



Title	野生シカに対する順応的管理のための戦略的スキーム
Author(s)	揚妻, 直樹
Citation	保全生態学研究, 17(1), 131-136
Issue Date	2012-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/49368
Type	journal article
File Information	JJCE17-1_131.pdf



野生シカに対する順応的管理のための戦略的スキーム
Strategic schema for the adaptive management of wild deer

揚妻直樹

Naoki Agetsuma

所属：北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター

住所：北海道大学和歌山研究林 和歌山県東牟婁郡古座川町平井 559

Abstract

Adaptive management has been applied to manage wild deer populations in Japan. Here, I present a strategic schema for implementing complete adaptive wildlife management. This schema consists of a hierarchical distribution comprising one policy and three layers (strategy, operation and tactics) of measures for wildlife management. The lower layers aim to achieve the goals of the higher layers. An important precondition of adaptive management is that every measure should be evaluated properly. For the evaluation, control conditions must be established for each measure, although these are rarely established in actual management programs. I propose an alternative method for evaluating multiple measures.

キーワード：階層構造、対策の評価、対照区、フィードバック、目標

はじめに

日本各地のシカ個体群は、この百数十年の間に激減と低密度化、それに続く急速な回復を見せた（揚妻 2009, 2010; 揚妻ほか 2010; 北澤ほか 2011; 依光 2011）。このシカ個体群の急速な回復に伴い、1990 年以降、農業被害が激化し、また生態系破壊が懸念されるようになっている（農林水産省農林水産技術会議ほか 2003; 湯本・松田 2006; 依光 2011）。これらの問題の対策を検討する際には、その対策によりどんな状態に誘導するのか、具体的な目標を設定することが不可欠である。農業被害問題についての目標は被害金額や被害面積などから比較的明確に設定しやすい。これに対し、自然生態系保全の場合には具体的な目標を設定することは難しさが伴うだろう。

たとえ具体的な目標を設定できても、問題の原因やメカニズムが明らかでない場合には、様々な対策を試行錯誤していくしかない。一般論として、問題を解決に導くための対策は複数想定される。従って、一つ一つその効果を検証しながら最適な方法を探すことになる。この場合、常に複数の対策を検討し、その効果とコストを評価することが重要である。それにより、効果が高くかつ現実的な対策に人的・資金的投資を行う。一方、効果の低いも

の、あるいは多大なコストを要するものは縮小・中止することになる。このような対策の実施と評価、そして見直しといった一連のサイクルは順応的管理と呼ばれる（The Conservation Measures Partnership 2007; 海の自然再生ワーキンググループ 2007）。シカに限らず野生動物が関係する問題の多くは、その根本原因や問題発生メカニズムが明らかにされているわけではない（高槻 2000）。さらに、管理の成功事例が少ないことから解るように、効果的な対策もはっきりしていない。従って、野生動物に関わる問題は順応的管理の手法を適用すべき事案と言える。ここでは、シカに関わる問題に対して、どのような順応的管理が求められているのかを検討する。なお、シカの管理については、これまでフィードバック管理が広く適用されてきた（横山・坂田 2007; 山内ほか 2007; 矢部 2007 など）。これまでの管理手法と、ここで提案する順応的管理のための戦略的スキームとの関係についても考察する。

戦略的スキームの必要性

シカにまつわるさまざまな問題に対し、日本ではシカの生息数を駆除で調整することで解決しようとしてきた。しかし、起きている問題の原因のすべてをシカに帰するのは間違いだろう（Fuller and Gill 2001）。これまでに、シカによる生態系への悪影響と考えられてきた現象について、別に原因があった事例も少なくない（Huff and Varley 1999; Didier and Porter 2003）。例えば、近年のカモシカ個体数の減少はシカの増加が原因とされている（Koganezawa 1999 など）。しかし、シカが生息していない山形県や岩手県の一部などでもカモシカは顕著に減少しており、シカが原因だとは単純には言いがたい（Agetsuma 2007）。植生の変化についても、人間の土地利用の変化（Didier and Porter 2003）、温暖化（堂本・岩槻 1997）や大気汚染（久米 2011; 佐久間ほか 2011）など、シカ以外のさまざまな原因があり得る。当然、これらに起因する問題はシカを管理しても解決しない。個々の問題解決のためには、真の原因の洗い出しと、各原因への手当てが不可欠である。ここで忘れてはならないのは、求められていることはシカの数进行管理することではなく、設定した目標を実現することである。

