォーム：<http://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/index.html>

周年親子放牧コンソーシアム

研究代表者：井出保行（令和2年）・山本嘉人（平成29年～令和元年）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

構 成 員：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

（中央農業研究センター・東北農業研究センター・西日本農業研究センター）

国立大学法人 鹿児島大学学術研究院農水産獣医学域

国立大学法人 東北大学大学院農学研究科

国立大学法人 茨城大学農学部

国立大学法人 岐阜大学応用生物科学部

国立大学法人 信州大学農学部

独立行政法人 家畜改良センター

山梨県畜産酪農技術センター

大分県農林水産研究指導センター畜産研究部

熊本県農業研究センター草地畜産研究所

サージマワキ株式会社

富士電機株式会社

イーソル株式会社

周年親子放牧導入マニュアル（新技術解説編）

令和 3年 3月 31日 発行

発 行：「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち人工知能未来農業創造プロジェクト）

「A I や I C T を活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」

周年親子放牧コンソーシアム

研究代表：井出保行（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

編 集：井出保行（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

中尾誠司（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

喜田環樹（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

小松篤司（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター）

下田勝久（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

杉戸克裕（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター）

住 所：〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松768

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 那須塩原事業場

印 刷：近代工房 〒324-0036 栃木県大田原市下石上1603

