

総 説

## 屋久島におけるヤクシカの個体群動態と人為的攪乱の歴史とのかかわり

辻野 亮<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>奈良教育大学自然環境教育センター

### Relationship between population dynamics of sika deer and history of anthropogenic disturbances in Yakushima Island, Japan

Riyou Tsujino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Natural Environment Education, Nara University of Education

**要旨**：屋久島では、近年ヤクシカ (*Cervus nippon yakushimae*) が増加したために農林業被害や森林植生変化、希少種絶滅などが危惧されている。1940年頃から2010年頃までヤクシカと森林のかかわりを整理すると、1) 昔 (1940年代～1950年代初頭) でもそれなりにヤクシカが生息していたらしいこと、2) 1960年代にヤクシカ生息頭数が減少したこと、3) 屋久島の森林は1950年代から1970年代にかけての大規模な伐採や植林、二次林化、林道の敷設などによって大きく改変されていること、4) 1980年頃にヤクシカが少なくても農業被害が起こったこと、5) 1980年代から1990年代前半にかけてヤクシカ生息頭数は少なかったこと、にもかかわらず、6) 1990年代後半から急速に生息頭数が増加したこと、7) 2010年からは捕獲圧の増強が行われたこと、がわかった。さらにヤクシカ生息頭数と森林生態系への影響は単純な関係ではなく、順応的管理の必要性が指摘された。屋久島ではヤクシカと森林に関する現状認識を基にして、住民・行政・研究者などを含むさまざまなステークホルダーによる重層的な協働体制が近年整えられつつある。屋久島における人と自然のよりよいかかわりを実現するために、今後はこの協働体制を維持・強化しつつ、モニタリング調査を基にしたフィードバック機構を社会に実装してゆく必要があるだろう。

辻野 亮 (2014) 屋久島におけるヤクシカの個体群動態と人為的攪乱の歴史とのかかわり. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, 15: 15-26.

**キーワード**：環境史、人と自然のかかわり、ヤクシカ、屋久島、よりよい未来

**Abstract** : Owing to the sika deer population growth in Yakushima Island, crop damage, changes in the forest vegetation, and endangered rare plant species are criticised these days. According to the literature survey on the environmental history of sika deer and forests in Yakushima Island from 1940 to 2010, I found 1) lots of sika deer inhabited in 1940s to early 1950s, 2) population density decreased in 1960s, 3) the forests were greatly modified by massive logging, plantation,

\*〒630-8528 奈良市高畑町

Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, Takabatake-cho Nara, 630-8528 Japan

Email: tsujino@nara-edu.ac.jp 2013年11月6日受付、2014年1月15日受理

secondary forests and/or laying forest roads in 1950s to 1970s, 4) crop damage occurred under the low population density of sika deer in ca 1980, 5) sika deer population density was low in 1980s to early 1990s, 6) population density was rapidly increased from late 1990s, and 7) hunting pressure was enforced from 2010. Furthermore, I indicated the necessity of the adaptive management, since the relationship between population density of sika deer and the effects on forest ecosystem was not simple. In Yakushima, based on the understanding of current situation of sika deer and forests, multi-layered cooperation system by various stakeholders was being set. In order to realise a preferable human-nature relationship in Yakushima Island, it is necessary to maintain/enforce this cooperation system, and to encourage social implementation of the monitoring and feedback system.

Tsujino R (2014) Relationship between population dynamics of sika deer and history of anthropogenic disturbances in Yakushima Island, Japan. Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, 15:15-26.

Keywords: Environmental history, human-nature relationship, sika deer, Yakushima Island, preferable future

## はじめに

日本列島地域は生物多様性ホットスポットと呼ばれており、地球規模で生物多様性が高いにもかかわらず破壊の危機に瀕している (Mittermeier et al. 2004; 辻野2010)。実際日本列島 (面積 373,490km<sup>2</sup>) には、世界でこの地域にしか生育しない植物が1950種も生育し (Mittermeier et al. 2004)、オゼソウ (*Japonolirion osense*)、コシノカンアオイ (*Asarum megacalyx*)、ヤクタネゴヨウ (*Pinus amamiana*)、スギ (*Cryptomeria japonica*)、コウヤマキ (*Sciadopitys verticillata*)、ブナ (*Fagus crenata*)、ニホンザル (*Macaca fuscata*)、ニホンノウサギ (*Lepus brachyurus*)、ニホンカモシカ (*Capricornis crispus*) などの多様な固有種が生息している。しかしながら日本列島の様々な地域で、古代あるいはそれ以前から何度となく森林伐採が行われて人々の生活を揺るがすほど原生自然を改変してきた (辻野2011a)。現在の日本の森林率はおよそ67%程度であるが、国土に占める原生植生の割合は20%程度である。

特に屋久島は面積503km<sup>2</sup>の狭い島でありながら多くの固有植物種が自生している (47種。Yahara et al. 1987)。面積当たりの固有植物種数を日本列島全体と単純に比較すると、日本列島全体では0.0052種/km<sup>2</sup>であるのに対して屋久島では0.093種/km<sup>2</sup>であり、屋久島は面積当たりの固有植物種数が圧倒的 (約18倍) に多い固有植物種のホットスポットであることわかる。しかしながら近年はヤクシカによる農林業被害や森林植生の変化、固有植物種の絶滅が危惧されている (矢原2006)。

要因として第一に考えられるのは、ヤクシカの生息密度が増加したことである。屋久島西部の低地林で行われたルートセンサス調査によると、ヤクシカとの遭遇率 (センサスルート1kmあたりの遭遇ヤクシカ頭数) が1988年から2006年にかけて増加している (Tsujino et al. 2004; Koda et al. 2008)、屋久島西部低地林でヤクシカ生息密度が増加していることが示されている。さらにヤクシカ生息密度が増加したことによって森林の林床植生に対して採食圧が高まった可能性がある (Koda et al. 2008)。ヤクシカ生息密度増加の要因としては、1971年以降の狩猟禁止や1960年代以降に行われた大規模な森林伐採とスギ人工林への転換が挙げられているものの、よくわかっていない (Tsujino et al. 2004)。

