

本提案にいたった背景

個体数管理が抱えている問題点

野生シカに関しては、農林産物への被害と自然生態系への悪影響が社会的な問題となっている。この二つの問題は混同されがちだが、問題の本質が大きく異なる。前者では農林産物の被害を如何に軽減するかが目標であり、後者ではシカを含めた自然生態系を良好に維持することが目標となる。ここでは自然生態系に関する問題について取り扱う。

全国的に自然生態系に対するシカの影響が問題視されるようになってきている。その対策として、農作物被害対策として永年行われてきたシカの駆除・個体数管理が自然生態系保全目的でも実施されている。屋久島でも同様に、シカの個体数管理は自然生態系の保全策として推奨されてきた。ただ、シカ個体数管理は現時点では確立された方策とはいえ、シカ密度の調整だけに注目しても成功した事例はほとんどない（宇野ほか 2007）。そのため、いわゆる“順応的”に対策を試行錯誤している段階である。

また、個体数管理は自然生態系の保全を目的として実施されてきたが、屋久島も含めほとんどの地域で、それによりどんな自然植生・自然生態系を目指すのか、といった目標が明確に示されてこなかった。種の絶滅回避以外の目標については、漠然としたものが掲げられるに留まっている。しかし、それでは個体数管理の効果について科学的に検証することは原理的に困難である。その反面、シカ適正密度については極めて具体的な数値が明記されている。これについても、その適正密度にすることで何を實現したいのか曖昧なままである。このように、自然生態系保全のための個体数管理では、対策の本質的な議論が不十分なまま、密度調整に努力が注がれてきたのが現状であろう。

ただし、目指すべき生態系については明示されてこなかったものの、個体数管理を進める多くの人々が暗黙に想定している「生態系が良好に保たれている状態」「守るべき生態系」とは、1970-80年代の自然植生であるようだ。実際、シカの悪影響として例示されてきたとんどが1970-80年代の自然と現状との比較だからだ（湯本・松田 2006 など）。しかしながら、自然生態系の保全は長期的な視野で実施されるべきものであり、1970年以前の状態についても目を向けなくてはならない。シカ個体群については全国的に50-150年ほど前までは極めて大きく（地域により時期は異なる）、逆に1970年頃にはどの地域でも極小になっていたことが解ってきた（小山 2008; 揚妻 2010; 依光 2011; 北澤ほか 2011 など）。そうなると、本来の自然生態系とは「シカが少なかった1970-80年代の自然」と考えることはできない。自然生態系とは固定的なものではなく、大きく変動する系であると認識を改めなくてはならない段階に来ている（辻野 2011）。

そもそもシカと植物は自然生態系の中で捕食-被食という関係で共進化してきた。もしシカが植生破壊・生態系破壊（不可逆的変化）を起こしているのであれば、それは不自然な現象といえる。その原因は何らかの人為的悪影響に違いなく、根本的に解決するにはそれを排除する以外にない。ところが、シカ問題を引き起こした原因については、さまざまな説が提案されてきたものの、それらの説で実際に起きてきた現象を矛盾なく説明できるものはほとんどない（Agetsuma 2007）。個体数管理が根本原因の解消に繋がるものでない場合には、シカの密度管理に成功したとしても、本来の

自然生態系を保全することにはならない。根本的な原因の特定とその解消を目指す対策を急がなくてはならない。

ヤクシカと西部地域の自然

ヤクシカの祖先は九州本土から渡ってきたと考えられている。そして、約 10 万年前に屋久島が九州本土から切り離されて以来（大島 1990）、ヤクシカは独自の進化を遂げてきた。ヤクシカで特筆されるべき特徴は国内亜種の中でもっとも体サイズが小さいことである。一般的に動物の小型化は、捕食者がいないこと（捕食者対策不要）、生息密度が高く資源が枯渇した環境に永くさらされること（栄養制限）で進化すると考えられている（Case 1978; Lomolino 1985 など）。屋久島にはもともと中一大型の捕食者が分布しておらず、この解釈がそのまま適合できる。つまりヤクシカは、捕食者不在のもとで高密度で生息し続け、栄養状態がよくない条件で進化してきた動物と推測される。そして屋久島の植物達はその高いシカ密度の中で、シカと共進化してきたと考えられる。

