

# アオダモの持続的供給に向けた経済分析

慶應義塾大学法学部法律学科  
大沼あゆみ研究会第 11 期卒業論文  
学籍番号 31007123

高木 悠

## 要旨

アオダモという木は古くから野球選手用のバットとして愛されてきた。アオダモの優れた材質がゆえに現在も多くのプロ野球選手が使用しているが、現在その供給は滞っている。その原因の一つはエゾシカによる食害である。エゾシカは近年急速にその数を増やしており、北海道内で深刻な食害を引き起こしているが、アオダモはとりわけエゾシカの嗜好性が高いために特に被害を被っている。そこで防護柵を張ったり、チューブを被せたりすることで対策を行おうとしているが、その資金が不足しているのが現状である。更に根本的対策として、エゾシカの個体数調整のための狩猟も推進しているが、ハンターの高齢化やインセンティブ不足によって狩猟者が減少しており、その対策は万全ではない。エゾシカ対策費としての資金不足は木材価格が低迷していることが原因の一つであるが、資金獲得の手段として、近年 **J-VER** 制度が各地方自治体において注目を浴びている。**J-VER** 制度によって創出されたクレジットの価格は現在非常に高いため新たな収益源として期待されているが、大量に売れ残っているのが現状である。そこでこの **J-VER** 制度を活かしたアオダモの持続的供給を目指す制度を本論文において提案する。更にモデル分析によってその政策の有用性を示すと同時に問題点を提示する。

**好奇心というのは、そのように生命を賭けて挑む行為に裏打ちされなければ、生きる感動としてひらかないのではないか。**

**—岡本太郎**

## 目次

- 1 はじめに
- 2 アオダモ
  - 2-1 アオダモに関する概要
  - 2-2 アオダモのバット材としての性質とその経済的価値
  - 2-3 アオダモの生態的価値
  - 2-4 アオダモの需給構造
- 3 エゾシカ
  - 3-1 エゾシカの特徴
  - 3-2 増え続けるエゾシカがもたらす食害被害
  - 3-3 エゾシカに対する現状の対策
- 4 J-VER 制度
  - 4-1 J-VER 制度の概要
  - 4-2 J-VER 制度の問題
- 5 政策
  - 5-1 現状分析
  - 5-2 政策とその分析
  - 5-3 結論
- 6 あとがき
- 7 参考文献

## 1 はじめに

『イチローのバットがなくなる日』という本では、文字通りイチローのバットがなくなりつつある現状を訴えかけている。イチローのバットに使われる素材はアオダモ、今回の論文の主題である。アオダモはプロ野球のバット材として広く使われてきた。アオダモ特有のしなり具合がゆえに、イチロー選手をはじめた多くのプロ野球選手に愛されてきた。しかし、そのアオダモが今なくなりつつある。無計画な伐採、人工林技術が確立されていないことなど様々な理由が考えられるが、本論文においてはエゾシカの被害をその原因として大きく取り上げる。なぜなら、私が北海道にある浦河町へフィールドワークに赴いたとき、アオダモの天然林が生息している場所はことごとくエゾシカの食害に遭っており、その計り知れない影響をこの目を通して感じたからである。そこで本論文においては、アオダモが減少している現状とその原因としてのエゾシカの食害を実際のデータを基に示した上で、現状の対策とその問題点を述べる。そして最後に新たな政策を提案し、モデルを通じてその政策を分析していく。

## 2 アオダモ

本章において、本論文の主題であるアオダモについて紹介していく。

### 2-1 アオダモに関する概要

アオダモは、モクセイ科トネリコ属の落葉広葉樹である。高さは10~12m、太さは30cm以上になる。北海道から九州、そして朝鮮にも分布している木であり、比較的標高の高い場所に生息している。

アオダモという名は、枝や樹皮を水に浸けると青く光るところから来ていると言われている。これはアオダモの樹皮に含まれるエスクリンという物質が、加水分解によって青く発色する物質に変化するためである。

曲げ強さをはじめとする力学的特性に優れており、古くからスキー板やテニスラケットなどに使用されてきたが、現在では主にプロ野球選手のバットに使用されている。特に北海道内の日高系（新冠、浦河、様似）と阿寒系（本別、浦幌、音別、白糠）から産出されるアオダモを使用したバットが最高級品と言われている。

アオダモの大きな特徴としてその性表現がある。アオダモは非常に珍しい雄性両全性異株性の植物である<sup>1</sup>。雄性両全性異株性とは、雄しべ2本のみを持つ雄花をつける雄性株と、雄しべ2本と雌しべ1本を持つ両性花をつける両性株が混在していることをいい、こうした雄性両全性異株性の植物は10種程度しか



写真1 浦河町内の道有林において  
筆者撮影

---

<sup>1</sup>植物のうち最も多く見られる性表現が、雌雄同花同株であり、これは1つの花の中に雄しべと雌しべを同時に持つ植物である。次に多いのが雌雄異花同株であり、これは雄花と雌花がそれぞれ存在しているが、同じ株につく植物のことをいう。この二つ、雌雄同花同株と雌雄異花同株で、被子植物の全体の80%に達すると言われている（牧,1993）

存在しないと言われている(福田,2013)。

## 2-2 アオダモのバット材としての性質とその経済的価値

アオダモの価値は大きく分けて二つ存在する。経済的価値と生態的価値である。この節では経済的価値を述べていく。前節で述べたように、現在アオダモは主にプロ野球選手用のバットとして利用されている。バット材としての歴史は古く、明治期からアオダモのバットが使用されてきたと言われている。弾力性に富み強靱で折れにくいことに加え、透き通るような美しい白色を放っていたアオダモは当時から好まれており、タモ、セン、ホオ、カツラ等の他材もバットとして用いられていたにも関わらず、多くの選手が利用してきたと言われている。戦後に入って日本のプロ野球が始まり、バット需要が増大してくると、資源量がアオダモより多いヤチダモが利用されるようになった。しかし、ヤチダモの場合材質はアオダモに比べて劣っており、木目がすぐに剥がれてしまうという欠点があった。そこでボールの当たる場所にフェノール樹脂を注入して圧縮することにより、木目が剥がれにくいバット、いわゆる圧縮バットが利用されるようになったが、「飛距離の伸びるバット」としてプロ野球協約によって昭和 55 年以降圧縮バットが禁止されてからは、折れやすいヤチダモの使用が敬遠され急速にアオダモの需要が上がっていった。

アオダモのバットとしての材質の良さは「しなり」と折損のしにくさにある。しなりを表す指標として MOE(曲げヤング率)<sup>2</sup>がよく使用される。アオダモは他のバット用材(ホワイトアッシュ、シュガーメイプル)と比較したときに、MOE が小さいことからアオダモのしなりは実証されている(武藤,2007)。このしなりを好む選手は日本人に多く、イチロー選手をはじめとしてアオダモバットを使用している選手は数多い。また、アオダモの折損のしにくさを表すために、バットの木目が剥がれるまでに何回硬式球を打てるか、という実験が行われたことがある。先ほど述べたヤチダモの場合 12~3 球で木目が剥がれ、ホワイトアッシュの場合は 34~5 球で木目が剥がれ始めるという。一方のアオダモの場合 100 球以上打っても木目が剥がれないことから折損率が低いと言われており、アオダモのバットとしての強靱性は非常に優れているといえる(荒木)。このしなりと強靱さが数多くのプロ野球選手に愛されている理由である。それゆえプロ

---

<sup>2</sup> 曲げヤング率は弾性係数とも呼ばれ、木材に加えられた「曲げの力」とその時の木材の「縦歪みやたわみ」の程度の関係を表す数値であり、数値が大きいほど曲げ強度が高いと言われている。

野球選手からの需要は多く、その経済的価値は高いといえる。

### 2-3 アオダモの生態的価値

前節ではアオダモの木材としての価値（直接的利用価値）について述べてきた。本節ではアオダモの持つ間接的利用価値、そして非利用価値について述べていく。

一般的に森林のもたらす間接的利用価値として、調整サービスや文化サービスなどが挙げられる。このうち、アオダモ特有の間接的利用価値として注目すべきは文化サービスであると考えられる。一例としてアオダモの主産地である北海道日高管内において行われている自然教育がある。平成 15 年度から平成 17 年度において日高管内で行われた「クリーンアップひだか推進事業」においては、管内の小学生を対象にアオダモの植樹を実際に経験してもらうことで、緑化活動への関心を高めようとしていた。更に右写真に写っているように、地元で産出されたアオダモを活かしてのコースター作りも行われている。地元住民は小さい頃からアオダモに触れる機会が多く、アオダモの主産地としての取り組みが町を挙げて行われているのがわかる。



写真 2 日高振興局内において  
筆者撮影

アオダモの非利用価値として特筆すべき特徴は第 2 章第 1 節でも述べた特異な性表現にあると考えられる。

植物における性表現の多様性は植物の繁殖戦略によってもたらされるものであり、性表現の多様性が植物種群の多様性を生み出す結果となっている(岡崎,2005)。特にアオダモの性表現である「雄性両全性異株性」は、植物の性表現においては極めて珍しい性型であるとされている。一般に雌雄同種から雌雄異株への進化の過程では、両性花から雄花単体、雌花単体へと変化する必要がある。両性花から雌花への変化、つまり雄しべをなくして雌しべだけにするとは、自家受粉を防ぎ、近交弱勢（近親交配による適応度<sup>3</sup>の低下）を避けるとい

<sup>3</sup> ある植物の個体が残す繁殖可能な子の数の平均値を言う（寺島,2005）。

うメリットがあるため理に適っている。しかし、雌しべをなくして雄しべだけにすることは、自家受粉を防げる、といったメリットがあるわけではないため理に適っているとは言い難い。それゆえ雌性両全性異株と比較して、雄性両全性異株は極めて珍しい性表現である（菊沢,1998）。この異質な性表現は人間に対して現在直接便益を与えているわけではないが、貴重な性表現としての存在価値は十分に考えられる。また、植物の性の進化を考える上で貴重なサンプルになると言われており、この点においてアオダモの非利用価値が認められうる。

## 2-4 アオダモの需給構造

本節では、バット材として用いられているアオダモの需給構造を述べていく。日本において木製バットが使用されているのは、大学野球、社会人野球、そしてプロ野球においてである。一年間でおおよそ 20 万本の木製バットが使用される中でアオダモの占める割合は年を追う毎に減少している。これはアオダモの需要が減少しているのではなく、アオダモの供給が追いつかないためである。下のグラフは、優良なアオダモを生産する道有林浦河管理区のアオダモ販売経過を記したものである。

