

カンボジアにおける熱帯酪農の確立：プノンペン近郊小規模

農家における酪農の現状と普及に向けた課題の発掘

研究代表者：名古屋大学・大学院生命農学研究科

上野山 賀久

共同研究者：名古屋大学・アジアサテライトキャンパス学院

PHENG Vutha

森田 康広

TEP Bengthay

要旨

カンボジアにおける熱帯酪農の確立を目的として、カンボジアにおける酪農の現状と普及に向けた課題を発掘するためにふたつの調査を実施した。具体的には、プノンペン特別市近郊の小規模酪農家における在来コブ牛とホルスタイン種との交雑乳用牛の飼育・飼養の環境ならびに乳生産量の調査と、2015年よりカンボジア内でいち早く凍結精液を用いた人工授精が普及しているポーサット州において、在来コブ牛の繁殖成績に関する調査を実施した。

プノンペン特別市近郊の小規模酪農家において、カンボジア在来コブ牛とホルスタイン種の交雑乳用牛は野草地で放牧され、濃厚飼料は与えられていなかった。日中も野外で飼育されており、乳量は1日5リットル程度であった。一方、名古屋大学アジアサテライトキャンパス内の実験牧場（プノンペン郊外の王立農業大学内に位置する）で飼養する交雑乳用牛は、暑熱ストレスをさけるために庇のある牛舎で飼育され、栄養価の高い牧草や濃厚飼料を給餌されており、乳量は1日5から10リットルとわずかに高かった。よって、一般の小規模酪農家においても、庇のある牛舎での飼育や、栄養価の高い牧草や濃厚飼料を給餌するなど飼養条件の改善により、カンボジアにおける交雑乳用牛の乳量増加が見込めることが示唆された。

ポーサット州において、2016年1月から2017年12月までの2年間に実施された人工授精の記録を調査した。人工授精には、肉用牛の改良を目的として主に、ブラーマン種—アメリカで作出されたコブ牛由来の肉用牛—、インドブラジル種—ブラジルで作出された肉用牛—などの肉用のコブ牛由来品種の凍結精液が用いられており、ホルスタイン種の凍結精液を用いた人工授精はごくわずかであった。人工授精の実施頭数および産仔の得た割合に季節変化があることを見いだしたことから、ポーサット州の気温および降水量データを取得した。その結果、比較的気温が低く降水量の少ない11月～2月に最も多く人工授精が行われていたことを明らかにした。一方、気温が最も高く、降水量も少ない3月から6月に人工授精を実施した在来コブ牛の頭数は減少し、比較的気温が低く降水量の多い7月から10月にはさらに人工授精を実施した在来コブ牛の頭数は減少した。これらの結果は、熱帯・亜熱帯のカンボジアにおいても、気温および湿度が比較的低い季節に、より多くのウシが発情兆候—乗駕行動の許容や外陰部からの粘液流出—を示したことを示唆する。興味深いことに、季節の影響は人工授精の後に産仔が得られた割合にも現れており、比較的気温が低く降水量の少ない11月～2月に人工授精した在来コブ牛から産仔が得られた割合が、他の季節に人工授精した在来コブ牛から産仔が得られた割合よりも有意に高かった。季節は放牧に利用される野草地の植生にも影響しており、高温多湿な環境による暑熱ストレスと乾期

の酷暑による野草地の減少—それにともなう在来コブ牛の栄養状態の低下—により、在来コブ牛の繁殖成績に季節性が現れることが示唆された。

これらの結果は、カンボジアにおける酪農の普及には、飼育環境の整備と給餌の改善などの課題があり、これらを実践するための酪農教育の充実が必要不可欠であることを示唆する。また、交雑乳用牛の母牛となる在来コブ牛の繁殖成績には、明瞭な季節性があり、比較的気温が低く降水量の少ない11月～2月に人工授精を実施することで、より高い確率で産仔が得られることが明らかとなった。気温が最も高く、降水量も少ない3月から6月、比較的気温が低い、降水量の多い7月から10月における飼育環境の整備と給餌の改善が重要と考えられる。