現在を理解するためには、どのような過去の帰結として現在が成り立っているのかを理解することが不可欠であり、ヤクシカ生息密度が増加した根本的な原因を探ることなしには、これから

の人と自然のよりよいかかわりを築くことはできない。したがって本稿では、近年のヤクシカ増加の要因を分析するために、1940年頃から2010年頃までのおよそ70年間にわたってヤクシカと森林生態系に対して人がどのような攪乱を与えてきて、それを受けてどのように変化してきたのかを明らかにすることを目的とする。さらに、人為的な攪乱とヤクシカ個体群動態の70年の歴史を元に「人と自然のよりよいかかわり」のために何をしなければならないのかを考察したい。

なお本稿は、屋久島生物多様性保全協議会から出版された「森と獣のよりよい未来を築くために人とのかかわりの歴史を紐解こう」(辻野2011d)の屋久島の部分にデータと文献を加えて、大幅に加筆修正したものである。

## 屋久島とヤクシカ

屋久島は九州最南端の佐多岬から南へおよそ70kmに浮かぶ周囲約132km、面積約503km<sup>2</sup>の花崗岩が隆起してできた山岳島であり、九州最高峰の宮之浦岳(1936m)や永田岳(1886m)をはじめとして標高1800m以上の山を7座も擁しており、黒潮に浮かぶ「洋上アルプス」として知られている(辻野2012)。屋久島は小さな島でありながら約2000mの標高に沿って五つの植生帯に分けることができ、低地から順に、スダジイ(*Castanopsis sieboldii*)やタブノキ(*Machilus thunbergii*)、アコウ(*Ficus superba* var. *japonica*)などが混じる亜熱帯-照葉樹林移行帯(標高およそ0~100m)、スダジイやウラジロガシ(*Quercus salicina*)、イスノキ(*Distylium racemosum*)、ツバキ科、クスノキ科などの照葉樹によって構成される照葉樹林帯(標高およそ100~800m)、照葉樹とスギの混じる照葉樹林-ヤクスギ林移行帯(標高およそ800~1200m)、大径のスギやモミ(*Abies firma*)・ツガ(*Tsuga sieboldii*)が優占するヤクスギ林帯(標高およそ1200~1600m)、山頂付近には風衝小低木林帯(標高およそ1600m~)が形成される(辻野ほか2011)。およそ2000mに及ぶ標高差や険しい地形、豊富な降水量に支えられて、屋久島には固有種47種、固有亜種31種を含む、シダ植物388種、種子植物1136種が自生している(Yahara et al. 1987; 湯本 1995)。屋久島では植物相が多様である一方で、哺乳類相では種数が限られていて、中大型哺乳類としてはヤクシマザル(*Macaca fuscata yakui*)やヤクシカ、ヤクシマコイタチ(*Mustera itatsui sho*)という固有亜種と、1992~1993年頃に屋久島に侵入したと考えられている哺乳類のタヌキ(*Nyctereutes procyonoides*)が島の生態系の重要な構成要素となっている(白井 1956; 東2002; 辻野・揚妻-柳原2006)。本州では、ニホンザルや食肉目の多様な哺乳類が種子散布することが知られているもの(小池・正木2008; 辻2012)、屋久島ではヤクシマザルとヤクシマコイタチ、タヌキが相当するだろう。また、本州ではニホンジカやカモシカ、ニホンノウサギが植食獣としては挙げられるもの(Ohdachi et al. 2009)、屋久島ではヤクシカのみが主要な植食獣となっている。

ニホンジカの亜種であるヤクシカは、ホンシュウジカ(*C. n. centralis*)に比べて小型なシカであり、屋久島全域に生息することが知られている。2008年ごろに行われた全島個体数密度調査によると、ヤクシカは全島でおよそ約9000~16200頭生息していることが明らかにされている(幸田ほか2009; 環境省2009)。また屋久島にはもともとヤクシカの天敵となる肉食獣は生息していない(白井1956)。常緑広葉樹林におけるヤクシカの主要な食物は、常緑樹・落葉樹の葉や枝、果実、落葉、さらに草本、シダなどである(Takatsuki 1990; Agetsuma et al. 2011)。

## ヤクシカと森林の70年

### 1940年代前後のヤクシカ増加

1950年頃の年間ヤクシカ捕獲頭数は30名程の正規の狩猟家と密猟によって1000頭あまりに達しており、ヤクシカ生息頭数自体も非常に多かったと、白井(1956)は推測している。しかしながら1933年頃の猟果は狩猟家5~6名で50~100頭/年であるのに対し、1950年頃の狩猟家の猟果

は30~70頭/人年と多くなったことから、屋久島におけるヤクシカ生息頭数がおそらく1940年代から1950年頃において急激に増加して最大に達したと、白井(1956)は考察している。ただし、捕獲頭数は社会・経済的な状況によって変化するし、1930年代から第二次世界大戦終了後の1950年頃にかけては人口が急増するという社会的な変化があるので(屋久島と口永良部島の合計人口は、1930年に17462人、1940年に17444人、1947年に19316人、1950年に22236人; 鹿児島県2013)、単純には判断できない。