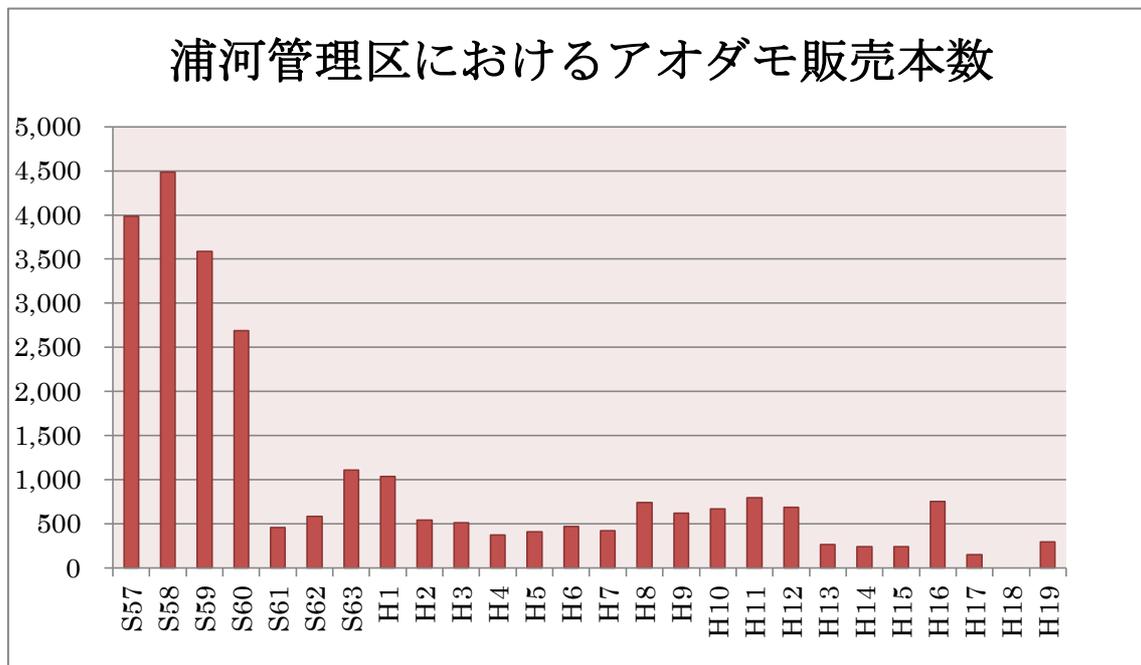


図1 日高振興局より頂いた資料により筆者作成

図1を見ての通り道有林浦河管理区においてアオダモの供給本数は昭和60年を境に著しく減少しており、平成19年を最後に供給はストップしている。同様

の状況は国有林においても起こっている。国有林を管理している方にお話をお伺いしたところ、平成 20 年から 26 年の間にわずか 361 本を供給したのみであるという。そのため、現在はどうしてもアオダモが欲しいメーカーはアオダモがまだ採取できる民有林を探し出してきて、そこから皆伐をして供給をしてもらっているが、それでも毎年十分な数のアオダモバットをプロ野球選手に供給するには不十分である。そのため日本を代表するバットメーカーの一つである株式会社エスエスケイでは、過去に購入したアオダモ材木のストックを切り崩して供給しなければならない状況である。

この状況は、アオダモ採取費用より価格の方が低いために起こっているものと考えられる。北海道日高振興局森林室森林整備課の岩田さんにお話をお伺いしたところ、現在整備されているインフラ周辺のアオダモは採り尽くしてしまい、更にアオダモを採取するためにはインフラ未整備の山奥まで入っていかなければならないと言う。そのような場合、アオダモの価格以上に搬出コストがかさんでしまうため、現在アオダモの伐採は見送られている。

加えて、平成 14 年度より北海道日高振興局において天然林事業が特別会計から一般会計へと変更された。それに伴い収益性が一層重要視されるとともに、地域の人々への理解が必要になったという。そのため、採算の取れないアオダモを伐採し続けることは地域の人々への理解までには至らず、遂に伐採が休止へと追い込まれてしまった。国有林においてもアオダモの保護事業を進めているところであり、今後アオダモの持続的供給へと進めるためには、アオダモの採算性を確保することと、地域の人々への理解が鍵となってくる。

次章からは、アオダモ資源の減少に拍車をかけているエゾシカ被害を中心に述べていく。

### 3 エゾシカ

本章においてニホンジカの亜種であり、北海道に数多く生息するエゾシカについてアオダモとの関係を中心に述べていく。

#### 3-1 エゾシカの特徴

エゾシカは北海道固有の種であり、アイヌの人々との関わりが古くから続くことから北海道のシンボリック的存在である。しかし、エゾシカの個体数は増減が

激しく、個体数に応じて希少な地域資源とみなされたり、農林業被害をもたらす害獣とみなされたりしてきた。

明治期には貴重な食料として多くのエゾシカが狩猟されていたという。しかし、乱獲と1879年（明治12年）の記録的豪雪がエゾシカの越冬地を襲い、個体数が激減してしまう（平田,2011）。そのため驚くべきことに、20世紀に入るまでにはすっかり希少動物となってしまうていた。そこで実施された政府主導による禁猟措置（1956年まで続く）によって絶滅は免れたものの、シカ皮が高く売れたことによる密猟のためにシカの個体数は相変わらず非常に限られていた。それでも1970年代からの自然保護運動の高まりや、離村離農によるハンターの減少がシカの間引きを減らしたことで、加えて暖冬の影響で豪雪による自然死が激減したことにより、次第にシカにとって暮らしやすい環境ができ上がってきた（松田,2006）。

このように、かつては豪雪や住民による狩猟によってかなり低い水準でシカの個体数が推移してきたものの、エゾシカを激減させる要因が取り除かれていくことによりエゾシカの個体数は増加の一途を辿ることとなる。次節において増加の要因となるエゾシカの食性と食性がもたらす被害を中心に述べていく。

### 3-2 増え続けるエゾシカがもたらす食害被害

エゾシカが増加する要因の一つに、シカの食性が挙げられる。エゾシカは、ハンゴウソウ、イケマ、フッキソウなどのわずかな不嗜好植物を除いて、広範な植物を採食する（梶,2006）。加えて、食料が不足してくると餌不足から樹皮剥ぎが引き起こされ、樹木に対して深刻な被害をもたらしている。通常個体数が増えると、密度効果が現れて自然増加率等が抑えられることが知られているが、エゾシカの場合密度効果は本当に植物がなくなるまで働かないと言われている（松田,2006）。そのためエゾシカの密度が高くなっている地域では森林植生が破壊されてしまい、森林の構造や植物の構成が変わってしまうことが知られている（梶,2006）。

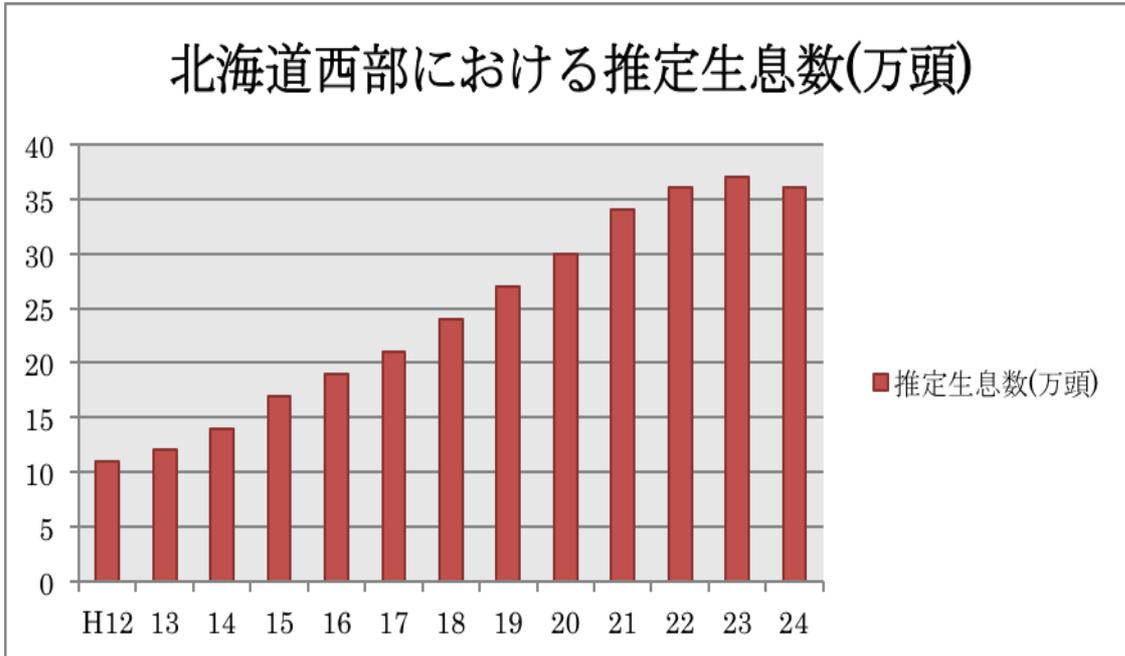


図2 北海道西部におけるエゾシカ生息数推移

北海道環境生活部環境局エゾシカ対策課資料を参考に筆者作成

<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/est/suiteiseisokusuu12-24.pdf>

シカの高密度化が特に進んでいるのが北海道西部である。北海道西部におけるエゾシカの推定生息数を図2で示したが、この図からわかるように平成24年には35万頭ものエゾシカが生息していると推定されており、10年間で倍以上増えたことがうかがえる。北海道西部にはバットの優良な産地である日高・十勝地方が含まれているが、北海道の調査によると日高地方は近年では最もエゾシカ生息密度が高い地域とされており、牧草地・森林問わず目撃されている(2014, 古田)。とりわけアオダモの天然林においては、エゾシカによる樹皮被害や稚葉樹における枝葉の食害が他の樹種と比較して高い割合で発生しており、アオダモは多様な樹種の中でも深刻な被害を受けてきている(南野,2004)。

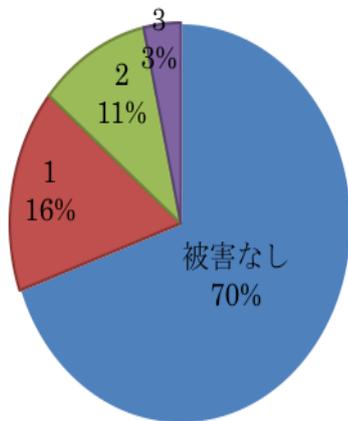
深刻な被害状況を示したのが図 3 である。図 3 は日高南部森林管理署主任森林整備官古田様より頂いた資料より作成した「バットの森」<sup>4</sup>におけるエゾシカ食害状況である。図 3 より、エゾシカによる食害は 2000 年と 2013 年を比較したときに、2013 年には悪化していることがわかる。特に材部に傷が残ると予想される被害(2)が 11%から 53%まで上昇しており、材の質が問われるプロ野球バットにおいて致命的な問題となっている。