複数の対策を順応的に講じながら目標を達成するには、戦略的な発想が有効である。ここで紹介する戦略的スキーム（図式）は、目的が明確でかつ成果が厳しく求められる軍事行動を計画する手法として開発されたものである（Luttwak 2001）。そして、この手法は企業経営やリスク管理などの分野にも広く応用されてきた。

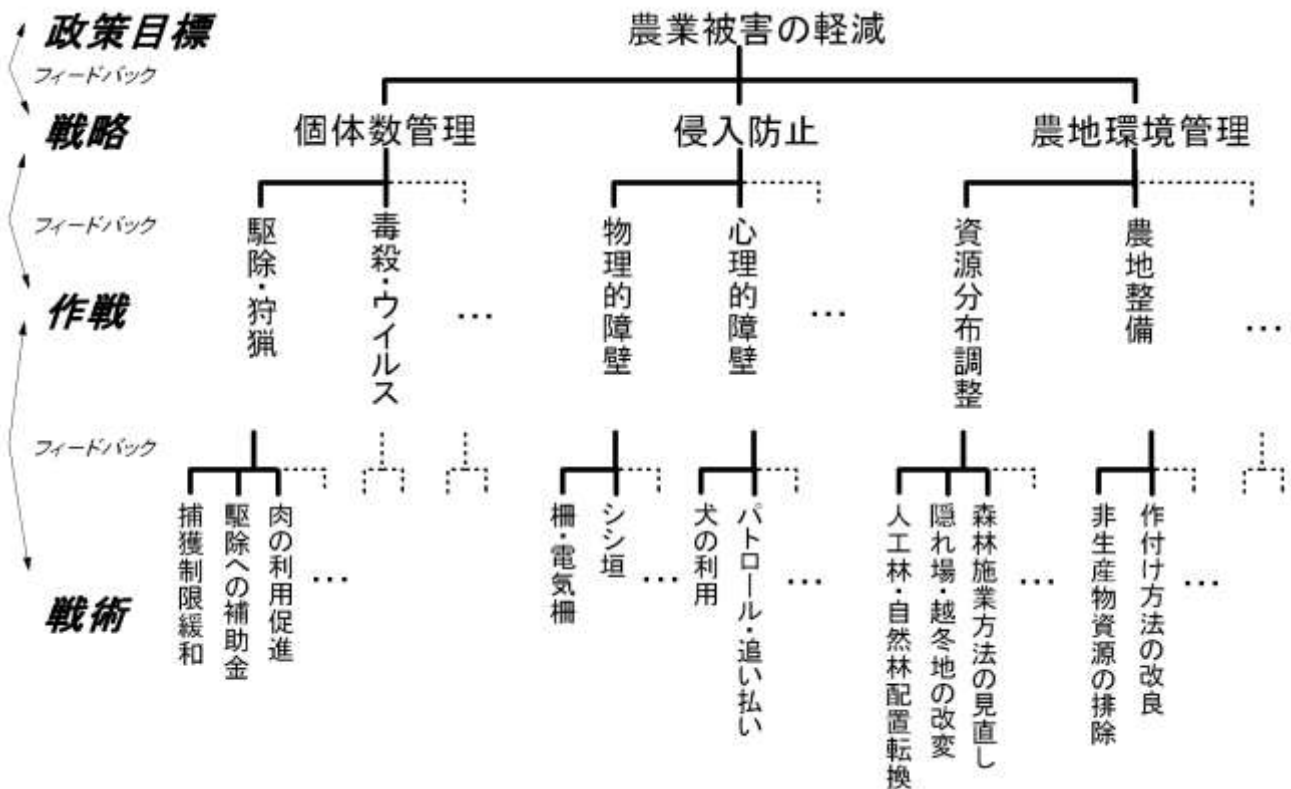


図1 順応的管理を機能させるための戦略的スキーム例。

戦略的スキームでは目標や対策は階層構造をとる。まず政策目標（policy）があり、次にそれを達成するための対策を戦略（strategy）、作戦（operation）、戦術（tactics）に階層分けをする（図 1）。下位の階層は、より上位の階層の目標を達成するために位置づけられる。つまり、より上位の目標がより重要であり、それを達成するために下位の階層があるのである。そのため、下位の階層ほど状況によって柔軟に見直される。シカに関わる問題では、目標として農作物の被害軽減と自然生態系保全が挙げられることが多い（宇野ほか 2007 など）。そこで、ここではシカに限らず野生動物一般で問題となっている農作物被害を例に考えてみよう。この問題での政策目標は「農業被害（金額・面積）の軽減」となるだろう。

