

第1章 緒 論

1 . 沖縄へのヤギの来歴

ヤギは反芻動物のうち、もっとも古く家畜化された動物の1つであり、西アジアの山地で、紀元前7千年～1万年の間に家畜化が行われたと考えられている (Zeuner 1963, Mason 1984) . 当初は肉用であったが、その後、乳用として利用されるようになった . ヤギは、搾乳により乳を利用した最古の家畜として位置づけられている (加茂 1973, 野澤と西田 1981) . 家畜ヤギは、ヨーロッパとアジアで多くの品種が確立されており、これらは主として、乳用、肉用、毛用に分類されている . しかし、品種としては確立されていない在来種が、世界の多くの地域で飼育されている (万年 2004) .



図1-1 . 家畜化された地からヤギがアジア諸地域へ伝播した経路の想像図 (万年 2004) .

図1-1は、アジアにおける家畜ヤギの伝播経路の仮説を示した。西アジアで家畜化されたヤギは2つの経路をたどったと考えられている(Devendra and Nozawa 1976)。第1の道は太い実線で示したようにシルクロードに沿って、中央アジアからモンゴル、中国へとつながる道である。第2の道は細い実線で示したように、第1の道から分岐し、カイバル峠を越えて、インド亜大陸へ向かう道である。中国とインドで受容され増頭していったヤギは、その後、破線で示めたように、中国からは台湾やインドシナ半島へ、また、ヒマラヤ山脈の東を南に越えてアッサム、ベンガル地方へと伝えられた。インドからは、ベンガル湾に沿ってマレー半島や東南アジアに伝播され、さらに北上してフィリピンや台湾、そして沖縄をはじめとする南西諸島へ伝播されたと考えられている(野澤 1986)。

東アジアへ伝播したヤギは、カンビンカチャン(Kambing Katjang)と呼ばれ、毛色によって2系統に分類されている。1つは黒色の大陸型ヤギで、中国大陸南部、インドシナ半島北部、インド東部、韓国および台湾西部などに分布している。他の1つは褐色の島嶼型ヤギで、東南アジアの島嶼地帯、台湾東部および日本の南西諸島や五島列島などに分布している。台湾には、この2系統が生息していることから、台湾が2系統の交差点であると、野澤と西田(1981)は指摘している。また、台湾在来のヤギには2種類あり、1つは中国種に属し、多くは黒色であるが、褐色もみられ台湾全土に分布する。他の1つは褐、白、黒の3色毛を有し、フィリピンから伝来したと考えられ、紅頭嶼のみに飼養されている(根岸 1943)。紅頭嶼は、台湾の東南沖合約50km、太平洋上に浮かぶ周囲38kmの小島で、現在は蘭嶼と呼ばれている。この島には3,000頭以上の家畜のヤギが飼われており、野生化したヤギも多いといわれている(鹿野 1930)。島の住人はヤ

ミ族と呼ばれる先住民で、容姿はフィリピン人に近い。彼らの伝説によるとヤギの伝来には2つの説があり、1つはフィリピン最北のバタン島から伝来した説と、他の1つは、祖々父の幼時、マニラから汽船に乗ってきた紅毛碧眼の人が伝播した説である(鹿野 1930)。

2003年、蘭嶼に住むヤミ族および台東市の山中に住むブヌン族のヤギ料理を調査した結果、蘭嶼では黒色の大型ヤギ、台東では褐色の島嶼型ヤギを見かけた(平川 2004)。前述したことや著者が確認したことを踏まえ、台湾へのヤギの伝播については、根岸(1943)やDevendra and Nozawa(1976)のアジアにおけるヤギの伝播経路の仮説を支持するものである。

一方、琉球王国の大交易時代は、14世紀から始まり15世紀には隆盛をきわめ、盛んに東南アジアの国々と交流していた。それにともない褐色系統のヤギが東南アジアから伝来した(野澤と西田 1981)。また、その当時琉球王府は明国へ進貢していたので、中国大陸から黒色や灰色系統のヤギが伝播したと考えられている(伊波 1979)。これらのことから、沖縄へのヤギの伝来は、15世紀頃、中国大陸や東南アジアから、台湾を経由して沖縄へ伝播したと考えらる。

2．在来ヤギの改良の経過

1) 第2次世界大戦以前

沖縄県におけるヤギの飼養頭数が県の統計に表れたのは、廃藩置県の翌年の1880(明治13)年である。国の統計表には1889年から掲載されている。同年における沖縄県のヤギの飼養頭数は49,444頭で、全国の飼養頭数58,694頭の84%を

飼養している。飼養頭数は明治から大正にかけて次第に増加し、1925(大正14)年には108,859頭に達している。同年における全国の飼養頭数は168,265頭で、全国の65%を占めている。1936年の全国のヤギの飼養頭数は、292,215頭で、そのうち沖縄は155,198頭となっている。

表1-1. 明治・大正・昭和初期におけるヤギの飼養状況(単位:頭)

年 (元号)	1899 (明32)	1905 (明38)	1911 (明44)	1919 (大8)	1925 (大14)	1929 (昭4)	1936 (昭11)	1944 (昭19)
飼養頭数(沖縄)*	49,444	57,760	75,704	90,321	108,859	141,767	155,198	135,246
飼養頭数(全国)**	58,694	72,121	100,081	128,504	168,265	215,439	292,215	387,219

* 渡嘉敷 1984.

** 當山 1979.

このように、沖縄は古くからヤギの飼育が盛んな県である。その理由として、四季温暖な気候に恵まれ、飼料資源が豊富である、県民はヤギ肉などの畜肉嗜好がある、干ばつ、台風などの自然災害や零細な耕種農業のため、自給型の多角経営が求められ、ヤギや豚の飼育が盛んであった(新里 1982)、普段、動物タンパク質を摂取する機会が少なかった県民にとって、滋養食として栄養源を小型の家畜であるヤギに求めた、1頭当たりの価格が当時としては安く、十数人で食べるには適当な家畜であった(渡嘉敷 1986)ことなどが考えられる。しかし、1926年以前の在来ヤギは15kg前後の小柄で、肉の歩留まりが低く経済的価値は高くなかった(新里 1982)。そのため、主として長野県から日本ザーネン種を導入し、累進交配により改良が行われるようになった。沖縄県種畜場は農家のヤギに対し、日本ザーネン種の交配を奨励した。その実績は、1926年～

1942年までの17年間に1,748頭に及んでいる。また、同種畜場では17年間に生産したザーネン種の種畜229頭を農家へ配布している。ヤギの人工授精については、1943年に農林省畜産試験場長野支場の技術陣が来沖し、実施している(渡嘉敷 1986)。このように、日本ザーネン種の累進交配により、在来ヤギの体重は15kgから雑種3代で40～50kgに増加したと報告されている(根岸 1943)。また、乳用としての改良も進み、1日1頭当たりの平均乳量は5～8合になった。それらの中には1升以上のものもいた。ヤギ乳は各地で乳幼児の栄養補給源として見直されるようになった(根岸 1943)。このように、第2次世界大戦以前にも国頭村や宜野湾村(現宜野湾市)などの一部地域においては、泌乳成績優良なヤギが飼育され、ヤギ乳は利用されていた。しかし、在来ヤギは乳の利用はなく、専ら肉利用と厩肥生産が目的であった(渡嘉敷 1986)。

ヤギ乳は戦時下および終戦直後、もっとも入手しやすい栄養源で、県民に貴重な動物タンパク質の補給源として栄養改善に貢献した(渡嘉敷 1986)。しかし、ヤギ乳は県民に広く普及することはなかった。その理由として、県民の嗜好に合わなかった(宮古畜産史編集委員会 1984)。また、1960年代頃から乳用牛の飼養頭数が増加し、それにともない牛乳の消費が拡大した。そのため、ヤギ乳の利用度が低下した(渡嘉敷 1984)。しかし、これらの乳用ヤギは、在来ヤギと交配され、現在の沖縄肉用ヤギに遺伝的影響を与えている(新城ら 1978a, 新城 1979)。

2) 第2次世界大戦以後

沖縄県における1944年のヤギの飼養頭数は、表1-1に示したとおり、135,246

頭となっており，改良は順調に進展しつつあった．しかし，今次大戦でヤギなどの家畜は壊滅的打撃を受け，1946(昭和21)年には，沖縄群島が6,475頭，宮古群島が4,283頭，合計で10,758頭と激減した(饒平名 1982)．そのため，アジア救済連盟 [Licensed Agency for Relief in Asia (LARA)] は，1948年にハワイで沖縄県にヤギを贈る運動を展開した．その結果，1948年から1949年にかけて，ザーネン種，トッゲンブルグ種，ヌビアン種，アルパイン種など計2,867頭の乳用ヤギが寄贈された(琉球政府文教局 1963)．これにより表1-2に示したように1949年には49,067頭，1950年には65,390頭と飼養頭数は漸増し，1956年にはピークの96,380頭に達したが，その後は漸減した．

表1-2．第2次世界大戦後のヤギの飼養状況（単位：頭，戸）

年 (元号)	1946 (昭21)	1949 (昭24)	1950 (昭25)	1956 (昭31)	1960 (昭35)	1965 (昭40)	1970 (昭45)
飼養頭数*	10,758	49,067	65,390	96,380	66,847	51,162	27,483
農家戸数	-	-	-	39,101.	-	-	9,371

* 當山 1979.

3) 日本本土復帰後

1972年の本土復帰後は国内の1県として，動物検疫を受けることなく，本土から自由にヤギを搬入できるようになったため，個々の農家で種畜用として導入するものもいる．また，全国から廃用雌ヤギや雄ヤギを買い集め，トラックとフェリーを利用し，沖縄県に搬送する業者が，福岡県と熊本県にいる(新城

1994) . 県内のヤギ料理店やヤギ飼育農家は , これらのヤギを買い取り1~2カ月間肥育した後 , 販売に供しており , その中で大型の個体を選抜し , 繁殖に供する場合もある .

1999年にJAおきなわ宜野湾支所ヤギ部会のグループが , 雄2頭 , 雌9頭の南アフリカ共和国原産のボア一種(Boer Goat)をアメリカ合衆国より輸入し , 肉用ヤギの改良に取り組んでいる .

一方 , 新たな乳利用を目指し , 1999年に宮崎県からアルパイン種雌35頭 , 雄3頭を導入し , さらに2005年にニュージーランドからザーネン種雌3頭 , 雄2頭 , ヌビアン種雌2頭 , 雄1頭 , トッゲンブルグ種雌3頭 , 雄2頭を輸入し , 乳用種として改良に取り組む農家もいる .

表1-3は日本本土復帰後の , ヤギの飼養頭数および飼養農家戸数を示した .

表1-3 . 日本本土復帰後のヤギの飼養頭数および農家戸数(単位 : 頭 , 戸)

年 (年号)	1972 [*] (昭47)	1982 [*] (昭57)	1992 [*] (平4)	2002 ^{**} (平14)	2004 ^{**} (平16)	2005 ^{**} (平17)	2006 ^{**} (平18)
飼養頭数	32,188	26,674	17,070	12,987	11,763	10,969	9,890
農家戸数	9,426	6,337	3,018	1,877	1,678	1,566	1,482

* 沖縄県農林水産部畜産課 1974.1984.1994.

** 沖縄県農林水産部畜産課 2007 .

復帰時の1972年12月末現在におけるヤギの飼養頭数は32,188頭(農家戸数9,426戸)であったが , 10年後の1982年には26,674頭(6,337戸)に減少している . さらに , 2002年には12,987頭(1,877戸) , 2006年には9,890頭(1,482戸)と次第に頭数および農家戸数は減少の一途をたどっている .

3 . 肉用ヤギおよび乳用ヤギの飼養実態

1) 肉用ヤギの飼養形態

沖縄島，宮古島，石垣島などにおける，肉用ヤギの飼養形態は，ほとんど舎飼いである．ヤギ舎は板切れを張り合わせた簡易な掘っ立て小屋が多い．しかし，かつて牛小屋や豚小屋として使用していた畜舎を，そのまま利用しているものもある(新城ら 1978a)．小屋の大きさは2～3頭飼いの6.6㎡ほどのものから5～6頭用の大型のヤギ舎もある．2～3頭用の小屋で飼われているものは，小屋の内部の柱などに，ロープで繋がれているものが多い．また，大型のヤギ舎は，内部に仕切りを設けているものが多い．食べ残しの草や敷き草を，排泄した糞尿とともに数カ月間踏み込ませ，堆厩肥として利用する農家が多い．一方，床をスノコや金属メッシュにし，小屋を清潔に保つとともに，落下した糞を利用する農家もいる．近年，有機肥料としてのヤギ糞の価値が高まり，園芸用として，JAなどに出荷する農家もいる．

多頭飼育農家においては，自家選抜や購入した雄ヤギを，繁殖に供することが多い．しかし，近親交配を避けるために，一時的あるいは定期的に，他の農家の優れた雄ヤギと交換し，利用する場合もある．少頭数飼育農家は，自家繁殖で増殖，維持している場合が多い．

繫牧は，ヤギを山野や牧草地に，数メートルのロープで繋ぎ，その周辺の草を自由に採食させる方法である．この方法は，ヤギが野犬の標的になることが多いので，沖縄島内では少ないが，粟国島，伊是名島，波照間島，多良間島のような，野犬の少ない島々で多くみられる(平川 2003)．繫牧における繁殖は，雄ヤギを雌よりも長めのロープで繫留し，その範囲内の雌に交配させている．

舎飼いにおける粗飼料は、畑の雑草および原野や里山に自生している広葉樹の葉と野草である。ガジュマル(*Ficus microcarpa*)、クワ(*Morus bombycis*)、ブッソウゲ(*hibiscus rosa-sinensis*)、アカリファ(*Acalypha wilkesiana*)、ギンネム(*Leucaena leucocephala*)などの広葉樹の葉、サツマイモの蔓(*Ipomaea batatas*)、ノアサガオ(*Ipomaea congesta*)、ツルソバ(*Polygonum chinense*)などの野草はヤギの嗜好性が高い(新城ら 1978a)。

少頭数飼育の多くの農家は、濃厚飼料をほとんど給与しない。しかし、多頭飼育農家やヤギ料理店を兼業する肥育農家においては、自家配合の濃厚飼料を給与しているところもみられる。

2) 乳用ヤギの飼養形態

ヤギ乳は第2次大戦後の食料不足の間、母乳代わりに大きな役割を果たしたが、その後、評価されることなく県内から消滅した。しかし、1999年に開催された第2回全国山羊サミット in 沖縄(新城 1999)を契機に、これまで評価が低かったヤギ乳に着目し、国内外から乳用種を導入し、搾乳業を営む農家が沖縄島中部にいる。

ヤギ舎は木造平屋でトタン葺き、床はコンクリートである。常時、新鮮なおがくずを敷き、ヤギ舎内は清潔に保たれている。5m × 5m = 25m²の室に7～8頭の繁殖用雌ヤギが放し飼いされている。また、部屋の後方に同面積の運動場が併設されており、子ヤギや搾乳ヤギは自由に運動している。圍場はなく、粗飼料は市販のクライングラスおよびアルファルファの乾草を3:1の割合で不断給餌している。濃厚飼料は市販の乳牛用の飼料と同成分に調整した自家配合飼

料を給与している。搾乳は乳量の多い時期には朝夕の2回搾りであるが、少ないときには朝1回のみである。子ヤギ、育成、成雌、雄ヤギを合わせると120頭ほどであるが、搾乳可能なヤギは平均して50頭ほどである。亜熱帯沖縄においても乳ヤギには明確な繁殖季節があり、年間を通して安定した乳量を確保することは困難な状況である。

4．本論文の構成

先ず第2章では、将来の肉用ヤギ改良の方向性を探る目的で、沖縄県内の10島嶼、11集団における肉用ヤギの、毛色、角、肉髯および副乳頭の4外部形質から、表現型頻度と遺伝子頻度を求め、肉用ヤギへの日本ザーネン種由来の遺伝子の移入率などについて集団遺伝学的に検討した。第3章では、1999年に米国から肉用ヤギ改良のために輸入されたボア一種について、月別分娩数、産子数、外部形態的遺伝形質を調査するとともに体型を測定した。また、比較対象として、沖縄肉用ヤギの月別分娩数および産子数の調査を行った。その結果を受け、肉用ヤギ改良のために、ボア一種が期待できる品種であるか、否かについて検討した。第4章では、沖縄県におけるヤギ乳の生産振興と消費拡大を図るための基礎的知見を得ることを目的とし、乳用ヤギの泌乳量と乳成分の年間変動などを調査した。第5章では、沖縄県および我が国におけるヤギ肉の消費拡大を推進する観点から、東アジアにおけるヤギの飼養動向、ヤギ肉の消費形態およびヤギ料理について調査し、考察した。最後に第6章では、本研究で得られた結果を総括し、総合的に考察した。

第2章 島嶼集団における肉用ヤギの 外部形態的遺伝形質

緒言

有色，有角，肉髯を欠き，副乳頭を有し，15kgほどの小柄であった沖縄在来ヤギの肉量と乳量の増大を図る目的で，日本ザーネン種が1926年に長野県から導入された(根岸 1943)．以来80年以上にわたり日本ザーネン種の累進交配により，改良が進められてきている．これが現在の沖縄肉用ヤギである．日本ザーネン種の導入後，約50年経過した1970年代後半に，Nozawa *et al.*(1978)は，沖縄肉用ヤギにおける27座位の血液蛋白を検索し，日本ザーネン種の遺伝子の移入率を13%と報告している．また，新城(1979)は，沖縄肉用ヤギの毛色，角，肉髯，副乳頭などの外部形態的遺伝形質から推定した日本ザーネン種の移入率を67%と報告している．

本研究では，今後の沖縄肉用ヤギの改良の方向性を探る目的で，Nozawa *et al.*(1978) と新城(1979)が発表してから，約30年が経過した現在の沖縄肉用ヤギへの日本ザーネン種由来遺伝子の移入率と，集団間における外部形質に及ぼす自然と人為淘汰について明らかにした．

材料および方法

ヤギの調査は図2-1に示すように，与那国島，石垣島，波照間島，

多良間島， 宮古島， 久米島， 粟国島， 伊平屋島， 伊是名島， 沖縄島中南部および 沖縄島北部の11集団で実施した。沖縄島は南北に細長いため，中南部と北部の2集団に分割した。北部は名護市以北，中南部は恩納村および宜野座村以南とした。調査期間は2005年9月から2006年11月までとした。