屋久島では 1950 年頃までは島の標高 500m 以下の低地でも多くのシカが生息していたとされている（上屋久町 1984）。しかし、1960–1970 年代になると急激にその個体数が減少した。これは拡大造林時期と期を一にしており、生息地の改変が激減の大きな要因になっていることは確かだろう（Agetsuma 2007）。なお、激減の理由を乱獲に求めるむきもある。しかし、1965 年から 1970 年には年間 50–300 頭程度の捕獲数でも激減が続いていた。ニホンジカの個体群増加率が最大で年 30% 以上であることからすると、この激減の原因を乱獲に求めるには無理がある。ちなみに鹿児島県自然愛護協会（1981）は最もヤクシカが激減していた時期（1969 年と 1978 年）の個体数は 1500 頭程度と見積もっている。

この激減のあと、シカ個体群は 1990 年頃から回復に向かった（揚妻 2010）。西部では特にシカの生息密度が高く、標高 200m 以下の平坦地では平方キロあたり 100 頭を超え（Koda et al. 2011）、森林生態系としては世界的に見てもシカ密度がきわめて高い地域となっている。現在、西部のシカ個体群は回復・増加がとまり、安定状態となっているようだ。

従来のシカの研究結果から、これほど高密度のシカが生息していれば急速に稚樹や小径木が消失し、森林更新ができなくなると繰り返し指摘されてきた。そして、土壌が流出し、砂漠化すると主張されたこともあった。ところが、西部地域では閉鎖林冠下でも稚樹が増加している場所もある（Koda et al. 2008）（写真 1、2）。さらに土石流などでできた森林ギャップでは、シカの高い採食圧に耐えて、シカの嗜好種である樹種も定着更新しつつある（写真 3～5）。大規模な土壌流出も起きていない。こうした事実から、シカが生態系に影響を与えていることは明らかでも、今のところ不可逆的変化が起きつつあるとは考えにくい。むしろ、西部地域で成立している超高密度のシカと森林の関係は、他では見られない特異な生態系と言える。この生態系の推移を注視していくことは様々な意味で重要であろう。



写真1 屋久島西部地域・半山地区、西部林道（県道）下側の暗い林床に定着したバリバリノキの実生たち（2010年）。なお、シカはこのバリバリノキの稚樹の葉を採食する。