それでは、この目標を実現するには、どんな戦略がありえるだろうか？真っ先に思い浮かぶのが「個体数管理」だろう。しかしながら、生息個体数と被害量や採食圧がきれいな比例関係になるとは限らない。動物 1 頭あたりの被害強度が大きく変化したり、農地の周辺環境によっても被害の大きさが変わるからだ（Cote et al. 2004）。そのため、個体数を減らしても、被害が減るかどうか確実ではない。そこで、「農業被害の軽減」の別の戦略として、動物が農地や集落に入り込めないようにする「侵入防止（行動制御）（室山 2003）」が重要

となる。さらに、被害を受けやすい農地の立地や周辺環境構造があることも解ってきた（坂田ほか 2001; 高田ほか 2010）。それならば被害を受けにくい環境を整備する「農地環境管理（生息地管理）」も戦略として考えられる。これらの他にも、さまざまな戦略が考えられるだろう。

次に、これらの戦略を実行するための作戦には何があるだろうか？「個体数管理」戦略とは、動物の個体数を人間が設定した数にすることである。従って、「駆除（狩猟）」がその作戦として考えられる。事実、日本におけるこれまでの野生動物の被害対策の主軸はここにある。「個体数管理」戦略には、このほかにも明治時代にオオカミ駆除に用いられた「毒殺」作戦（藤原 1985）やオーストラリアでウサギの駆除に用いられた「ウィルス」作戦（Conover 2002）もあり得る（ただしこれらの作戦は、当時は種の根絶のために行われたと思われる）。その中の「駆除」作戦に関する戦術を考えると、狩猟を許可する数・場所・時期の緩和や、補助制度、肉の利用促進策などがあり、既にそれらの戦術は日本各地で実施されてきた（山内ほか 2007; 矢部 2007; 北海道環境生活部 2008）。一方、「侵入防止」戦略については、防獣柵などの「物理的障壁」作戦や、犬の利用や見回りなどの「心理的障壁」作戦が挙げられる。

これらに対し、「農地環境管理（生息地管理）」戦略はあまり行われていないので（室山 2003）、その作戦や戦術もこれから試行錯誤していくしかない。例えば、被害を受けている農地の近くに動物にとって生産性の高い広葉樹林が立地する生息地構造が見られる場所がある（揚妻 2006）。そういった場所では、農地付近の資源量を低下させ、資源分布を調整することで被害を起きにくく防ぎやすくなる可能性がある。この「資源分布調整」作戦は「農地環境管理」戦略の主軸となろう。また、放棄された農地や農地周辺には野生動物の資源となる植物が多い（Fuller and Gill 2001; 江口 2003; 室山 2003）。商品とならない作物や摘果物が農地周辺に投棄されることもある。そうした資源が野生動物を農地に誘引させ被害を助長するなら改善が必要である。こうした、人間由来食物の除去や、作付けする作物種と配置の工夫などの「農地整備」作戦も考えられる。なお、ここで説明した戦略的管理スキーム（図 1）は、あくまで例として書いたものであり、実際の戦略・作戦・戦術の位置づけは実情に合わせて検討すべきである。

戦略的スキームは政策目標－戦略－作戦－戦術の階層構造をとっている。そして各戦術が、各作戦遂行にどれだけ効果的だったか、各作戦が各戦略にどれだけ効果的だったのか、そして各戦略が政策目標にどれだけ貢献したかを評価し、次にそれらの戦略・作戦・戦術