はじめに

畜産は、乳・肉といった動物性タンパク質の供給を通じて、人類の健康の増進に欠くことのできない農業の主要分野である。近年、世界人口の増加と経済的な発展に伴い、畜産物の需要は著しく増加している (FAO, 2011)。需要の急増に見合う供給を可能とする生産基盤の拡充と生産性の向上が喫緊の課題である。本研究の調査地であるカンボジアにおいても、畜産物の需要は年々増加している。しかし、カンボジアにおける畜産は、1970年代以降の内戦により完全に崩壊しており、小規模農家が、役用・肉用として少数のウシを飼育したり、少数のブタやニワトリを庭先において飼育したりしているにすぎない (Ieda et al., 2017)。実際、研究代表者らがカンボジアの東部コンポンチャム州で実施した調査では、農家各戸のウシ、ブタ、ニワトリの飼育数の中央値はそれぞれ、4頭 (1-8頭)、12頭 (1-26頭)、4羽 (1-50羽) であった (Ieda et al., 2017)。上記の内戦前には行われていた酪農も現在は完全に崩壊し、カンボジア人による乳生産は限りなくゼロに近い (近年外国資本による酪農が始まっている)。乳製品ほとんどすべては、外国からの輸入に頼っているのが現状である。よって、カンボジアにおいて酪農を再生するために、カンボジアにおける酪農の現状と普及に向けた科学的、社会的な課題発掘は極めて重要な意義を有する。

現在の酪農は、育種改良の進んだホルスタイン種などのヨーロッパ原産の品種が重要な役割を担っている。ヨーロッパ原産のこれらのウシ (*Bos Taurus*) は、冷涼な環境を好み、暑さに弱いという特徴を有する。日本の酪農家で飼育されるウシのほとんどが、このホルスタイン種であるが、北海道を除き、本州では、夏季に乳生産量の低下、食欲の不振、繁殖機能の低下などの生産性の低下が多く報告されている (野中ら, 2009; 阪谷, 2015)。気候変動に伴う温暖化が、日本において、今後この問題をより深刻化させることが懸念される (野中ら, 2009)。本研究の調査地であるカンボジアを始めとする東南アジアは、熱帯・亜熱帯に位置するため、ホルスタイン種などのヨーロッパ原産の品種をそのまま飼育することは極めてむずかしい。そこで、タイ、ベトナムなどの酪農が行われている東南アジア諸国では、在来牛とホルスタイン種との交雑種が乳用牛として利用されている。東南アジアの在来牛はいわゆるコブ牛、学名 *Bos Indicus* であり、ホルスタイン種などの *Bos Taurus* とは異なる種と位置づけられる。コブ牛にはその名の通り、肩に脂肪と筋肉からなるコブがある。また、胸部に皮膚が大きく垂れ下がった胸垂を有する。在来コブ牛には、その風土環境に適応した高温多湿な環境に対する耐性、いわゆる暑熱ストレス耐性があると考えられる。在来コブ牛のこのような暑熱ストレス耐性とホルスタイン種の育種改良により充進された乳生産能力をあわせてもつ交雑乳用牛の確立が求められているが、東南アジア諸国において、交雑

乳用牛の育種は未だ進んでいない。

研究代表者らの研究グループは、現在、カンボジアに酪農を再生するため、在来コブ牛とホルスタイン種の交雑牛を用いた酪農の再開、交雑乳用牛の暑熱ストレス耐性の評価、暑熱ストレス耐性をもつ交雑乳用牛の育種にむけた研究を進めている。本研究は、将来の暑熱ストレス耐性交雑乳用牛の普及を見据え、カンボジアにおける畜産の現状に調査し、酪農再生に向けた可能性と課題を明らかにすることを目的とした。具体的には、プノンペン特別市近郊において飼育されている交雑乳用牛の乳量を調査した。また、2015年よりヨーロッパ連合の支援を受けポーサット州ではじまった人工授精の記録を得て、交雑乳用牛作出の際に母牛となる在来コブ牛の繁殖成績について検討した。