写真 4 は実際にエゾシカの角擦り被害にあったアオダモの写真である。この状態で図 3 でいうところの「2」ということであつたが、こうした表皮が削れたアオダモが数多くバットの森に見受けられた。被害割合の上昇は日高地方におけるエゾシカの生息密度の急増と無関係ではないと考えられており、エゾシカによる樹皮剥ぎ、角擦りを抑制するためにもエゾシカ対策が急がれている。次節では現在行われているエゾシカ対策を中心に述べていく。

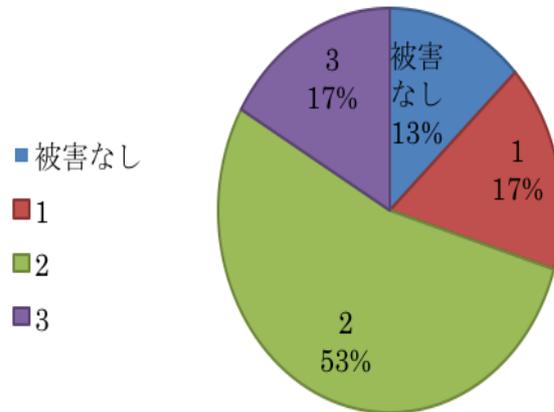
---

<sup>4</sup>北海道新ひだか町（旧三石町内）には、アオダモ資源の持続的供給を目指して適切な施業方法や育成技術の定着化を研究している施業指標林が存在している。そこは「バットの森」と名付けられており、指標林内には大小様々なアオダモが植栽されている。

2000年



2013年



1:軽微な被害 2:樹皮に半分未満の食害があり、材部に傷が残ると予想  
3:樹皮の半分以上に食害があり、バット材として期待出来ない。

図3 バットの森施業指標林におけるエゾシカ被害割合  
バットの森施業指標林エゾシカ被害調査集計表より筆者作成



写真3 バットの森を示す案内板  
筆者撮影



写真4 エゾシカの角擦りに遭ったアオダモ  
筆者撮影

### 3-3 エゾシカに対する現状の対策

エゾシカのアオダモに対する食害を防ぐために、取られている施策としては大きく分けて二つの方法がある。

1. エゾシカの侵入を減らす
2. エゾシカの個体数を調整する。

1のエゾシカの侵入を減らす方法として現在行われているのは、シカ柵の設置とヘキサチューブと呼ばれる防護チューブの設置である。シカ柵は木製、鉄製とあり、耐久性は鉄製が優れているが、北海道日高振興局においては500m当たり600万円もの費用を要する理由から、木製の柵が実際に敷かれることが多いという。しかし木製の柵においても広大な山の敷地に敷くとすると、初期費用に加え莫大な維持費用を要することから、現在木製柵は設置されておらず、アオダモの木々が野ざらしとなっている。一方ヘキサチューブは単木一本一本にチューブを被せてシカの食害を防ぐ方法であるが、一本数千円することからこちらも費用面の問題から実施されていないという。しかし、いくら費用をかけてシカの侵入を防いだとしても、個体数が増え続けるエゾシカの被害を食い止めるには限界がある。そこで食害問題の根本的解決としては、2のシカの個体数調整がより重要になってくる。

エゾシカは鳥獣保護法の施行規則内において「狩猟鳥獣」に指定されているため、鳥獣保護法第11条第1項の規定に従って狩猟<sup>5</sup>しなければならない。しかし、それだけではエゾシカの捕獲にあたって制約がありすぎるため、各都道府県知事が許可した場合には、許可された期間はいつでも捕獲（許可捕獲）できるような仕組みが整っている。北海道においては現在第11次鳥獣保護事業計画が実施されている。

加えて、エゾシカの場合多大な農林業被害と自然環境へ悪影響を及ぼしているために、鳥獣保護事業計画の下で、鳥獣保護法における特定鳥獣保護管理計画が敷かれ、個別に対策が行われている。

エゾシカ捕獲へ向けた動きは留まるところを知らない。平成26年5月には鳥獣保護管理法が成立し、従来の「保護」から「管理」へと方向が動いている。

---

<sup>5</sup> 狩猟は、鳥獣保護法に規定されているように、狩猟場所や期間等を定められた上で行う捕獲行為を指す。

特にエゾシカのような集中的かつ広域的に管理が必要な動物については、夜間の銃による捕獲を可能にするなど緩和へと舵が切られており、一層の捕獲へ向けた政策がとられている。

このように、エゾシカ捕獲へ向けた仕組みはかなり整えられていっているが、肝心の捕獲をする者であるハンターの仕組みはどうなっているか。

北海道が定めた第 11 次エゾシカ保護管理計画によると捕獲には 3 種類ある。期間が定められ捕獲目的も問われない一般の狩猟、被害防止を含めた個体数調整のための捕獲、そして計画的な捕獲（カリング<sup>6</sup>）の三種類である。一般の人々が行う狩猟で足りない分を管理捕獲によって補うという考え方である。

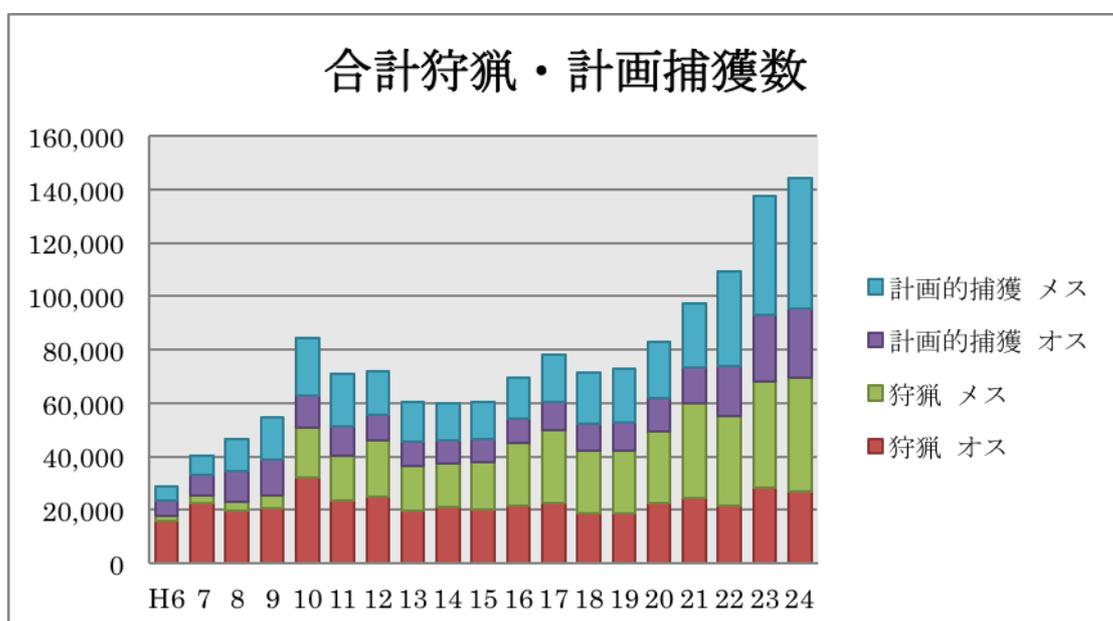


図 4 エゾシカの年別合計狩猟・計画捕獲数推移

エゾシカ対策課エゾシカ捕獲数推移より筆者作成

図 4 と図 5 はエゾシカ対策課内のエゾシカ捕獲数推移表より作成した図である。図 4 を見てわかるように、年々エゾシカの捕獲数が上昇していることがわかるが、これはエゾシカ捕獲の規制緩和が進んだことが影響しているためであると考えられる。エゾシカ合計捕獲数のうち、いかなる方法が用いられているのかの割合を示したのが次ページの図 5 である。

<sup>6</sup> 従来は狩猟規制の強弱を変えて捕獲圧力をコントロールしようとしたのに対し、カリングでは個体数調整だけを目的にプロフェッショナル集団が火が科学的かつ公的な計画の下行われる(平田,2011)。

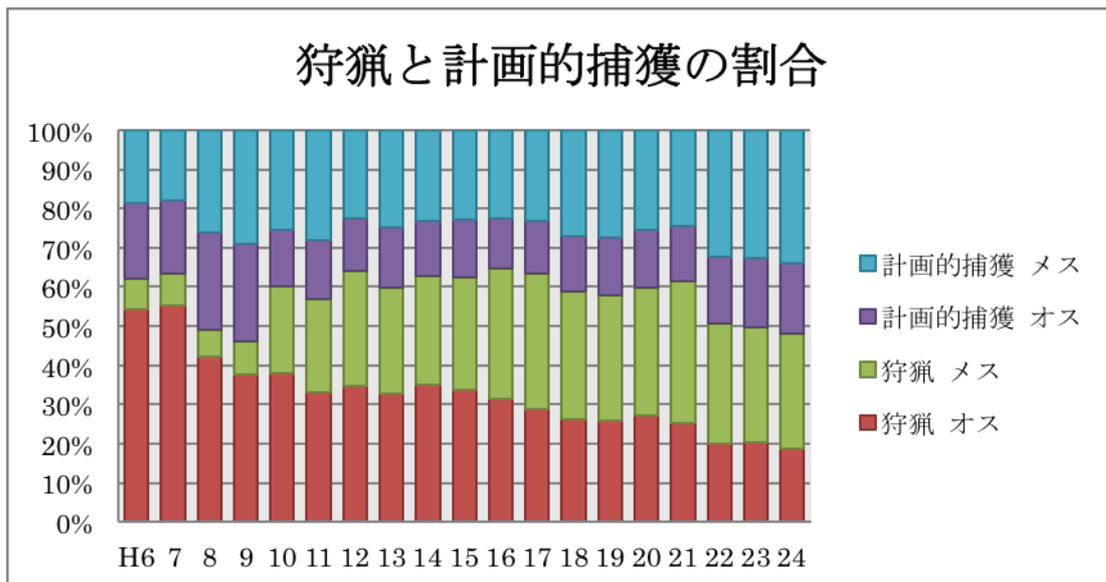


図5 エゾシカの年別狩猟と計画的捕獲の割合

エゾシカ対策課エゾシカ捕獲数推移より筆者作成

この図を見てわかるように、メスの捕獲割合が上昇している。これは平成6年の条件付きメスシカ狩猟解禁の影響であるものと考えられる。更に狩猟と計画的捕獲と比べたときに、狩猟比が計画的捕獲を若干上回っていたものの、ここ3年程は計画的捕獲比が上昇し半々までいっていることがわかる。