への投資量（費用・労力等）を見直す（フィードバック）ことになる。戦略・作戦・戦術については、効果の如何によって「実施しない」から「最大限に実施する」までの判断がなされる。また、新たな戦略・作戦・戦術もこのスキームに取り込み、試行錯誤を行う。これにより効果の低い対策（戦略・作戦・戦術）が継続すること、また新しい対策の試験・実施が阻害されることを防止する。つまり、政策目標達成のために対策の取捨選択が可能となる。このことから、戦略的スキームは順応的管理を保証するシステムといえる。さらに、戦略的スキームは関係者が個々の対策を協議したり、実施する際に、それが全体計画のどこに位置づけられるのか一目で理解できる。対策の全体像を知ること、それぞれの関係者自身が自分の役割を認識でき、意欲的に関わるができるよう。

対策の評価と選択

順応的管理を機能させるには、複数の対策の中から目標達成のために、より適したものを取捨選択できること不可欠である。それには、各対策の効果を適切に評価しなくてはならない。しかし、現実には複数の対策が同時に実施されることが多いため、個々の対策の効果を単純に評価することができない。対策の効果を科学的に評価するには、対策を一部あるいは全て実施しない対照区を設けることが基本である。対照区が設定されないと全く誤った評価がなされる危険性がある。山形県でのカモシカ駆除事業は、対照区設定の重要性を示した好例なので紹介しよう。

山形県ではカモシカによる農業被害対策のために、1990年から一部地域でカモシカの駆除を行った。駆除を始めると、みるみるまに農業被害が減少していった（図2上）（ワイルドライフワークショップ 2008）。この結果だけ見れば、駆除が農業被害軽減に大変有効であると結論づけられただろう。ところが、山形県では被害発生が遅かった地域では駆除を実施していなかった。そして、その駆除を行わなかった地域でも被害は激減してしまった（図2下）。つまり、駆除の実施に関わらず農業被害が軽減したわけだ。このことから、駆除が被害を軽減させたのではないことが明らかになった。駆除地と非駆除地、どちらでも侵入防止柵の設置が進められていた。また、カモシカ個体群も低密度化していったようだ（ワイルドライフワークショップ 2008）。こうした対策や要因が功を奏して被害が軽減したと考えられる。この事例では、駆除を行わなかった地域が言わば対照区の役割を果たした。もし、この対照区がなかったら、駆除の効果は全く逆に評価されていたに違いない。山形県では1999年から、カモシカの駆除を中止している。しかし、その後も被害が増加する兆候は見られない（図2）。

駆除が中止に至ったいきさつは複雑なようだが、科学的には賢明な判断がなされたといえる。この例からも解るように、対策の効果を適切に評価するためには対照区の設定が極めて重要なのだ。