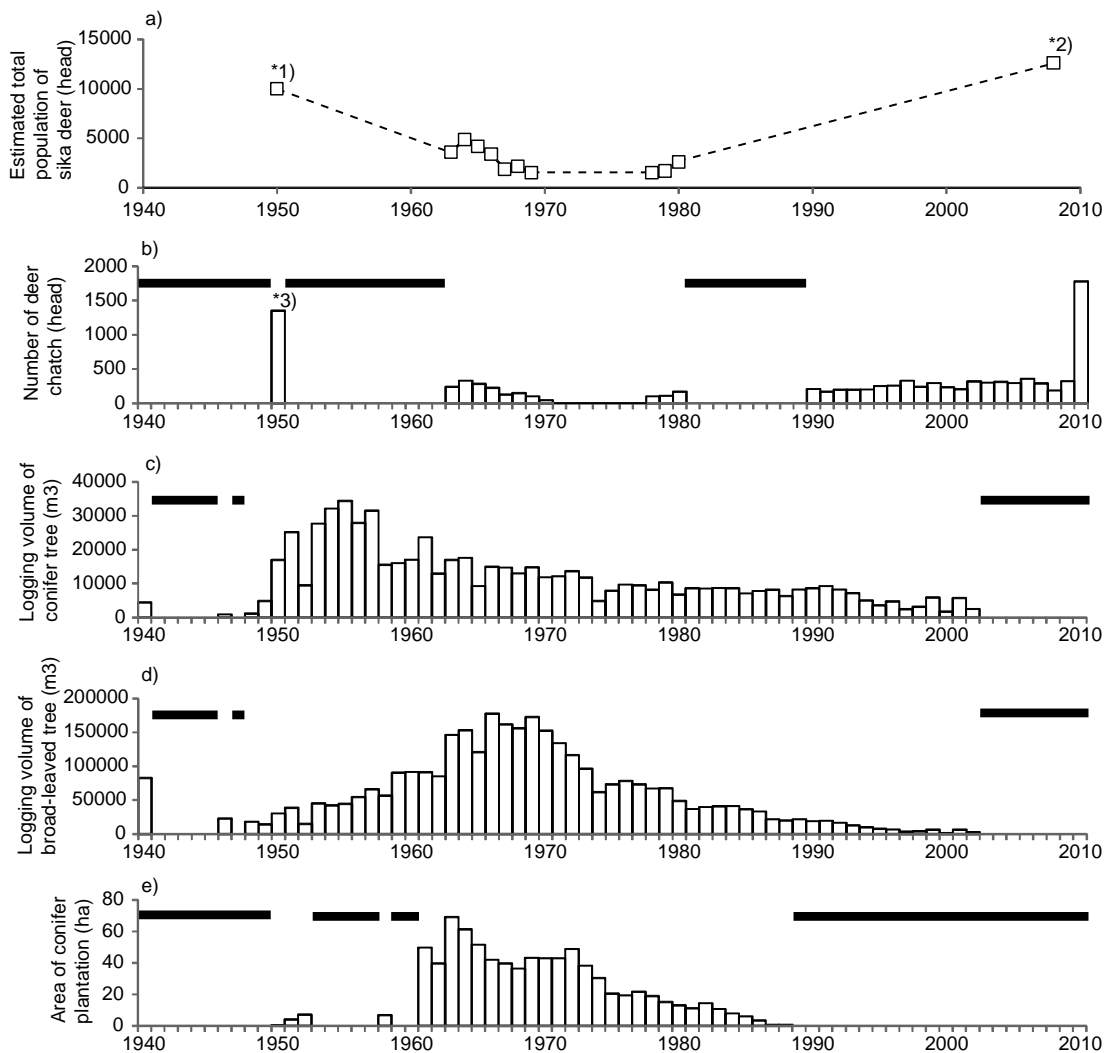


図1. ヤクシカと森林の70年を示した環境史年表。1940年から2010年にかけての、a) ヤクシカの推定生息頭数(頭)、b) 年間ヤクシカ捕獲頭数(頭)、c) 針葉樹伐採量(m<sup>3</sup>)、d) 広葉樹伐採量(m<sup>3</sup>)、e) 植林面積(ha)を示す(白井1956; 鹿児島県自然愛護協会1981; 稲本2006; Agetsuma 2007; 幸田ほか2009; 環境省2009; 揚妻2010)。\*1) は揚妻(2010)の推定値10000頭を示し、過小評価である。また、白井(1956)によると、1950年頃の値は急速に生息頭数が増加した結果であると推定されている。\*2) は幸田ほか(2009)と環境省(2009)の推定値9000~16200頭の中央値13600頭を示す。\*3) は揚妻(2010)の推定値1350頭を示す。黒太線はデータ欠損を示す。

Fig.1. Environmental history of sika deer and forests in Yakushima Island. Figures show a) estimated number of sika deer, b) annual sika deer catch, c) annual production of coniferous timber (m<sup>3</sup>), annual production of broad-leaved trees (m<sup>3</sup>), e) annual plantation area of sugi cedar (ha) in Yakushima Island from 1940 to 2010 (Shirai 1956; Kagoshimaken Shizen Aigo Kyokai 1981; Inamoto 2006; Agetsuma 2007; Koda et al. 2009; Ministry of Environment 2009; Agetsuma 2010). \*1) According to Agetsuma (2010), the deer population in ca. 1950 was suggested to be 10000 head (under-estimated value), which was supposed to be high owing to the rapid population recovery (Shirai 1956). \*2) The value indicated 13600, which was the median of the estimated number (9000-16200 head) by Koda et al. (2009) and Ministry of Environment (2009). \*3) The value indicated 1350 head, which was estimated by Agetsuma (2010). Black thick line indicated data not available.