写真2 西部地域・半山地区、西部林道下側のやや明るい林床の様子（2011年）。このように稚樹が繁茂している場所もある。



写真3 1996年の西部地域・半山地区内にある仏谷の様子。土砂崩れにより植生だけでなく土壌も海まで流された。

写真5 仏谷に定着したカラズサンショウ。シカの採食を受けない樹高にまで成長しつつある（2010年）。

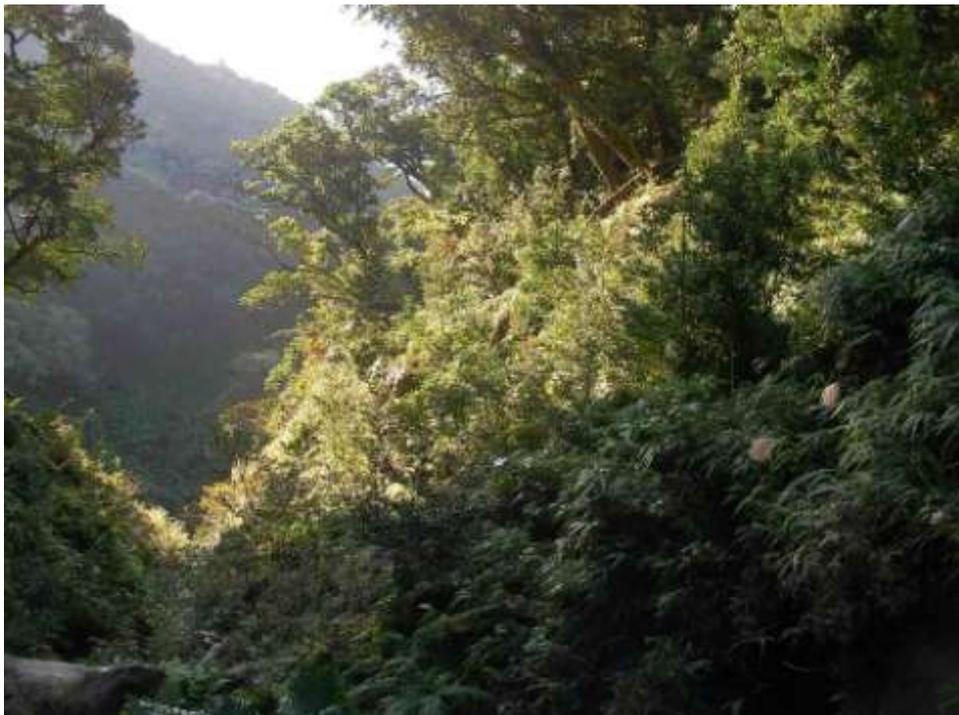
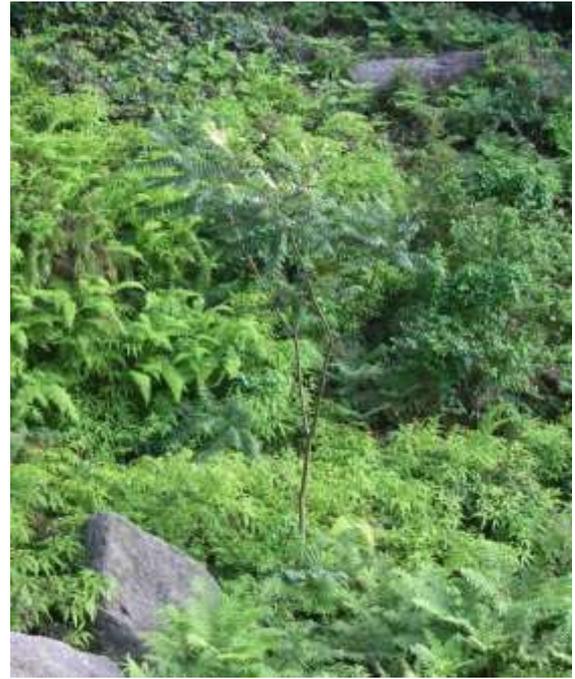


写真4 2010年の仏谷の植生の様子。現在はシカの嗜好種であるカラズサンショウなども定着・成長している。

ヤクシカは土地への固執性が高く、行動域も非常に狭いことが解っている。特にメス個体では直径数 100m 以内に留まる（揚妻ほか 2004）。また、その娘が成熟した場合でも、母親のそばに行動域を構える傾向が強いようである。ただし、その娘が子供を出産した後では、母親と行動域をかなり重複させるものの、行動を共にすることは少なくなるようだ。ヤクシカでは、ニホンザルのような安定した大きな群れが形成されないのはこのためと考えられる。オス個体の行動域はメスに比べて広いが、それでもニホンジカの中ではかなり狭い。季節的移動が見られないのも他の地域のニホンジカと異なる性質である。ただし、オスの何割かは、突然、数 km も離れた場所に移る個体がいる。この長距離移動については季節性が見られないため、繁殖や餌条件によるものとは考えにくい。なお、屋久島東部の農作地のある地域においても行動域調査が行われているが、やはり行動域が狭く固執性が高いことが示されているようだ。

観察個体および遊動域面積

観察個体	推定年齢	調査季節数	全遊動域面積(ha)		季節平均遊動域面積(ha)	
			95%MCP	90%FK	95%MCP	65%FK
メス f01	3歳以上	5	7.8	7.1	4.0	2.9
f03	4歳以上	2	-	-	2.7	2.3
f04	3歳以上	2	-	-	4.2	3.0
f09	3歳以上	3	9.4	8.8	6.4	2.7
f13	3歳以上	3	11.8	13.1	6.8	5.7
f14	3歳以上	3	14.1	17.4	9.1	7.5
オス m02	3歳	5	794.1	77.8	103.4	21.9
m05	3歳	5	365.1	47.9	53.4	17.3
m06	5歳以上	2	-	-	8.9	2.5
m07	4歳以上	3	29.4	13.6	14.4	3.0
m08	4歳以上	3	26.8	4.3	9.3	3.5
m17	4歳以上	1	-	-	15.4	11.9