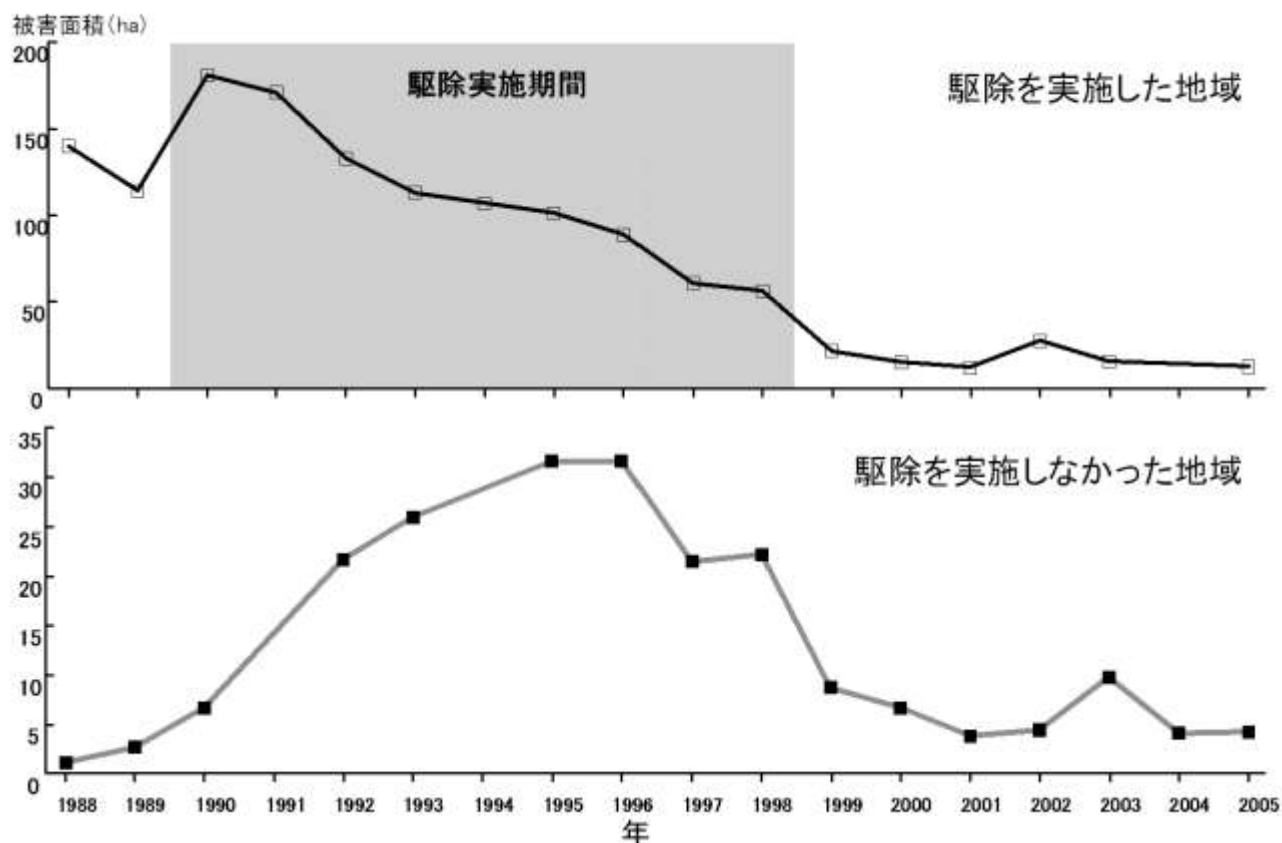


図2 山形県におけるカモシカ駆除を行った7地域（合計耕地面積500ha）と行わなかった5地域（394ha）の農業被害面積の推移。網掛け部は駆除の実施期間。ワイルドライフワークショップ（2008）をもとに作成。

ところが現実には農業被害対策でも自然生態系保全に関しても対照区が設定されない場合が多い。その理由は科学的検証には対照区が重要であるという認識が薄いことが考えられる。また、農業被害問題の場合には、対策を実施しない地域を設定することが社会的に困難なこともある。そのため、これまで各対策の効果が比較検討されたことはない。それでは順応的に対策を変えることができない。

この問題を解決するには、多変量解析などの統計的手法がある程度は助けになるかもしれない。多変量解析を用いれば、同時に実施された複数の対策の効果を評価できるからだ。例えばGeisser and Reyer（2004）は、イノシシの被害対策としての捕獲、侵入防止柵、山中での餌付け、の三つの対策の相対的な有効性の評価を行っている。

複数の対策を評価するためには、まず地域ごと・年ごとの被害量（金額・面積・重量・被食率など）と、対策ごとの実施量（費用・日数・面積など）のデータを収集しなくてはならない。地域ごとに各項目の値は異なっていることが多いだろう。また、同じ地域であっても、年ごとに被害量や採用した対策の種類には強弱があると思われる。その違いを利用して分析を行うことになる。集められたデータは図3のような一般化線形モデル（GLM）やパス解析などを使って分析され、対策の有効性を評価することができよう。

被害額などの目標指標 ～

$$\begin{aligned}
 & M1 \times \text{対策1の実施量} + M2 \times \text{対策2の実施量} + M3 \times \text{対策3の実施量} + \cdots \quad \text{対策に関する項目} \\
 & + C1 \times \text{気象要因1} + C2 \times \text{気象要因2} + C3 \times \text{気象要因3} + \cdots \quad \text{気象に関する項目} \\
 & + H1 \times \text{生息環境要因1} + H2 \times \text{生息環境要因2} + H3 \times \text{生息環境要因3} + \cdots \quad \text{生息環境に関する項目} \\
 & + S1 \times \text{社会経済要因1} + S2 \times \text{社会経済要因2} + S3 \times \text{社会経済要因3} + \cdots \quad \text{社会経済に関する項目}
 \end{aligned}$$