1950年頃までヤクシカ生息頭数に関しては、1960年代半ばに島全体で推定3400~4900頭くらい生息していて生息頭数が減少しつつあったと考えられていたことから、逆算すると戦前には島全体で推定10000頭以上生息していた可能性があり(揚妻2010)、やはり1950年頃までヤクシカ生息頭数は非常に多かったと考えられる。たとえば当時の狩猟家が言うには、1950年頃の永田岳北陵においては1日に百数十頭も出会うほど、ヤクシカが多かったようだ(白井1956)。以上から、屋久島におけるヤクシカ生息頭数は1933年頃から1940年代前半にかけて増加して1940年代を通じて10000頭を超える生息頭数を維持したと考えられる(図1)。また、狩猟家の話を統合すると当時のヤクシカの分布パターンは、標高500m以下と1600m以上の森林でのヤクシカ生息密度が濃密であると考えられていた(白井1956)。標高500m以下の地域では、秋には集落近くでも鳴き声が聞かれ、冬には犬に追われたヤクシカが宮之浦川や海岸近くの海を泳ぐ姿がよく見られた(上屋久町1984)。

### 1950年代~1970年代のヤクシカ減少と1980年代の低密度

1950年頃のヤクシカの生息頭数は10000頭以上だったにもかかわらず、1960年代半ばには3400~4900頭くらいにまで生息頭数が減少した(鹿児島県自然愛護協会1981)。実際に生息頭数の減少に伴って年間捕獲頭数が減少しだし、1950年ごろの年間1000頭あまりから、1960年代半ばから1970年にかけては年間300頭以下にまで捕獲頭数が減少した。1960年代の捕獲頭数の減少が生息頭数の減少を意味するものだととして、上屋久町議会は1971年3月にヤクシカの全面保護を決議し、同年から10年間の全面禁猟措置がとられた(鹿児島県自然愛護協会1981; 上屋久町1984)。しかしながら、そのあと生息頭数が増えてスギ造林地や果樹園での被害が発生したとして、1978年には有害鳥獣駆除の申請があり、3年間有害捕獲が行われて年間150頭前後が捕獲された(鹿児島県自然愛護協会1981)。10年の期限が切れる直前に行われた緊急調査報告によると、1980年頃のヤクシカ生息頭数は全島で2000頭くらいであり、実は禁猟前とそれほど変わっておらず、ヤクシカが増えたわけでもないのに農林業被害が発生した(鹿児島県自然愛護協会1981)。その後も農林業被害が続いたことから年間200~300頭の捕獲が続けられた。

1984年頃にはヤクシカは全島に分布していたが、森林限界よりも標高が高い場所に多く生息していたとされている(Takatsuki 1990)。西部低地林で行われたルートセンサスによると、1988年から1990年代後半にかけてはヤクシカとの遭遇率は低いまま変化していないので、1980年代から1990年代半ばまではヤクシカ生息頭数はそれほど変わらず多くはなかつただろう。

戦後1950年頃から1960年代にかけてヤクシカが減ったひとつの要因としては、1950年頃の過剰な狩猟圧が考えられる。ヤクシカが小型であるとはいえ、1950年頃には1000頭を超える捕獲数があった副業としての狩猟を成立させており、狩猟家は、優良な犬の養成と獲得に努め、真剣な猟を展開していた(白井1956)。1960年頃には各集落にプロの猟師がいて、ほぼ猟だけで現金収入を得ていた猟師が全島で50名程いた(手塚ほか2006)。また、上屋久町郷土史によると、戦前は針金を用いたくりわなを用いた狩猟が行われていたが、戦後は銃とイヌを用いた猟を行うようになったといわれている(上屋久町1984)。狩猟方法が変わったことで狩猟圧が高まったかもしれないが、戦前の狩猟がどうだったかわからない以上、推測の域をでない。ただし、ヤクシカの年増加率を仮に20%程度だとすると、1950年頃に生息していた10000頭以上のヤクシカは翌年には2000頭以上増えるので、生息頭数を減少させていたとすると年間2000頭以上を捕獲してなくてはならないことになる。さらに、1960年代に生息していた約4000頭のヤクシカは翌年には約800頭増えるので、年間300頭くらい捕獲したとしても、生息頭数を減少させることはおろか、増加を抑えることもできない。

もうひとつの要因としては、日本の高度経済成長を支えた屋久島での森林伐採が見過ごせな

い (Agetsuma 2007; 揚妻2010)。1950年代から戦後復興資材供給のために、針葉樹天然林の皆伐とスギ植林が活性化した (稲本2006; Agetsuma 2007; 図1)。1956年には当時伐採基地のあった小杉谷 (標高640m) に九州最初のチェーンソーが導入され、それまでは禁伐だった樹齢800年以上のスギも1958年には伐採対象に組み込まれた (稲本2006)。1960年代になると生産力増強とパルプ用材生産のために、針葉樹伐採に続いて中・高標高域でのスギや広葉樹の伐採が起こった (稲本2006)。広葉樹の伐採は1960年～1973年頃までピークを示し、1970年代～1980年代にかけて伐採と造林の規模が縮小されつつ、2000年頃まで若干伐採され続けていた (稲本2006; Agetsuma 2007)。また、広葉樹林が伐採された跡地にはスギの植林が行われ、1961年から15年ほどのピーク期間を経て、1990年頃には収まった (稲本2006; Agetsuma 2007)。1990年代には、基本的に中・高標高域で伐採は行われなかった。ヤクシカが減少した時期と伐採・植林が盛んだった時期とが符合する (揚妻2010)。森林が伐採された地域は、屋久島国有林の少なからぬ範囲を覆っており (Agetsuma 2007)、ヤクシカの生息地としての森林が攪乱される効果は非常に大きかったと推定される。また、1990年代以降の屋久島における植林地の面積は森林面積全体の20%にあたる (久保田2007)。

### 1990年代半ばからのヤクシカ増加

1990年代後半から2000年前半にかけて、西部低地林でのルートセンサスによる遭遇率は数倍に上昇し、2004年から2006年にかけてさらに遭遇率が増加した。同様に推定生息密度も、1989年頃の2.55頭/km<sup>2</sup>から、2000年頃の43~70頭/km<sup>2</sup>を経て、2008年頃にはおよそ100~150頭/km<sup>2</sup>にまで増加した (Agetsuma et al. 2003; Tsujino and Yumoto 2004; Tsujino et al. 2004; 幸田ほか2009; 環境省2009)。屋久島全島の車道や林道、登山道などで1995年と2005年にスポットライトセンサスを行った立澤ほか (2005) によると、この10年で遭遇率が2.8倍になったことから、この時期に増加傾向が見られたことがわかる。ただし、西部や北東部などで遭遇率は増加していたものの南部地域ではあまり変わらず、ヤクシカの増加パターンには地域差がみられた。