MCP: 最外郭法、FK: 固定カーネル法。全遊動域面積は3季節以上のデータがそろった個体のみ算出。m02とm05では長距離移動が見られた。揚妻ほか(2004)を改変

このことから、西部の一部のオスについては、長距離移動後に農耕地域に入り込み、農作物を荒らすことがあると考えられる。しかしながら、西部地域のシカ全体からすれば、そういった個体の割合は低く、西部地域の生息数を減らしても、農作物被害を軽減する効果は乏しいと考えられる。また、西部と農耕地を往き来する個体が少ないということは、駆除が行われている農耕地から西部へ逃れてくるシカも少ないことを意味する。つまり、西部地域が農作物荒しをしているシカの逃げ込み先になっているとも考えにくい。

西部地域の環境変化の要因

近年の屋久島における生態系の様々な変化は、そのほとんどがヤクシカによる悪影響と考えられてきた。しかし、それらの生態系変化を引き起こした要因はシカ以外にもいくつもあり得る。

例えば、1950年頃までは、屋久島の標高 500m 以下の低地では人間活動が活発で、樹木が生えない無立木地、痩せた松林などが多かった（Sprague 2008）。それが人間活動から解放されて数十年経ち、植生の遷移が進行し、低地では森林が成熟してきている。常緑樹の二次林では、放置された数十年後には林床が暗くなるために、実生の定着が減り、稚樹が減少する遷移段階に入る（井藤ほか 2008 など）。西部林道で起きた道路脇の低木・草本相の衰退はこの遷移の影響が強いと考えられる。1960年代、

この道路が作られた当初は、道路上空は完全に開かれた明るい環境だった。しかし、道路脇の樹木が生長するにつれ上空には樹冠が広がり、林道周辺は暗くなっていった（揚妻ほか 2006）（写真 6、7）。そのため道路周辺の下層植生が減少したと考えられる。なお、1980 年代に作られ、現在も日当たりの良い西部林道の南部では、シカが同様に高密度なのにも関わらず、道路周辺には低木や草本が繁茂している（揚妻・揚妻-柳原 2006）。このように植生遷移の過程にあっては、シカがいなくても低木や稚樹・実生の減少、構成樹種の変化が顕著に起きる。しかし残念ながら、これまでの屋久島の研究では、シカの影響と遷移の影響を区別してこなかったため、シカの影響は過大評価されてきた可能性がある。



写真 6 西部林道の緑のトンネル（2008 年、川原地区）。1969 年の空中写真をみると西部林道には樹冠がトンネル状になった場所はなく、道路上には直射日光が降り注いでいたと考えられる。



写真 7 2011 年に西部林道沿いの半山中央陵から南西方向を写した写真。1990 年代まで、ここから海岸が見通せていた。現在では林道脇の樹木が 6-7m 伸張したため全く見えない。

少し奇異に感じるかもしれないが、屋久島では集中豪雨の増加と、それに相反するような森林の乾燥化が進行していることが気象データ（江口 2008）や植物体内の酸素・炭素同位体比の研究（中塚ほか 2008）から示されている。こうした変化は森林リターや土壌の流出量を増やし、シダ植物など水分を多く必要とする植物群落を衰退させ、樹木実生の定着率も低下させている可能性が高い。屋久島の中でも特に乾燥している西部の低標高地域では、シカが行き着けない崖などでもシダ群落の枯死があちらこちらで起きている（写真 8、9）。ヤマビルはシカ密度が高くなると増加すると言われるが、西部の低標高地域ではむしろヒルが 2000 年以降に激減している。また、1990 年代と比べヒキガエルの轢死体をみる頻度も少なくなったようだ。両生類の生息数も減っているのかもしれない。これらは急速な乾燥化による影響の可能性はある。



写真 8・9 2008 年の西部林道法面で見られたウラジロ群落の枯死。西部地域ではシダ植物が群落単位であちらこちらで枯死している。シカがアクセスできる場所での枯死もあるが（その場合にはシカの食痕があることもある）、全く近づけない場所でも多く枯死している。

