



## ラングストン通信⑧

ラングストン大学アメリカヤギ研究所  
塚原洋子

### ヤギ用電気柵の研究

この冬、ニューヨークなど米北東部を襲った厳冬が他人事のように、オクラホマでは暖かい冬を過ごしました。3月に入って夏時間に戻り、日本との時差が14時間になったと同時に、適度な降雨と気温の上昇で一気に花が咲き誇り、心地よい日々を迎えています。



さて、ラングストンへ来るきっかけとなったヤギ用電気柵のプロジェクトが、昨年8月に終了となり、最終報告書がアメリカ農務省（USDA）へ提出されました。そこで、今回はこの研究についてご紹介したいと思います。このプロジェクトは、USDA 国立農業食料研究所の助成（300,000 米ドル）を受けた研究で、2010～2013年の期間中に計7つの実験が行われ、後述する①～④の研究論文にまとめられました。

### プロジェクトの背景

ヤギ脱柵防止対策として、一般にウシ用の有刺鉄線柵に電気線を追加する電気柵が用いられているが、追加する電気線の本数や電圧、地面からの高さなどについては、電気柵販売業者の推奨する方法、あるいは電気柵を利用する生産者の経験に大きく依存しており、低コスト（人件費、設備費、維持費）で安易、かつ最も効果的な電気柵設置方法を評価する普遍的かつ公平な基準はない。そこで、本プロジェクトでは、様々なヤギ用電気柵を評価する正確で反復可能な方法の確立を目指した。

### ①ヤギ用電気柵を評価する条件について<sup>2)</sup>



このプロジェクト最初の研究として、2010年（私の赴任前）に2つの実験が行われた。実験1では、電気柵に感電経験のある48頭のボア種のメスを用い、本数、電圧、高さの違う6種類の電気柵および6回繰り返された測定間隔の影響をラテン方格法\*で比較した。ここでの結果は、電気柵のタイプに関わらず脱柵率は低く、測定を繰り返すごとに脱柵率はさらに低下した。この結果を踏まえて実験2では、条件設定を変更すると共に、電気柵に感電したことのない成長期のヤギ60頭（ボア種およびスパニッシュ種各30頭）を用いた。前処置としてえさ箱の近くに中電圧の電気線を張り、全頭が少なくとも一度は感電したという条件のもと、実験は5種類の電気柵を用いて1回の完全無作為法と5期間を含むラテン方格法で実施された。結果は、測定を繰り返す

ごとに脱柵率は若干低下したものの、電気柵の違いに関わらず非常に高い脱柵率が観察された。この2つの実験からは、ヤギが電気柵を経験すればするほど脱柵率が低くなるという共通の認識が得られたものの、電気柵のタイプによる脱柵防止効果の違いを評価することは不可能であった。これらのことから、ヤギ用電気柵を評価する方法を確立するためには、電気柵処置、測定間隔以外の条件を検討する必要性が示唆された。

\*ラテン方格法：各処理（ここでは6種類の電気柵）を各ブロック（ここでは6群に分けたヤギ）が1回のみ経験するように計画する実験配置。各ブロックがそれぞれの処理を経験する順序は、無作為になるように配置される。ちなみにこの研究では、48頭を12群（各群4頭づつ）に分け、2組の6群（つまり2組のラテン方格）で反復実験を行っている。

## ②ヤギ用電気柵設置方法を評価するための実験モデルにおける条件の影響<sup>3)</sup>

この実験では、成長期のボア種 80頭とスパニッシュ種 80頭（いずれの品種も雌雄各40頭づつ）を用い、実験房内におけるヤギの行動に影響すると考えられる6つの条件を2つの実験計画法（完全無作為法およびラテン方格法）を使って調べた。条件には品種（ボア種とスパニッシュ種）、性別（雌雄）、前処置（電気柵を2回あるいは3回通過）、測定間の処置（住環境における電気線設置の有無）、5種の電気柵（高低および中低の各2本、低、中、高各1本、いずれも6 kV）、ラテン方格法における測定回数（1～5回）を取り上げ、データは、脱柵の有無、脱柵を試みた回数、感電回数、脱柵にかかる時間を試験者の観察とビデオ映像によって記録した。この実験において、性別による行動の違いは無かったが、ボア種に比べてスパニッシュ種の脱柵率が高いことが示された。また、研究①の結果同様、測定回数を重ねるごとに脱柵率が低くなることも確認された。一方、前処置、電気柵、測定間の処置についてはいくつかの交互作用が示されたものの、期待された結果あるいは明確な結果が得られず、検討の余地があることが示唆された。