1990年代半ばから2000年代にかけてヤクシカが増加した要因としては、まず狩猟圧の減少が挙げられる。1971年からの禁猟措置にもかかわらず1970年代にはそれほどヤクシカの生息頭数は変化しなかった (鹿児島県自然愛護協会1981; 上屋久町1984)。1978年以降は有害鳥獣捕獲されるようになったものの、捕獲量は年間100~300頭前後にとどまり、ヤクシカの個体数増加を抑制するほどの捕獲量とは言い難かった。また、1998年には国有林内での狩猟事故を受けて、国有林内でのヤクシカの有害捕獲が行われなくなった。逆に1999年からは農地周辺での捕獲が増加した (Agetsuma 2007)。これによってヤクシカの生息密度や空間分布が影響を受けて、国有林内でヤクシカが増加したのかもしれない。一方で、1971年から続いていた禁猟政策については、2007年にメスジカの狩猟が解禁され、2009年にはオスジカの狩猟も解禁された (立澤2011)。2010年からは国有林内を含めて年間1000頭を超える集中的なヤクシカの捕獲事業が開始されており (2010年には、有害捕獲1278頭と国有林での捕獲501頭を合わせて1779頭の捕獲)、ヤクシカの生息密度と空間分布が今後どのように変化するかが注目される。

次に挙げられる要因は、1960年代以降に行われた大規模な森林伐採とスギ人工林への転換である (Tsujino et al. 2004; 図1)。生息地攪乱の影響は、ニホンジカの捕獲のような直接的な影響ではなく間接的であるためにニホンジカ増減に対する要因として見過ごされやすいが、重要な影響を持っている。たとえば、中国に生息しているニホンジカは生息地の分断化や消失、狩猟に脅かされている (Wu et al. 2004)。森林が伐採された跡に植林されたとすると、ニホンジカの食物資源量は時間とともに変化する (Agetsuma 2007; 揚妻2010)。伐採後すぐから15年程度は林床が明るく、草や低木が生い茂るので、ニホンジカの食物資源量は多いものの、20年もするとスギ

林は成熟して林床が暗くなり、食物資源は少なくなってしまう (Agetsuma 2007; 揚妻2010)。伐採と植林はニホンジカの食物資源量だけではなく、行動や生態、繁殖力をも変化させる (揚妻2010)。屋久島では林道脇の植物および人工林の森林内部の林床植物が、餌資源としてヤクシカに多く利用されていた (寺田ほか2010)。さらに、房総半島の研究事例によると、林道脇の林縁では植物が旺盛に生長するためにニホンジカの餌資源が供給されやすく、ニホンジカの生息地において林縁長が長いほどニホンジカの妊娠率が高まった (Miyashita et al. 2008)。ただし、屋久島全体の面積に対し林道によって改変された面積割合は極めて少なく、生息頭数を増加させるような餌資源量の向上が得られたかはわからない。さらに、林道が敷設されたのは伐採量から推定して1950年代から1970年代であり、1990年代後半から2000年代のシカ生息頭数の増加時期と時期的なずれがある。したがって人工林化と林道の敷設はヤクシカの個体数増加の一要因になっていると指摘できるものの (寺田ほか2010)、さらに議論する余地があるだろう。

第三に農村の社会構造変化が挙げられる。1960年代頃の燃料革命以前の屋久島では、集落周辺の森林には薪炭や草を集めるための二次林や松林、荒地などが多かったようだ (Sprague 2008)。しかしながら薪炭中心の家庭燃料が燃料革命を受けて電気・ガス・石油に移行すると、集落周辺の二次林は機能せず放置されるようになって、人為的な圧力が集落周辺から撤退した。さらに、1970年代後半から徐々にスギ林が成熟し、ヤクシカの生息に適さない森林へと変貌したことを受けて、ヤクシカが集落周辺に出没するようになりつつ、一方で森林生態系や希少植物種に大きな影響を与えるようになったのかもしれない。

### 近年における高密度のヤクシカと森林植生

西部低地林の半山地区は、原生な照葉樹林の残る地域であり、鳥獣保護区や国立公園特別保護地域などに指定されており、ヤクシカや森林に対する人為的な攪乱は非常に少ない。一方で半山地区では1990年代半ばから現在にかけてヤクシカの生息密度が100~150頭/km<sup>2</sup>程度まで増加して、森林植生に対するヤクシカの影響は島内でもっとも大きいと考えられる。しかしながら、そのような状況にありながら、標高250m付近に設置された調査区では1989年から2005年にかけて樹木の胸高断面積に顕著な変化は見られなかったし (Koda et al. 2008)、標高40~280mに設置された調査区でも1992年から2002年にかけて同様の結果が得られている (Tsuji no et al. 2006)。ヤクシカによる採食の影響が生じやすい稚樹や実生については、標高270m付近に設置された防鹿柵内外の実生調査区における樹木の当年生実生では、ヤクシカによる採食圧と物理的な攪乱によって柵外の実生が影響を受けていた (Tsuji no and Yumoto 2004, 2008)。しかしながら、1988年から2006年まで調査を行った Koda et al. (2008) によると、稚樹の種組成は変化しているが更新しており、稚樹の個体数は維持されていた。

半山地区における2000年前半のヤクシカ生息密度は全国的に見て非常に高密度であるにもかかわらず稚樹個体群が維持されている理由として、1) ヤクシカがニホンジカの中で最も小さい亜種であること、2) 常緑広葉樹林では環境収容力が比較的大きいこと、3) ヤクシカは天敵に捕食されることなく自然植生と共存するように進化してきたこと、が挙げられており (Agetsuma et al. 2003)、さらに、4) ヤクシカの生息密度は上昇中であり、その影響がまだ出ていない可能性もある (Tsuji no and Yumoto 2004)。とはいえ、ニホンジカと森林の関係に関する既存の研究は、落葉広葉樹林の事例に偏っているため、屋久島低地林のような常緑樹林での知見はまだ乏しい。たとえば林業被害に関してみると、北日本では一年のうちの短い期間に起こるが南日本では年間を通じて起こることから、両者でニホンジカと森林の関係に関するメカニズムが異なっていることが推測される (Takatsuki 2009)。