この他にも、道路構造物や管理による影響、過去の人間活動の影響（写真 10）、温暖化の影響（堂本・岩槻 1997）、酸性降下物やオゾンの影響（久米 2011; 佐久間ほか 2011）など、植物や生態系を改変する要因はさまざまに指摘されてきたとおりである。これらの中で人為的な悪影響と考えられるものに対しては、自然生態系保全の観点から対策を検討する必要がある。



写真 10 西部地域で見られる人間活動の痕跡(2008年)。ここは石垣で囲まれた平坦地となっていることから、かつて畑などが開かれた場所であることが解る。40年以上経っても平坦部分だけ樹木が更新できていない。

西部地域の自然生態系保全の方向性

以上を考慮した上で、西部地域の自然生態系を保全するのにふさわしい方法を検討しなくてはならない。この地域には照葉樹林が大面積に広がり、人家や農地はなく、植林地もわずかである。つまり、西部地域は人間の生産活動の場から離れており、ヤクシカの狭い行動域から考えても農林業被害対策という観点でのシカ管理は必要性が低い。また、この地域には希少植物はあまり分布していないため、希少植物保存の観点でもシカ管理を実施する必要性が低い。これまでの数十年間、行政も「人手を加えず」に保護してきた地域でもある（鹿児島県 1992 など）。こうした地域においては、人間が関与なしに「自律的に維持される自然生態系」を目指した対策をとるのがふさわしいだろう。西部地域はこのような目標設定が可能で、社会的にも許容され得る日本で数少ない場所といえる。

この目標を実現するのに参考になる自然生態系保全法に **natural process regulation (NPR: 自然作用による調節)** がある (Huff and Varley 1999 など)。この手法では、自然が本来持っている調節能力を最大限に活かすことで、自然生態系を良好に維持し、自然が自律的に維持できるように対策を行う。もし自然生態系に異常が起きている場合には、その根本原因である人為的悪影響が必ず存在する。NPR の考え方に基づけば、そうした人為的悪影響を排除・軽減する、あるいは悪影響で損なわれた機能を補完・代替する対策を実施し、自然の機能・作用・動態を取り戻させることになる。

NPR に対しては、時代遅れであるとか、現実的ではないなど様々な批判がある。また、NPR は「対策の放棄」と混同されることもある。しかし、自然の調整力を損なわせる人為的悪影響の除去・軽減、損なわれた生態系機能の修復・代替には、社会や自然へ積極的な働きかけが不可欠である。そのため、多角的な対策を実施することが求められる。また、問題の根本原因を直接解消するという自然生態系保全の基本にそった手法でもある。西部地域では NPR を参考にして、自然がもつ機能・作用・動態を取り戻させる方向性から、自然生態系の保全を行うべきだろう。

西部地域において自然に対する人為的な影響が明らかな項目としては、道路構造や管理手法、イヌネコの放逐、餌付け、過去の間活動の影響などが挙げられる。これらの項目については行政が対策を検討してきたものもある。また、一部実施されているものもあるが、徹底されているとは言いがたい。西部地域の自然生態系保全の方向性を踏まえた上で、さまざまな対策を有機的に統合する必要がある。なお、永い歴史のある駆除・個体数管理と異なり、NPR を参考にした対策は日本ではほとんど実施されてこなかったため、今後、試行錯誤が必要となる。