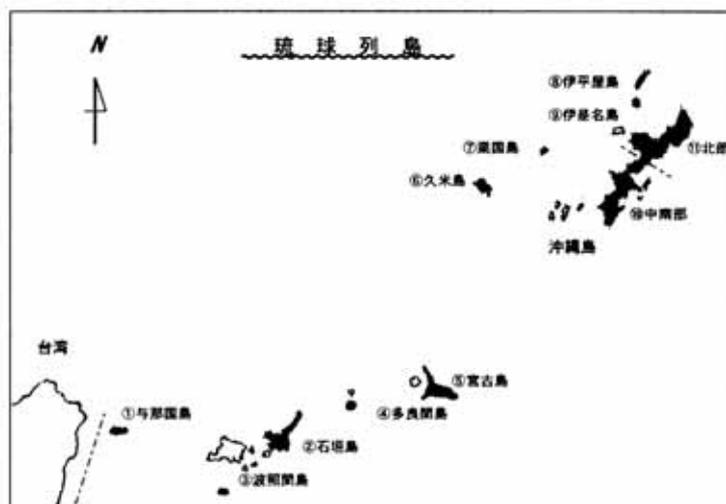


図2-1．沖縄肉用ヤギ集団の調査地

標識とした遺伝的外部形質は，毛色，肉髯^{にくぜん}，角，毛髯^{もうぜん}および副乳頭の5形質とし，5ヵ月齢以上の雌雄1,338頭について調査した。これらの形質の遺伝様式は，毛色の白色(l)および肉髯(W)は，常染色体性優性遺伝子，有角(p)は，常染色体劣性遺伝子によって発現することが，Lush(1926)，Asdell and Smith(1928)により明らかにされている。毛髯については従性遺伝子で，雄では優性形質，雌では劣性形質とされている(Asdell and Smith 1928)。間性については劣性遺伝子 h が，雌においてホモ接合体になったときに出現し，無角と連鎖しているとEaton(1945)と近藤(1952)は報告している。副乳頭については遺伝形質である

ことは明確であるが、複数の遺伝子が関与しているものと思われる(新城 1979)。前述した遺伝様式に基づき、Nozawa(1970)の手法を用いて、沖縄肉用ヤギの外部形質について集団遺伝学的分析を行った。しかし、間性については、出生後直ちに殺処分する農家や地域もあるため参考程度に示した。また、日本ザーネン種の遺伝子の移入率を算出するにあたっては、毛髯のない個体が在来種にもいた(新城ら 1978b)、また、日本ザーネン種における毛髯の遺伝子頻度が不明のため、これについては考慮しなかった。

結 果

1. 島嶼集団ごとの表現型頻度と遺伝子頻度

表2-1に示すように、沖縄県下の11集団におけるヤギの表現型頻度は、集団間で各形質とも著しく異なっている。出現頻度の範囲は、有色(*i*)が0～49%、肉髯なし(*ww*)が68～89%、有角(*pp*)が28～95%、毛髯ありが47～77%、副乳頭ありが2～31%であった。各形質の中で範囲が、もっとも広がったのは有角の67%で、もっとも狭かったのは肉髯なしの21%であった。

遺伝形質を集団ごとに比較すると、有色率の低い集団は波照間島が0%、多良間島は7%、伊是名島と沖縄島北部はそれぞれ8%、粟国島が9%であった。特に、波照間島における有色の個体は1頭も存在しなかったことは、他の集団とは大きく異なっていた。これに比して有色率の高い集団は、与那国島が49%、伊平屋島は36%、久米島は32%、石垣島は23%であった。肉髯なしの割合が高い集団は、伊平屋島、波照間島および与那国島で、それぞれ89%、88%、85%であった。肉髯なしの低い集団は、宮古島が68%、石垣島は70%、伊是名島お

よび粟国島はそれぞれ71%であった。有角率の高い集団は、粟国島が95%、石垣島が85%、波照間島が76%で、低い集団は宮古島が28%、沖縄島北部が31%、沖縄島中南部は45%であった。毛髯ありの割合が高い集団は、伊平屋島が77%、伊是名島は73%、波照間島および多良間島はそれぞれ72%であった。毛髯ありの低い集団は沖縄島北部と沖縄島中南部でそれぞれ47%であった。

このように、集団によって表現型頻度が大きく異なる結果が得られた。集団全体をプールした沖縄肉用ヤギの表現型頻度と遺伝子頻度は、有色が18%(遺伝子頻度0.377)、肉髯なしは76%(0.860)、有角は63%(0.781)、毛髯ありは65%、副乳頭ありは16%であった。なお、間性は1.4%であった。

2. 島嶼集団ごとの日本ザーネン種由来遺伝子の移入率

かつての沖縄在来ヤギを、有色、有角、肉髯なし、副乳頭ありの個体と仮定し、日本ザーネン種由来遺伝子の移入率を推定したのが表2-2である。

白色遺伝子(l)を例にとると、在来種に白色は存在しなかったと仮定されているので、日本ザーネン種の移入率 $M(s)$ は、 $M(s)=q_l / q(l,s)$ となる。ここで $q(l,s)$ は、日本ザーネン種における白色遺伝子(l)の頻度であり、 q_l は雑種集団における(l)遺伝子の頻度である(新城 1979)。

白色から計算された日本ザーネン種由来遺伝子の移入率は、波照間島の106%が最高で、次いで多良間島が79%、宮古島と伊是名島はそれぞれ77%となった。他方、与那国島の32%、伊平屋島の43%が低く、集団平均では66%と推定された。肉髯ありの日本ザーネン種由来遺伝子の移入率は、宮古島の103%が最高で、次いで石垣島が94%、粟国島と伊是名島がそれぞれ93%、沖縄島北部

が87%、沖縄島中南部が81%となった。他方、伊平屋島が32%、波照間島が36%と低く、集団平均では74%と推定された。無角の日本ザーネン種由来遺伝子の移入率は、宮古島の105%が最高で、次いで沖縄島北部が100%となった。他方、粟国島は6%、石垣島は18%、久米島は32%と低く、集団平均では49%と推定された。副乳頭なしの日本ザーネン種由来遺伝子の移入率は、最高が粟国島の100%で、次いで久米島が98%となった。他方、石垣島が70%、多良間島が72%、伊平屋島が74%と低く、集団平均では77%と推定された。

集団ごとの遺伝形質をプールした日本ザーネン種由来遺伝子の移入率の平均では、伊平屋島が50%、与那国島が52%と低かった。これと対照的に宮古島が91%、沖縄島北部および沖縄島中南部は、それぞれ89%、77%と高い値を示した。各集団をプールした沖縄全体の日本ザーネン種由来遺伝子の移入率は、平均69%と推定された。

表2-2. 島嶼集団ごとの日本ザーネン種由来遺伝子の移入率

集団番号	遺 伝 形 質				平 均
	白色 (<i>l</i>)	肉髯あり (<i>ll</i>)	無角 (<i>P</i>)	副乳頭なし	
1	32.15%	46.57%	48.53%	80.59%	51.96%
2	55.32	93.84	18.04	70.18	59.35
3	106.46	35.99	28.87	90.56	65.47
4	79.31	75.87	40.19	71.71	66.75
5	76.64	103.20	105.11	78.52	90.87
6	45.91	72.97	32.09	98.40	62.34
7	75.20	92.56	5.90	99.64	68.33
8	42.84	32.03	49.72	74.22	49.70
9	76.64	92.91	41.32	85.47	74.09
10	63.99	81.40	73.36	88.39	76.79
11	75.52	86.57	100.47	94.17	89.18
合計	66.36	73.99	49.42	77.39	68.62

3. 外部形質に及ぼす自然および人為淘汰

ここでは、AとBの2つの形質を取り上げた場合、自然および人為淘汰がどの形質に対し、相対的に有利に作用したかを検討する。

$q(s)$ を日本ザーネン種における白色の遺伝子頻度(l)とすると、雑種集団の W 遺伝子頻度から期待される l 遺伝子 $Ew(ql)$ は、 $Ew(ql) = M(s) \times q(l)$ として算出される。 $M(s)$ は前述したとおり日本ザーネン種の移入率である。

このようにして算出された期待頻度 $Ew(ql)$ と各集団における l 遺伝子の観察値 q_l と比較した場合、 l と i 、 W と w 遺伝子との相対的適応度が等しければ $q_l - Ew$

(q_l)の値は+と-の値がほぼ等しくなるはずである。しかし、仮に l 遺伝子が W 遺伝子より高い適応力を持つとするならば、 $q_l - Ew(q_l)$ は+の符号を持つ傾向が大となり、逆に l 遺伝子が W 遺伝子より低い適応度の場合は-の符号を持つ傾向が大となる。同様な比較をその他の組み合わせについても行うことができる。

日本ザーネン種の白色(l)、肉髯あり(W)、無角(P)の遺伝子頻度と副乳頭を欠く表現型頻度(Q_{ST})は、表2-1から、 $q_l(s) = 1 - 0.0607 = 0.9393$ 、 $q_W(s) = 1 - 0.8280 = 0.1720$ 、 $q_P(s) = 1 - 0.5559 = 0.4441$ 、 $Q_{ST}(s) = 1 - 0.0136 = 0.9864$ が得られる。

集団1(与那国島)の白色と肉髯ありの組合せ $q_l - Ew(q_l)$ について、具体的に例示する。白色の遺伝子頻度(l)は表1から $1 - 0.6980 = 0.3020$ が求められる。肉髯あり(W)は $q_W / q_W(s)$ で求められるから、 $W = 0.0801 / 0.172 = 0.4657$ となる。 $q_l(s)$ は、前述したとおり0.9393である。

従って $0.302 - (0.4657 \times 0.9393) = -0.135$ となる。上述した手順で求めた値を表2-3に示した。白色に対する肉髯あり、無角および副乳頭なしの組合せについては、サインテスト(新城 2004)の結果、-のサイン数がやや多いものの有意でなく、一定の方向に淘汰は働いているとは認められなかった。肉髯ありに対する白色、無角および副乳頭なしの組合せにおいても、+または-のサイン数が有意に多いとは認められず、どの方向にも淘汰は働いていなかった。無角と白色、肉髯ありおよび副乳頭なしの組合せにおいては、-のサイン数が有意に多く、無角は他の形質に対し淘汰に不利と思われた。換言すれば有角は白色、肉髯ありおよび副乳頭なしに対し淘汰に有利であったといえる。副乳頭なしに対する白色、無角、肉髯ありの組合せにおいては、+のサイン数が有意に多く、副乳頭なしは他の形質に対し淘汰に有利と認められた。

表 2-3

考 察

集団ごとの遺伝形質を比較すると、有色率の高い集団は、与那国島、伊平屋島、久米島および石垣島であった。これらの島の農家はヤギの改良に対する意識が低く、積極的に日本ザーネン種を導入してこなかったためと思われる。これに比して有色率が低かった波照間島、伊是名島、沖縄島北部および粟国島では、持続的にザーネン種を交配しているか、あるいは、かつてザーネン種を集中して導入したと思われる集団である。有色率が低かった沖縄島北部を除く3集団については、閉鎖された島内で繁殖が行われているために、白色遺伝子(A)が固定化されつつあると思われる。また、沖縄島北部はヤギ肉の需要が高く、日本ザーネン種の導入を促進したためと思われる。集団全体をプールした白色の出現率は82%であった。新城(1979)は85%と報告しており今回の報告と大差はなかった。沖縄県では肉用として白色が好まれるため、このような高出現率になったと思われる。肉髯なしの割合については、出現頻度の範囲の幅が21%で、他の遺伝形質に比してもっとも狭かった。これは日本ザーネン種の特徴である肉髯の遺伝子が、それぞれの集団に平均的に移入されているためと思われる。有角の出現頻度の範囲は、61%で4形質の中ではもっとも幅が広がった。有角率の高い集団は、粟国島、石垣島、波照間島であった。粟国島と波照間島の飼育形態は繋牧と放牧がほとんどで、角の有無について無関心な農家が多い。有角率の低い集団は宮古島、沖縄島北部および沖縄島中南部であった。3集団とも日本ザーネン種由来遺伝子の移入率の高い集団である。飼育管理形態はいずれも舎飼いで、飼育管理上無角が有利であることからその割合が高くなった

と思われる。毛髯ありの割合が高い集団は、伊平屋島、伊是名島、波照間島および多良間島であった。この4集団のヤギは、他の島とほとんど遺伝子の交流がなく、島内のヤギのみで繁殖が継続されてきたために、毛髯の遺伝子が固定されたためと考えられる。これに比して毛髯ありの割合が低かった沖縄島北部および沖縄島中南部の集団は、頻繁に外部との交流が行われており、日本ザーネン種由来遺伝子の流入の機会が多かったためと思われる。集団全体をプールした副乳頭ありの割合は16%で、新城(1979)の38%より低くなった。副乳頭ありの割合の低かった集団は、粟国島、久米島、沖縄島北部であった。高かった集団は、石垣島、多良間島、伊平屋島であった。沖縄県全体をプールした副乳頭なしのザーネン種由来遺伝子の移入率は77%の高率を示している。

なお、波照間島における日本ザーネン種由来の白色遺伝子の移入率は106%、宮古島における肉髯ありと無角の移入率はそれぞれ103%、105%と100%を超過している。これは表2-1に示すように、日本ザーネン種の遺伝子頻度は有色が0.06、肉髯なしが0.86、有角が0.78となっており、これらの値は上記の集団より低くなっていることによるものである。

全集団をプールした日本ザーネン種の遺伝子の移入率については、伊平屋島が50%、与那国島は52%と低かった。新城(1979)の報告でも伊平屋島が32%、与那国島は40%と低い結果が示されており、本報告と同様であった。それは両島とも遠隔の離島で人口が少なく、ヤギ肉の消費は島内に限定され商品価値が低く、農家はヤギの改良にそれほど熱心ではないためと思われる。一方、宮古島や沖縄島のように人口が多く観光客も多い島では、ヤギ料理を提供する飲食店が存在し、ヤギ肉は高値で取引されるため、正肉の増大をめざし大型の日本ザーネン種を積極的に導入した結果、宮古島は91%、沖縄島北部が89%、沖縄

島中南部が77%の高い移入率を示したと思われる。しかし、人口や観光客が多く、ヤギ料理専門店も存在する石垣島については、新城(1979)の報告では61%であったが、今回は59%にとどまった。その理由は、銘柄牛として全国的に有名になった石垣牛は、安定した高値で推移していることや味もよく人気がある。そのためヤギ肉の需要が低迷し、ヤギ飼育農家の飼育意欲の減退が影響したと考えられる。このように、沖縄肉用ヤギにおける日本ザーネン種由来遺伝子の移入率は、過疎の島である伊平屋島や与那国島は低いが、沖縄島や宮古島のようにヤギ肉の消費が旺盛な島は高くなっている。また新城ら(1978b)は、島別にヤギの体型と日本ザーネン種の移入率との関連を調査し、日本ザーネン種の移入率が低い伊平屋島、与那国島、久米島では体型は小さく、移入率が高い宮古島と沖縄島中南部では体型も大きいと考察している。このように島別におけるヤギ肉の需要の高低により、日本ザーネン種由来遺伝子の移入率に2極化が進行しつつあることが示唆された。

また、毛色、肉髯、角、副乳頭の4形質について2形質ずつ組み合わせた場合の自然および人為淘汰の影響を相対的に比較してみると、有角と副乳頭なしの個体が淘汰に対して有利であることが示唆された。無角は間性と連関しているため、有角が淘汰に対し有利である。しかし、日本ザーネン種の遺伝子の移入率が高かった宮古島、沖縄島北部および沖縄島中南部においては舎飼いが多く、間性を忌避する傾向がなく、飼育管理上の利点から無角を人為的に選抜してきた結果、その割合が高くなったと推察される。他方、放牧と繋牧が多い粟国島、多良間島、伊是名島、波照間島の集団においては、農家は有角、無角についてほとんど無関心である。これらの集団では、有角の個体は自然淘汰に有利と思われる。副乳頭については、沖縄県全体をプールした日本ザーネン種由来遺伝

子の移入率は77%の高率を示しており、副乳頭なしの遺伝子が固定化されつつあることが示唆された。

沖縄肉用ヤギへの日本ザーネン種の遺伝子の移入率を27座位の血液蛋白型を検索し、推定したNozawa *et al.*(1978)の調査では13%、沖縄肉用ヤギの4外部形態的遺伝形質から推定した新城(1979)の調査では67%であった。両報告における日本ザーネン種の遺伝子の移入率の差は、Nozawa *et al.*(1978)の調査で用いた血液蛋白型は淘汰に対し中立な遺伝子であるが、新城(1979)が調査した外部形態的遺伝形質は人為および自然淘汰が働く形質であるため、同一集団でありながら大きな差が出たものと思われる。今調査で得られた日本ザーネン種の遺伝子の移入率は69%と、新城(1979)の調査よりわずかながら高くなったものの改良は遅々として進んでいない結果となった。その理由は、日本ザーネン種やそれに近い交雑種は、腰麻痺に罹りやすく淘汰される機会が多いためと考えられている(新城ら 1978a, 新城 1979)。

小型で経済的価値が低かった沖縄在来ヤギを大型化するとともに、消費者が好む白色化を伸展させ、ヤギ肉の流通拡大に果たした日本ザーネン種の役割は大きい。しかし、上述したように日本ザーネン種による沖縄肉用ヤギの改良は遅々としており限界と思われる。今後、沖縄肉用ヤギは、環境適応能力が高く、病気に対し抵抗性があり(Erasmus 2000, Malan 2000)、増体量や正肉の歩留まりで有利なボア一種により、改良を進めることが、肉用ヤギ経営上有利であると思われる。

要 約

沖縄在来ヤギを改良するため、日本ザーネン種が沖縄県に導入されて以来80年以上経過している。そこで、沖縄肉用ヤギ11集団の4外部形質から表現型頻度と遺伝子頻度を求め、沖縄肉用ヤギへの日本ザーネン種由来の遺伝子の移入率および外部形質における淘汰について集団遺伝学的に検討した。調査したヤギは5カ月齢以上の雌雄合計1,338頭であった。調査は沖縄県下10島の11集団について、2005年9月から2006年11月までの間に行った。その結果、沖縄肉用ヤギの外部形質に関する遺伝子頻度は、有色 $q_i=0.377$ 、肉髯なし $q_w=0.860$ 、有角 $q_p=0.781$ であり、毛髯と副乳頭の出現割合はそれぞれ65%と16%と推定された。これらの4形質について、島別の沖縄肉用ヤギ集団への日本ザーネン種の移入率を推定すると、形質間で移入率の違いはあるが、平均すると伊平屋島は50%、与那国島は52%と低かったのに比し、宮古島は91%、沖縄島北部は89%、沖縄島中南部は77%と高かった。沖縄全体では平均69%となった。島間にはザーネン種の移入率に差が認められ、2極化が進んでいることが示唆された。また、毛色、肉髯、角及び副乳頭の4形質に自然および人為の淘汰が働いているか否かを分析した結果、有角(p)および副乳頭なしの遺伝子において淘汰に対して有利であることが示唆された。