調査・研究の方法

調査1：酪農の現状把握

カンボジア農水省の公式記録を調査し、酪農家として登録されているプノンペン特別市近郊の農家を見いだした。これらの農家の飼育する交雑乳用牛4頭について、飼育環境、飼料給餌方法、乳生産量を調査した。

調査2：小規模農家における在来コブ牛の繁殖成績調査

上記の通り、現在、カンボジアには酪農家はほとんど存在しないことから、役用・肉用として在来コブ牛を飼育している小規模農家を潜在的な酪農家と捉え、将来的な酪農の普及を目指して、在来コブ牛の繁殖成績を調査した。

本研究の調査地としてポーサット州を選定した。カンボジアの西部、トンレサップ湖の南に位置するポーサット州は、カンボジア内で畜産の盛んな州のひとつである。同州においては、過去に、ヨーロッパ連合の支援を受け、在来コブ牛の人工授精が実施された（2007年から2010年）。このプロジェクトが終了し、一度、人工授精の実施はなくなったが、2015年より再び、ヨーロッパ連合の支援を受け、ブラーマン種—アメリカで作出されたコブ牛由来の肉用牛—、インドブラジル種—ブラジルで作出されたコブ牛由来の肉用牛—の凍結精液を用いた人工授精が行われている。そこで、ポーサット州家畜衛生生産局に保存されている2016年、2017年の2年間に実施した人工授精の記録を得て、在来コブ牛の繁殖成績を調査することとした。

ポーサット州における在来コブ牛の繁殖成績の解析により、人工授精の実施頭数および産仔が得られた割合に季節変化があることを見いだしたことから、ポーサット州の最高気温および降水量データを取得し、在来コブ牛の繁殖成績の季節変化をフィッシャーの正確確率検定により統計学的に解析した。

また、在来コブ牛の飼育・飼養条件の季節変化、衛星写真を用いた植生の季節変化について調査し、人工授精を実施した在来コブ牛の頭数ならびに産仔が得られた割合の季節変動の原因について解析した。

結果

調査1：酪農の現状把握

乳用交雑牛

プノンペン特別市近郊の小規模酪農家に飼養されている交雑乳用牛 4 頭はいずれも、在来コブ牛にホルスタイン種の凍結精液を用いて人工授精を行い得た交雑牛に、再びホルスタイン種の凍結精液で人工授精を行い得た交雑牛第 2 世代—すなわち遺伝的には 75%がホルスタインの交雑牛—であった。

飼養状況

プノンペン特別市近郊の数件の小規模酪農家において、交雑乳用牛は野草地で放牧され、濃厚飼料は与えられていなかった。また、日中は終始屋外において飼育されていた。

乳生産量

プノンペン特別市近郊の数件の小規模酪農家交雑乳用牛の分娩後 100 日から 300 日までの乳生産量は 1 日 5 リットル程度で推移した。

調査 2：小規模農家における在来コブ牛の繁殖成績調査

人工授精を実施した地域

2016 年 1 月から 2017 年 12 月までにポーサット州で実施された計 331 頭の在来コブ牛への人工授精は、表 1 に示す 5 地域とその他地域において実施されていた。表 1 に各地域における人工授精を実施した在来コブ牛の頭数を示した。

凍結精液

人工授精に利用された凍結精液は、カンボジアにおける肉用牛の育種改良のために導入されたブラーマン種—アメリカで作出されたコブ牛由来の肉用牛—、インドブラジル種—ブラジルで作出されたコブ牛由来の肉用牛—あるいは乳用牛ホルスタイン種であった。

ブラーマン種の凍結精液を用いて人工授精を実施した在来コブ牛の頭数は 190 頭、インドブラジル種の凍結精液を用いて人工授精を実施した在来コブ牛の頭数は 139 頭であった。ホルスタイン種の凍結精液を用いて人工授精を実施した在来コブ牛の頭数はわずか 2 頭であった。