このように捕獲数が着実に伸びている現状で、深刻なのは狩猟者の高齢化と数の減少である(北海道,2007)。北海道において2011年の狩猟者免許所持者のうち60歳以上の占める割合は48.7%に達しており、およそ狩猟者免許所持者のうち2人に1人が高齢者である(環境省,2011)。シカ問題の解決に困難を及ぼしているのはハンターの高齢化のみではない。狩猟者免許を更新しないことによる狩猟からの撤退もある。2008年の狩猟免許更新対象者のうち12.2%もの人が未更新であった(北海道,2009)。第一種狩猟免許<sup>7</sup>を持っていた人で、狩猟免許を更新しなかった人々は、猟銃の規制、狩猟にかかる経費の増大、残滓の処理をその理由に挙げている。一方で網わな猟免許未更新の理由としては、狩猟に対する興味の減退、狩猟にかかる経費の増大、残滓の処理が挙げられており、狩猟者に対して適切なインセンティブが働いていないことがうかがえる(北海道,2009)。

このうち残滓の処理問題は生物多様性維持において重要な問題である。エゾシカが射殺され山に放置された場合、死肉にオオワシやオジロワシが群がること

<sup>7</sup> 装薬銃(ライフル銃、散弾銃)、空気銃が法定猟具とされている。

になる。そのとき鉛弾まで取り込んでしまうため、ワシ類の鉛中毒死が続出したことがあった(梶 2006)。そのため 2004 年から鉛ライフル弾及び鉛散弾の使用が禁止されたが、2011 年にオジロワシ、オオワシが 1 匹ずつ、そして 2013 年にはオオワシ 2 匹が鉛中毒によって死亡しており、鉛弾の禁止が徹底されていないことがわかる。これは狩猟したエゾシカを山から降ろしてくるインセンティブが欠けるために生じていると考えられる。

このように狩猟者へのインセンティブが欠けているために、狩猟者の減少は避けられない現状にある。狩猟者のインセンティブを高めるためには、狩猟にかかる費用・残滓の処理費用を軽減する必要がある。その負担費用を捻出する制度を次章において紹介していく。

## 4 J-VER 制度

本章では、最近注目を浴びている J-VER 制度について述べていくこととする。

### 4-1 J-VER 制度の概要

J-VER は、Japan Verified Emission Reduction の略である。J-VER 制度とは、国内で実施されるプロジェクトによる温室効果ガスの削減・吸収量をオフセットクレジット(J-VER)として認証する制度である(環境省)。京都メカニズムクレジットとの違いは、京都議定書に基づいて発行される京都メカニズムクレジットの場合は京都議定書内の CO<sub>2</sub>-6%公約に貢献するのに対し、J-VER クレジットの場合京都議定書の法的拘束力を持たない制度によって発行されているために、国外において主張できないことにある。そのため主に日本国内におけるカーボンオフセットの取り組みを広げ、信頼性を高める目的で始められたものといえる(林野庁,2012)。

J-VER のクレジット<sup>8</sup>として認証される方法として二つが想定されている。削減系 J-VER と吸収系 J-VER である。削減系 J-VER は図 6 で示すようにエネルギー、畜産、工業プロセス、農業それぞれで削減プロジェクトを行った分をクレジットとして認証される仕組みである。一例として化石燃料から未利用の木

---

<sup>8</sup> 温室効果ガスの排出削減・吸収量のことであり、①確実な排出削減・吸収があること ②温室効果ガスの吸収の場合その永続性が確保されていること ③同一の排出削減・吸収が複数のカーボンオフセットの取り組みに用いられていない等の基準を満たしたものをいう(環境省, 2008)。

質バイオマスへのボイラー燃料代替が挙げられる。

吸収系 J-VER の場合は、森林経営活動によって CO<sub>2</sub> の吸収量増大分のクレジット認証が挙げられる。森林経営活動はさらに間伐促進型プロジェクトと持続可能な森林経営促進型プロジェクトに分けることができる。間伐促進型はその名の通り間伐を推進することによって CO<sub>2</sub> 吸収を促進する取り組みであり、一方の持続可能な森林経営促進型は長期的な視野のもと、植栽、間伐、主伐を事前に提出された森林施業計画の下推進していき、CO<sub>2</sub> 吸収を促進する取り組みである。

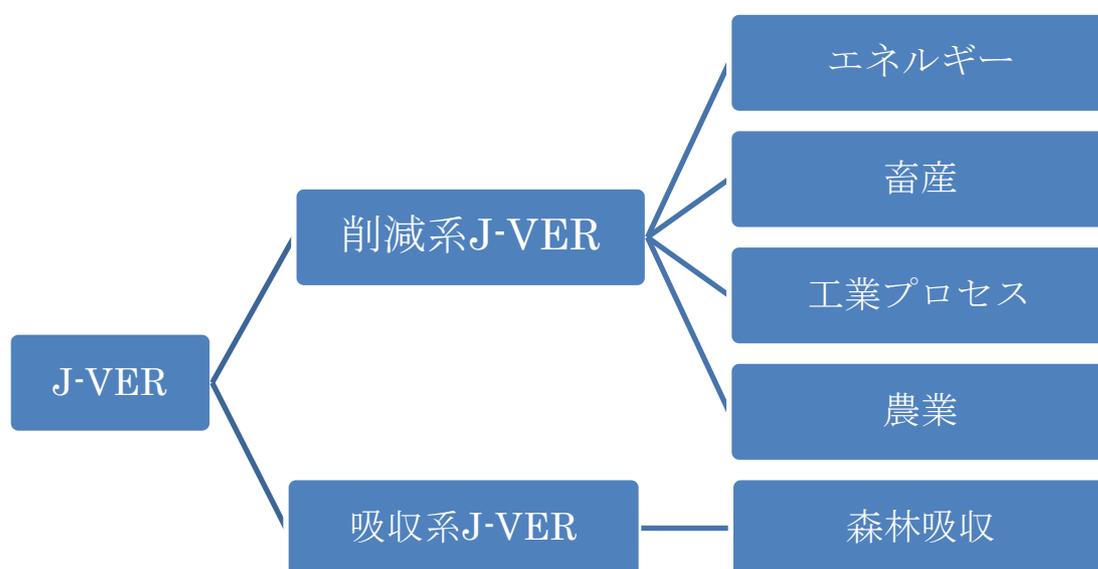


図 6 J-VER 制度の方法論概観

こうした J-VER の取り組みは確実に広がっており、J-VER 制度が発足されてから 5 年で、250 件に上る企業、自治体、そして森林組合などが制度を利用している。一見順調に見える J-VER 制度であるが、大きな問題を抱えている。

#### 4-2 J-VER 制度の問題

J-VER 制度の大きな問題は、その高価格と認知度の低さがもたらす認証クレジットの滞留である。

J-VER 制度によって創出されたクレジットの平均価格は他国のカーボンオフセットによって創出されたクレジットと比べて最も高く、\$120/tCO<sub>2</sub> もの価格がついた。理由として、先進国内でのプロジェクトの場合費用が高くつくことが挙げられる(Bloomberg, 2012)。この高価格は低収益で逼迫している林業を営

む人々にとっては魅力的である反面、クレジットが思うように売れず残っているのが現状である。

2012 年末までに認証されたクレジット量は約 34 万トンであるが、そのうち購入された量は、わずか 4 万トンであるという(相馬, 2013)。毎年認証クレジット量は増加している中、需要が供給に追いついていない状況であると考えられる。

木材価格の低下により林業の魅力が薄れてしまっている中、J-VER 制度によるクレジット販売は林業において新たな収益源となりうるものであるが、現状のままだと収益増加は見込めない。

そこで、需要が確実にあるにも関わらず、採算が合わないために供給を見送っているアオダモと、J-VER 制度の双方の良いところをリンクさせた政策を次章からは提案していく。ただし、最終的な目的はアオダモの持続的な供給が可能となることである。

## 5 政策

アオダモの供給は現在停止している。そこでその打開策として J-VER 制度を活用していく。具体的には、間伐促進型プロジェクトによって生じたクレジットを企業が購入した場合に、その企業に対してアオダモの入札に参加できる権利を与える仕組みを考えていく。企業側としては、クレジット購入によって CO<sub>2</sub> を削減しクリーン企業としてアピールできるのみならず、アオダモの入札権利の価値が高い場合、クレジット購入のインセンティブは大きい。一方で販売元の地方自治体としてはアオダモの入札権を介して売れ残っているクレジットが売却し、その売却したお金を報奨金などのエゾシカ対策費として回すことができる。

以下ではこの政策が有用であるかどうかを検討するためにモデル分析を行う。モデル分析においては、現状と政策後を比較することによって有用性を確かめる。

手順としては、アオダモとシカのストックが定常状態に落ち着く経路とその定常状態を定性的に求めて持続的な供給が可能であることを確かめ、その後、政策の前後においてアオダモの定常状態にどのような変化が見られるかを検証していく。

## 5-1 現状分析

まずは現状の分析から始める。始めに現状分析で用いる文字の設定をする。

S アオダモストック

Z エゾシカストック

$r_s$  アオダモ成長率

$r_z$  エゾシカ成長率

$K_s$  アオダモの環境容量

$K_z$  エゾシカの環境容量

T 間伐面積

k パラメータ

b 狩猟者への報奨金

E 狩猟者の努力量

w 狩猟者の労働にかかるコスト

h 間伐にかかるコスト

$\theta$  捕獲能率

$\delta$  アオダモ伐採に伴う地域住民の精神的ダメージ

L 伐採量

c 伐採にかかるコスト

以上のように定義する。

アオダモとエゾシカは個体数が変動する。そこでアオダモ、エゾシカそれぞれのロジスティック式を以下のように示す。

$$\dot{S} = r_s \left(1 - \frac{S}{K_s}\right) S - (T - k)^2 + k^2 - L$$

$$\dot{Z} = r_z \left(1 - \frac{Z}{K_z}\right) Z - H$$

アオダモのロジスティック式に注目してしてみる。 $-(T - k)^2$ の部分は、始め間伐をすることによってアオダモの生長が促進されることによるアオダモのストック量の増加を表している。これは間伐をしない場合、種内競争が次第に激

しくなり被圧木は枯死してしまうため、間伐をした方が木はより生長できることを表している。(阿部,1989)。

また、間伐はアオダモの生長を促進すると同時に、林床への光の入りを良くする。これにより林床環境は改善されるが、種類豊富な林床環境はエゾシカにとって格好の餌場となる。豊潤な餌場に集まったエゾシカは林床の植生を食べるのみならず、周辺の木々に対して角擦り等の損害を与える。特にアオダモはエゾシカの嗜好性が高いため、食害被害を受ける可能性が高いと考えられる。

そこである一定の値、 $k$ までは間伐によって生長量が上回るが、 $k$ を上回ると間伐生長が鈍化し、さらに食害被害を受けるためにストック量の傾きはマイナスとなることとした。