第3章 ボア一種による沖縄肉用ヤギの改良

緒言

沖縄肉用ヤギは、乳用種である日本ザーネン種の累進交配により、改良が進められてきた結果、ある程度大型化した。後軀と前軀は依然として貧弱である。今後、体重の斉一性を高め、体幅を広くすることが望まれている(寺田ら 1991)。また、沖縄肉用ヤギの枝肉歩留まりは、雌が48%、雄が53%と低い(新城ら 1978a)。そのため今後は、枝肉歩留まりが高く、風味がよく、柔らかい肉質を有する新しいタイプの肉専用ヤギの作出が求められている。

そのため、成長が早く、体積があり、環境適応能力もあり、病気にも強く肉用種として優れた能力を持つボア一種(ABGA 1999, 三上 2006)に着目したJAおきなわ宜野湾支所ヤギ部会の有志は、1999年に米国からボア一種を輸入し、肉量増大のため肉用ヤギの改良を推進している。

そこで本研究では、沖縄肉用ヤギの改良のために、ボア一種が期待できる品種であるか、否かについて、ボア一種の体型、外部形態的遺伝形質、産子数、繁殖季節などを明らかにした。また、ボア一種と交配される基礎集団である沖縄肉用ヤギの分娩季節、産子数などを調査した。

材料および方法

ボア一種の体型測定および外部形態的遺伝形質の調査は、沖縄島中南部の農

家を対象に2004年12月に実施した。ボア一種の分娩季節と産子数は、(社)日本緬羊協会発行の山羊血統証明書(1999年11月～2004年2月)に基づき集計した。また、沖縄肉用ヤギの分娩季節と産子数は、2004年5月～12月にかけて、沖縄島中南部の農家から、過去の記録を含め聴き取りにより調査した。

沖縄肉用ヤギとボア一種の飼育形態に差異はなく、調査したすべての農家は舎飼いで、1房に単飼または2～5頭の繋留あるいは放し飼いであった。雌ヤギが発情すると、雄を同居させ交配させる形態であった。

ボア一種の標識とした外部形態的遺伝形質は、毛色、肉髯、毛髯、角および副乳頭の5形質とし、個体毎に調査した。これらの遺伝様式に従い、毛色、肉髯、毛髯、角については表現型頻度と遺伝子頻度を求めた。しかし、副乳頭の遺伝様式は明らかにされていないので、表現型頻度のみを求めた。

体型測定は1歳以上のボア一種を対象とした。測定部位は体高、斜体長、十字部高、腰角幅、寛幅、座骨幅、尻長、肩端幅、胸幅、胸深、胸囲、管囲および体重の13部位とした。また、各部位間の関連性を調べるために、各測定部位間の相関係数も求めた。

結 果

1. ボア一種の基礎集団

導入した米国産のボア一種は、雌9頭、雄2頭の計11頭である。しかし、雌9頭中1頭は事故死、1頭は不妊のため処分されたので、後代に遺伝的影響を及ぼした雌は7頭である。また、7頭中3頭は導入時に妊娠していたため、沖縄到着

後間もなく雄4頭，雌1頭を分娩した．輸入直後生まれたヤギを加えると基礎集団は雌8頭，雄6頭，計14頭となる．これら14頭の雌雄は，血統証明書から異なる父親は9頭であった．

2．各月における分娩頭数とその割合

表3-1は，各月におけるボア一種および沖縄肉用ヤギの分娩頭数とその割合を示した．ボア一種は2月と3月において，それぞれ10頭(17.2%)が分娩し，ピークを示した．次いで4月が9頭(15.5%)と高かった．その後は次第に減少し，8月～10月にかけて分娩した個体はみられなかった．しかし，11月から再び分娩する個体がみられるようになった．

一方，沖縄肉用ヤギの分娩は，2月が19頭(20%)と最も高く，次いで3月が18頭(19%)，1月と4月がそれぞれ12頭(12.6%)であった．ボア一種と沖縄肉用ヤギにおいて分娩のピークに差はみられなかった．しかし，沖縄肉用ヤギにおいては，8月～10月にかけて分娩する個体があり，ゆるやかな通年分娩がみられた．

表3-1. ボア一種と沖縄肉用ヤギにおける各月の分娩頭数とその割合

分娩月	ボア一種	沖縄肉用ヤギ
1月	6 (10.3)	12 (12.6)
2月	10 (17.2)	19 (20.0)
3月	10 (17.2)	18 (18.9)
4月	9 (15.5)	12 (12.6)
5月	7 (12.1)	4 (4.2)
6月	4 (6.9)	6 (6.3)
7月	4 (6.9)	9 (9.5)
8月	0 (0.0)	5 (5.3)
9月	0 (0.0)	4 (4.2)
10月	0 (0.0)	2 (2.1)
11月	3 (5.2)	3 (3.2)
12月	5 (8.6)	1 (1.1)
合計	58 (100)	95 (100)

(): % .

3 . 産次ごとの産子数

ボア一種と沖縄肉用ヤギの産次ごとの産子数を示したのが表3-2である . ボア一種では3産目まで , 沖縄肉用ヤギでは4産目まで , 産次の進行につれて産子数は増加したが , それ以後は減少した .

産次をプールした平均産子数は , ボア一種が1.6頭 , 沖縄肉用ヤギが2.0頭であった . 調査した両ヤギ集団とも産子数の範囲は1頭から4頭であった .

表3-2. ボア一種および沖縄肉用ヤギにおける産次ごとの産子数の平均値と標準偏差

産次	ボア一種		沖縄肉用ヤギ	
	頭数	産子数	頭数	産子数
1産	36	1.4±0.1 (1-3)	30	1.9±0.6 (1-3)
2産	9	1.9±0.6 (1-3)	20	2.2±0.8 (1-4)
3産	6	2.3±1.0 (1-4)	11	2.3±0.7 (1-3)
4産	4	1.5±0.6 (1-2)	5	2.4±0.6 (2-3)
5産	2	2.0 (2-2)	3	1.7±1.2 (1-3)
6産	1	2.0	1	3.0
不明	-	-	51	1.8±0.7 (1-4)
プール	58	1.6±0.7 (1-4)	121	2.0±0.7 (1-4)

() : レンジ .

4 . ボア一種の外部形態的遺伝形質の表現型頻度と遺伝子頻度



図3-1 ボア一種の雄



図3-2 ボア一種の雌

図3-1および図3-2のように、すべての個体は白色に頭部と頸部が茶褐色で、さらに臀部に茶褐色斑を有する個体も少数いた。ボア一種の外部形態的遺伝形質の表現型割合と遺伝子頻度を表3-3に示した。雌雄とも肉髯を有する個体は

なかった．雄はすべて毛鬣を有していたが，雌では1頭(3.8%)のみ毛鬣を有する個体があった．多型を示した形質は副乳頭と雌の毛鬣であった．

表3-3．ボア一種における外部形質の表現型割合と遺伝子頻度

形 質	遺伝子型	割 合	遺伝子頻度
有 角	(<i>pp</i>)	100	1.00
有 色	(<i>ii</i>)	100	1.00
肉 鬣 有	(<i>W_</i>)	0	0.0
毛 鬣 有	M (<i>B_</i>)	100	1.00
	F (<i>bb</i>)	3.8	0.196
副 乳 頭 有		38.9*	—

例数41頭中雄は15頭， *雄は10頭

5．1歳以上のボア一種の平均体型測定値と比体高値

1歳以上のボア一種の平均体型測定値と標準偏差および各部位を体高で除した体高百分率を表10に示した．雌雄の体高はそれぞれ66.6cm，76.3cm，胸囲は84.8cm，91.3cm，体重は44.7kg，67.7kgであった．各部位を体高で除した体高百分率で見ると，胸囲では雌が127.4%，雄が119.6%，体重はそれぞれ67.3%と87.9%であった．このことからボア一種は，胸囲が大きく，重量感のある肉用タイプの体型を示していた．

表3-4 . 1歳以上のボア一種における体型測定値の平均と標準偏差

性別	雌	雄
頭数	17	6
体高	66.6±5.3 (100)	76.3±6.3 (100)
斜体長	79.4±5.3(119.4±5.8)	87.1±6.6(114.4±6.4)
十字部高	67.4±4.2(101.4±4.9)	74.4±5.8(97.9±7.5)
腰角幅	15.7±2.0(23.6±2.5)	16.0±1.6(21.0±0.8)
寛幅	18.7±2.8(28.1±3.6)	18.1±2.2(23.7±1.4)
座骨幅	10.6±1.3(16.0±2.0)	10.8±1.0(14.1±0.5)
尻長	21.7±2.6(32.7±3.8)	24.4±2.0(32.0±1.3)
肩端幅	19.7±3.1(29.5±3.9)	23.0±2.5(30.1±1.8)
胸幅	20.1±3.6(30.2±4.9)	20.7±2.5(27.0±1.7)
胸深	31.6±2.5(47.5±3.8)	36.0±3.7(47.2±1.6)
胸囲	84.8±9.4(127.4±12.4)	91.3±8.3(119.6±4.1)
管囲	9.0±0.8(13.6±1.4)	10.7±1.2(14.0±0.6)
体重	44.7±11.9(67.3±14.4)	67.7±17.9(87.9±19.9)

(): 体高百分率 .

次に、各測定部位間の相関係数を表3-5に示した。雌では座骨幅、尻長および管囲を除く部位で体重と有意な相関関係が得られた。特に、斜体長、腰角幅、肩端幅、胸幅および胸囲では相関関係が0.9以上の高い相関が得られた。雄において、体重との相関係数が高かった部位は斜体長、胸囲、肩端幅、胸深および腰角幅であった。相関が最も高かったのは、胸深と腰角幅間の0.987であった。他方、十字部高は、どの部位とも有意な相関はなく、体重との相関係数も0.467と低い値となった。

表3-5

考 察

本調査では、ボア一種は1月～4月に分娩のピークを迎えるが、8月～10月にかけて分娩する個体はなく、繁殖季節を有していた。しかし、ボア一種の原産地南アフリカ共和国では、4月～5月に発情のピークを示すが、他の月でも少数ながら発情する個体がみられると報告している(Greyling 2000)。また、ボア一種は、発情と日長には負の相関($r = -0.654$)があるとGreyling(2000)は報告している。南アフリカ共和国の位置は、南緯30度前後、沖縄も北緯30度前後にある。緯度的に差はないが、ボア一種が沖縄で繁殖季節を有する理由として、米国から導入されて4年しか経過していないこと、気象および飼料や飼養形態が異なり、沖縄の環境に適応していないためと考えられる。

他方、日本ザーネン種により改良された、沖縄肉用ヤギの分娩のピークは、1月～4月となっている。しかし、わずかながら2年に3産し、周年繁殖する個体もみられ、全体としてはゆるやかな繁殖季節を有していた。この傾向は30年前に調査した新城と當真(1984)の結果と類似するものであった。繁殖季節がない沖縄在来ヤギに、繁殖季節を有する日本ザーネン種の遺伝子が流入したため、四季の変化がある亜熱帯の沖縄で繁殖季節を持つようになったと思われる。

ボア一種の平均産子数は1.6頭で、Erasmus(2000)の2.1頭より低い。これは初産が多かったことによると考えられる。沖縄肉用ヤギの平均産子数は、2.0頭で、新城と當真(1984)が、沖縄県下9島で調査した1.7頭と比較して多かった。本報では、比較的飼養条件が良好な、沖縄本島中南部を調査したことから産子数が多かったと考えられる。

本報でのボア一種の平均体重は、雌が 44.7kg、雄が67.7kgであった。しかし、南アフリカ共和国におけるボア一種は、雌が70～80kg、雄が100～120kgの報告があり(Malan 2000)、これに比較すると軽かった。沖縄島におけるヤギの飼育形態は、青草給与主体による舎飼いがほとんどである。そのため、ボア一種は運動不足や給与飼料の違いにより、体重差が生じたと考えられる。

ボア一種雌の体型測定値は、肩端幅が19.7cm、胸幅が20.1cm、胸囲が84.8cmであった。一方、沖縄肉用ヤギの雌はそれぞれ、15.5cm、16.2cm、73.6cmとなっており(新城ら1978a)、ボア一種は沖縄肉用ヤギに比較し、前駆が大きく体幅があった。体重との相関係数はボア一種の雌で、肩端幅が0.907、胸幅が0.933、胸囲が0.974であった。一方、沖縄肉用ヤギではそれぞれ、0.502、0.526、0.866でいずれもボア一種の方が高かった。また、体重の体高比ではボア一種の雌雄がそれぞれ67%、88%に比較し、沖縄肉用ヤギでは55%、51%と著しく低い。このことから、ボア一種は従来の沖縄肉用ヤギとは異なる肉量の多い新しいタイプの肉用ヤギである。

米国では、ボア一種×スパニッシュ種、ボア一種×アンゴラ種の交配種の方が、スパニッシュ種などの純粋種より屠肉重量や肉質などが向上し、肉用ヤギの改良にはボア一種が有望であるとCameron *et al.*(2001)は報告している。また、ボア一種は環境適用能力も高く、病気に対し抵抗性があり、早熟で成長が早く高品質の肉を生産すると報告している(Erasmus 2000, Malan 2000)。

これらのことから、ボア一種はこれからの肉用ヤギに求められている肉質がよく、肉量の多い肉用タイプであると思われる。そのため今後、沖縄肉用ヤギの改良に、ボア一種は貢献するものと思われる。

要 約

沖縄県で飼育されているボア一種は，1999年に米国より沖縄肉用ヤギの改良目的で輸入された雌8頭，雄6頭を始祖集団として増殖されたものである．本研究では，沖縄県におけるボア一種について，月別分娩数，産子数，外部形態的遺伝形質および体型を調査した．また，比較対象として，沖縄肉用ヤギに関して，月別分娩数および産子数の調査を行った．ボア一種および沖縄肉用ヤギは，1月～4月にかけて分娩のピークがあり，両集団に差異はなかった．しかし，ボア一種は，8月～10月にかけて分娩する個体はなく，繁殖季節を有していた．平均産子数は1.6頭であった．一方，沖縄肉用ヤギは，他の月でもわずかながら分娩する個体があり，ゆるやかな周年繁殖がみられた．平均産子数は2.0頭であった．ボア一種は，すべての個体が白色に頭頸部が茶褐色であった．また，雌雄ともすべて有角で肉髯を持つ個体は存在しない．しかし，副乳頭と雌の毛髯には変異がみられた．雌雄の体重はそれぞれ44.7kg，67.7kg，体高は66.6cm，76.3cm，胸囲は84.8cm，91.3cm，肩端幅は19.7cm，23.0cmで前駆が発達し，体幅があった．測定した13部位について相関関係を算出した結果，体重と相関が高かった部位は，胸囲，胸幅，腰角幅であった．

第4章 乳用ヤギの泌乳量と乳成分の年間変動

緒言

河原(1999)は、牛乳アレルギー患者向けのタンパク質源としてヤギ乳の可能性について報告している。また、ヤギ乳とアレルギーに関する疫学調査を中心とした研究が1990年代後半よりヨーロッパで盛んになっている。このことは、ヨーロッパにおいて、食品としてのヤギ乳の地位が確立していることを示すものである(河原 1999)。しかし、我が国ではヤギ乳製品に対する認識が薄く、知名度も低い(田中と佐藤 2006)。このような状況下、水戸市では1985年にヤギ飼育を観光資源として、また、高齢者対策として、農村活性化および水戸市のPRに役立たせる目的でヤギチーズを開発している(大石 1994)。

一方、沖縄県民のヤギ肉に対する嗜好性は高いが、ヤギ乳に対する評価は低く、県民に普及し、定着することはこれまでなかった。このような環境の中で、ヤギ乳の価値が見直され、1999年に沖縄島中部の(株)はごろも牧場(以下、羽衣牧場)が、宮崎県からアルパイン種や日本ザーネン種を導入し、ニュージーランドからヌビアン種やトッゲンブルグ種を輸入し、生乳、ヨーグルト、チーズなどの製品を開発・販売し、全国的に注目されている。

そこで本研究では、亜熱帯地域である沖縄県におけるヤギ乳の生産振興と消費拡大を図るための基礎的知見を得ることを目的とし、乳用ヤギの泌乳量と乳成分について月ごとの年間変動を調査した。

材料および方法

泌乳量および乳成分の調査期間は、2006年4月～2007年3月までの1年間とした。供試ヤギは、羽衣牧場で飼育されているアルパイン種、トッゲンブルグ種、日本ザーネン種およびそれらの雑種で、年齢は18ヵ月から8歳、産次は初産から6産と幅があった。また、分娩頭数83頭中、2月が33頭(40%)、3月と5月がそれぞれ18頭(22%)、4月が8頭(10%)分娩し、この4ヵ月間で全体の93%を占めた。産子数は合計で149頭であった。内訳は子1頭が31頭(21%)、子2頭が39頭(52%)、子3頭が12頭(24%)、子4頭が1頭(0.03%)であった。搾乳頭数は子ヤギの育成期間に当たる5月～11月は48～60頭であったが、乾乳期の1月～3月は15～25頭に減少した。年間を通して搾乳頭数の変動が大きかった。

また、羽衣牧場のデータと比較するため、独立行政法人家畜改良センター長野牧場(以下、長野牧場)における泌乳量と乳成分のデータを用いた。

長野牧場における搾乳頭数は、4月～8月の5ヵ月間は45～49頭であったが、9月～12月の4ヵ月間は31頭～41頭、1月～3月の3ヵ月間は11頭～20頭と、羽衣牧場と同様に年間の搾乳頭数は変動が大きかった。ヤギの品種は、5月の搾乳頭数49頭中すべて日本ザーネン種であった。この49頭中、3月分娩が25頭(51%)、4月が22頭(45%)、5月分娩と不明がそれぞれ1頭(0.02%)であった。49頭の月齢の内訳は、36ヵ月齢が31頭(31%)、24ヵ月齢が12頭(24%)、12ヵ月齢が6頭(12%)であった。これらの産次については、総て当歳種付けするので、1歳時には初産、2歳時には2産、3歳時には3産となり、その割合は月齢の割合と同率である。