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」から見る日本の動物と森と人. 日本列島の野生生物と人. 池谷和信. 京都, 世界思想社: 149-167.
- 揚妻直樹・揚妻-柳原芳美 (2006) 屋久島西部地域における 1988-89 年当時のシカ生息密度の推定. 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. 財団法人日本自然保護協会. 東京, 財団法人日本自然保護協会: 66-70.
- 揚妻直樹・揚妻-柳原芳美・大谷達也・杉浦秀樹 (2006) 屋久島西部林道における拡幅工事計画中止後の利用者アメニティーの変化—道路開発を中止したことによる生態系サービスの保全と増進事例として—. 総合地球環境学研究所プロジェクト 2-2 「持続的森林利用オプションの評価と将来像」研究会要旨集. 総合地球環境学研究所. 大津, 総合地球環境学研究所: 48-50.
- 揚妻直樹・揚妻芳美・辻野亮・日野貴文(2004) 屋久島・照葉樹林の構造とヤクシカの生態. 総合地球環境学研究所プロジェクト 2-2 「持続的森林利用オプションの評価と将来像」研究会.大津市.pp. 52-54.
- 揚妻直樹・日野貴文・辻野亮 (2006) シカ高密度生息下における照葉樹二次林の 12 年間の動態. 第 53 回日本生態学会講演要旨集 p.239.
- Case, T. J. (1978) A general explanation for insular body size trends in terrestrial vertebrates. *Ecology* **59**: 1-18.
- 堂本暁子・岩槻邦男 (1997) 温暖化に迫られる生き物たち. 東京, 築地書館.
- 江口卓 (2008) 屋久島の気候の地域性と経年変化. 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. 財団法人日本自然保護協会. 東京, 財団法人日本自然保護協会: 6-18.
- Huff, D. E. and J. D. Varley (1999) Natural regulation in Yellowstone National Park's northern range. *Ecological Applications* **9**: 17-29.
- 井藤宏香・伊藤哲・塚本麻衣子・中尾登志雄(2008) 照葉樹二次林における林冠構成萌芽株集団の動態が林分構造の変化に及ぼす影響. 日本森林学会誌 **90** : 46-54.
- 鹿児島県(1992) 屋久島環境文化村マスタープラン報告書. 鹿児島県, 鹿児島市.
- 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.

- 上屋久町 (1984) 上屋久町郷土史. 上屋久町, 上屋久町.
- 北澤哲弥・浅田正彦・東出満 (2011) 里山における野生鳥獣の保護管理と生態系サービス. 千葉県生物多様性センター研究報告 **4**: 105-123.
- Koda, R., N. Agetsuma, Y. Agetsuma-Yanagihara, R. Tsujino and N. Fujita (2011) A proposal of the method of deer density estimate without fecal decomposition rate: a case study of fecal accumulation rate technique in Japan. *Ecological Research* **26**: 227-231.
- Koda, R., N. Noma, R. Tsujino, K. Umeki and N. Fujita (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.
- 小山泰弘 (2008) 長野県におけるニホンジカの盛衰. *信濃* **60**: 51-70.
- 久米篤 (2011) 広域大気汚染の生態系影響: 趣旨説明. *日本生態学会誌* **61**: 75-76.
- Lomolino, M. V. (1985) Body size of mammals on islands - the island rule reexamined. *American Naturalist* **125**: 310-316.
- 中塚武・大西啓子・辻寛之・安江恒・嶋田千春 (2008) 屋久杉年輪の酸素・炭素同位対比に記録された過去300年間の水循環プロセスの変化. *日本気象学会大会講演予稿集* **93**: 73.
- 大島和雄 (1990) 第四紀後期の海峡形成史. *第四紀研究* **29**: 193-208.
- 佐久間彬・渡辺 誠・小池 孝良 (2011) 摩周湖の森林衰退について考える—他の地域との比較から見えてくること—. *北方林業* **63**: 6-9.
- Sprague, D. S. (2008) Historical GIS of Yakushima Island and the extent of Human subsistence activity. Sustainability and biodiversity assessment on forest utilization options. M. Ichikawa, S. Yamashita and T. Nakasizuka. Kyoto, Nakanishi Printing Company: 28-34.
- 辻野亮 (2011) 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. 屋久島町, 屋久島生物多様性保全協議会.
- 辻野亮・揚妻一柳原芳美 (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.
- 筒井希実子・大澤雅彦・朱宮丈晴 (2007) 屋久島低地部における森林の構造と人為の影響について. 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. 財団法人日本自然保護協会. 東京, 財団法人日本自然保護協会: 48-59.
- 宇野裕之・横山真弓・坂田宏志・日本哺乳類学会シカ保護管理検討作業部会 (2007) ニホンジカ個体群の保全管理の現状と課題. *哺乳類科学* **47**: 25-38.
- 依光良三 (2011) シカと日本の森林. 東京, 築地書館.
- 湯本貴和・松田裕之 (2006) 世界遺産を鹿が喰う シカと森の生態学. 東京, 文一総合出版.
- Zavaleta, E. S., R. J. Hobbs and H. A. Mooney (2001) Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends in Ecology & Evolution* **16**: 454-459.