図3 各対策の相対的な効果を評価する一般化線形モデル例。M1、M2、M3・・・は対策1、対策2、対策3・・・の係数、同様にC1、C2、C3・・・、H1、H2、H3・・・、S1、S2、S3・・・は気象要因、生息環境要因、社会要因の係数を表す。

図3はGLMで対策の効果を評価する場合の模式図である。M1、M2、M3・・・は対策1、対策2、対策3・・・の効果の大きさを表す係数で、手続きに従って算出することができる。原則的にはM1、M2、M3・・・の値の大きな対策を優先的に実施することになる。ただし、目標指標と各対策の実施量とは単純な比例関係にならないこともある（Geisser and Reyer 2004）。また、図3には煩雑になるために描かなかったが、対策間の交互作用も加えるべきかもしれない。それは対策同士で相乗効果あるいは相殺が起きる可能性もあるからだ。目標とする指数に対して、気温や降水量などの気象要因、森林率や農地面積などの生息環境要因、農家の経営様態や生産規模などの社会要因も影響していると考えられる。従って、それらの要因もモデルに組み込む必要がある。ただし、組み込む要因が多くなるとモデルが複雑化する。一般に複雑なモデルでは多くのデータ数（地域数・年数）が必要とされるなど、分析上の問題が生じるので注意が必要である。それでも、このような分析を

行うことで、対照区が設定できない場合でも各対策の有効性をある程度評価することができよう。

これまでのシカ管理との関係

これまで、シカの個体数管理計画にはフィードバック管理が取り入れられてきた（横山・坂田 2007; 山内ほか 2007; 矢部 2007 など）。その多くは調査によって動物個体数（あるいは個体数指標）を調査し、その値に応じて駆除圧のかけ方を調整し、目標の個体数（指数）へと導こうとするものである。目標とする生息個体数を設定し、実際の個体数との差を明らかにし、対策にフィードバックさせるという点で順応的管理の手法が取り入れられている。

このフィードバック管理を戦略的スキーム（図 1）に当てはめてみよう。フィードバック管理では、「個体数管理」戦略にもとづき、「駆除」作戦が実施され、駆除・捕獲数をより高めるための規制や補助制度などの「戦術」の変更が行われてきた（山内ほか 2007; 矢部 2007; 北海道環境生活部 2008）。つまり、フィードバック管理は「個体数管理」戦略における「駆除」作戦と戦術間のフィードバックに相当していることが解る。しかし、フィードバックは「個体数管理」戦略内に限定されている。そのため、「個体数管理」戦略がどの程度、政策目標の達成に貢献しているのか、また他の戦略と比べてどの程度効果的なのかを評価・検討することができない。事実、これまで複数の対策間で各効果の相対的大きさについては検討されてこなかった。今後、野生動物管理は戦略的スキームによる包括的な順応的管理へと拡張することが求められる。

おわりに

ここでは戦略的スキームによる順応的管理について検討した。それが成立する条件は複数の対策を評価し、比較検討できることである。今後、対策の評価と取捨選択の手法を洗練していく努力が必要である。

シカについては多種多様な問題が指摘されている（農林業被害、希少植物消滅、生態系破壊、交通事故、ヤマビル増加など）（井上・金森 2006; 北海道環境生活部 2008）。これらは問題の本質が異なっているものもあり、当然ながらとるべき対策も変えなくてはならない。また、シカがこれらの問題を引き起こす原因やメカニズムについて十分に解明されているわけではない（高槻 2000）。問題解決のための戦略的スキームを検討する際には、