ここで  $H$  は狩猟関数を表しており、 $H$  は以下のように定義する。

$$H = \sqrt{b\theta ZE} - wE^2$$

これは報奨金が増えるほど狩猟者はエゾシカを捕獲するが、その捕獲数は逡減していくことを表している。始めのうちは報奨金が上がると喜んで狩猟するが、報奨金上がるにつれてその感度は逡減していくものと考えられるからである。

次に社会的厚生を定義する。

$$SW = S + \pi_0 + \pi_A - \delta L$$

ここで、 $\pi_0$ はアオダモ原材を販売することによる地方自治体の利潤、 $\pi_A$ は企業による利潤を表す。つまり本論文における社会的厚生は、アオダモストックと二つの利潤関数、そして地域住民の精神的ダメージで決まると定義する。最後の地域住民の精神的ダメージは、アオダモ伐採が地域住民から反対の声が挙がったために供給停止に追い込まれたことを反映している。

二つの利潤関数は現状

$$\pi_0 = -hT^2 - b$$

$$\pi_A = 0$$

と定義される。現状においてアオダモは供給されていないため、地方自治体としては供給しなくても必要な間伐費用とハンターに支払う報奨金のみが費用としてかかっている。一方企業としてはアオダモが供給されていないのでその利潤は0である。従って現状の社会的厚生は、

$$\begin{aligned} SW &= S + \pi_O + \pi_A - \delta L \\ &= S - hT^2 - b \end{aligned}$$

と表される。

ここでアオダモのストック、エゾシカのストックの最適経路を定性的に求めるために、現在価値ハミルトニアンを定義する。

$$\begin{aligned} H &= SW - m_S \dot{S} - m_Z \dot{Z} \\ \text{ただし、 } m_S &= e^{\rho t} \lambda_S, \quad m_Z = e^{\rho t} \lambda_Z \end{aligned}$$

$\lambda_S$ 、 $\lambda_Z$ はそれぞれハミルトニアン定数であり、それを現在価値に直すために  $e^{-\rho t}$ で割ったものが  $m_S$ 、 $m_Z$ である。

以上の関数を条件付き最適化問題として書き直すと、

$$\max_{T,b} \int_0^{\infty} (S - hT^2 - b) dt$$

$$s.t \quad \dot{S} = r_S \left(1 - \frac{S}{K_S}\right) S - (T - k)^2 + k^2 - L \quad (1)$$

$$\dot{Z} = r_Z \left(1 - \frac{Z}{K_Z}\right) Z - (\sqrt{b}\theta ZE - wE^2) \quad (2)$$

となり、最適化条件は、

$$\frac{\partial H}{\partial T} = -2hT + 2(-k + T)m_S = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial H}{\partial b} = -1 + \frac{EZ\theta m_Z}{2\sqrt{b}} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{dm_s}{dt} = \rho m_s - \frac{\partial H}{\partial S} = \rho m_s - (1 - m_s((1 - \frac{S}{K_s})r_s - \frac{Sr_s}{K_s})) \quad (5)$$

$$\frac{dm_z}{dt} = \rho m_z - \frac{\partial H}{\partial Z} = \rho m_z - (-m_z(-\frac{1}{2}E^2\theta\sqrt{Z^2\theta^2m_z^2} + (1 - \frac{Z}{K_z})r_z - \frac{Zr_z}{K_z})) \quad (6)$$

である。(3)と(4)を解くことにより、最適な T と b が得られる。

$$T = \frac{km_s}{-h + m_s}$$

$$b = \frac{1}{4}E^2Z^2\theta^2m_z^2$$

これらをアオダモ、エゾシカのロジスティック式に代入することによりそれぞれ最適化された動学方程式を得られる。

(1)に先ほど得られた T を代入して、

$$\dot{S} = k^2 - (-k + \frac{km_s}{-h + m_s})^2 + S(1 - \frac{S}{K_s})r_s \quad (1)'$$

を得る。これはアオダモストックの最適化された動学方程式である。一方エゾシカの最適化された動学方程式は、

$$\dot{Z} = E^2w - \frac{1}{2}E^2Z\theta\sqrt{Z^2\theta^2m_z^2} + Z(1 - \frac{Z}{K_z})r_z \quad (2)'$$

と定まる。定常状態を定性的に求めるために、 $\dot{m}_s = 0$ ,  $\dot{S} = 0$ を満たす軌跡、 $\dot{m}_z = 0$ ,  $\dot{Z} = 0$ を満たす軌跡をそれぞれ求める。

始めにアオダモの定常状態を求める。 $\dot{m}_s = 0$ より(5)を変形すると、

$$m_s = \frac{K_s}{\rho K_s - 2Sr_s + K_sr_s}$$

となる。同様に  $\dot{S} = 0$  より (1)' を変形すると、

$$m_s = \frac{hk^2K_s - hS^2r_s + hSK_sr_s - \sqrt{h^2k^4K_s^2 - h^2k^2S^2K_sr_s + h^2k^2SK_s^2r_s}}{k^2K_s - S^2r_s + SK_sr_s}$$

定性的な定常状態を知るために、位相図をそれぞれ描くと以下となる。(適当なパラメータを代入してある。)

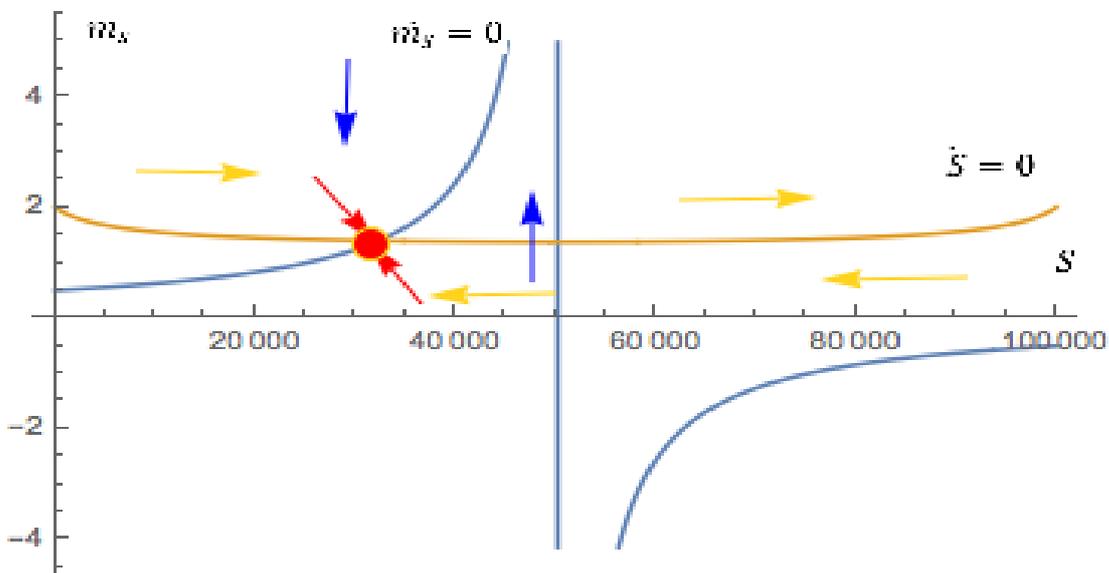


図 7 現状におけるアオダモの位相図

$$r_s = 1; h = 1; k = 100; K_s = 100000; \rho = 0.05$$

上図においては、 $\dot{m}_s = 0$  を青線、 $\dot{S} = 0$  を黄色線としてそれぞれ描いている。始めに  $m_s$  の挙動 (図においては矢印で表されている) を調べる。

$$\frac{dm_s}{dS} = -\frac{2m_sr_s}{K_s}$$

より必ず負になるため、 $\dot{m}_s = 0$  の上方では  $m_s$  は減少していき、下方では  $m_s$  は増加していく。それを表したのが上図における青矢印である。同様に  $S$  の挙動を調べる。

$$\frac{d\dot{S}}{dS} = \left(1 - \frac{2S}{K_s}\right)r_s$$

より、 $\frac{K_s}{2} > s$ のときは正の値をとることから、 $\dot{S} = 0$ の線において、 $\frac{K_s}{2}$ の点(図 7 においては 50000)より左方では増加していき、右方では減少していく。それを表したのが図 7 における黄色矢印である。

以上の矢印の方向を合わせて定常状態を求めたのが赤で塗られた点である。最適経路は赤の矢印で表され、赤の点(定常状態)においてアオダモのストックが均衡するのがわかる。

同様にエゾシカストックの定常状態を求める。 $m_z = 0$ より(6)を変形すると、

$$m_z = \frac{2(-\rho K_z + 2Zr_z - K_z r_z)}{E^2 Z \theta^2 K_z}$$

となる。同様に $\dot{Z} = 0$ より(2)'を変形すると、

$$m_z = \frac{2(E^2 w K_z - Z^2 r_z + Z K_z r_z)}{E^2 Z^2 \theta^2 K_z}$$

先ほどと同様にして位相図を描くと以下のようなになる。

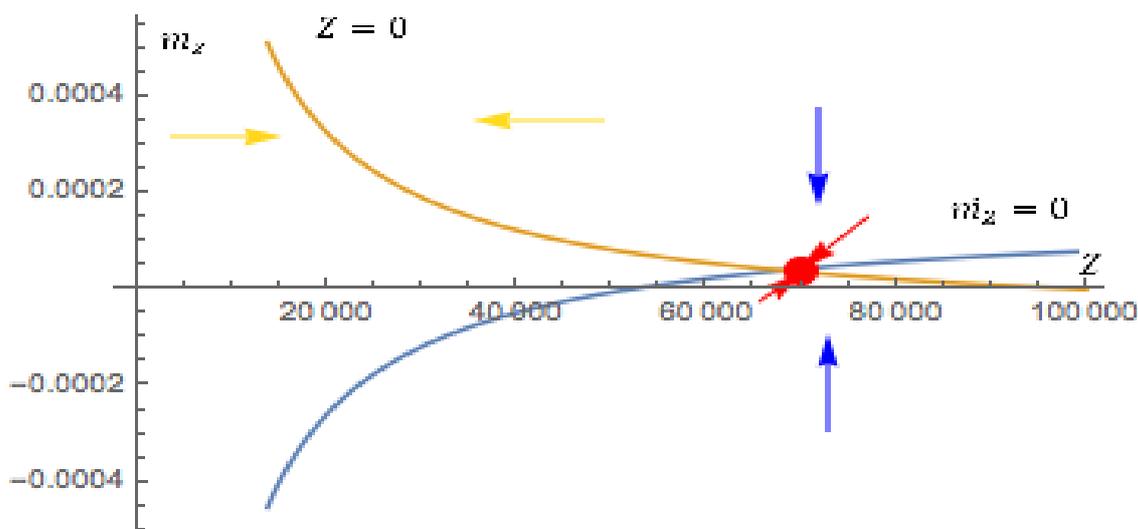


図 8 現状におけるエゾシカの位相図

$$h = 4; k = 100; \rho = 0.05; \theta = 0.2; K_z = 100000; r_z = 1.2; w = 0.1$$

上図は $m_z$ と $Z$ の挙動を描いた位相図である。赤で塗られた点において定常状態が求められており、赤の矢印が最適経路を表している。

現状分析において、アオダモ、エゾシカともに定常状態を持つことを確認できた。ここからは供給を復活させるために J-VER 制度を活用したときのことを考える。J-VER 制度を活用したときの問題点は、せっかく認証したクレジットの販売先が確保されておらず売れ残っていることであった。そこで次節からはクレジット販売を強固にする制度としてアオダモの入札権を利用することを考え、モデルを基に検証していく。