月ごとの泌乳量については、羽衣牧場の乳量記録簿に基づき集計した。しか

し、搾乳に用いた頭数は未記録のため、分娩日誌から搾乳頭数を推定した。また、長野牧場の月ごとの総搾乳量は記録がないため、1日搾乳量から月ごとの搾乳量を推定した。

なお、両牧場における日平均気温と乳脂率および無脂固形分率の相関係数を求めるため、気象庁のデータ(気象統計情報<http://www.jma.go.jp>)を用い、表4-1に示した。

表4-1. 沖縄県(那覇市)と長野県(佐久市)における
年間気温()

年 月	沖縄県			長野県		
	最高	最低	日平均	最高	最低	日平均
2006.4	27.9	15.1	21.2	22.9	-2.9	8.1
2006.5	30.9	18.9	24.8	28.4	1.6	15.1
2006.6	33.2	20.1	26.8	31.5	9.0	19.0
2006.7	35.0	24.7	29.1	33.3	15.8	22.0
2006.8	33.4	23.7	29.2	33.3	15.3	23.9
2006.9	32.9	20.6	27.8	33.1	10.3	18.7
2006.10	32.0	22.0	26.1	24.4	4.6	13.8
2006.11	28.0	17.6	22.9	22.4	-5.0	7.2
2006.12	26.0	14.4	19.7	10.7	-8.7	1.6
2007.1	23.8	10.9	17.8	10.9	-11.1	-0.7
2007.2	24.9	11.4	18.2	14.9	-10.3	1.4
2007.3	27.3	13.4	19.6	18.5	-9.0	3.2

乳成分の分析は、ミルカーで搾乳した集合乳から約50mlの検体を採取し、毎月1回行った。検体の採取時刻は、羽衣牧場の搾乳時刻に合わせ午前8時からとした。なお、乳成分の分析は、乳脂肪率と無脂固形分率の2項目について沖縄

県酪農農業協同組合の生乳検査課に依頼した。分析はデンマークのFOSS社製コンビホスFTにより行われた。

羽衣牧場における搾乳中のヤギには、濃厚飼料として、市販の配合飼料と類似の成分になるように自家配合し、1頭当たり1.5kgを朝夕2回に分けて給与した。また、これとは別に、1頭当たり、ふすま300g、大豆粕100g、ビートパルプ100gの計500gを朝夕2回に分けて給与した。粗飼料は市販のクライングラスとアルファルファの乾草を3：1の割合で1頭当たり2.0～3.0kgを不断給餌した。飲水は自動給水器を用いた。

なお、長野牧場では、濃厚飼料として市販の雪印種苗の「ゆきちゃん」を給与している。また、粗飼料として乾草と牧草(放牧)を給与している。配合飼料は、1頭当たり1～1.5kg、乾草1.5～3.0 kg、牧草2～3kgとなっている。

給与飼料の原物中の粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、カルシウム、リンおよびTDNを表4-2に示した。

表4-2．給与飼料の最低(但し、粗繊維と粗灰分は最高)成分量(%)

成 分	粗タンパク質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	カルシウム	リン	TDN
羽 衣 牧 場	16.0	2.0	7.0	8.0	0.80	0.40	72.0
長 野 牧 場	18.0	2.0	10.0	10.0	0.80	0.60	70.0

羽衣牧場および長野牧場とも市販の配合飼料の包装紙の成分量表示に基づく。

また、子ヤギの育成は、羽衣は3～4つ子の場合は代用乳を用いる場合もあるが、主として母体からの自然哺乳である。しかし、長野はすべて代用乳であった(上原ら 2007)。

結 果

1. 泌乳量の月ごと変動

羽衣牧場と長野牧場における泌乳量の月ごと変動を表4-3に示した。年間総泌乳量は、羽衣牧場が14,285kg、長野牧場が39,069kgで、月ごとの平均泌乳量は、羽衣牧場が1,190kg、長野牧場が3,256kgであった。1日1頭平均泌乳量の平均値は、羽衣牧場が0.86kg、長野牧場が2.85kgで、羽衣牧場に比較して3.3倍と多かった。また、1日1頭平均泌乳量が多かった月は、羽衣牧場が7月の1.25kg、長野牧場が5月の4.12kgであった。

表4-3. 羽衣牧場と長野牧場における泌乳量の月ごと変動

年 月	搾乳頭数		総泌乳量(kg/月)		泌乳量(kg/日)		1頭当たり泌乳量(kg/日/頭)	
	羽衣	長野	羽衣	長野	羽衣	長野	羽衣	長野
2006.4	40	48	605.8	5,076.0	20.2	169.2	0.50	3.53
2006.5	52	49	1,672.9	6,258.9	54.0	201.9	1.04	4.12
2006.6	54	45	1,979.5	4,989.0	66.0	166.0	1.22	3.69
2006.7	60	45	2,334.2	4,429.9	75.3	142.9	1.25	3.18
2006.8	58	45	1,699.6	4,296.6	54.8	138.6	0.95	3.08
2006.9	54	38	1,895.0	3,378.0	63.2	112.6	1.70	2.96
2006.10	54	41	1,657.5	3,769.6	53.5	121.6	0.99	2.97
2006.11	48	31	962.2	2,343.0	32.1	78.1	0.67	2.52
2006.12	44	31	491.9	1,782.5	15.9	57.5	0.36	1.85
2007.1	18	20	282.4	1,053.0	9.1	35.1	0.51	1.76
2007.2	15	11	222.6	666.4	8.0	23.8	0.53	2.16
2007.3	25	14	481.1	1,026.1	15.5	33.1	0.62	2.36
平均	44	35	1,190 ± 756 ^a	3,257 ± 1,849 ^b	39 ± 25 ^a	107 ± 60 ^b	0.86 ± 0.4 ^a	2.85 ± 0.7 ^b

同一形質の異符号の肩文字を持つ平均値間に5%レベルで有意差あり。

2. 乳脂率と無脂固形分率の月ごと変動

両牧場における乳脂率と無脂固形分率を月ごとに示したのが表4-4である。乳脂率の1年間の平均値は、羽衣牧場が2.51%、長野牧場が3.16%で、長野牧場が有意($P < 0.05$)に高かった。月ごとでは、羽衣牧場は4月～11月の8ヵ月間は3%以下であった。長野牧場は4月と5月は3%台を維持したものの6月～10月の5ヵ月間は3%以下に落ち込んだ。しかし、羽衣牧場は12月、長野は11月から3%台に回復した。

表4-4. 羽衣牧場と長野牧場における乳脂率および無脂固形分率の月ごと変動

年 月	乳脂率 (%)		無脂固形分率 (%)	
	羽衣	長野	羽衣	長野
2006.4	2.58	3.57	7.83	8.36
2006.5	2.20	3.03	7.71	8.11
2006.6	1.72	2.72	7.32	7.72
2006.7	2.13	2.46	7.39	7.69
2006.8	1.85	2.39	7.46	7.53
2006.9	2.00	2.73	7.37	7.78
2006.10	1.96	2.77	7.39	8.24
2006.11	2.59	3.13	7.89	8.30
2006.12	3.35	3.46	8.26	8.55
2007.1	3.28	4.46	8.10	8.86
2007.2	3.23	3.70	7.77	8.79
2007.3	3.21	3.49	7.69	8.84
平均	2.51 ± 0.62 ^a	3.16 ± 0.60 ^b	7.68 ± 0.31 ^a	8.23 ± 0.47 ^b

同一形質の異符号の肩文字を持つ平均値間に5%レベルで有意差あり。

また，無脂固形分率の平均値は，羽衣牧場が7.68%，長野牧場が8.23%で，長野牧場が有意($P < 0.05$)に高かった．月ごとでは，羽衣牧場が4月～11月の8ヵ月間は7%台で推移し，12月～1月は8%台に回復した．長野牧場は4月～5月は8%台を示したが，6月～9月の4ヵ月間は7%台に落ち込んだ．しかし，10月～3月の6ヵ月間は再び8%台に回復した．

3．気温および各泌乳形質間の相互関係

両牧場間における気温と泌乳量，乳脂率および無脂固形分率の各形質間の相関係数を求め表4-5に示した．気温と泌乳量の相関は，0.964と正の高い相関であった．一方，気温と乳脂率との相関は-0.935，無脂固形分率とは-0.820といずれも負の相関で有意($P < 0.01$)に高かった．また，泌乳量は乳脂率と無脂固形分率との間にそれぞれ-0.920，-0.824と負の相関があり，泌乳量が増加すれば乳脂率と無脂固形分率はそれぞれ低下した．乳脂率と無脂固形分率とは0.847の正の相関であった．

表4-5．羽衣牧場と長野牧場における気温および各泌乳形質間の相関係数

項 目	X1	X2	X3	X4	X5
気 温 (X1)		0.964**	0.839**	-0.935**	-0.820**
総 搾 乳 量 (X2)	0.756**		0.954**	-0.920**	-0.824**
個体ごと搾乳量 (X3)	0.729**	0.954**		-0.807**	-0.833**
乳 脂 肪 率 (X4)	-0.918**	-0.622*	-0.615*		0.847**
無脂固形分率 (X5)	-0.972**	-0.742**	-0.676*	0.899**	

対角線より右上は羽衣牧場，左下は長野牧場．

** : $P < 0.01$, * : $P < 0.05$.

考 察

羽衣牧場における4月の総泌乳量は606kgであった。5月から増加傾向を示し、7月は2,334kgとピークに達した。しかし、長野牧場では、4月から5,076kgと急上昇し、5月はピークの6,259kgに達した。このように両牧場における4月～7月の月ごとの泌乳量のパターンは異なっていた。その理由として、長野牧場で搾乳に用いられている日本ザーネン種は、他の品種(アルパイン種、ラマンチャ種、ヌビアン種、ザーネン種、トッゲンブルグ種)よりも急速に泌乳量が上昇し、ピーク後の現象は穏やかである(上原ら 2007)。これに対し、羽衣牧場のヤギは、アルパイン種、トッゲンブルグ種、日本ザーネン種およびこれらの雑種である。このように、両牧場間における乳用ヤギの品種が、泌乳量のパターンの違いの理由の1つと考えられる。また、乳用ヤギの泌乳量が最高値に達するのは50日前後である(Margreteら 2006, 上原ら 2007)。ヤギは季節繁殖をする動物種であり、日本ザーネン種の沖縄県および本土集団は3月に分娩が集中する(新城と當真 1984)。これらのことから、両牧場とも5月に搾乳量が高くなると思われる。しかし、羽衣牧場は7月にピークがずれ込んでいる。その理由は、子ヤギの育成に当たり、母体からの自然哺乳と人工哺乳を組み合わせているのに対し、長野牧場はすべて代用乳による育成であった(上原ら 2007)。このことが前述した集団全体の泌乳量の生産パターンの違いの理由と考えられた。

また、羽衣牧場および長野牧場における、4月～10月までの7ヵ月間をプールした泌乳量は、羽衣牧場が11,845kgで全体の83%、長野牧場は32,198kgで、全体の82%を占めた。このように、泌乳量は両牧場とも年間を通して変動が大きく、定量出荷できない大きな欠点となっている。泌乳量を平準化し、安定した経営を計るためにはホルモン処置による発情誘起が効果的と思われる(Freitas

et al. 1997 , *Simonetti et al.* 2000 , *Medan et al.* 2002) .

両牧場における乳脂率および無脂固形分率の月ごとの変動パターンは類似し、夏季に低く冬季には高くなることが明らかとなった。この結果は、Norwegian goatを用いたMargrete(2006)による報告と近似していた。

自然草地で放牧すると乳脂率および微量成分を多く含む乳を生産する。また、舎飼いにおける集約的飼育方式では、高栄養価の粗飼料および濃厚飼料の多給により、養分摂取量が高くなることから乳タンパク質が多く、比較的低脂肪の乳が生産される(Morand *et al.* 2007)。羽衣牧場は周年舎飼いであり、粗飼料として周年乾草を給与しているのに対し、長野牧場は畜舎で適量の濃厚飼料と乾草を給与し、放牧による生草の自由摂取が適宜行われている(上原ら 2007)。このことが両牧場間における乳脂率と無脂固形分率に影響を及ぼしたと考えられる。

本研究で明らかになったように、両牧場間の夏季における乳成分は、「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令(昭和26年厚生省令第52号：以下、乳等省令)」(食品衛生研究会 2005)の基準値に達しない低い値が示された。その改善方については、飼養管理技術の向上など、追究の余地はあるものの、乳等省令の基準値の見直しが必要と思われる。

気温と泌乳量の相関については、前述したように両牧場における分娩は2月～4月に集中する(新城と當真 1984)。子畜が成長するにつれて乳汁の必要量が増大し、それにつれて泌乳量は増加する。沖縄県では、子ヤギの育成時期は、初夏から夏季にかけてであり、泌乳量は気温の上昇にともない増加する。そのため、気温と泌乳量は正の相関になるとと思われる。しかし、熱帯インドにおけるBeetal種などの実験では、分娩時期は泌乳量に有意に影響したが、季節は泌

乳量に有意な影響を及ぼさないとの報告があり(Prasad and Sengar 2002 , Prasad *et al.* 2005) , 夏季における泌乳量の増大は気温との関連よりも , むしろ分娩時期が深く関わっていると思われる

一方 , 気温と乳脂率および無脂固形分率との相関は , いずれも負の相関で有意($P < 0.01$)に高かった . また , 泌乳量は乳脂率と無脂固形分率との間にそれぞれ負の相関があり , 泌乳量が増加すれば乳脂率と無脂固形分率はそれぞれ低下した . Prasad and Sengar(2002)およびPrasad *et al.*(2005)は , 乳成分についても分娩時期は有意に影響したが , 季節は乳成分に有意な影響を及ぼさないと報告しており , 夏季における乳成分の低下は , 気温との関連よりも分娩時期が深く関わっていることが示唆された .

これまで述べてきたように , 沖縄県における乳用ヤギの泌乳量や乳成分は長野牧場に比して低い結果が示された . 飼養管理技術の向上 , 亜熱帯地域である沖縄に適した乳用種の選定 , 新製品の開発 , 製品の販路拡充など課題は山積している . しかし , これらの課題を解決することにより , ヤギ乳経営は明るい未来が開けていくものと思われる .

要 約

亜熱帯沖縄における、乳用ヤギの泌乳量と乳成分の月ごと変動について、沖縄島中部の羽衣牧場の乳用ヤギを対象に調査した。調査期間は2006年4月～2007年3月までの1年間とした。搾乳頭数は月ごとに変動し、15～60頭の範囲であった。年間総泌乳量は14,285kgであったが、4月～10月までの7ヵ月間の合計泌乳量は11,845kgで、年間総泌乳量の83%を占めることが明らかとなった。1日平均総泌乳量は39kgであった。1日1頭当たりの平均泌乳量は0.86kgであった。一方、乳脂率は4月～11月は約2%と低いが、12～3月は3%台に回復した。無脂固形分率は4月～11月は7%台であったが、12月～1月は8%台に回復した。また、気温と泌乳量、乳脂率および無脂固形分率の相関係数を算出した結果、泌乳量とは0.964と正の高い相関であった。しかし、乳脂率とは-0.935、無脂固形分率とは-0.820といずれも負の高い相関であった。

第5章 沖縄と東アジアにおけるヤギ肉の消費形態

緒言

沖縄県におけるヤギ肉の利用実態については、新城(1994)、新城と砂川(1996)および平川(2003)によって報告されている。沖縄県の伝統的なヤギ料理は、ヤギ汁、刺身、チーイリチャーであるが、近年、ヤギ肉の握り寿司、餃子、ソーセージ、カレーなど、工夫を凝らしたヤギ料理を提供する飲食店が出現している。このように、沖縄県のヤギ料理もわずかながら変化の兆しがみえてきている。今後、健康食としてのヤギ料理や若齢層にも受容される新しいヤギ料理を開発することにより、さらに普及の可能性があると思われる。

また、Ozawa *et al.* (2005)は、ヤギ肉普及のためには、ヤギ肉のイメージ転換と風味改良、需要開発調査の実施などの必要性を述べている。

他方、亜熱帯沖縄は、地理的にも食文化の面からも、アジア諸国と近い関係にある。これらの国々では、ヤギは重要な肉用家畜として飼養されており、その肉は、鍋物、煮込み、汁物、炒め物などに利用され、それぞれの国民に広く食されている。我が国におけるヤギ肉普及拡大のためには、各年齢層に受容される新たなヤギ料理の開発が必要である。そのためには、アジアにおけるヤギ肉の流通形態とヤギ料理の実態を調査することが重要なことと思われる。

そこで本研究では、沖縄と東アジアにおけるヤギ肉の消費形態とヤギ料理について調査し、比較検討した。

材料および方法

ヤギ肉の新たな需要開発の目的で、台湾、フィリピン、韓国、ベトナム、インドネシアおよびインドの6カ国(以下、東アジア)を対象に調査を行った。調査期間は、2003年4月～2003年12月の9ヵ月間とした。ヤギの飼養頭数やヤギ肉生産の動向については、FAO(1987, 2003)を参照し、解析を行った。ヤギ肉の消費形態については、各国の食肉市場とヤギ料理店において、聞き取り調査を行った。ヤギ料理については、現地の屋台やヤギ料理店で賞味するとともに現地でヤギを調達し、屠殺業者に依頼し、現地の屠殺方法により屠殺解体を行った。その後、現地の伝統的な調理法に従って料理し、試食した。

結 果

1. 東アジアにおけるヤギの飼養頭数の推移

世界とアジアおよびアフリカにおけるヤギの飼養頭数の推移を表5-1に示す。1979-81年の世界のヤギ飼養頭数は、約4億7千万頭となっている。そのうち、アジアが約2億7千万頭で57%、アフリカが1億5千万頭で32%を占め、世界のヤギ飼養頭数の90%が、アジア・アフリカで飼養されている。1979-81年から10年ごとの飼養頭数は、次第に増加し、2002年の世界のヤギ飼養頭数は約7億4千万頭となっている。

アジアにおける1979-81年の飼養頭数、約2億7千万頭に比して、2002年には、56%増の約4億7千万頭となっている。この30年間の伸び率から、同地域にお

るヤギの重要性が示唆される。なお、台湾については、FAOに加盟していないため統計に示されていない。

表5-1. 世界およびアジアにおけるヤギの飼養頭数の推移(単位：1,000頭)

年	1979-81	1989-91	2000	2002
世界	465,055(100)	582,514(100)	722,023(100)	743,374(100)
アフリカ	150,241(32.3)	174,133(30.0)	213,211(29.5)	217,227(29.2)
アジア	265,019(57.0)	347,312(59.6)	453,826(62.9)	469,851(63.2)

日本	66	36	35	35
台湾	-	-	-	-
フィリピン	1,587	4,983	6,245	6,250
韓国	223	238	445	435
ベトナム	190	357	544	622
インドネシア	8,153	11,259	12,585	12,400
インド	82,000	113,200	123,000	124,000

1979-1981 FAO 1987, 1989-2002 FAO 2003.