各問題の根本原因が何であるのかを追及しながら、その問題の本質に照らして、どのように解決されるべきかを意識することが重要である。

引用文献

- 揚妻直樹 (2006) 野生動物の管理と保護. (北海道大学北方生物圏フィールド科学センター編) フィールド科学への招待. pp 98-108. 三共出版, 東京.
- 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 (2009) シカは森林の破壊者なのか? (北方林業会編) 北方林業創立 60 周年誌 北の森づくり Q & A. pp114-117. 北方林業会, 札幌.
- 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. (池谷和信編) 日本列島の野生生物と人. pp149-167. 世界思想社, 京都.
- 揚妻直樹・前田純・大西一弘・土井一夫・前田昌作・鈴木清士・久保田省吾・浪花彰彦・浪花愛子・小西富美代・榎本浩志 (2010) 北海道大学・和歌山研究林における春季のニホンジカ (*Cervus nippon centralis*) 分布パターン. 北海道大学演習林研究報告 67: 1-5.
- Conover M, R (2002) Resolving human-wildlife conflicts, the science of wildlife damage management. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Cote SD, Rooney TP, Tremblay JP, Dussault C, Waller DM (2004) Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 35: 113-147.
- 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.
- 堂本暁子・岩槻邦男 (編) (1997) 温暖化に追われる生き物たち. 築地書館, 東京.
- 江口祐輔 (2003) イノシシから田畑を守る おもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農山漁村文化協会, 東京.
- 藤原英司 (1985) 北加伊エゾシカ物語 北海道の環境破壊史. 朝日新聞社, 東京.
- Fuller RJ, Gill RMA (2001) Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland. *Forestry* 74: 193-199.
- Geisser H, Reyer HU (2004) Efficacy of hunting, feeding, and fencing to reduce crop damage by wild boars. *Journal of Wildlife Management* 68: 939-946.
- 北海道環境生活部 (編) (2008) エゾシカ保護管理計画 (第 3 期). 北海道, 札幌.
- Huff DE, Varley JD (1999) Natural regulation in Yellowstone National Park's northern range. *Ecological Applications* 9: 17-29.
- 井上雅央・金森 弘樹 (2006) 山と畑をシカから守る. 農山漁村文化協会, 東京.
- 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.
- Koganezawa M (1999) Changes in the population dynamics of Japanese serow and sika deer as a results of competitive interactions in the Ashio Mountains, central Japan. *Biosphere Conservation* 2: 35-44.
- 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.

- Luttwak EN (2001) Strategy, the logic of war and peace. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- 室山泰之 (2003) 里のサルとつきあうには 野生動物の被害管理. 京都大学学術出版会, 京都.
- 農林水産省農林水産技術会議・森林総合研究所・農業・生物系特定産業技術研究機構 (編) (2003) 農林業における野生獣類の被害対策基礎知識 ―シカ、サル、そしてイノシシー. 農林水産省農林水産技術会議・森林総合研究所・農業・生物系特定産業技術研究機構, 東京.
- 坂田宏志・濱崎伸一郎・岸本真弓・三橋弘宗・三橋亜紀・横山真弓・三谷雅純 (2001) 兵庫県におけるニホンジカの生息密度指標と捕獲圧、農業被害の関連. 人と自然 12: 63-72.
- 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.
- 高田まゆら・鈴木牧・落合啓二・浅田正彦・宮下直 (2010) 景観構造を考慮したニホンジカによる水稻被害発生機構の解明とリスクマップの作成. 保全生態学研究 15: 203-210.
- 高槻成紀 (2000) シカがおよぼす生態的影響. 生物科学 52: 29-36.
- The Conservation Measures Partnership (2007) Open standards for the practice of conservation, version 2.0. The Conservation Measures Partnership, Bethesda.
- 海の自然再生ワーキンググループ (2007) 順応的管理による海辺の自然再生. 国土交通省港湾局, 東京.
- 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.
- ワイルドライフワークショップ (2008) 山形市委託調査 平成 19 年度カモシカ生息状況調査. ワイルドライフワークショップ, 山形.
- 矢部恒晶 (2007) 九州におけるニホンジカ特定鳥獣保護管理計画の現況. 哺乳類科学 47: 55-63.
- 山内貴義・工藤雅志・高槻成紀 (2007) 岩手県におけるニホンジカの保護管理の現状と課題. 哺乳類科学 47: 39-44.
- 依光良三 (編) (2011) シカと日本の森林. 築地書館, 東京.
- 横山真弓・坂田宏志 (2007) 兵庫県におけるシカ保護管理計画の現状と今後の展望. 哺乳類科学 47: 73-79.
- 湯本貴和・松田裕之 (編) (2006) 世界遺産を鹿が喰う シカと森の生態学. 文一総合出版, 東京.