## 5-2 政策とその分析

本論文において提案する政策は、J-VER 制度を通じて企業がクレジットを購入した場合にアオダモの入札権を付与することである。現在の日本の木材価格は非常に低迷しており、木材のみで利潤をあげることは難しい。そこで登場した J-VER 制度では、確かにクレジットを売ることが出来れば低迷する林業にとって大きな光となるはずである。しかし、現在大量に売れ残っているように J-VER 制度にはまだまだ改善されるべき点は多く残っている。

そこで提案するように、J-VER 制度をメインにすることで、アオダモが欲しい企業はクレジットを購入することでしかアオダモを手に入れることができな

くなる。このときアオダモの伐採量をクレジット販売量に比例させると仮定すると、アオダモのみを販売していたときに比べ過剰に伐採されることはなくなるものと考えられる。更に、クレジット価格が第4章第2節で述べたように\$120/tCO<sub>2</sub>もの高額であるため、クレジット販売によって林業が低迷している地方自治体にとって大きな収益を生み出す可能性を秘めている。そうして得た利潤を森林整備や狩猟者への報奨金に回すことで、エゾシカ被害を軽減させることも可能となる。

果たして以上のような政策が現実的妥当性をもつものかどうか検討するためにモデル分析を行っていく。

前節の現状分析と同様の方法を用いてモデル分析を行う。社会的厚生、地方自治体の利潤、企業の利潤をそれぞれ次のように定義する。

$$\begin{aligned} SW &= S + \pi_o + \pi_A - \delta L \\ \pi_o &= p_c T - c_o L^2 - h T^2 - b \\ \pi_A &= R(L) + T(1 + \gamma) - p_c T \end{aligned}$$

二つの利潤関数には現状分析から変化があるため、説明を加えていく。

$\pi_o$ 、即ち地方自治体の利潤関数に関して新たに $p_c$ が追加されている。これはクレジットの価格を表しており、 $p_c T$ はクレジット販売収入を表している。本政策においては、簡単化のために $T$ 、即ち間伐面積1単位につき1クレジットが発生するものとする。さらにクレジット販売に伴ってアオダモの入札も実施されるため政策においてはアオダモの伐採も必要となる。そこで伐採にかかる費用を $cL^2$ とした。

次に $\pi_A$ 、即ち企業の利潤関数についてであるが、 $R(L)$ という新たな関数が設定されている。これは、アオダモの入札権利の価値関数である。入札価値は競売に出されるアオダモの本数が多いほど価値が高いと考えられるが、その価値は逡減していくものと仮定する。具体的には(7)のように定義する。 $T(1 + \gamma)$ も新たに追加されたものだが、これは、企業がクレジットを購入したことにより得るアオダモの入札権以外の便益を表している。 $T(1 + \gamma)$ のうち、 $T$ の部分は企業のクレジット購入がもたらす温室効果ガス削減分の便益を表しており、 $\gamma T$ は

クレジット購入によりグリーン消費者を惹き付け、それによって増える便益を表している。

さらにアオダモの伐採量をクレジット発行量に比例させると仮定を置いているため、アオダモ伐採量はクレジット量、即ち間伐面積の関数となる。従って、アオダモの伐採量は(8)のような関数が設定される。

$$R(L) = \alpha \log(1 + L) \quad (7)$$

$$L(T) = \beta T \quad (8)$$

以上を踏まえて社会的厚生を定義すると以下のようなになる。

$$SW = S + p_c T - b - hT^2 - cL^2 + R(L) + T(1 + \gamma) - p_c T - \delta L^2 \quad (9)$$

(7),(8)を(9)に代入すると以下の式を得られる。

$$SW = S - b - hT^2 - c\beta^2 T^2 + \alpha \log(1 + \beta T) + T(1 + \gamma) - \delta\beta^2 T^2 \quad (10)$$

この社会的厚生の式を最大化することを目的に、前節の現状分析と同様にアオダモとエゾシカのそれぞれの最適経路を求める。

$$\begin{aligned} \max_{T,b} \int_0^{\infty} (S - b - hT^2 - c\beta^2 T^2 + \alpha \log(1 + \beta T) + T(1 + \gamma) - \delta\beta^2 T^2) dt \\ s.t \quad \dot{S} = r_s \left(1 - \frac{S}{K_s}\right) S - (T - k)^2 + k^2 - \beta T \end{aligned} \quad (11)$$

$$\dot{Z} = r_z \left(1 - \frac{Z}{K_z}\right) Z - (\sqrt{b}\theta ZE - wE^2) \quad (12)$$

注意して頂きたいのはアオダモの動学方程式である。政策が行われた場合アオダモが伐採されるため  $L$ 、即ち  $\beta T$  が引かれてある。

最適化条件は、

$$\frac{\partial H}{\partial T} = 1 - 2hT + \frac{\alpha\beta}{1+T\beta} + \gamma - 2T\beta^2\delta - 2T\beta^2c_0 - (-2(-k+T) - \beta)m_s = 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial H}{\partial b} = -1 + \frac{EZ\theta m_z}{2\sqrt{b}} = 0 \quad (14)$$

$$\frac{dm_s}{dt} = \rho m_s - \frac{\partial H}{\partial S} = \rho m_s - (1 - m_s((1 - \frac{S}{K_s})r_s - \frac{Sr_s}{K_s})) \quad (15)$$

$$\frac{dm_z}{dt} = \rho m_z - \frac{\partial H}{\partial Z} = \rho m_z - (-m_z(-\frac{1}{2}E^2\theta\sqrt{Z^2\theta^2m_z^2} + (1 - \frac{Z}{K_z})r_z - \frac{Zr_z}{K_z})) \quad (16)$$

となる。(13)、(14)を解くことにより最適な  $T$  と  $b$  が求めることができる。

$$T = \frac{2h - \beta - \beta\gamma + 2\beta^2\delta + 2\beta^2c_0 - 2m_s + 2k\beta m_s - \beta^2 m_s - \sqrt{-4(1 + \alpha\beta + \gamma - 2km_s + \beta m_s)(-2h\beta - 2\beta^2\delta - 2\beta^2c_0 + 2\beta m_s) + (-2h + \beta + \beta\gamma - 2\beta^2\delta - 2\beta^2c_0 + 2m_s - 2k\beta m_s + \beta^2 m_s)^2}}{2(-2h\beta - 2\beta^2\delta - 2\beta^2c_0 + 2\beta m_s)} \quad (17)$$

$$b = \frac{1}{4}E^2Z^2\theta^2m_z^2 \quad (18)$$

これらをアオダモ、エゾシカのロジスティック式に代入することによりそれぞれ最適化された動学方程式を得られる。

(11)、(12)にそれぞれ(17)、(18)を代入し、

$\dot{S}$

$$= k^2 + S(1 - \frac{S}{K_s})r_s$$

$$- \frac{-2h + \beta + \beta\gamma - 2\beta^2\delta - 2\beta^2c_0 + 2m_s - 2k\beta m_s + \beta^2 m_s + \sqrt{8\beta(h + \beta^2\delta + \beta^2c_0 - m_s)(1 + \alpha\beta + \gamma + (-2k + \beta)m_s) + (-2h + \beta + \beta\gamma - 2\beta^2\delta - 2\beta^2c_0 + (2 - 2k\beta + \beta^2)m_s)^2}}{4(h + \beta^2\delta + \beta^2c_0 - m_s)}$$

$$- \frac{(-2h + \beta - 4hk\beta + \beta\gamma - 2\beta^2\delta - 4k\beta^3\delta - 2\beta^2c_0 - 4k\beta^3c_0 + 2m_s + 2k\beta m_s + \beta^2 m_s + \sqrt{8\beta(h + \beta^2\delta + \beta^2c_0 - m_s)(1 + \alpha\beta + \gamma + (-2k + \beta)m_s) + (-2h + \beta + \beta\gamma - 2\beta^2\delta - 2\beta^2c_0 + (2 - 2k\beta + \beta^2)m_s)^2}}{16\beta^2(h + \beta^2\delta + \beta^2c_0 - m_s)^2}$$

(11)'

$$\dot{Z} = E^2w - \frac{1}{2}E^2Z\theta\sqrt{Z^2\theta^2m_z^2} + Z(1 - \frac{Z}{K_z})r_z \quad (12)'$$

を得る。前節と同様に定常状態を求めるために、 $\dot{m}_s = 0$ ,  $\dot{S} = 0$ を満たす軌跡、 $\dot{m}_z = 0$ ,  $\dot{Z} = 0$ を満たす軌跡をそれぞれ求める。

始めにアオダモの定常状態を求める。 $\dot{m}_s = 0$ より(15)を変形すると、

$$m_s = \frac{K_s}{\rho K_s - 2Sr_s + K_s r_s}$$

となる。同様に $\dot{S} = 0$ より(11)'を変形することで、もう一つの式を得られる。

位相図をそれぞれ描くと以下となる。(適当なパラメータを代入してある。)