()の数字は世界頭数に対する割合を示す。

2. 東アジアにおけるヤギ肉生産量の推移

世界およびアジアにおけるヤギ肉生産量の推移を表5-2に示す。2002年の世界のヤギ肉総生産量は約400万tとなっている。その約73%に当たる約290万tがアジアで生産されている。このように、ヤギ肉はアジアにおける重要な食肉となっている。

しかし、我が国におけるヤギ肉の生産量は、統計に示されないほど微量であり、東アジアの国々におけるヤギ肉の重要性に比較すると、ヤギ肉をほとんど消費しない我が国は、アジアにおける特異的な国と言える。

表5-2．世界およびアジアにおけるヤギ肉生産量の推移(単位：1,000 t)

年	1989-91	2000	2002
世界	2,656(100)	3,786(100)	3,963(100)
アフリカ	654(24.6)	800(21.1)	808(20.4)
アジア	1,735(65.3)	2,712(71.6)	2,873(72.5)

日本	-	-	-
台湾	-	-	-
フィリピン	26	34	34
韓国	1	3	3
ベトナム	3	5	5
インドネシア	59	48	44
インド	430	467	470

1989-2002 FAO 2003.

()の数字は世界頭数に対する割合を示す。

3．沖縄県におけるヤギ肉の需給状況

沖縄県におけるヤギ肉の需給状況を表5-3に示す。1980(昭和55)年度における屠殺頭数は、385頭(枝肉6,902kg)で、輸入量は、70,333kgとなっている。県産比率は9%と低い。しかし、1990年の屠殺頭数は、4,051頭と10年前の10倍以上に増加し、県産比率は32%となっている。2000年度における屠殺頭数は、4,531頭(枝肉121,893kg)であった。しかし、2005年度には、1,973頭(51,298kg)に下がった。

一方、2000年度のヤギ肉の輸入量は、123,905kgであったが、2005年度は、156,000kgに上昇している。また、2000年度における県産ヤギ肉と輸入ヤギ肉の比率は、約50%であった。しかし、2002年度における県産ヤギ肉の比率は、約40%、2003年度は約30%と、次第に県産ヤギ肉のシェアは下がり、2005年度には25%に落ち込んだ。

表5-3. 沖縄県におけるヤギ肉の需給状況

(単位：kg)

年 度 (元号)	1980 (昭55)	1990 (平2)	2000 (平12)	2005 (平17)	2006 (平18)
屠 殺 頭 数	385	4,051	4,531	1,973	1,626
県内生産量	6,902	91,187	121,893	51,298	42,276
輸 入 量	70,333	194,964	123,905	156,000	146,000
+	77,235	286,151	245,798	207,298	188,298
県産比率(%)	8.9	31.9	49.6	24.7	22.5

沖縄県農林水産部畜産課 2007.

県内生産量中，1頭当たりの平均枝肉重量は26kg.

4. 沖縄と東アジアにおけるヤギ肉の消費形態と食文化

1) 沖縄

沖縄県におけるヤギ肉の消費形態は，牛肉，豚肉および鶏肉のように，パックされ，食肉販売店やスーパーなどで，常時，陳列販売されているのではない．ヤギ肉は那覇市公設市場のヤギ肉専門店(図5-1)などの限られた店で販売されている．家庭用や小人数のパーティーなどの場合は，ヤギ汁や刺身を必要な分だけヤギ料理店(図5-2)に注文し，利用するのが主なヤギ肉の消費形態である．

那覇市内のヤギ料理店の多くは，ヤギ肉専門店からヤギ肉を購入している．また，中南部のヤギ料理店の経営者は，ヤギの飼育農家を兼ねているものが多い．しかし，ヤギ飼育を兼ねない経営者は，取引を提携しているヤギ飼育農家がついて，適宜ヤギを調達できる態勢にある．他方，離乳後約1カ月齢の子ヤギを全国から集め，一定期間肥育し，沖縄に移出している業者が，福岡県と熊本

県におり，1987には年間7,263頭のヤギが本土から移入された(新城 1994)。



図5-1 那覇市公設市場内のヤギ肉店



図5-2 ヤギ料理店(那覇市内)

A. ヤギ汁（ヒージャー汁）

ヤギ汁は，図5-3のようにぶつ切りにした皮付き肉，四肢，骨骨付き肉などを大鍋に入れ，次いで小腸，大腸，胃（この3品は内臓臭を少なくするため，粘膜面を反転させ，水洗後，塩や小麦粉でもみ，さらに水洗し2～3cmに細切する），肺，心臓，肝臓などの内臓や凝固させた血液を入れて3～4時間煮込んだ汁である，ヤギ汁には大根，ニンジン，冬瓜などの野菜や昆布などは入れない。

ヤギ汁は，宮古諸島と八重山諸島は味噌味であるが，沖縄諸島では基本的に塩味である．少量の塩で味付けした大鍋の汁をどんぶりに入れた後，各人の好みで塩加減するのが一般的である(図5-4)．薬味としては，おろしショウガとヨモギの葉だけである．また，与那国島では，ヨモギの代わりにサクナ(ポタンボウフウ)，久米島では，クワの若葉を使用するところもある．ヤギ汁の最後は，残った汁にご飯を入れ雑炊にして食する．近年，ご飯の代わりに沖縄ソバを入れる場合もある．



図5-3 シンメーナービ(大鍋)のヤギ汁



図5-4 肉が山盛りのヤギ汁

B. 刺身

かつて、ヤギを処理する時には、ワラや枯れ草を用いて、屠体を焼き脱毛していた。現在ではガスバーナーを使用する。カツオのたたきのように半焼にすると皮付き肉は香ばしくなり、刺身にすると美味である。また、ロースなどの赤肉も刺身に利用されている(図5-5)。刺身は醤油に酢を加え、おろしショウガを添えて賞味する。シークワサー(ヒラミレモン)の収穫時期には、これを加える。



図5-5 皮付き肉と赤肉のやヤギ刺し



図5-6 チーイリチャー

C. チーイリチャー

ヤギの解体時には血液を採取するために、洗面器のような器と塩を用意する。塩は血液を固めるためのものである。このように沖縄のヤギ料理は一滴の血液も無駄にすることなく利用している。沖縄の伝統的なヤギ料理の中で唯一の炒め物である。大鍋の中から皮付き肉、もも肉などの赤肉、内臓などを取り出し、凝固した血液を加えてもみ、それにニンジン、タマネギ、ニラ、季節によってはニンニクの葉などの野菜を加え、炒める料理である。しかし、肉量が限られており多くの人には分配できない(図5-6)。

2) 台湾

隣の台湾では、全国各地でジャムナパリ系やヌビアン系の大型ヤギが肉用として、多く飼養されている(図5-7,8)。

ヤギ肉はヤギ肉専門店で常時、販売されており、手軽に購入できる(図5-9, 10)。食肉の消費形態は沖縄と似ており、多くは豚肉である。さらに、牛肉、鶏肉、アヒルなどの肉も消費されている。ヤギ肉はこれらの食肉とは異なり、主に薬膳として利用されている。

日本では、羊とヤギは別種と考えるが、中国、台湾では、その区別はない。看板(図5-9)やメニューに羊肉とあってもヤギ肉との区別はなく、羊肉とは、羊の肉とヤギ肉の両方を意味している(木村ら 1988)。

各地で開かれる夜市の屋台では、ヤギ料理を提供する店が多く、その人気は高い(図5-11)。また、200席以上の大規模なヤギ料理専門の店が各地に存在する(図5-12)。このように、台湾におけるヤギ料理は、健康食品や薬膳料理として位置づけられ、多くの人々に食されている。



図5-7 肉用ヤギ(ザーネン種はいない)



図5-8 多頭飼育用の近代的ヤギ舎(澎湖島)



図5-9 羊肉専門店(台北市)



図5-10 高級品らしく展示(台北市)



図5-11 夜市のヤギ料理の屋台(台北市)



図5-12 大型のヤギ料理店(宜蘭市)



図5-13 ヤギ肉青菜炒め(苗栗市)



図5-14 漢方薬入りのしゃぶしゃぶ(台北市)

A. ヤギ肉青菜炒め(苗栗市)

薄くスライスしたヤギ肉と椎茸や青菜などを手早く炒めたもので、家庭でもよく作られる料理である。味付けは醤油味であっさりしている。青菜はチンゲンサイ、チシャ、空芯菜など季節の野菜を使う(図5-13)。

B. ヤギ鍋(台北市)

ヤギ鍋には2種類がある。いずれもあらかじめ、ヤギの肉と骨からとったダシ汁がそのベースとなる。2つの鍋の違いはダシ汁に種々の漢方薬を加えるか、否かの違いである。いずれの鍋にも椎茸、ニンジン、白菜、タケノコ、香菜、湯葉などは入っている。前者は値段も高く味も濃厚であるが、後者はあっさり味で安価である。両者ともダシ汁のみでなく、ヤギ肉は入っている。さらに、これら2つの鍋の中にスライスしたヤギ肉を入れ、しゃぶしゃぶで賞味する。いずれの鍋もタレは豆腐を発酵させて作る、^{ドーフルー}豆腐乳と呼ばれる調味料をベースにしたもので、まるやかな甘みがある。豆腐乳は沖縄の「豆腐よう」と類似のものである(図5-14)。

C. 若齢ヤギのあばら骨(ソーキ)炙り焼(澎湖島)

若齢ヤギの肉は、柔らかく、臭いが少ない。炭火で軽く炙っただけの単純な料理である。砂糖と醤油をベースにした甘みのあるソースが、リブローズに絡み美味である。素材に用いるヤギの年齢、ソーキの焼具合およびソースが三位一体となって味わえる高級ヤギ料理である(図5-15)。



図5-15 若齡ヤギのソーキ炙り焼(澎湖島)



図5-16 バーベキュー(台東市)

D. バーベキュー(台東市)

始めに大きくカットし，炭火で焼く．次に焼け具合を見て，食べやすい大きさに切って客に提供する．砂糖，醤油，ニンニク，ショウガなどをベースにした甘みのある自家製のタレをつけて食するが，肉はとても硬い(図5-16)．

3) フィリピン

品種はカンビン・カチャン系で、毛色は茶、白、黒などの単色か、あるいは斑紋が入った有色の小型ヤギである。これらのヤギは、マニラ市郊外の国道沿いの空き地でよくみかける(図5-17)。また、本業はヤギ専門の屠畜業者であるが、自らも50頭ほどのヤギを舎飼い(図5-18)しており、注文に応じて屠殺し、販売しているものもいる。



図5-17 国道沿いで放牧(マニラ郊外)



図5-18 舎飼いのヤギ(マニラ市郊外)

ヤギ肉は専門の屠畜業者により処理され、各地の市場で早朝から売買されている(図5-19,20)。ヤギ肉は家庭でもよく利用され、早い時間帯に売り切れる。

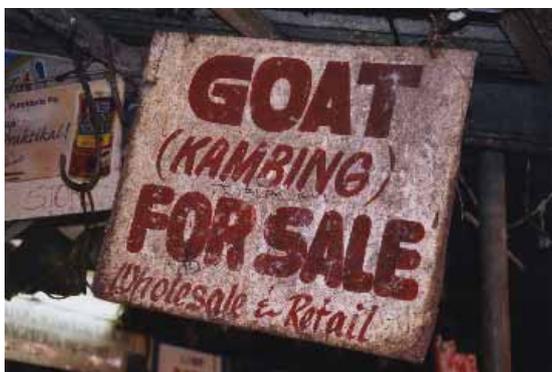


図5-19 ヤギ肉店の看板(マニラ市内の市場)



図5-20 同左の店員



図5-21 ヤギ料理店(マニラ市郊外)



図5-22 店内



図5-23 カルディレーター



図5-24 シナンパローファン

また、ヤギ料理はマニラ市内や、各都市のヤギ料理専門店で賞味することができる(図5-21,22,23,24)。ヤギ料理の種類は抱負で、カルディレーター(図5-23)やアドボなどの煮込み料理、キラウィンやサルビカウなどの炒め物、パーパイータンのような内臓料理などがある。

A. カルディレーター(マニラ市郊外)

調理法は、イ)ニンニク、タマネギおよび赤唐辛子を炒める。ロ)ヤギ肉を酢

とニンニクでマリネしておく。ハ)ヤギの骨と肉のだし汁にトマトペースト加える。ハ)に、イ)とロ)を加えて煮込む。ニ)それにジャガイモ、赤ピーマン、牛レバーペースト、チーズを加える。ホ)最後に塩、コショウで味を調え弱火で煮込む。深みのある濃厚な味で、フィリピンを代表する、ヤギ肉の煮込み料理である(図5-23)。

B. アドボ(マニラ市郊外)

一口大のヤギ肉をニンニク、ショウガ、タマネギと煮込んだもので、調味料に醤油、砂糖、酢を使うので、日本人に好まれる味である。

C. キラウイン(マニラ市郊外)

湯がいたヤギ皮や炭火焼のヤギ皮を使った料理で、食べやすいように皮を千切りにし、ボウルに入れ、タマネギのみじん切りと和える。酢(椰子の実製)、砂糖、胡椒、唐辛子などで味を調える。

D. サルビカウ(マニラ市郊外)

スライスしたヤギ肉を、ニンニク、ショウガ、タマネギ、ピーマン、唐辛子などと一緒に炒めたもので、沖縄のチャンプルー(野菜炒め)感覚である。

E. ヤギ汁(シナンパローファン)(マニラ市郊外)

顔や頭部の皮付き肉や四肢を時間をかけて煮込んだ汁。一見すると沖縄のヤギ汁によく似ている。しかし、東南アジア一帯で広く利用されている、タマリンドを入れ、煮込んであるため酸味がある(図5-24)。

4) 韓国

韓国在来黒山羊は、Kambing Katjang種から、派生したと考えられている、韓国の代表的な品種である。図5-25のように毛色は80%が黒色である。他に暗褐色もある。有角で肉鬚はなく、体重は約20kgである。



図5-25 韓国在来種黒山羊

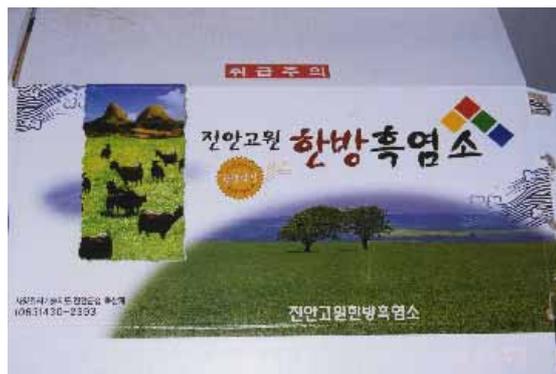


図5-26 黒ヤギ・補陽湯(ポーヤンタン)

韓国ではヤギは女性、犬は男性の食べ物とされている。また、4カ月齢未満の若齢雄ヤギの内臓を取り除き、十数種類の薬草や海草とともに煮込んで抽出した補陽湯（^{ぼうやんたん}図5-26）は、滋養強壯・婦人病治療用として利用されている。古くから漢方医学では、「高麗人參は気を、山羊は血を補う」とされ、ヤギは薬効を期待して食されていた(鄭 2006)。しかし、『山林經濟』や『増補山林經濟』などには、焼き物、煮物、刺身、薫製、汁物、腸詰、鍋物のようなヤギ料理が収録されており、食用としても好まれていた(鄭 2006)。また、ヤギ肉は1990年代初頭までは薬用として80%が消費されていたが、1990年代後半からは60%が食用として消費されるようになった(崔 2005)。このように韓国では近年、ヤギ肉は薬用から食用へシフトし、利用されている。

A. 蒸しヤギ肉鍋(全羅南道)

蒸したヤギ肉は、独特の臭いが希薄になる。図5-27のように、蒸したヤギ肉が、ピーマン、ニンジン、ニンニクの葉などの野菜、エノキダケや椎茸などの上に盛られている。それを煮て、食べ頃になったら、ヤギ肉や野菜をレタスなどの葉野菜に載せ、さらにニンニクやショウガのスライス、唐辛子など加えて包み、コチュジャンや芥子味噌をつけて食する。



図5-27 蒸しヤギ肉鍋



図5-28 ヤギ肉しゃぶしゃぶ鍋

B. ヤギ肉しゃぶしゃぶ鍋(全羅南道)

図5-28のように鍋の中には、ヤギの骨や肉でダシをとった汁に、ニンジン、ニラ、ニンニクの葉などの野菜やエノキダケや椎茸などが入っている。この鍋の中で、スライスしたヤギ肉をしゃぶしゃぶにし、コチュジャンや芥子味噌などのタレをつけて賞味する。味は洗練され美味である。鍋の最後は残った汁にご飯を入れ、硬めの雑炊で終了する。

5) ベトナム

北部ベトナムのヤギの体形は東南アジアのKambing Katjang系で小型である(図5-29)。しかし、南部ベトナムのヤギは、ジャムナパリ種やヌビアン種に近く大型である(Nozawa *et al.* 1998)。

ハノイから南へ車で4時間ほどのニンビンにあるヤギ飼育農家は米作との兼業であった。ヤギは20頭ほどの群れで、日中は近郊の険しい山で放牧され、夕方になると戻ってくるので囲いに入れて飼料を与える。ヤギは合図をすると数分で山から駆け下りてくる。そこで飼い主はヤギを捕獲し販売する(図29,30)。

また、飼い主は集落の入り口で肉屋も経営しており、1頭/日を屠殺していた。このことから、近郊の住民は日常、ヤギを食していることがうかがわれた。



図5-29 ベトナムのヤギ(ニンビン)



図5-30 脱毛後にワラで焼く

ハノイ市内のヤギ料理店は多くの客で混雑していた。その上、焼き肉やヤギ鍋のため、店内はかなりの熱気でむせ返っていた(図5-31,32)。



図5-31 ハノイ市内のヤギ料理店



図5-32 七輪に土鍋のヤギ鍋(ハノイ市)