人工授精後に産仔が得られた割合

人工授精を実施した合計 331 頭の在来コブ牛より、203 頭 (雄 113 頭、雌 90 頭) の産仔が得られた。産仔が得られた割合は 61%であった。

凍結精液の品種と産仔が得られた割合の関係

ブラーマン種の凍結精液を用いて人工授精を実施した在来コブ牛より産仔が得られた割合は 54%であった。インドブラジル種の凍結精液を用いて人工授精を行った在来コブ牛より産仔が得られた割合は 71%であった。また、ホルスタイン種の凍結精液を用いて人工授精を実施した在来コブ牛より産仔が得られた割合は 100%であった。

人工授精実施地区と産仔が得られた割合の関係

表 1 に示したポーサット州の 5 地域において、ブラーマン種、インドブラジル種あるいはホルスタイン種のいずれかの凍結精液を用いて人工授精を実施した在来コブ牛より産仔が得られた割合は 48-68%であった。

ポーサット州の気温、降水量の季節変化

2016 年 1 月から 2017 年 12 月までのポーサット州の最高気温、降水量のデータを表 2 にまとめた。比較的気温が低く降水量の少ない 11 月から 2 月を cool/dry season、気温が最も高く、降水量も少ない 3 月から 6 月を hot/dry season、比較的気温が低く降水量の多い 7 月から 10 月を wet season と区分した。

人工授精を実施した在来コブ牛頭数の季節変化

人工授精を実施した在来コブ牛の頭数は、比較的気温が低く降水量の少ない 11 月から 2 月の cool/dry season が最も多く、比較的気温が低く降水量の多い 7 月から 10 月の wet season と比較して、有意に高い値であった。

人工授精を実施した在来コブ牛より産仔が得られた割合の季節変化

人工授精を実施した在来コブ牛より産仔が得られた割合は、比較的気温が低く降水量の少ない 11 月から 2 月の cool/dry season に人工授精を実施した在来コブ牛で最も高く (75%)、気温が最も高く、降水量も少ない 3 月から 6 月の hot/dry season に人工授精を実施した在来コブ牛 (55%) および比較的気温が低く降水量の多い 7 月から 10 月の wet season に人工授精を実施した在来コブ牛 (49%) と比較して有意に高い値であった。

給餌方法の季節変化

給餌方法に関する聞き取り調査により、在来コブ牛の給餌方法は季節により変化することが示された。すなわち、ポーサット州において、12 月に耕作地の水田としての利用が終わると、その土地は在来コブ牛の放牧場として利用される。それから 2 月までは、野草が豊かであるが、3 月から 5 月にかけて野草の多くは枯れてしまい、在来コブ牛は刈り取ったわずかな野草と稲ワラを飼養される。その後、6 月以降は耕作地は再び水田として利用されるため、在来コブ牛は水田付近から刈り取ったわずかな野草と稲ワラを給餌される。なお、いずれの期間も濃厚飼料は与えられていなかった。

植生の季節変化

上記の給餌方法に関する聞き取り調査を検証するため、衛星画像による植生の解析を行った。その結果、11 月から 2 月の cool/dry season には植物の生えている面積は広く、3 月から 6 月の hot/dry season に狭くなることが確認された。

考察

調査1：酪農の現状把握

本調査により、プノンペン近郊の小規模農家において酪農が行われていることが明らかとなった。それらの小規模農家における乳生産量は1日5リットル程度と少量であった。このような乳生産量の低さは、交雑乳用牛の遺伝的な資質によるところと、飼育・飼養の方法によるところがあると考えられた。