## 屋久島における人と自然のかかわり

屋久島におけるヤクシカと森林の70年を整理すると、1) 昔(1940年代～1950年代初頭)でもそれなりにヤクシカがいたらしいこと、2) 1960年代にヤクシカ生息頭数が減少したこと、3) 屋久島の森林は1950年代から1970年代にかけての大規模な伐採や植林、二次林化、林道の敷設などによって大きく改変されていること、4) 1980年頃にヤクシカが少なくとも農業被害が起こったこと、5) 1980年代から1990年代前半にかけてのヤクシカ生息頭数は少なかったこと、にもかかわらず、6) 1990年代後半から急速に生息頭数が増加したこと、7) 2010年からは捕獲圧の増強が行われたこと、が挙げられる。ニホンジカの生息密度が大きく変わる歴史的な現象は屋久島に限ったことではなく、時期は地域によって異なるものの、全国的に見られた現象だと考えられている(Tsujino et al. 2010; 辻野2011c; 揚妻2013b)。

このような屋久島の歴史を顧みると今後のヤクシカと人とのかかわりを議論するうえでいくつかの重要な視点を指摘することができる。第一に、1940年代～1950年代初頭には2008年ごろに匹敵するほどの非常に多いヤクシカが生息していたと考えられるにもかかわらず、その時代のヤクシカによる高い採食圧を経験した森林生態系や植物群が現在まで持続していることである。現在ヤクシカの採食圧などによって絶滅が危惧されている植物は、過去のヤクシカが高密度で生息していた時期を生き残ることができたと考えられ、今回も生き残る可能性があることを示唆する。ヤクシカの採食圧によってある植物種が林床からみられなくなったとしても、いずれヤクシカが減少した時には岩陰などに逃避していた株から、林床に回復する可能性はあるだろう。ただし、ヤクシカによるシダや低木種を含む林床植生全体への影響に関してもいまだに不明な部分が多い上に、林床にしか生えられないシダや草本では回復できないかもしれないので、楽観視はできない。

第二に、1950年代から1970年代にかけて行われた森林伐採や人工林化、林道の敷設などの人為的な森林改変は、ヤクシカの生息地を改変することでヤクシカ生息頭数に大きな影響を与えただけでなく、その一方で森林生態系やそこに生育する植物に対しても大きな影響を与えたことが指摘できる。実際に森林改変の最中である1960年代にはヤクシカ生息頭数が減少したと推測されている。したがって、屋久島の森林生態系や希少植物の保全を試みるのであれば、ヤクシカの現在の生息状況を明らかにすることのみならず、過去の人為的な森林改変が現在と将来のヤクシカと森林生態系、希少植物種にどのような影響を与えるのかに対しても考慮する必要がある。少なくとも人為的な森林改変はヤクシカ生息頭数の増減を先導してきたと考えられるので、森林生態系や希少植物の保全をするためにはヤクシカの生息地管理を行ってゆく必要があるだろう。

第三に、1980年ごろの屋久島ではヤクシカが少なかったにもかかわらず農業被害が発生したことから、ヤクシカの生息頭数と農業被害量が単純な相関関係では測れないということが指摘できる。ヤクシカが農業にもたらす影響は経済的な損失を伴う被害であるのに対して、森林生態系にもたらす影響は自然物が自然物に与える影響であり、農業被害の問題と自然生態系の保全の問題は現象的にも社会的にも全く異なる(揚妻2013b)。とはいえ、ヤクシカの生息密度と森林生態系への影響に関しても単純な相関関係を示さないかもしれないと類推される。その一方で、植生に対するシカの影響の方向性や大きさを測定することは、複雑な種間相互作用や生態系プロセス、自然撹乱などによって困難である(Weisberg and Bugmann 2003)。さらに、シカと森林の関係にはさまざまな要因がありシカの生息密度が必ずしも森林への影響と直接的に関連するわけではない(Takatsuki 2009)。したがって、ヤクシカの生息密度や生息頭数を指標として森林生態系への影響を議論するのではなくて、森林生態系や植物種の変化そのものに注目を払わねばならない。たとえば、Rooney and Walter (2003)はオジロジカ(*Odocoileus virginianus*)の影響をサトウカエデ(*Acer saccharum*)の稚樹に対する採食痕をもとにSMBI(Sugar Maple Browse Index、サ



トウカエデ被食指数)を算出し、オジロジカの採食圧の評価を行った。また、Didier and Porter (2003)はサトウカエデの実生と稚樹の数をもとにSMRS (Sugar Maple Reproductive Success、サトウカエデ繁殖成功指数)を定義し、高密度で生息するオジロジカが必ずしもサトウカエデの貧弱な更新状況と関係があるわけではないことと、むしろオジロジカ以外の要因の重要性を示した。