図5-33 乳房のスライス焼き



図5-34 ヤギ肉とレモングラス炒め

A. ヤギ鍋(ハノイ市)

ヤギ肉を主体に、湯葉や豆腐、タケノコ、ネギ、セリなどの野菜を入れて煮るヤギ鍋は多くの国民に好まれている(図5-32)。鍋で煮た肉と野菜を、レタスやカラシナなどでくるみ、さらにライスペーパーで包み(図5-33参照)、甘味噌風味のタレをつけて食べる。ヤギ鍋の最後はフォー(米製の麺)を入れて食する。

B. 雌ヤギの乳房のスライス焼(ハノイ市)

薄くスライスした雌ヤギの乳房を七輪で焼く。それをレタスやセリなど

の葉野菜にくるむ。さらにライスペーパーで包む。それをピーナツバター風味のタレにつけて食する。歯ざわりはこりこりして美味である(図5-33)。

C. ヤギ肉のレモングラス炒め(ニンビン)

スライスしたヤギ肉に、レモングラスの白根部分のみじん切りを加えて炒めた料理。これにゴマをまぶし、ピーナツバターをベースにしたタレをつけて食する。ヤギ肉特有の臭いが薄れ美味である。ベトナムでは身近にあるハーブをヤギ料理にうまく利用している(図5-34)。



図5-35 生血・生肉のプディン



図5-36 発酵ヤギ肉

D. 生血と生肉のプディン(ニンビン)

ヤギを屠殺する際には、頸の動脈血にこだわる。静脈血では出来上がりが黒褐色になり、図5-35のような鮮紅色にはならないためである。採血した動脈血に塩を入れて固め、それに長さ2~3cm、幅5mmほどの小さくスライスした、生のヤギ肉を数きれ、入れただけのもの。ベトナム人は食べ慣れており、美味しく賞味する。

E. 発酵ヤギ肉(ニンビン)

ヤギ肉を薄くスライスし、塩をまぶして木の葉と笹で二重に包み、軒下につるしておくだけのもの。食べ頃は2～3日後である。独特の発酵臭と酸味がある(図5-36)。豚肉も同様な作り方で利用している。

6) インドネシア

2005年におけるインドネシアの人口は、約2億2千万人となっており(国立社会保障・人口問題研究所 2007)、その約90%はイスラム教徒である(外務省編集協力 2007)。イスラム教徒は、豚肉を禁忌としているため、ヤギ肉と羊肉がもっとも多く利用されている。ヤギは各地で飼養されている(図5-37)。各地のバザール(市場)では、ヤギ肉販売店が多くみられる(図5-38)。



図5-37 舎飼いのヤギ(ジョグジャカルタ)



図5-38 市場のヤギ肉店(ジョグジャカルタ)



図5-39 サテ・カンピンを焼く



図5-40 舗道上のヤギ料理の屋台(ジョグジャカ)

ヤギはカンピンと称している。サテ・カンピン(ヤギ肉の串刺し)は、タレをつけながら炭火で焼く。焼き方や味も日本の焼き鳥とよく似ている(図5-39)。

サテ・カンピンはインドネシア各地の屋台(図5-40)で食することができ，国民食と呼べるほど大衆に好まれている．また，ファストフード店や屋台では，カンピン・ミーゴレン(ヤギ肉入り焼きそば)やカンピン・ナシゴレン(ヤギ肉入り焼飯)(図5-41)は，すべての年齢層に好まれ食されている．



図5-41 カンピンナシゴレン(ジョグジャカルタ)



図5-42 白濁したヤギスープ(図5-40の屋台)

A. サテ・カンピン(Sate Kambing)(ジョグジャカルタ)

一口大に切ったヤギ肉を，竹串しに刺して炭火で焼いたサテ・カンピンは，もっとも大衆的なヤギ料理である．タレには2種類あり，1つは，ピーナツバター，黒砂糖および醤油で味付けしたもの，他の1つは，砂糖と醤油だけを混ぜたものである(図5-39)．

B. ヤギスープ(Sop Kambing)(ジョグジャカルタ)

スープは水代わりにココナツミルクを利用するので白濁している．スープの具は骨，肉，内臓，睾丸，四肢，頭の皮などである．それらはスープに入れる前に牛乳に浸し臭みをとる．それらの具は別々の容器に盛られており，客は好みの品を注文する．味はココナツミルクと砂糖を多用するので甘い(図5-42)．

7) インド

2005年におけるインドの人口は約11億人で、中国に次いで世界第2位となっている(国立社会保障・人口問題研究所 2007)。その約81%は、ヒンズー教徒である(大木 2007)。ヒンズー教徒にとって牛は神聖な動物であり、飢えようともその肉を食することはない。また、約13%はイスラム教徒で(大木 2007)、彼らは、豚を不浄のものとして忌み嫌い、その肉を食することはない。このように食肉に対して、厳しい戒律があるヒンズー教徒やイスラム教徒にとって、ヤギ肉、羊肉および鶏肉は、多くの人々に共通して利用されている食肉である。そのため、バザール(市場)の食肉売り場では、ヤギ肉は、もっとも人気のある食肉として売買されている。

また、ヒンズー教のカーリーテンブル(コルカタ)では、毎日、数頭のヤギが女神カーリーに^{いけにえ}生贄として捧げられている(長谷川 1988)。生贄用のヤギは、田舎で購入し、搬入する場合と、境内で待機している業者から、購入する場合がある。生贄用のヤギは、図5-43のように小柄(約10kg)である。生贄後は、業者に解体を依頼し、肉は持ち帰る(図5-44)。小柄なヤギの利点は、安価で、生贄後の持ち運びに便利なことである。

肉用ヤギの飼養形態は主として放牧である。50～100頭ほどの集団を1人の牧童が管理し、草を求めて1日ごとに移動する形態である。肉用ヤギでは舎飼いは見かけない。しかし、乳用ヤギの場合、多くは舎飼いである。また、庭先でのつなぎ飼いの場合もある(図5-45)。

近年、IT産業の発達がめざましく、国民所得が向上しており、ヤギ肉生産量は、年ごとに、1,000 t のペース(表5-1)で伸び続けている。



図5-43 生贅用の小型種(コルカタ)



図5-44 生贅後の解体(コルカタ)

A. ヤギカレー(ベナレス)

日本のカレーとは異なり、とろみは少ない。味付けのベースはタマネギ、ニンニク、ショウガである。これを油で炒め、トマトとヤギ肉を加え煮込む。ターメリック、チリパウダー、クローブ、シナモン、クミン、ローリエなどの香辛料がバランスよく配合され美味である。ジャガイモやニンジンなどの野菜は入れない(図5-46)。



図5-45 ジャムナバリ系の大型種(アグラ)



図5-46 ヤギカレー(J Pパレスホテル・アグラ)

5 . 沖縄と東アジアにおけるヤギ料理の分類

前項で述べたように、沖縄と東アジアの国々には、多種多様なヤギ料理が存在する。ここでは、これらの料理を、 [汁物]：ヤギの肉、骨、内臓などを使ったいわゆるスープ。 [煮込み]：ヤギ肉をニンジン、ジャガイモ、タマネギなどの野菜とともに煮込んだシチューやポトフのような料理。 [鍋物]：ヤギ肉とセリ、タケノコ、湯葉、椎茸、豆腐などの具を鍋に入れ、客は自分で煮ながら賞味する料理。 [炒め物]：ヤギ肉と野菜などを炒めた料理。 [その他]： ~ のいずれにも属しない料理の5分野に分類した。それぞれの国の料理について、表5-4にまとめた。もっとも種類が少なかったインドは、ヤギカレーの1品目だけであった。次いで沖縄県のヤギ汁、刺身、チーイリチャーの3品目であった。一方、もっとも種類が多かった国は、台湾の7品目で、次いでインドネシアとフィリピンが、それぞれ6品目であった。

なお、ここにあげたヤギ料理は、調査した国々で実際に食したものだけであり、実際は他にも多々あると思われる。

表 5-4

6. 沖縄と東アジアにおけるヤギ肉の価格

沖縄県と東アジアにおけるヤギ肉と他の食肉との1kg当たりの平均価格の比較を表5-5に示した。沖縄県産ヤギ肉は骨付き肉や赤肉(ヤギ汁用)が、1kg当たり2,600円である、しかし、刺身用は6,000円と高価である。オーストラリア産の輸入ヤギ肉は、1,050～1,100円で販売されている。県産ヤギ肉は、輸入ヤギ肉の約2.5倍の価格で販売されており、近年、安価な輸入ヤギ肉の消費が増える傾向にある。牛肉は3,000円、豚肉(県産)1,200円、鶏肉は900円である。

台湾でもヤギ肉は、1,300円/kgで、輸入牛肉や豚肉よりも高価である。フィリピンでは、牛肉や豚肉よりも高価である。韓国では、ヤギ肉は豚肉の2倍の価格で取引されている。ベトナムでは、ヤギ肉は輸入牛肉1,150円より安い、国産牛肉600円より高い。インドネシアでは、ヤギ肉は528円と牛肉に次いで高い。インドでは、豚肉より高価で売買されている。

このように、東アジア各国は、経済力、宗教、国民所得など、諸条件は異なるが、それぞれの国におけるヤギ肉は、共通して重要な食肉である。

表5-5. 沖縄と東アジアにおけるヤギ肉と他の食肉との価格比較 (単位：円/kg)

国名(地域名)	ヤギ肉	牛肉	豚肉	鶏肉	調査場所
沖縄	2,600	3,000	1,200	900	那覇市
台湾	1,350	890	400	400	桃園市
フィリピン	360	320	280	200	イロコス市
韓国	2,400	3,360	1,200	360	全羅南道
ベトナム	780～920	600～1,150	385	460	ハノイ市
インドネシア	528	614	314	228	バンドルランブーン
インド	380～480	-	260～320	150～180	オールドデリー

考 察

東アジアにおけるヤギ肉は、食肉として重要な位置を占めており、ヤギ料理はそれぞれの多くの国民に受容されている。

一方、我が国におけるヤギの飼養頭数は、年々減少傾向にある。沖縄県ではヤギの飼養頭数の減少にともない、ヤギの屠殺頭数も漸減している。屠畜頭数の減少にともない、輸入ヤギ肉は増加傾向にある。また、沖縄県内のヤギ料理店は、以前に比して客数は減少しているが、店舗数はほとんど変動はない。これらのことから、沖縄県民には根強いヤギ料理愛好者の存在が示唆され、ヤギ肉は潜在的な需要を秘めていると思われる。

沖縄および東アジアにおけるヤギ肉の価格については、一般的に牛肉より安く、豚肉や鶏肉より高いという結果が示された。このことから、東アジアにおける畜産業に占めるヤギ飼育は、経済的に重要な位置にあると思われる。しかし、我が国におけるヤギは、特用家畜としての位置づけでしかなく、制度資金の活用や各種補助事業の適用が受けられず、不利な立場にある。このことはヤギの乳肉生産性向上の面からも改善すべきことと考える。

ヤギ汁(ヒージャー汁)は、沖縄のヤギ料理を代表する料理である。ヤギ汁は、東アジアのヤギ料理と異なり、胡椒、ターメリック(ウコン)、チリパウダー、クローブ(丁字)、シナモン、クミン、ローリエ(月桂樹の葉)などの香辛料を一切使用せず、ヨモギとショウガを薬味として用いるだけで、調味料はほとんど塩のみである。かつて、これらの香辛料は高価で貴重な貿易品であったため、その使用を抑制したと考えられている(金城 1982)。

一方、東アジア諸国のヤギ料理は、前述のような種々の香辛料を有効に活用し、ヤギ肉の消臭に工夫が凝らされている。このことが、沖縄と東アジア諸国のヤギ料理の大きな相違点である。

沖縄県民が、醤油を使えるようになるのは、明治以後である(金城 1982)。従って、ヤギの刺身が庶民に普及するのは、明治以後からと思われる。宮古、八重山地方ではヤギの刺身を酢みそ和えにするところもある。味噌の方が醤油よりも歴史は古く、ヤギの刺身の食べ方として、味噌和えが古いと思われる。沖縄県におけるヤギ処理方法の特徴は、放血後に全身の被毛を焼くことである。かつてはワラや枯れ草で焼いていたが、現在はガスバーナーを用いる。丁寧に焼いた後、水道水で洗浄しながらスティールタワシで焦げ目をこすり取る。このように焼いた皮付き肉は香ばしくて美味である。有色被毛の皮付き肉は他の獣肉と混同されやすいため、有色のヤギは白色に比して2~3割程度安く取引されている。そのため沖縄県では、ヤギの毛色は今後も白色化が進むと思われる。日本人は魚介類の刺身をはじめ、牛、馬や鶏などの畜肉、鯨、猪や鹿などの野生動物までも刺身として味わう民族である。これらのことから、ヤギの刺身の普及は、大きな可能性を秘めていると思われる。

ヤギの生血を利用する料理はベトナムにある(図5-35)。タイには豚の屠殺時に、凝固させた血液に、生の豚肉を刻んで入れるプディン状の料理がある(大城ら 1982)。このように、インドシナ半島では、家畜の血液に塩を入れ、固めて利用する食文化がある。かつては沖縄各地でも、家畜の生血を飲む風習があった。しかし、ヤギの血液を使ったチーイリチャーは、東アジア諸国では見かけなかった。

これまで述べてきたように、東アジア諸国には多彩なヤギ料理が存在し、多

くの国民に好まれ食されている。その理由は以下に述べるとおりである。ヤギ肉には宗教的タブーがなく、多くの人々に受容されている。また、ヤギ肉は地域のバザールで常時販売されており、比較的安価で入手し易い。ヤギ料理は親から子へと伝統的な家庭料理として、多くのレシピが受け継がれている。台湾、フィリピン、インドネシア、インドでは、屋台で安価なヤギ料理を食べることができる。さらに、ニンニク、ショウガ、カルダモン、ターメリックなどの香辛料や薬草を効果的に使用することにより、健康食として位置づけられ、多くの人々が好んで食している。

これらのことを参考にして、我が国におけるヤギ料理の普及推進のための方策を考察した。まず、ステーキや焼き肉など、料理の目的に合致した肉量の確保が期待できるボア一種による肉用ヤギの改良を推進することである。それにより得られた枝肉は、刺身用、汁用、焼き肉などの目的別にカットし、スーパーや肉屋で、常時購入可能なシステムを確立することである。また、ハーブや香辛料を活用し、若年層に好まれるカレーや高齢層に受容される漢方薬を併用したヤギ鍋などのレシピを紹介したり、試食と抱き合わせによる店頭販売を促進したりすることである。さらに、観光の魅力の1つにその地域の食文化を味わうことが挙げられる。沖縄の伝統的ヤギ料理、アジアのヤギ料理および新しいヤギ料理を提供する場を設けたり、土産品としての魅力あるヤギ肉関連加工品の開発を推進したりすることである。

飽食の時代にあって、食べ慣れないヤギ肉を全国展開することは至難である。それにはまず、これまで調査してきた東アジアのヤギ料理を研究し、新しいヤギ料理を開発し、沖縄から全国へ発信していくことが必要である。また、東アジア以外にもアラブ諸国やヨーロッパ諸国にもヤギ料理は存在する。アラブの

イスラム圏ではヤギは重要な家畜であり，その肉や乳は貴重な食料となっている．イラクには適当な大きさに切ったヤギの脳みそに香辛料をすり込み，鉄板に油をひいて炒めた脳みそ料理(Mukh)，トルコには角切りのヤギ肉をトマトやピーマンと交互に鉄串に刺し，焼いたシシ・ケバブがある(野沢 1984b)．ヨーロッパでもヤギは多く飼養され，子ヤギの肉は子羊と同様種々の料理の食材となっている．イタリアには子ヤギとグリンピースの白ワイン煮込み(図5-47)，子ヤギとジャガイモの煮込み(図5-48)料理がある(野沢 1984a)．



図5-47 子ヤギとグリンピースの
白ワイン煮込み 野沢(1984a)



図5-48 子ヤギとジャガイモの
煮込み 野沢(1984a)

肉用ヤギの改良を進め，生産性を向上させても，ヤギ肉消費やヤギ料理の普及が進展しなければ，ヤギ肉の価格は低迷し，ヤギ飼養農家の生産意欲は減退する．これまで主として，東アジアのヤギ料理について述べてきたが，世界各地には，多様なヤギ料理が存在する．これらを参考に日本人の味覚にあったヤギ料理を開発し，ヤギ肉の消費を拡大させることが，肉用ヤギの生産性向上にもっとも重要なことと考える．

要 約

我が国におけるヤギ肉の消費拡大を目的に、沖縄県、台湾、フィリピン、ベトナム、インドネシアおよびインドにおけるヤギ肉の消費形態やヤギ料理などを調査した。

沖縄県では、ヤギ肉は限られた専門店のみで販売されており、常時、購入できる態勢ではない。近年、県産ヤギ肉は漸減し、輸入ヤギ肉が増加している。ヤギ料理は、ヤギ汁、刺身、チーイリチャーが伝統的なヤギ料理である、

台湾のヤギ料理は、漢方薬を効果的に使用するので薬膳や健康食として、多くの人々に食されている。鍋物、炒め物、炙り焼など料理の種類は多い。ヤギ肉は専門店ですべて販売されている。また、各地に常設のヤギ料理店やヤギ料理の屋台がある。フィリピンでは、ヤギ肉は市場で常時購入でき、家庭でもよく利用されている。ヤギ料理専門店もある。ニンニク、タマネギおよびショウガなどを効果的に使用した炒め物、煮込みおよびスープなど多彩なメニューがある。韓国には、蒸しヤギ肉の鍋物やヤギ肉のしゃぶしゃぶ鍋などがある。ニンニク、唐辛子などを多用する。ヤギ肉は、以前は薬用として利用されていたが、今日では食用として好まれている。しかし、ヤギ肉は専門店ですべて入手できない。ベトナムでは、ヤギ肉はよく利用されており、市場で容易に入手できる。香辛料やハーブを効果的に使用した鍋物、炒め物など多彩なヤギ料理がある。インドネシアには、ヤギ肉の串焼き、ヤギ肉入りの焼きそばや炒飯、カレーなど多彩なヤギ料理があり、多くの人々に食されている。ヤギ肉は市場で購入できる。また、屋台のヤギ料理は人気がある。インドでは、ヤギ肉はヒンズー教