研究代表者らの研究チームが、名古屋大学アジアサテライトキャンパス内の実験牧場（プノンペン郊外の王立農業大学内）で飼養する交雑乳用牛（75-88%ホルスタイン）の乳生産量も1日5から10リットルであるが、上記の小規模農家と比較して高い値であった（Bunら、未発表）。名古屋大学アジアサテライトキャンパス内の実験牧場では、暑熱ストレスをさけるために庇のある開放牛舎を建設して、そこで交雑乳用牛を飼育している。また、栄養価の高い牧草や濃厚飼料としてビールかすなどを給餌している。このような飼育・飼養の方法の違いが、プノンペン近郊の小規模酪農家と比較して、乳生産量を向上させることが示唆された。よって、一般の小規模農家においても、庇のある牛舎を準備して飼育環境を改善することや、栄養価の高い牧草をあたえること、食品残差などを有効活用することにより、交雑乳用牛の乳生産量の増加が期待される。

今回の調査では乳量を比較するにとどまったが、名古屋大学アジアサテライトキャンパスの実験室に、乳成分の検査する機器が導入されたことから、今後は、乳生産量に加えて、乳成分についても検討できるなど、カンボジアにおける酪農の再生にむけて基礎的な知見を集積できる研究環境が整いつつある。こうした研究環境を利用して、名古屋大学アジアサテライトキャンパスの実験牧場で交雑乳用牛を管理する若手職員や大学生の教育をすすめることで、カンボジアにおける酪農再生に貢献できると期待される。

調査2：小規模農家における在来コブ牛の繁殖成績調査

本調査により、ポーサット州において、在来コブ牛の繁殖成績に明瞭な季節変化が明らかとなった。人工授精を実施した在来コブ牛の頭数は、2016年1月から2017年12月までの2年間で合計331頭であった。季節ごとに人工授精を実施した在来コブ牛の頭数を比較すると、比較的気温が低く降水量の少ない11月～2月に最も多く人工授精が行われていた。一方、気温が最も高く、降水量も少ない3月から6月に人工授精を実施した在来コブ牛の頭数は減少し、比較的気温が低く降水量の多い7月から10月にはさらにその頭数は減少した。これらの結果は、熱帯・亜熱帯のカンボジアにおいても、気温および湿度が比較的低い季節に、より多くのウシが発情兆候を示したことを示唆する。

ウシの発情は、下垂体から分泌される性腺刺激ホルモンにより、卵胞が発育し、末梢血中のエストロジェンの濃度が増加し、それが脳に作用することによって引き起こされる。また、末梢血中のエストロジェン濃度の増加は、発育した卵胞からの排卵を誘起する（Uenoyama et al., 2016）。このとき、雌ウシは、他のウシの乗駕行動を許容するほか、外陰部から粘液を流出する。人工授精はこうした発情兆候を指標に行われるため、比較的気温が低く降水量の少ない11月～2月に人工授精を実施した在来コブ牛の頭数が多かったことは、より多くの個体で発情兆候が明確に認められたからと考えられた。一方、気温が最も高く、降水量も少ない3月から6月、比較的気温が

低く降水量の多い7月から10月には、下垂体から分泌される性腺刺激ホルモンが抑制され、卵胞発育が停滞し、発情兆候が現れなかったと考えられる。高温多湿な環境下で、下垂体からの性腺刺激ホルモン分泌が抑制されるメカニズムは、ほとんど明らかにされておらず、今後の研究の進展が期待される。

興味深いことに、季節の影響は人工授精の後に産仔が得られた割合にも現れており、比較的気温が低く降水量の少ない11月～2月に人工授精を実施した在来コブ牛から産仔が得られた割合(75%)が、気温が最も高く、降水量も少ない3月から6月および比較的気温が低く降水量の多い7月から10月に人工授精を実施した在来コブ牛から産仔が得られた割合(それぞれ55%と49%)と比較にして、有意に高かった。本調査では、産仔が得られなかった在来コブ牛において、人工授精の後、受精卵からできたウシ初期胚初が着床しなかったのか、それとも一度着床した後に流産となったのかは分かっていない。しかしながら、人工授精で誕生した受精卵の一部は着床することなく死滅するいわゆる早期胚死滅とよばれる現象が良く知られており、気温が最も高く、降水量も少ない3月から6月と比較的気温が低いものの降水量の多い7月から10月において、この早期胚死滅がより多く起こっている可能性が推察される。早期胚死滅の原因が、先に述べた下垂体からの性腺刺激ホルモン分泌の不良によるのかどうかについてはまだ分かっておらず、今後の研究の進展が期待される。人工授精から21日後に発情が回帰するかを調べたり、人工授精から30日後に、超音波画像診断技術により受胎を確認したりすることで、より早期に不受胎を確認することは、産仔の得られないケースで、それらの原因を究明するのみならず、次の人工授精の機会を逃さないためにも重要である。