第四に、1980年代から1990年代前半までほとんど増加しなかったヤクシカ生息頭数が、1990年代後半以降に増加した原因がよくわかっていないことが指摘できる。それに加えて、過去の自然生態系でシカが果たしていた役割やシカが問題を起こすようになった原因とそのメカニズム、駆除やその他の対策にシカがどう適応しているのかも不明な部分が多い(揚妻2013a)。ヤクシカの個体数管理を行って生息頭数を減少させ、ヤクシカが森林生態系に与える影響を軽減させようとするのは、1990年代後半以降のように急速に増加したヤクシカ生息頭数に対応するための一つの方策であり、2010年以降これまで以上に捕獲努力がかけられるようになってきた。しかしながら、ヤクシカの生息頭数を減少させたからといって森林生態系に対するシカの影響が一様に減少してゆくかどうかはわからない。シカが増加した根本的な原因がわからなければ、いったんヤクシカ生息頭数が減少しても再び増加する可能性がある。さらに、ヤクシカの個体群管理や生息地管理をすることで生態系に手を加えるということは、事前に予想し得ない不可逆な副作用をもたらすことが起こりえる。このような状況を回避するためには、生態系の状態や手法の有効性を常にチェックしつつ、予測から外れていたらすぐに計画の見直しを図るためのフィードバック機構を備えなければならない。すなわち、実際の保護管理をする際には、不可逆な変化を避けるという予防原則と有効性をチェックして計画の見直しを行うという順応的管理の概念、さらにそれらを担保するためのモニタリング調査が必須となる。しかしながら、個体数管理において生息頭数や生息密度のモニタリングと捕獲努力へのフィードバックが行われている場合でも、個体数管理という手法がどの程度、政策目標の達成に貢献しているのか、他の手法との比較検討はされてこなかった(揚妻2012)。今後は複数の対策案を評価し、比較検討してゆくことが必要であろう(揚妻2012)。

ところで、地域の環境政策を決定する場合、トップダウン的に広域に影響のある外部の人間によってなされた方法だけで為されるよりも、地域の自然と生活に密着したボトムアップ的な方法を伴う重層したかたちで作用することで、管理行為は実体を持ちうる(辻野2011b)。さいわい、屋久島では2008年に、民間の保全活動と地元自治体「屋久島町」、鹿児島県の「(財)屋久島環境文化財団」により「屋久島生物多様性保全協議会」が結成されたことで、屋久島全域において「民・官・学」などのさまざまなステークホルダーによる重層的な協働体制が整えられようとしている(辻野ほか2011)。さらに、屋久島では希少植物を防鹿柵で囲う緊急避難措置やヤクシカの空間分布調査がおこなわれ、「特定鳥獣(ヤクシカ)保護管理計画」が策定されている。しかし、ヤクシカの生息密度と被害状況との関係や捕獲効果を評価するためのモニタリング調査は、まだほとんど実現されていない(立澤2011; 鹿児島県環境林務部自然保護課2012)。政策立案者にとっては、シカ類と植生がどのような相互作用を維持してきたのかについての長期的な視野が必要不可欠である(Weisberg and Bugmann 2003)。屋久島における人と自然のより良いかかわりを実現するために、今後はこの重層的な協働体制を維持・強化しつつ、モニタリング調査を基にしたフィードバック機構を社会に実装してゆくことが必要であろう。

## 謝辞

本稿を執筆するにあたり、京都大学霊長類研究所の湯本貴和教授には屋久島で研究するにあたって多大なご指導とご協力をいただいた。北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの揚妻直樹准教授には貴重なご指摘とご助言をいただいた。屋久島生物多様性保全協議会の手塚賢至

さんには屋久島に関わるさまざまな情報を教えていただいた。ここに記してお礼申し上げます。

## 引用文献

- Agetsuma N (2007) Ecological function losses caused by monotonous land use induce crop raiding by wildlife on the island of Yakushima, southern Japan. *Ecological Research*, 22:390-402.
- 揚妻 直樹 (2010) 「シカの生態系破壊」から見た日本の動物と森と人. (池谷 和信 編) 日本列島の野生生物と人, 149-167. 世界思想社, 京都.
- 揚妻 直樹 (2012) 野生シカに対する順応的管理のための戦略的スキーム. *保全生態学研究*, 17: 131-136.
- 揚妻 直樹 (2013a) シカの異常増加を考える. *生物科学*, 65:108-116.
- 揚妻 直樹 (2013b) 野生シカによる農業被害と生態系改変: 異なる二つの問題の考え方. *生物科学*, 65:117-126.
- Agetsuma N, Agetsuma-Yanagihara Y, Takafumi H (2011) Food habits of Japanese deer in an evergreen forest: Litter-feeding deer. *Mammalian Biology*, 76:201-207.
- Agetsuma N, Sugiura H, Hill DA, Agetsuma-Yanagihara Y, Tanaka T (2003) Population density and group composition of Japanese sika deer (*Cervus nippon yakushimae*) in an evergreen broad-leaved forest in Yakushima, southern Japan. *Ecological Research*, 18:475-483.
- 東 滋 (2002) 屋久島のタヌキー世界遺産の島の新たな脅威. (村上 興正・鷲谷 いづみ 編) 外来種ハンドブック, 244. 地人書館, 東京.
- Didier KA, Porter WF (2003) Relating spatial patterns of sugar maple reproductive success and relative deer density in northern New York State. *Forest Ecology and Management*, 181:253-266.
- 稲本 龍生 (2006) 屋久島国有林の施業史. (大澤 雅彦・田川 日出夫・山極 寿一 編) 世界遺産屋久島一亜熱帯の自然と生態系一, 198-216. 朝倉書店, 東京都, 278p.
- 鹿児島県環境林務部自然保護課 (2012) 特定鳥獣(ヤクシカ)保護管理計画. 鹿児島県.  
[http://www.pref.kagoshima.jp/ad04/sangyo-rodo/rinsui/shinrin/syuryo/documents/9118\\_20121016115707-1.pdf](http://www.pref.kagoshima.jp/ad04/sangyo-rodo/rinsui/shinrin/syuryo/documents/9118_20121016115707-1.pdf) (2013年10月17日閲覧)
- 鹿児島県自然愛護協会 (1981) ヤクシカの生息・分布に関する緊急調査報告書. 鹿児島県自然愛護協会調査報告第5集, 34p.
- 上屋久町 (1984) 上屋久町郷土史. 上屋久町.
- 環境省自然環境局生物多様性センター (2009) 平成20年度自然環境保全基礎調査種の多様性調査(鹿児島県)報告書.
- 幸田 良介, 揚妻 直樹, 辻野 亮, 揚妻-柳原 芳美, 眞々部 貴之 (2009) 屋久島全島における糞塊を用いたヤクシカの生息密度分布と全頭数推定. (財団法人日本自然保護協会編) 屋久島世界遺産地域における自然環境の動態把握と保全管理手法に関する調査報告書, 115-122.
- Koda R, Noma N, Tsujino R, Umeki K, Fujita N (2008) Effects of sika deer (*Cervus nippon yakushimae*) population growth on saplings in an evergreen broad-leaved forest. *Forest Ecology and Management*, 256: 431-437.
- 小池 伸介, 正木 隆 (2008) 本州以南の食肉目3種による木本果実利用の文献調査. *日本森林学会誌*, 90: 26-35.
- 久保田 修 (2007) 屋久島の国有林における森林保全管理について. (金谷 整一, 吉丸 博志 編) 屋久島の森のすがた「生命の島」の森林生態学, 185-194. 文一総合出版, 東京.
- Mittermeier RA, Gil PR, Hoffman M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, Da