徒やイスラム教徒の両宗教に許容される重要な食肉であり，カレーとして食されている．このように，東アジア諸国のヤギ料理は，ニンニク，タマネギやおよびショウガなどの根菜類や漢方薬，香辛料およびハーブなどを効果的に使用し，家庭料理として，また，専門料理店や屋台でも食されている，

ヤギ肉の消費拡大のためには，ヤギ汁，刺身およびチーイリチャーなどの伝統的なヤギ料理を守りながら，東アジアのヤギ料理を参考に，ステーキ，焼き肉，串焼き，カレー，シチューなどの新しいヤギ料理を開発し，普及を図ることが重要と思われる．

第6章 総合考察

過去80年以上にわたり沖縄在来ヤギは、日本ザーネン種による累進交配で改良されてきている。現在の沖縄肉用ヤギへの日本ザーネン種の遺伝子の移入率を10島嶼、11集団について、毛色、角、肉髯および副乳頭の4外部的遺伝形質から求め、表2-2に示した。その結果、形質間で移入率の違いはあるが、4形質を平均すると伊平屋島は50%、与那国島は52%と低かったのに比し、宮古島は91%、沖縄島北部および中南部は、それぞれ89%、77%と高かった。沖縄全体では平均69%となった。その結果、日本ザーネン種の遺伝子の移入率が低い島は過疎の島で、移入率の高い島は人口や観光客が多く、ヤギ肉の需要が多い島であった。このように島間にはザーネン種の移入率に差が認められ、2極化が進んでいることが示唆された。このことは、ヤギ肉の消費拡大が、ヤギの改良につながることを示している。また、沖縄在来ヤギは長期にわたり日本ザーネン種により改良が進められてきているが、それにもかかわらず今回の調査では、30年前の新城ら(1978a)の調査よりわずか2%の伸びであった。その理由は、日本ザーネン種やそれに近い交雑種は、腰麻痺や乳房炎に罹りやすく淘汰される機会が多いためと考えられている(新城ら 1978a, 新城 1979)。

日本ザーネン種の累進交配により、15kgほどの小柄で有色だった沖縄在来ヤギを大型化し、県民が好む清潔感のある白色化に日本ザーネン種の遺伝子は大きく影響を及ぼした。その反面、日本ザーネン種の遺伝子の流入により、沖縄在来ヤギの特長であった周年繁殖は弱められ、繁殖季節が明確化したと考えられている(新城と當真 1984)。このことは、肉用ヤギの繁殖面からはマイナス要

困であり，周年繁殖をする肉用ヤギが求められている．また，沖縄肉用ヤギは乳用種である日本ザーネン種により，改良が進められてきた結果，ある程度大型化した，前駆と後駆は依然として貧弱である．今後，体重の斉一性を高め，体幅を広くすることが望まれる(寺田ら 1991)．また，沖縄肉用ヤギの枝肉の歩留まりは，雌が48%，雄が53%と低く(新城ら 1978a)，今後は，柔らかくて風味のある肉質に加え，ステーキや焼き肉などの新しい料理に対応できる枝肉の歩留まりが高く，肉量の多い新しいタイプの肉専用種の作出が求められている．

そのため，新たな肉専用ヤギの作出を目指し，JAおきなわ宜野湾支所ヤギ部会の有志が，1999年に米国からボア一種の雌9頭，雄2頭を導入した．本研究では，これらを始祖集団として繁殖した沖縄島中南部のボア一種について，月別分娩頭数，産子数，外部形態的遺伝形質および体型測定調査を行った．その結果，雌雄の肩端幅はそれぞれ19.7，23.0cm，胸幅はそれぞれ20.1，20.7cm，胸囲はそれぞれ84.8，91.3cmであった．ボア一種は，沖縄肉用ヤギに比較し，前駆が大きく体幅があった，体重との相関係数はボア一種の雌で，肩端幅が0.907，胸幅が0.933，胸囲が0.974であった．これに比して，沖縄肉用ヤギはそれぞれ，0.502，0.526，0.866で，いずれもボア一種が高かった．また，体重の体高比では，ボア一種の雌雄がそれぞれ，67%，88%に比し，沖縄肉用ヤギでは55%，51%と著しく低い．このことからボア一種は，日本ザーネン種で改良された従来の沖縄肉用ヤギとは異なり，肉量の多い，新しいタイプの肉用ヤギである．米国では，ボア一種×スパニッシュ種，ボア一種×アンゴラ種の交配種の方がそれぞれの純粋種より，枝肉重量や肉質などが向上し，肉用ヤギのF₁の利用には，ボア一種が有望であると報告している(Cameron *et al.* 2001)．このようにボア一種は，米国や多くの国々においても他の品種との交配に活用さ

れ、肉用ヤギの交雑育種に寄与している。ボア一種の肉は脂肪が少なく、肉汁が豊富で柔らかく美味である(ABGA 1999, 三上 2006)。このように肉用種として種々の特長を持つボア一種により、沖縄肉用ヤギの改良は、大きく前進するものと思われる。

一方、沖縄と地理的、歴史的、文化的に関わりが深いアジアでは、2002年現在、世界のヤギの飼養頭数の約63%(FAO 2003)が飼養されており、ヤギ肉は重要な食肉として位置づけられている。また、調査した東アジアの国々には、多種多様なヤギ料理が存在し、それぞれの多くの国民に食されている。ヤギ肉の消費拡大を全国展開していくためには、東アジアやヨーロッパのヤギ料理を研究し、新しいヤギ料理を開発することが重要と思われる。近年、沖縄県は観光地として注目され、本土や外国から観光客が多く訪れる。観光の目的の1つに、その地域の食文化を体験することがあげられる。沖縄の伝統的なヤギ料理は、初心者でも安心して食べられるように量を少なくし、安く提供する。また東アジアのヤギ料理は香辛料を少なめにし、県産ハーブを使用するなどの工夫を凝らすことにより、貴重な観光資源となる可能性があると思われる。

我が国の食肉市場には、国内産や外国産を問わず、牛肉、豚肉、鶏肉など主要な食肉が流通している。しかし、ヤギ肉はほとんど見かけることはない。その理由として、ヤギ肉を食する習慣がない。ヤギ肉には独特の臭いや硬さがある。料理の用途に合った肉量が確保できない。他の食肉に比して比較的単価が高い。ヤギ肉料理のレシピが知られていないことなどが考えられる。

ヤギ肉の消費拡大策として、Ozawa *et al.*(2005)は、ヤギ肉の臭いや硬さなどのイメージの改良と調理レシピの抱き合わせ販売が効果的であり、ヤギロース肉普及策を検討すべきであると提言している。このような視点から、例えば、

薬草や漢方薬を効果的に使用した健康食としてのヤギ料理，若年層が好む串焼き，カレーやシチューにアレンジしたヤギ料理，ステーキや焼き肉などの新しいヤギ料理を開発し，消費を拡大することが重要と思われる．

他方，これまで沖縄県におけるヤギ乳に関する報告はほとんどない．そこで本研究では，亜熱帯地域である沖縄県におけるヤギ乳の生産振興と消費拡大を図るための基礎的知見を得ることを目的に，乳用ヤギの泌乳量と乳成分の年間変動を調査した．その結果，羽衣牧場における年間総泌乳量は14,285kgであった．これは，ほぼ同規模である長野牧場の39,069kgに比して著しく少ない．その理由は，長野牧場は放牧場を有し，適当な運動と青草給与が可能であること，搾乳ヤギは1産～3産の若ヤギを利用しているのに対し，羽衣牧場は初産～6産と幅があった．また，長野牧場はほとんどが日本ザーネン種であるのに対し，羽衣牧場は，アルパイン種，日本ザーネン種，トッゲンブルグ種やこれらの雑種を利用していた．さらに，羽衣牧場は子ヤギの育成に当たり，自然哺乳と人工哺乳を組み合わせているのに対し，長野牧場はすべて人工哺乳であった．このような飼育管理技術の差が要因と思われる．また，4月～10月までの7ヵ月間をブールした泌乳量は11,845kgで，年間総泌乳量の83%を占めることが明らかとなった．年間を通し安定した乳量を確保するためには，ホルモン処置による発情誘起(Freitas *et al.* 1997, Simonetti *et al.* 2000, Medan *et al.* 2002)が効果的と思われる．また，羽衣牧場の月ごとの乳脂率は，4月～11月の8ヵ月間は3%以下，無脂固形分率は，4月～11月の8ヵ月間は7%台で推移した．このように，夏季における乳成分は，乳等省令の基準値に達しない低い値が示された．泌乳量や乳成分は品種によっても差が大きい(青木 1998)，ヨーロッパ原産のヤギを熱帯で飼育すると乳成分は低下するとの報告もあり(Jennes 1980)，亜熱帯

地域である沖縄に適した品種の選定および優良個体の選抜や飼養管理技術の向上など追究の余地はある。しかし、羽衣牧場や長野牧場のデータから判断し、乳等省令の基準値の見直しは必要と思われる。

また、羽衣牧場では生乳、ヨーグルト、チーズ、石鹸などを製造販売しているが、今後は亜熱帯沖縄の夏に期待できるアイスクリームやアイスキャンディーなどの新製品、栄養価の面から大きく期待されているヤギ乳バターなどを開発し、消費を拡大することが重要と思われる。

ヤギの乳肉およびこれらの加工品が、一般食品または商品として多くの人々に受け入れられれば農家の生産意欲が高まる。このことにより、ヤギの改良が促進され、乳肉生産性向上が図られる。その結果、良質な製品が市場に流通し、消費が伸びるという構図を組み立てることがヤギの乳肉生産性向上にとって重要なことと考える。

総 括

本論文の目的は、ヤギの乳肉およびそれらの製品の消費を拡大し、ヤギ文化を広く普及することにより、農家の生産意欲を高めようとするものである。そのことによりヤギの改良が促進され、乳肉生産性向上が図られる。本研究で得られた成果は以下のようにまとめられる。

第1章では、沖縄へのヤギの来歴、沖縄在来ヤギの改良の歴史、沖縄におけるヤギの飼養実態について概略を述べた。

第2章では、沖縄在来ヤギを改良するため、日本ザーネン種が沖縄県に導入されて以来80年以上経過している。そこで、沖縄肉用ヤギを11集団に分け、毛色や角などの4外部的遺伝形質から表現型頻度と遺伝子頻度を求め、沖縄肉用ヤギへの日本ザーネン種の遺伝子の移入率などについて集団遺伝学的に検討した。調査したヤギは5ヵ月齢以上の雌雄合計1,338頭であった。その結果、沖縄肉用ヤギの外部形質に関する遺伝子頻度は、有色 $q_i=0.377$ 、肉髯なし $q_w=0.860$ 、有角 $q_p=0.781$ であり、毛髯と副乳頭の出現割合はそれぞれ65%と16%と推定された。これらの4形質について、島別の沖縄肉用ヤギ集団への日本ザーネン種の移入率を推定すると、形質間で移入率の違いはあるが、平均すると伊平屋島は50%、与那国島は52%と低かったのに比し、宮古島は91%、沖縄島北部は89%、沖縄島中南部は77%と高かった。沖縄全体では平均69%となった。島間にはザーネン種の移入率に差が認められ、2極化が進んでいることが示唆された。日本ザーネン種の遺伝子の移入率が低い島は過疎の島で、移入率の高い島は人口や観光客が多くヤギ肉の需要が多い島であった。ヤギ肉の消費拡大が、ヤギ

の改良につながることを示唆している。

第3章では、沖縄県中南部で飼養されているボア一種について、月別分娩数、産子数、外部形態的遺伝形質および体型を調査した。沖縄肉用ヤギを改良するため、1999年に米国より輸入されたボア一種は、雌9頭、雄2頭の計11頭であった。ボア一種は、すべての個体が白色に頭頸部が茶褐色であった。また、雌雄ともすべて有角で肉髯は有していなかった。しかし、副乳頭と雌の毛髯には変異がみられた。雌雄の体重はそれぞれ44.7kg、67.7kg、体高は66.6cm、76.3cm、胸囲は84.8cm、91.3cm、肩端幅は19.7cm、23.0cmで前駆が発達し、体幅があった。測定した13部位について相関係数を算出した結果、体重との相関が高かった部位は、胸囲、胸幅、腰角幅であった。これらのことから、ボア一種はこれからの肉用ヤギに求められているタイプであると思われる。そのため、肉用ヤギの改良に、ボア一種は貢献するものと思われる。

第4章では、沖縄県における乳用ヤギの泌乳量と乳成分の月ごと変動について、沖縄島中部の羽衣牧場の乳用ヤギを対象に調査した。その結果、年間総泌乳量は14,285kgであった。しかし、4月～10月までの7ヵ月間の合計泌乳量は、11,845kgで、年間総泌乳量の83%を占めることが判明した。1日1頭当たりの平均泌乳量は0.86kgで、1日平均総泌乳量は39kgであった。一方、乳脂率は4月～11月は約2%と低いが、12～3月は3%台に回復した。無脂固形分率は4月～11月は7%台であったが、12月～1月は8%台に回復した。また、気温と泌乳量、乳脂率および無脂固形分率の相関係数を算出した結果、泌乳量とは0.964と正の高い相関であった。しかし、乳脂率とは-0.935、無脂固形分率とは-0.820といずれも負の高い相関であった。以上のことから、沖縄県における乳用ヤギ生産経営の課題として、夏季の乳成分向上と冬季の乳量増加対策が明らかとなった。

第5章では、東アジアにおけるヤギの飼養実態、ヤギ肉の流通形態、ヤギ料理の実態を調査した。同地域におけるヤギの飼養頭数およびヤギ肉の生産量は年々増加傾向にある。このように、ヤギ肉は東アジアの人々にとって重要な食肉である。ヤギ肉がアジアで普及している理由として、キリスト教徒、イスラム教徒、ヒンズー教徒にとってヤギ肉は、禁忌の食肉ではないことが、もっとも大きな要因と思われる。また、アジアは、香辛料、薬草やハーブなどの産地である。これらを効果的に使用することにより、ヤギ料理は健康食として位置づけられ、多くの国民に食されている。また、ヤギ肉はバザールで常時、購入できる態勢にあり、ヤギ肉は家庭料理として広く利用されている。さらに、東アジアの国々では屋台や外食文化が発達しており、ヤギ料理は比較的低価格で食することができる。一方、我が国におけるヤギの飼養頭数は、年々減少傾向にある。しかし、沖縄県におけるヤギ肉の需給は、屠畜頭数が減少した分量を、輸入ヤギ肉で補完している。また、ヤギ料理店も以前と変わらない店舗数を維持している。これらのことから、沖縄県では、ヤギ肉は潜在的な需要を秘めていると思われる。ヤギ肉の消費拡大のためには、伝統的なヤギ料理を守りながら、新しいヤギ料理を開発し、普及を図ることが重要と思われる。そのためには前述した東アジアのヤギ料理を研究することが重要と思われる。

第6章では、第1章から第5章までに得られた結果を総合的に考察した。ヤギの乳肉およびそれらの加工品の消費が伸びることにより、農家の生産意欲が高まる。それに伴いヤギの改良が促進され、乳肉生産性向上が図られる。その結果、市場には低コストで良質な乳肉およびそれらの加工品が流通し、消費が伸びるといった構図の組み立てが、ヤギの乳肉生産性向上にとって重要であるとの結論に達した。

S U M M A R Y

Okinawa already has the highest number of breeding goats in Japan and has a culture of using goats as a source of meat. However, in recent years there has been a decreasing trend in the number of goats produced in the region. Because of this, research was conducted on the types and genetic traits of meat producing goats in Okinawa in order to restore the goat population. The research also clarified the process of improvement and the actual state of meat and milk consumption. In addition to this, the types of goat dishes consumed in East Asia were surveyed and compared to the food culture in Okinawa.

It has been 80 years since the Japanese Saanen were brought into Okinawa prefecture to improve the Okinawa meat goats. Morphogenetic characters of the Okinawa meat goats were analyzed using 1,338 goats of approximately 5 months of age and older belonging to eleven populations raised on ten different islands. The frequencies of genes for colored coat (i), Wattleless (w) and horned (p) were $q_i=0.377$, $q_w=0.860$ and $q_p=0.781$ respectively. The phenotype frequencies of goats with beards and with supernumerary teats were 65% and 16% respectively. At present, the migration rate of the Japanese Saanen into the Okinawa meat goats is calculated by 4 morphogenetic characters. The average gene flow from the Japanese Saanen into the Okinawa meat goats was 69% as a whole. The

migration rate into the goats in Iheya (50%) and Yonaguni Island (52%) was lower than those in other islands, while the rate in Miyako (91%), North Okinawa (89%), South-Central Okinawa Island (77%) was high. There is a noticeable polarized gap developing between the islands. The possibility of selection in coat color, wattles, horns and supernumerary teats was analyzed and the results showed that horned (p) and lacking supernumerary teat genes were positively selected.

A hybrid breed of the native Okinawa goat and the Japanese Saanen breed, meat producing goats in Okinawa have undergone continual improvement for the last 80 years. The goats are unexpectedly small with the male and female weighing 33kg and 31kg respectively. The goats with the closest genetic links to the Japanese Saanen are susceptible to cerebrospinal filariasis and mastitis and therefore the chance of them being culled is higher. In order to compensate for this shortcoming, 9 female and 2 male Boer goats were imported from the USA in 1999 to improve Okinawa meat goats. The Boer goats in Okinawa were investigated to ascertain delivery season, number per litter, morphogenetic characteristics and body measurement. Both Boer goats and Okinawa meat goats had a peak delivery period ranging from January to April. There was no difference between the two groups. The Boer goats had a shortened breeding season and there were no kids delivered from August to October. On the other hand, Okinawa meat goats had a low delivery rate from May to December and exhibited slow but constant breeding throughout the

year. Average litter sizes of Boer and Okinawa meat goats were 1.6 and 1.0, respectively. The coat color of the Boer goats was white with a brown face, neck and horns. The animals had no wattles. However, the supernumerary teats and beard of the female goats were variable. The average body weight, withers height, chest girth and shoulder point width in females and males were 44.7, 67.7kg ; 66.6, 76.3cm : 84.8, 91.3cm : 19.7, 2.0cm, respectively. The phenotypic correlations were calculated between every possible pair of 13 traits in both the females and males. Significantly high correlations between body weight and chest girth, chest width and hip width were obtained. The Boer goats are different to local goats in that their forequarters are well developed, they grow well, they are broad and deep in the chest with high body weights, meaning their dressed carcass ratio is also high. Because of this, significant changes are expected among the population of Okinawa meat producing goats.