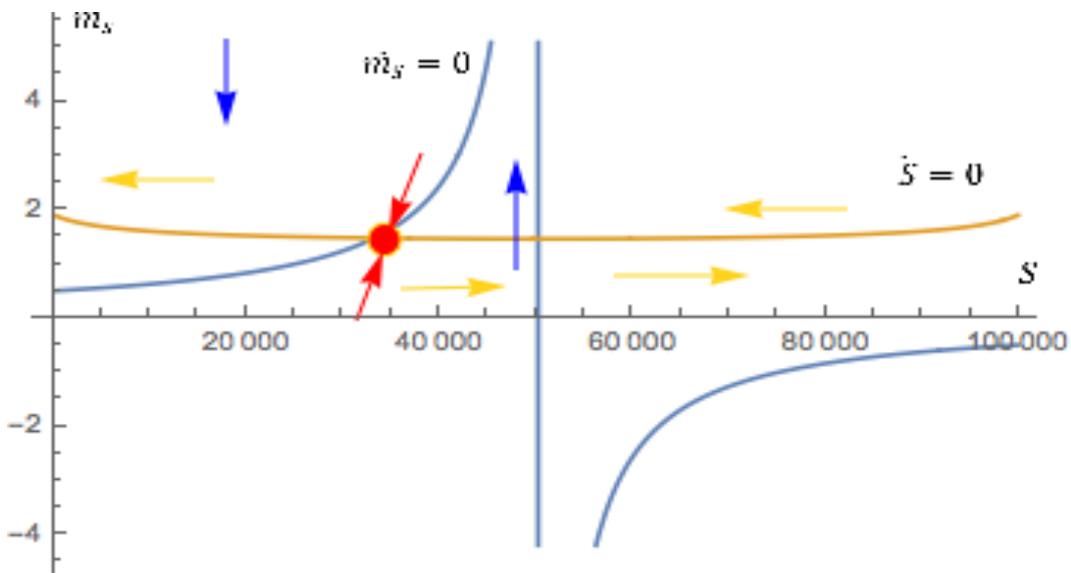


図9 政策後のアオダモの位相図

$c = 0.1; \alpha = 0.1; r_s = 2; h = 1; k = 1000; K_s = 100000; \rho = 0.1; a = 10000; \beta = 2; r_z = 1.2; \gamma = 0.2; \delta = 1;$

赤点において定常状態を持ち、赤線が最短経路を表している。同様にしてエンジカストックの定常状態を求める。 $\dot{m}_z = 0$ より(16)を変形すると、

$$m_z = \frac{2(-\rho K_z + 2Zr_z - K_z r_z)}{E^2 Z \theta^2 K_z}$$

となる。同様に $\dot{Z} = 0$ より(12)'を変形すると、

$$m_z = \frac{2(E^2 w K_z - Z^2 r_z + Z K_z r_z)}{E^2 Z^2 \theta^2 K_z}$$

先ほどと同様にして位相図を描くと以下のようなになる。

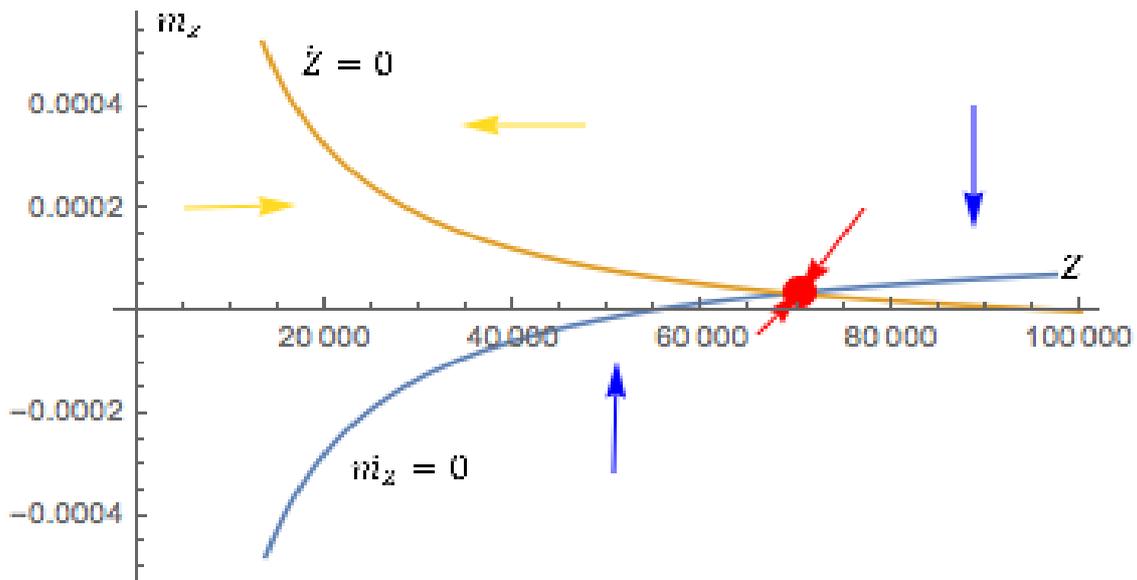


図 10 政策後のエゾシカの位相図

$$\rho = 0.1; \theta = 0.2; K_z = 100000; r_z = 1.2; \gamma = 0.2; w = 0.1; E = 3$$

エゾシカの場合も定常状態（赤点）を持ち、そのときの最短経路は赤線であることがわかる。

以上のように政策前でも政策後でもアオダモ、エゾシカはそれぞれ定常状態をもつことがわかった。このようにアオダモもエゾシカも発散することなく数が収束することがわかる。このことは政策後においても持続的なアオダモ供給は可能であることを示している。

最後に政策の実施前と実施後を比較したときにアオダモの定常状態がどのように変化するかを見る。ここでは政策における特徴的な値である  $\beta$  ( $\beta = L/T$ )、即ちアオダモの伐採量とクレジット発行量の比を変化させていくこととする。

$\beta=3$  のとき

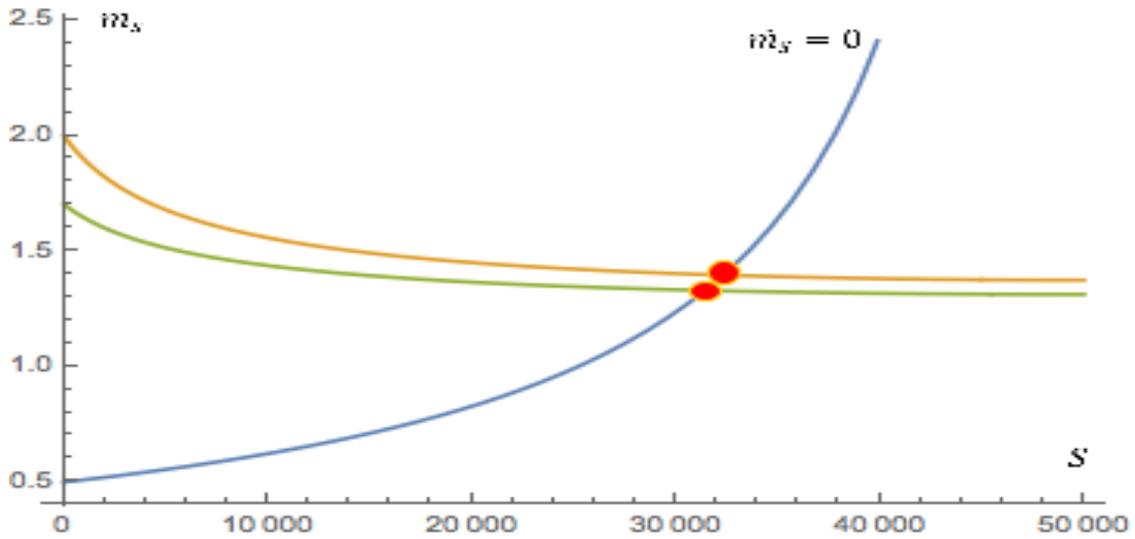


図 11  $\beta=3$  のときの現状と政策後のアオダモの位相図

$c = 0.1; \alpha = 10000; r_s = 2; h = 1; k = 90; K_s = 100000; \rho = 0.01; a = 10000; \gamma = 0.2; \delta = 0.01; \beta = 3$

黄線が現状における  $\dot{S} = 0$  の線を、緑線が政策を行った場合の  $\dot{S} = 0$  の線を表している。 $\beta$  の値を 3 としたときに現状の方が、定常状態（赤点）が政策後よりも上にシフトした形で定まることがわかる。

$\beta=1$  のとき

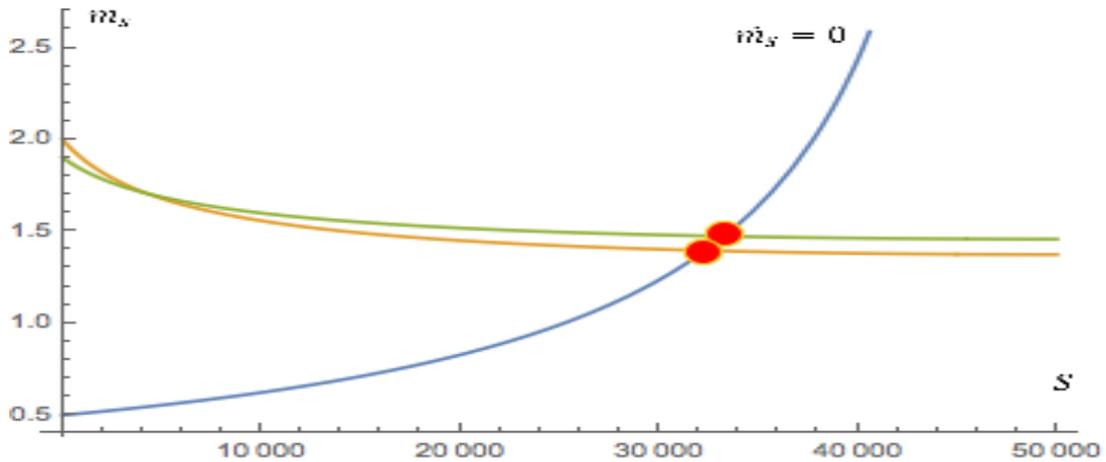


図 12  $\beta=1$  のときの現状と政策後のアオダモの位相図

$c = 0.1; \alpha = 10000; r_s = 2; h = 1; k = 90; K_s = 100000; \rho = 0.01; a = 10000; \gamma = 0.2; \delta = 0.01; \beta = 1$

$\beta$  が 1 のときにおいては、政策後の方が政策前よりも上にシフトされた形であり、アオダモストックがより増えた状態で定常状態を迎えていることが確認できる。