また、季節にともなう気温、降水量の変化は植生に影響を与え、在来コブ牛の栄養状態にも影響していたと考えられる。すなわち、衛星写真を用いた植生の解析により、11月から2月のcool/dry seasonには植物の生えている面積は広く、3月から6月のhot/dry seasonに狭くなることが確認された。これらの結果と給餌方法に関する聞き取り調査の結果は良く一致しており、11月から2月のcool/dry seasonには、在来コブ牛は野草地で放牧される間に十分な栄養を得ているが、野草が枯死して減少する3月から6月のhot/dry season、水田利用の進む7月から10月のwet seasonには、稲藁と採集したわずかな野草しかなく食料がなく、十分な栄養が得られていないことが推察された。

課題と展望

カンボジアにおける酪農の普及に向けた課題として、交雑乳用牛の乳生産能力を最大限に発揮できていない可能性が示された。庇のある牛舎を用意して飼育環境を改善することや、栄養価の高い牧草をあたえること、食品残渣などを有効活用することなどの飼育・飼養の方法の改善により、交雑乳用牛の乳生産量の増加が期待される。

一方、交雑乳用牛の母牛となる在来コブ牛の繁殖成績の調査により、カンボジアにおいて比較的気温が低く降水量の少ない11月～2月に人工授精を実施することで、より高い確率で産仔が得られることが明らかとなった。この季節は放牧に利用される野草地の状態がよく、在来コブ牛は十分な栄養を得ることができ、内分泌機能も充進して、生殖機能が発揮されると考えられた。

以上のことから、気温が最も高く、降水量も少ない3月から6月、比較的気温が低い、降水

量の多い7月から10月における飼育環境の整備と給餌の改善が重要と考えられる。

表 1. ポーサット州の地域と人工授精頭数

地域	頭数
Pursat	142 頭
P. Kravanh	67 頭
Krakor	45 頭
Kandieng	27 頭
Bakan	46 頭
Others	4 頭

表 2. ポーサット州の平均最高気温と総降水量 (2106 年から 2017 年)

季節	最高気温 (平均値/最大値)	総降水量 (/年)
11 月～ 2 月	33.2/35.9 C	314 mm
3 月～ 6 月	37.6/42.2 C	465 mm
7 月～10 月	33.5/37.3 C	947 mm

参考文献

FAO (2011). World livestock 2011-livestock in food security. (Rome: FAO).

Ieda, N., Watanabe, Y., Bun, C., Pheng, V., and Uenoyama, Y. (2017). Characterization of smallholder livestock farming in Kampong Cham province, Cambodia -A pilot study in Prey Chhor district-. *J Intl Cooper Agric Dev* 15, 42-47.

Uenoyama, Y., Pheng, V., Tsukamura, H., and Maeda, K.I. (2016). The roles of kisspeptin revisited: inside and outside the hypothalamus. *J Reprod Dev* 62, 537-545.

阪谷美樹. 暑熱ストレスが産業動物の生産性に与える影響. *産業動物臨床医学雑誌*, 2015, 5.Supp: 238-246.

野中最子, 小林洋介, 樋口浩二, 永西修. 地球温暖化が日本における家畜の生産性に及ぼす影響評価の現状と課題. *地球環境*, 2009, 44.2: 215-222.