- Fonseca GAB (2004) Hotspots revisited. CEMEX, Mexico.
- Miyashita T, Suzuki M, Ando D, Fujita G, Ochiai K, Asada M (2008) Forest edge creates small-scale variation in reproductive rate of sika deer. *Population Ecology*, 50: 111-120.
- Ohdachi SD, Ishibashi Y, Iwasa MA, Saitoh T (2009) The wild mammals of Japan. Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, 544p.
- Rooney TP, Waller DM (2003) Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 181: 165-176.
- 白井 邦彦 (1956) 屋久島の野生鳥獣相及び屋久犬. 鳥獣集報, 15: 53-79.
- Sprague DS (2008) Historical GIS of Yakushima Island and the extent of human subsistence activities. In: (Ichikawa M, Yamashita S, Nakashizuka T eds.) Sustainability and biodiversity assessment on forest utilization options. Nakanishi Printing Company, Kyoto.
- Takatsuki S (1990) Summer dietary composition of sika deer on Yakushima Island, Southern Japan. *Ecological Research*, 5: 253-260.
- Takatsuki S (2009) Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review. *Biological Conservation*, 142: 1922-1929.
- 立澤 史郎 (2005) 照葉樹林のニホンジカとどうつきあうか? -屋久島での取り組みから-. 日本生態学会関東地区会報, 54: 41-53.
- 立澤 史郎 (2011) 島民参加の意思決定システムでヤクシカのボトムアップ型順応的管理を目指す. グリーンパワー, 2011年9月号:6-7.
- 手塚 賢至, 牧瀬 一郎, 荒田 洋一, 湯本 貴和 (2006) サル二万, シカ二万, ヒト二万-屋久島のシカと森の今. シカと森の生態学, 189-202. 文一総合出版, 東京, 212p.
- 寺田 千里, 立澤 史郎, 川村 貴志, 藤岡 正博 (2010) ヤクシカの餌場としての林道脇植生の評価. 保全生態学研究, 15:193-201.
- 辻野 亮 (2010) 生物多様性ホットスポット:生態系保全のトリアージ. (総合地球環境学研究所編) 地球環境学事典, 162-163. 弘文堂, 東京, 651p.
- 辻野 亮 (2011a) 日本列島での人と自然のかかわりの歴史. (矢原 徹一・松田 裕之 編) 日本列島の三万五千年一人と自然の環境史1環境史とはなにか, 33-51. 文一総合出版, 東京.
- 辻野 亮 (2011b) 生物資源の持続と破綻を分かちもの. (矢原 徹一・松田 裕之編) 日本列島の三万五千年一人と自然の環境史1環境史とはなにか, 263-284. 文一総合出版, 東京.
- 辻野 亮 (2011c) 中大型哺乳類の分布変遷から見た人と哺乳類のかかわり. (湯本 貴和・村上 哲明・高原 光 編) 日本列島の三万五千年一人と自然の環境史6環境史をとらえる技法, 143-154. 文一総合出版, 東京.
- 辻野 亮 (2011d) 森と獣のよりよい未来を築くために 人とのかかわりの歴史を紐解こう. 屋久島生物多様性保全協議会, 鹿児島県.
- 辻野 亮, 揚妻 - 柳原 芳美 (2006) 鹿児島県屋久島の森林で発見された外来哺乳類 ~ タヌキ・ノイヌ・ノネコ・ヤギ. 保全生態学研究, 11: 167-171.
- Tsujino R, Ishimaru E, Yumoto T (2010) Distribution patterns of five mammals in the Jomon period, middle Edo period, and the present, in the Japanese Archipelago. *Mammal Study*, 35: 179-189.
- Tsujino R, Noma N, Yumoto T (2004) Growth in sika deer (*Cervus nippon yakushimae*) population in the western lowland forest on Yakushima Island, Japan. *Mammal Study*, 29: 105-111.
- 辻野 亮, 矢原 徹一, 手塚 賢至, 杉浦 秀樹 (2011) 野外研究サイトから (19) 屋久島. 日本生態学会誌, 61:341-348.



- Tsujino R, Yumoto T (2004) Effects of sika deer on tree seedlings in a warm temperate forest on Yakushima Island, Japan. *Ecological Research*, 19: 291-300.
- 辻 大和 (2012) ニホンザルの食性の種内変異 - 研究の現状と課題 -. *霊長類研究*, 28: 109-126.
- Wu H, Wan Q-H, Fang S-G (2004) Two genetically distinct units of the Chinese sika deer (*cervus nippon*): analyses of mitochondrial DNA variation. *Biological Conservation*, 119:183-190.
- 矢原 徹一 (2006) シカの増加と野生植物の絶滅リスク. *シカと森の生態学*, 168-187. 文一総合出版, 東京.
- Yahara T, Ohba H, Murata J, Iwatsuki K (1987) Taxonomic review of vascular plants endemic to Yakushima Island, Japan. *Journal of the Faculty of Science, the University of Tokyo, Sect. III*, 14: 69-119.
- 湯本 貴和 (1995) 屋久島 - 巨木の森と水の島の生態学. 講談社, 東京, 206p.