## ③電気柵内でのヤギの行動における品種、前処置方法、および測定間処置の影響<sup>4)</sup>

ここには、2つの実験結果が報告されている。実験1では、ボア種とスパニッシュ種の成雌各40頭（いずれも授乳中、電気柵感電経験あり）を用い、品種、前処置、測定間処置の影響をラテン方格法にて調べた。先行研究でスパニッシュ種の脱柵率がボア種に比べて高いことが明らかになっているので、前処置として、スパニッシュ種には2回電気柵を通過させ、ボア種には1回のみ電気柵を通過させた。研究②で、



測定間処置として住環境における電気線設置の有無を用いたところ、明確な結果が得られなかったため、ここでは測定間処置として、測定間に通電していない実験場の電気柵を通過させるグループと測定間処置を行わないグループに分けて比較した。5種の電気柵は研究②と同じタイプを用いた。結果は、品種ごとに異なる前処置を用いることにより、品種間の行動の差が縮まったとともに、脱柵率に品種、測定間処置、期間およびそれぞれの交互作用が影響していることが示された。また、測定間処置を行うことにより、測定ごとの脱柵低下率は緩和したものの、依然として測定ごとに脱柵率が低下することには変わりはなく、ラテン方格法（繰返し実験）の不適当性が確認された。一方、この実験では、品種と前処置の違いが混同しているため、この点を明らかにするために続く実

験2が行われた。実験2では、成長期のボア種とスパニッシュ種（155頭）を用い、前処置にそれぞれ品種共通、品種特有の処置を設け、完全無作為法で比較した。また実験の7週間後に同じ条件で再測定を行った。結果は、前処置と電気柵の種類、および品種を含む交互作用の影響が観察されたが、主要因としての品種の影響はみられず、前処置によって品種間の行動差を縮小できることが確認された。また、1回目と2回目の測定間に有意差は認められず、前回測定の記憶は、比較的長期間（7週間）持続することが示唆された。

#### ④ヤギ用電気柵の評価における他品種存在の影響<sup>5)</sup>



実験1では、成雌のボア種とスパニッシュ種計160頭を用い、品種を混ぜたグループと単独品種のグループで測定した場合の電気柵実験房における行動の違いを完全無作為法で検討した。前処置は全頭同一とし、5種類の電気柵処置はこれまでと同じものを用いた。結果は、単独品種グループに比べ混合品種のグループでは品種による脱柵率の差が小さくなり、電気柵内における他品種存在の影響が示された。一方、実験2では、成長期のボア

種とスパニッシュ種の雌雄158頭を用い、実験1と同じ条件で実施したが、成雌の結果とは異なり、グループ分けのはっきりとした違いは見られなかった。

#### 全体のプロジェクトを通して

このプロジェクトでは、ヤギ用電気柵の評価方法（様々な電気柵をヤギに評価させる方法）の確立を試みた。したがって、②～④で用いられている5種の電気柵を評価することは直接の目的ではなく、有刺鉄線に加えた高位置1本の電気線はほぼ全頭のヤギが脱柵する、高低2本の電気線は最も脱柵防止効果が高いという設定で評価の指標とした。つまり、期待通りの結果が得られれば、電気柵以外の条件は妥当であると考えた。また、研究①～③の実験1まで、ラテン方格法にこだわったのは、できるだけ少ない頭数を繰返し用いて電気柵を評価する可能性を検討するためであった。ところが測定を繰返すたびに脱柵率が低くなるので、測定間処置によって前回の実験の記憶を打ち消し（持ち越し効果の除去）、次回測定に用いることを試みたが、研究③実験1で、実験と同じ環境で測定間処置を行っても、測定間隔を比較的長めに取っても前回の記憶を打ち消すことが出来ないという結果に至り、正確で公平な電気柵設置方法の評価をするうえで、繰返し測定は不適切であるという結論に至った。一方、電気柵の評価をするのに雌雄どちらを用いても良く、違う品種を用いる場合は品種特性に見合った前処置を施すこと、品種を混ぜて測定することで品種間差が小さくなり、より正確で普遍的な電気柵の評価が出来ることが示唆された。