Goat meat dishes in Okinawa are simple with the most popular being soup. The meat is also eaten both raw and in fried dishes. The fact that younger generations increasingly shun goat meat is however, cause for concern. Therefore, in order to increase the acceptance of goat meat consumption in Japan, a survey of East Asian goat meat dishes was carried out.

Goat meat is used in a variety of dishes in East Asia including flame broiled ribs from young goats in Taiwan, goat meat in the Philippines is eaten as a mixed stew, it is casseroled in Korea, fried with lemon grass in

Vietnam, kabobs in Indonesia, and used in curry in India. Due to religious beliefs, goat meat is of particular dietary importance in areas with large Hindu and Muslim populations such as India and Indonesia. It is thought that goat meat dishes such as kababs, casseroles with Chinese herbs, and curry need to be introduced to Okinawa. Introduction of a variety of new dishes to menus could be expected to drive an expansion of demand for goat meat.

The recent years, goat milk has been gaining popularity again because of its low allergenic properties. Goat cheese and yogurt are also gaining favor.

Monthly changes of milk production and composition were investigated on goats in Hagoromo farm located in the central area of Okinawa Island from April, 2006 to March, 2007. The number of animals daily milked changed from 15 to 60 through the year. The total of Milk yield was 14,285 kg a year, but 83% (11,845 kg) of yearly total milk production was during 7 months from April to October. The average milk yield was 39 kg/head/month. The average milk yield was 0.86 kg/head/year. Milk fat content decreased to below 3% from July to November but improved to above 3% from December to March. Additionally NSF decreased to below 8% from June to November but improved to above 8% from December to January. The correlation was between temperature, milk fat and NSF.

Temperature had significantly and negatively correlated with milk fat content ($r=-0.935$, $p<0.01$) and NSF content ($r=-0.820$, $p<0.01$), but positively correlated with daily milk yield ($r=0.964$, $p<0.01$). Pursuit of improvements in

milk yield during winter and composition during summer are the problems which confront farmers in the daily management of goat production in Okinawa.

It is thought that the development of highly productive meat producing goats, new dishes to suit modern tastes, development of low cost goat based products, and the stabilization of milk production and milk component yield would help increase the number of goats and positively contribute to goat production in East Asia.

Farmer's willingness to produce will rise if the risks are low, and if goat's milk, meat, and these finished goods are widely accepted as everyday consumables. The demand for goat products drives the need for improvement of the breeds. Without sufficient demand there is no need to improve the overall productivity of the goats. Therefore, quality products are needed to stimulate market demand and drive improvement and expansion in the industry.

These factors are considered to be most important in order to improve the productivity of the goat.

謝 辞

本研究の遂行並びに本論文の作成に当たり，終始ご懇篤なるご指導とご鞭撻を賜りました新城明久教授(主指導教官，琉球大学農学部)に衷心より深く感謝いたします．

また，本研究を遂行する上で，数々のご助言を賜りました砂川勝徳教授(第一副指導教官，琉球大学農学部)並びに中西良孝教授(第二副指導教官，鹿児島大学農学部)に厚くお礼を申し上げます．

そして，本論文の審査に当たり，有益なご助言とご高閲を賜りました鹿児島大学農学部前田芳實教授および佐賀大学農学部和田康彦教授に深謝いたします．

さらに，本研究を推進するに当たり，貴重な資料のご提供やご助言を賜りました独立行政法人家畜改良センター長野牧場の藤田 優業務課長，供試ヤギをご提供頂いた(株)はごろも牧場の新城将秀社長並びに乳成分の分析をご快諾された沖縄県酪農農業協同組合生乳検査課香村 直係長に心より感謝の意を表します．

なお，東アジア諸国におけるヤギ肉の消費形態およびヤギ料理の調査は，社団法人沖縄県対米請求権事業協会の平成15年度地域振興助成事業の助成を受けて実施したものである．ここに記して感謝の意を表します．

引用文献

- American Boer Goat Association(ABGA). 1999. *Outstanding Characteristics*. Pamphlet, ABGA, San Angelo, Tx.
- 青木孝良 . 1998 . 原料乳の成分特性 . 中澤勇二 , 細野明義編 . p45 . 新説チーズ科学 . 東京 .
- Asdell S.A, Smith ADB. 1928. Inheritance of color, beard, tassels and horns in the goat. *The Journal of Heredity* 19, 425-430.
- Cameron M.R, Luo J, Sahlu T, Hart S.P, Coleman S.W, Goetsch A.L. 2001. Growth and slaughter traits of Boer × Spanish, Boer × Angora, and Spanish goats consuming a concentrate-based diet. *Journal of animal Science* 79, 1423-1430.
- Devendra C, Nozawa K, 1976. Goats in South East Asia - their status and production. *Z. Tierzucht. Zuchtgsbiol* 93, 101-120.
- Eaton O.N. 1945. The relation between polled and hermaphroditic characters in dairy goats. *Genetics* 30, 51-61.
- Erasmus J.A. 2000. Adaptation to various environments and resistance to disease of the Improved Boer goat. *Small Ruminant Research* 36, 179-187.
- FAO. 1987. Production Yearbook 41, 247-248. Rome.
- FAO. 2003. bulletin of STATISTICS 4, 85-115. Rome.

- Freitas V.J.F, Baril G, Saumande J. 1997. Estrus synchronization in dairy goats : Use of fluorogestone acetate vaginal sponges or nor gestomet ear implants. *Animal Reproduction Science* 46, 237-244.
- 外務省編集協力 . 2007 . 世界の動き 708 , p9 . 世界の動き社 , 東京 .
- Greyling J.P.C. 2000. Reproduction traits in the Boer goat doe. *Small Ruminant Research* 36, 171-177.
- 長谷川 明 . 1988 . インド神話入門 pp59-61 . 新潮社 , 東京 .
- 平川宗隆 . 2003 . 沖縄のヤギ文化史 . pp52-53 . ボーダーインク . 沖縄 .
- 平川宗隆 . 2004 . 世界のヤギ料理屋台村構想 , 山羊の出番だ pp11-26 . 沖縄山羊文化振興会 . 沖縄 .
- 伊波盛誠 . 1979 . 琉球動物史 pp31-32 . ひるぎ書房 , 沖縄 .
- Jenness R, 1980. Composition and characteristics of goat milk : review 1968-1979. *Journal of Dairy Science* 63, 1605-1630.
- 加茂義一 . 1973 . 家畜文化史 pp775-823 . 法政大学出版局 , 東京 .
- 鹿野忠雄 . 1930 . 紅頭嶼ヤミ族の山羊の崇拜に就て , 人類学雑誌 45 , 41-45 .
- 河原 聡 . 1999 . 山羊を見直す - 全国山羊サミット(9) 山羊乳と食品アレルギー , 畜産の研究 53 , 29-32 .
- 木村春子 , 高橋登志子 , 鈴木 博 , 能登温子(編著) . 1988 . 中国食文化事典(中山時子監修) p303 . 角川書店 , 東京 .
- 金城須美子 . 1982 . 史料にみる産物と食生活 , 新沖縄文学 54 , 62-73 .
- 国立社会保障・人口問題研究所編 . 2007 . 人口の動向 日本と世界 pp20-21 . 厚生統計協会 . 東京 .
- 近藤恭司 . 1952 . 山羊間性の遺伝学的研究 . 間性遺伝子ホモの雄の生殖能力

- 及び間性遺伝子の淘汰について . 農業技術研究所報告G(畜産) 10, 107-117 .
- Lush J.L. 1926. Inheritance of horns, wattles, and color in grade Toggenburg goats. *The Journal of Heredity* 17, 73-91.
- Malan S.W. 2000. The improved Boer goat. *Small Ruminant Research* 36, 165-170.
- 万年英之 . 2004 . 家畜ヤギの起源と系譜 , 在来家畜研究会報告 21, 313-325 .
- Margrete E. Kari K. Harald V. Knut H. 2006. Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. *Small Ruminant Research* 63, 1-11.
- Mason I.L. 1984. Evolution of domesticated Animal. Longman. London.
- Medan M, Shalaby A-H, Shalawy S, Watanabe K, Taya K. 2002. Induction of Estrus during Non-Breeding Season in Egyptian Baladi Goats. *Journal of Veterinary Science* 64, 83-85.
- 宮古畜産史編集委員会編 . 1984 . 宮古畜産史 pp28-29 . 宮古市町村会 . 沖縄 .
- Morand-Fehr P, Fedele V, Decandia M, Frileux Le Y. 2007. Influence of feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68, 20-34.
- 三上仁志 . 2006 . ポーア , 世界家畜品種辞典(正田陽一監修) p237 . 東洋書林 , 東京 .
- 根岸八郎 . 1943 . 乳用山羊 . pp54-78 . 満蒙開拓少年義勇軍訓練所 , 茨城 .
- Nozawa K. 1970. Population genetics of farm animals . Statistical analyses on the polymorphic populations of goats in Southwestern

- Island of Japan. *The Japanese Journal of Genetics* 45, 45-57.
- Nozawa K, Shinjo A, Shotake T. 1978. Population genetics of farm animals.
. Blood-protein variations in the meat goats in Okinawa Islands of
Japan. Sonderdruck aus Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungs-
biologic, 95, 60-77.
- Nozawa K, Tsunoda K, Amano T, Namikawa T, Tanaka K, Hata H,
Yamamoto Y, Dang VB, Phan XH, Nguyen HN, Nguyen DB, Chau BL.
1998. Gene-constitution of the Native Goats of Vietnam. 在来家畜研究
会報告 16, 91-104 .
- 野澤 謙, 西田隆雄 . 1981 . 家畜と人間 pp170-203 . 出光書店 , 東京 .
- 野澤 謙 . 1986 . 東および東南アジアにおける在来家畜の起源と系統に関する
遺伝学的研究 , 在来家畜研究会報告 11, 1-35 .
- 野沢 敬編 . 1984a . 朝日百科 世界の食べもの 第3巻 pp64-72 . 朝日新聞社 ,
東京 .
- 野沢 敬編 . 1984b . 朝日百科 世界の食べもの 第5巻 p38 . 朝日新聞社 , 東京 .
- 大石孝雄 . 1994 . ヤギ乳の利用 , めん羊・山羊のガイドブック pp68-69 . 日本
緬羊協会 . 東京 .
- 大木嶺二 . 2007 . 世界統計白書(2007年度版) p554 . 大木書店 , 東京 .
- 大城精徳 , 高良倉吉 , 比嘉政夫 , 又吉盛清 , 宮城篤正 . 1982 . 座談会 食文化の
交流 新沖縄文学 54 , 14-27 .
- 沖縄県農林水産部畜産課 . 1974 . 1984 . 1994 . 沖縄の畜産 . 沖縄 .
- 沖縄県農林水産部畜産課 . 2007 . 統計資料 . 沖縄 .

- Ozawa T , Nishitani J , Odake S , Lopez-Villabos N , Blair H.T. 2005.
Goat meat acceptance in Japan : Current situation and future
prospects. *Animal Science Journal of Japan* 76, 305-312.
- Prasad H, Sengar O.P.S. 2002. Milk yield and composition of goats breed
and its crosses with Jamnapari, Beetal and Black Bengal. *Small
Ruminant Research* 45, 79-83.
- Prasad H, Tewari HA, Sengar OPS. 2005. Milk yield and composition of
the beetal breed and their crosses with Jamunapari, Barbari and
Black Bengal breeds of goat. *Small Ruminant Research* 58, 195-199.
- 琉球政府文教局 . 1963 . 琉球史料 第8巻 pp1-23 . 琉球政府文教局 . 沖縄 .
- 崔 順浩 . 2005 . 山羊の生産性向上に関わる要因 , 全国山羊ネットワーク会報
ヤギの友 12 , 28-29 .
- Simonetti L, Blanco M.R, Gardon JC. 2000. Estrus synchronization in ewes
treated with sponges impregnated with different doses of
medroxyprogesteron acetate, *Small Ruminant Research* 38, 243-247.
- 新城明久 , 宮城 満 , 下地孝志 . 1978a . 沖縄肉用ヤギの飼養実態 , 外部形態
的遺伝形質および体型 . 日本畜産学会報 49, 413-419 .
- 新城明久 , 宮城 満 , 下地孝志 . 1978b . 沖縄肉用ヤギにおける体型の島嶼比
較と小型ヤギの育種の可能性 . 琉球大学農学部学術報告 25, 361-372 .
- 新城明久 . 1979 . 沖縄肉用ヤギの雑種化に関する遺伝学的分析 . 日本畜産学会
報 50, 614-622 .
- 新城明久 , 當真正徳 . 1984 . 日本ザーネン種と沖縄肉用山羊の分娩季節と産子

- 数．日本畜産学会報 55, 377-380.
- 新城明久．1994．山羊肉の利用，めん羊・山羊のガイドブック pp70-77．日本
緬羊協会．東京．
- 新城明久，砂川勝徳．1996．沖縄県の山羊と肉利用，めん羊・山羊技術ガイド
ブック(近藤和彦，星井静一監修) pp179-183．日本緬羊協会．東京．
- 新城明久編．1999．第2回 全国山羊サミット in 沖縄．琉球応用生物 13，
1-40．
- 新城明久．2004．ノンパラメトリック法．pp50-53．金城印刷，沖縄．
- 新里銀徳．1982．畜産業，沖縄県農林水産行政史 第12巻(沖縄県農林水産行政
史編集委員会編)．pp635-657．農林統計協会．東京．
- 食品品衛生研究会編．2005．食品衛生小六法(平成18年度版)．pp161-231．新日
本法規出版．愛知．
- 田中桂一，佐藤響太．2006．ヤギ乳はヒトにやさしいーヤギ乳と牛乳の比較ー．
北海道畜産学会報 48，79-84．
- 鄭 銀淑．2006．韓国の美味しい町 p108．光文社，東京．
- 寺田直樹，笹沼清孝，新城明久．1991．沖縄肉用山羊の体重に及ぼす体型測定
値の影響，成長 30，97-104．
- 渡嘉敷綏宝，1984．沖縄の山羊．pp12-162．那覇出版社，沖縄．
- 渡嘉敷綏宝．1986．山羊，沖縄県農林水産行政史 第5巻(沖縄県農林水産行政
史編集委員会編)．pp323-341．農林統計協会．東京．
- 當山眞秀．1979．沖縄県畜産史．pp241-296．那覇出版社．沖縄．
- 上原 幸，長命洋佑，大石風人，名倉義夫，藤田 優，熊谷 元，広岡博之．
2007．日本ザーネン種ヤギにおける泌乳曲線のパラメーターに与える要

因 . 日本畜産学会報 78, 139-145 .

饒平名知市 . 1982 . 畜産業 , 沖縄県農林水産行政史 第12巻(沖縄県農林水産行政史編集委員会編) . pp72-90 . 農林統計協会 . 東京 .

Zeuner F.E. 1963. A History of Domesticated Animals. p560. Harper & Row Publishers, New York.

イタリア

子ヤギとグリーンピースの白ワイン煮込み(Capretto con piselli all'uovo)

子ヤギのぶつ切りをタマネギと炒め，グリーンピースを加え，白ワインとだし汁で煮込み，最後に溶き卵に刻みパセリとおろしチーズを入れたものをさっとかける．昔からナポリで復活祭に食べる料理の1つ．



図51 子ヤギとグリーンピースの白ワイン煮込み



図52 子ヤギとジャガイモの煮込み

子ヤギとジャガイモの煮込み(Grassatu)

角切りにした子ヤギの肉に塩コショウしておく．鍋にオリーブ油を入れ，タマネギを炒め，その中に肉を入れ，ニンニク，パセリ，ペコリーノチーズの小さな固まりを入れて一緒に煮込み 途中でジャガイモの角切りを加える．

子羊の丸焼き

1歳未満の子羊を串に刺して炙り焼にする。したたり落ちる脂をすくって、また子羊に塗るので目が離せない。完全に焼けると大型ナイフで身をこそぎ取り、塩コショウで味付けして食べる。説明書では子羊となっているが子ヤギも利用されていると思われる。



イタリアでは復活祭にはヤギ肉がよく利用されているが、ギリシャでも復活祭と羊肉は密接な関係にある。中でも子羊の丸焼きは最高とされている。当然子ヤギの肉もその範疇と考えられる。

イギリス

ハギス(羊の内臓の煮込み料理)

羊の胃袋に臓物を詰めたスコットランドの伝統的な煮込み料理。胃袋をきれいに洗って一晩冷水に漬けてたり、詰め物にする羊の心臓，肺，肝臓などを2時間かけて干して漬け汁に一晩漬け込んだり，下ごしらえに手間がかかる料理。これらの内臓を刻んだものとタマネギ，オートミール，スエットに塩，コショウ，ナツメグなどの香辛料を混ぜ合わせて胃袋に詰め，絶えず湯がかぶっている状態で破裂しないように時々針で突き刺しながら3時間程かけてゆであげる。



朝日百科 世界の食べ物 3 イタリア，スペイン，ポルトガル，イギリス

野沢 敬編 朝日新聞社 1984

イラク

ヤギ・羊の脳みそ料理(Mukh)

食べやすい大きさに切った羊やヤギの脳みそにいろいろな香辛料をきか

せ，厚い鉄板に油をひいて炒めたもの．

トルコ

シシ・ケバフ

トルコの代表的な焼き肉料理の 1 つである．角切りの羊(ヤギ)肉を鉄串に刺し，炭火で焼くのが一般的であるトマトやピーマンと肉を交互に刺し，焦がさないように焼く．

ドイツの伝統的な料理に煮込み料理があげられる．肉をよく焼いてから，野菜とともにゆっくり煮込む料理である．その中に羊肉のアイントプフ (Hammelfleisch-Eintopf)がある．羊肉とタマネギ，キャベツ，塩，コショウで味付けして煮あげる．タイムとローリエの葉で香りが付けてある．寒い日に食べると身体が温まる．

グルジアでは羊やヤギ肉がよく利用されている．アルメニアでは羊が特に好まれている．羊肉入りの水餃子や羊肉のかたまりをビールやワインで煮込んだ料理がある．これらの料理もヤギ肉と捕らえることができると思われる．また，アゼルバイジャンでは羊の挽肉の中に米，ニンニク，卵，塩，コショウを加えてよくこね，大きめの団子にまとめ，ジャガイモ，タマネギ，グリーンピースをバターでさっと炒め，ローリエ，サフランとともに肉のブイヨンで煮込むキュフタ・ボズバシュという羊(ヤギ)料理がある．