これらの結果を生産現場で応用するための解釈として、効果的に電気柵を利用するためには、電気柵のタイプに加え、ヤギの品種と生育段階（成長期あるいは成畜）を考慮した馴致方法（訓練）が重要であるということを示唆している。ただし本研究では、成熟雄については考慮していないので、その点には注意していただきたい。



## 引用文献

- 1) Goetsch, A. L. 2014. Establishing a Langston University Testing Center for Electric Fence Modifications of Cattle Barb Wire Fence for Goat Containment. Current Research Information System: NIFA USDA. <http://cris.nifa.usda.gov/cgi-bin/starfinder/15039/crisassist.txt>. (Accessed 13 April 2015.)
- 2) Goetsch, A. L., G. D. Detweiler, R. Puchala, T. Sahlu, T. A. Gipson. 2012. Conditions to test electric fence additions to cattle barb wire fence for goat containment. 2012. Journal of Applied Animal Research, Vol. 40: 43-55.
- 3) Tsukahara, Y., G. D. Detweiler, T. Sahlu, T. A. Gipson, A. L. Goetsch. 2013. Effects of conditions of an experimental model to evaluate methods of electric-fence strand additions to barbed-wire fence to contain goats. Journal of Animal Science, Vol. 91:4476-4485.
- 4) Tsukahara, Y., R. Puchala, J. Hayes, T. A. Gipson, T. Sahlu, A. L. Goetsch. Effects of breed, method of adaptation, and interval treatment on behavior of Boer and Spanish goats in pens with barbed wire fence designed for cattle containment and electric fence strands added for goats. 投稿中
- 5) Tsukahara, Y., R. Puchala, J. Hayes, T. A. Gipson, T. Sahlu, A. L. Goetsch. Effects of mixing different breeds to evaluate electric fence strand additions to barbed wire fence to contain meat goats. 投稿中

## 本プロジェクトの学会発表等

- Tsukahara, Y., T. A. Gipson, G. D. Detweiler, T. Sahlu, and A. L. Goetsch. 2012. Effects of meat goat breed, gender, and conditions before and between measures on behavior in pens with barb wire and electric fence strands. Journal of Animal Science 90 (E-Supplement 3):633.
- Tsukahara, Y., T. A. Gipson, G. D. Detweiler, T. Sahlu, and A. L. Goetsch. 2012. Factors affecting behavior of goats in pens with electric fence strand additions to cattle barb wire fence. XI International Conference on Goats. Las Palmas, Gran Canaria, Spain. Page 151.
- Tsukahara, Y., A. L. Goetsch, T. A. Gipson, J. Hayes, R. Puchala, and T. Sahlu. 2013. Effects of conditions between periods of studies to evaluate electric fence additions to barb wire fence for goat containment. Journal of Animal Science 91 (E-Supplement 2):612.
- Tsukahara, Y., A. L. Goetsch, T. A. Gipson, J. Hayes, R. Pchala, and T. Sahlu. 2013. Effects of adaptation and meat goat breed in a method to evaluate electric fence additions to barb wire fence for goat containment. Journal of Animal Science 91 (E-Supplement 2):612-613.
- Tsukahara, Y., T. A. Gipson, J. Hayes, R. Puchala, M.-E. Brassard, T. Sahlu, and A. L. Goetsch. 2015. Effects of mixing different breeds to evaluate electric fence strand additions to barb wire fence to contain meat goat does. 99 in Proc. American Society of Animal Science Southern Section, Atlanta, Georgia.
- Tsukahara, Y., T. A. Gipson, J. Hayes, R. Puchala, T. Sahlu, and A. L. Goetsch. 2015. Effects of mixing different breeds to evaluate electric fence strand additions to barb wire fence to contain meat goats: growing kids. Journal of Animal Science “in press.”