$\beta = 0.1$  のとき

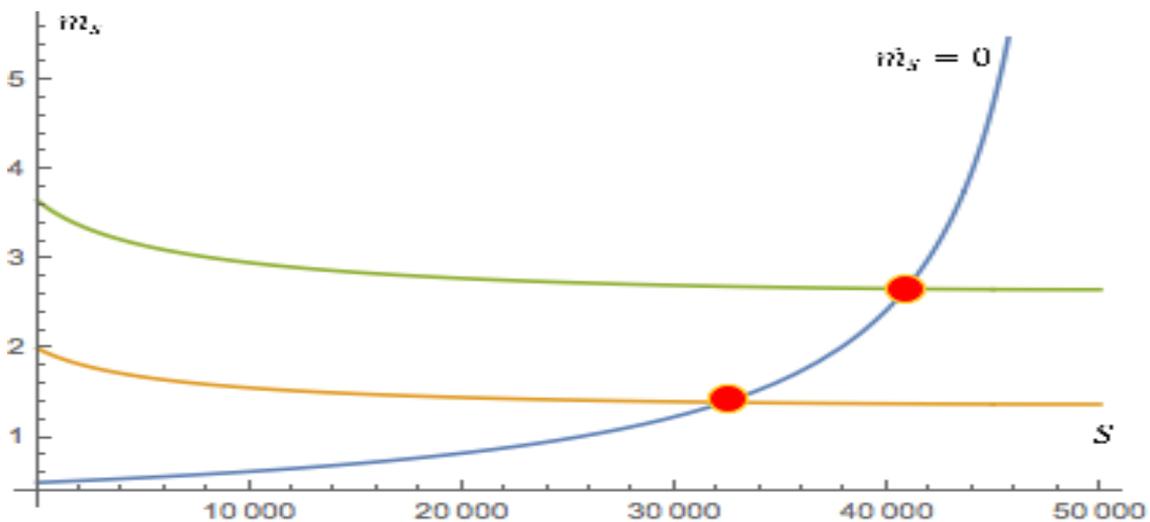


図 13  $\beta = 0.1$  のときの現状と政策後のアオダモの位相図

$c = 0.1; \alpha = 10000; r_s = 2; h = 1; k = 90; K_s = 100000; \rho = 0.01; a = 10000; \gamma = 0.2; \delta = 0.01; \beta = 0.1$

$\beta$  が 0.1 のときはさらに政策後のアオダモの定常状態が増加した点で定まることが確認できる。

以上のように、 $\beta$  の値が小さいほど政策後の方がアオダモのストックがより増えた状態に達することが理解できる。 $\beta$  の値が小さい、即ちアオダモ伐採量の間伐面積に対する割合を小さくするほど ( $\beta = L/T$  より)、政策後のアオダモがより増える状態で定まるので、政策は有効であるように思われる。

しかし、図 14、15 が示すように、 $\beta$  の値が小さいほど最適な  $T$  (間伐量) の値は小さくなってしまふ。 $\beta = 3$  のとき定常状態を迎える  $m_s$  の値は、図 11 よりおよそ 1.5 であったが、そのときの最適な間伐面積は図 14 よりおよそ 33 である。

一方で、 $\beta = 0.1$  のとき定常状態を迎える  $m_s$  の値は、図 13 よりおよそ 3 であるが、そのときの最適な間伐面積は図 15 よりおよそ 10 となっている。

## 最適な間伐量(T)の推移

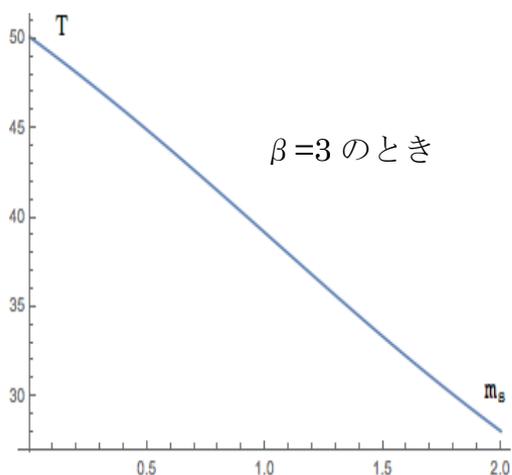


図 14  $\beta=3$  のときの最適な間伐量の推移

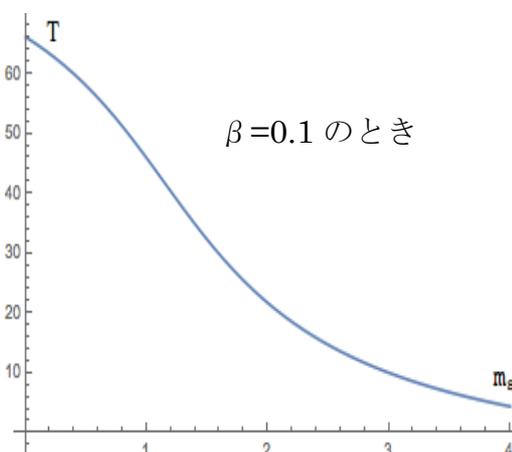


図 15  $\beta=0.1$  のときの最適な間伐量の推移

最適な間伐面積の減少はアオダモの伐採量の減少も意味しているため、 $\beta$  を小さくした際には、アオダモは政策後の方がより増えた点において定常状態を迎えるが、最適な間伐量が減少しアオダモの伐採量も減少してしまうことが理解できる。

従って $\beta$ の値を小さくする方が政策後のアオダモストックはより増えた状態となるが、伐採されるアオダモが減少するため、企業にとっての入札権の価値は、その分減少してしまうと考えられる。

### 5-3 結論

以上の分析から政策前、政策後ともにアオダモ、エゾシカそれぞれが定常状態を持つことが確認できた。定常状態を持つことゆえに、本論文のタイトルにもあるように、アオダモの持続的な供給は政策前、政策後ともに可能であるように思える。更に、政策の特徴的な点である $\beta$ に着目して政策前と政策後でアオダモの定常状態がどのように変化するかを見たときに、 $\beta$ の値が小さいほど、政策後のアオダモがより増えた状態になることが確認できた。しかし、 $\beta$ の値が小さくなると、最適な間伐面積が減少し、それに伴ってアオダモの伐採量も減少してしまう。そのため、政策後においては $\beta$ の値を小さくするほどアオダモのストックが増加した状態となるが、アオダモの伐採量も減少してしまうため、企業の入札権の価値は減少してしまうことが予想される。

## 謝辞

本論分の執筆にあたり、日高振興局の岩田さん、日高南部森林管理署の古田さん始め浦河町内に住んでいらっしゃるたくさんの方々にお世話になりました。また北海道森林管理局の阿部さん、株式会社エスエスケイ様、株式会社ミズノ様には電話や電子メールでの取材において多大なご協力を頂きました。

この場をお借りして深くお礼申し上げます。ありがとうございました。

## 6 参考文献

- 阿部信行,佐伯堅三,浜田革(1989),「トドマツ間伐試験林における 40 年間の生長量の比較」日林誌 71(12) p481-490
- 荒木又造「道産アオダモとアオダモバットについて」北海道森林活用課  
(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sky/midori/midoribankuaodamo.pdf>)
- 大沼あゆみ(2014),『生物多様性保全の経済学』,有斐閣.
- 梶光一「北海道におけるエゾシカの保護管理」,一般社団法人エゾシカ協会,(<http://www.yezodeer.com/shirou/archives/kaji.html>)
- 梶光一,宮本雅美,宇野裕之 (2006),『エゾシカの保全と管理』,北海道大学出版社.
- 菊沢喜八郎(1998),「秋本淳一とミヤマニガウリ」,京都大学生態学研究センター・ニュース臨時,No54
- 島田博匡,野々田稔郎(2009),「針葉樹人工林における強度間伐後の広葉樹侵入に及ぼすシカ採食の影響」,日林誌 91,p46-50
- 相馬隆宏(2013),使われない国産クレジット制度刷新で起死回生なるか, 日経エコロジー vol.4
- 寺島一郎他(2005),『植物生態学』,朝倉書店.
- 長谷川晶一(2010),『イチローのバットがなくなる日』,主婦の友社.
- 平田剛士,大泰司紀之,近藤誠司(2011),『エゾシカは森の幸 人・森・シカの共生』,北海道新聞社.
- 福田陽子,半田孝俊(2013),「北海道育種場内に生育するアオダモの 9 年間の着花状況」 独立行政法人森林総合研究所材木育種センター  
([http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/iden/kaishi/2011\\_no1-1.html](http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/iden/kaishi/2011_no1-1.html))
- 藤田康範(2011),『経済戦略のためのモデル分析入門』,慶應義塾大学出版会.
- 古田栄,佐藤昌弘(2014),「国産バットへつなげるアオダモの森林づくり」北の国・森林づくり技術交流発表会
- 牧雅之,矢原徹一(1993),「植物の非対称な性表現の進化」,化学と生物,Vol31,No4 242-245p
- 松田裕之、湯本貴和 (2006),『世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学』,文一総合出版.
- 南野一博,山口陽子,福地稔(2004),「エゾシカによるアオダモの食害と腐朽」,日

本林学会北海道支部論文集 (52), 124-126p  
武藤吾一,小泉章夫(2007),「バット用材としてのアオダモ,ホワイトアッシュおよびシュガーメイプルの材質特性」,北海道大学演習林研究報告,64(2), 113-122p  
環境省,「オフセット・クレジット(J-VER)制度」,  
([http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon\\_offset/j-ver.html](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon_offset/j-ver.html))  
環境省,「特定鳥獣保護管理計画の概要」,  
(<http://www.env.go.jp/nature/choju/plan/plan3-1a.html>)  
環境省(2008)「カーボンオフセットのあり方に関する検討会(第五回)」,  
([http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon\\_offset/conf/05/mat01.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon_offset/conf/05/mat01.pdf))  
環境省(2011),「鳥獣関係統計」,環境省自然環境局野生生物課  
北海道,「エゾシカ保護管理計画(第4期)」,  
([http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/est/120401-160331\\_4th\\_DMP\\_text.pdf](http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/est/120401-160331_4th_DMP_text.pdf))  
北海道,「第11次北海道鳥獣保護事業計画」,  
(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/11jikeikaku/keikakusaisyuu24.4.10.pdf>)  
北海道,「エゾシカ捕獲数の推移」,  
(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/est/H25hokakusuu-sokuhou.pdf>)  
北海道環境生活部(2007),「エゾシカ保護管理計画総括」,  
(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/grp/01/05sokatsu-honbun.pdf>)  
北海道環境科学研究センター(2009),「狩猟免許未更新者の意識及び狩猟実態に係る聞き取り調査結果について」,  
(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/grp/02/kekka.pdf>)  
林野庁(2012),「平成23年度森林・林業白書」,  
([http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/23hakusyo\\_h/all/a21.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/23hakusyo_h/all/a21.html))  
「クリーンアップひだか推進事業」,日高振興局産業振興部林務課,  
(<http://www.hidaka.pref.hokkaido.lg.jp/ss/rnm/P002-3.htm>)  
「平成24年度におけるエゾシカの推定生息数について」,北海道環境生活部環境局エゾシカ対策室,  
(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/est/suiteiseisokusuu12-24.pdf>)  
Daniel Rondeau et.al.(2003),「MANAGING URBAN DEER」,Amer.J.Agre.Econ.85(1) p.266-281  
Oskar Franklin et.al.(2009),「A generic model of thinning and stand density

effects on forest growth, mortality and net increment」, Ann. For. Sci. 66  
p815

Bloomberg(2012), 「Developing Dimension: State of the Voluntary Carbon  
Markets 2012」

([http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_3164.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3164.pdf))

## 7 あとがき

今回アオダモという一部の野球ファンにしか知られていないようなマイナーな木を扱ったのは、私自身が大の野球好きに他ならないからである。以前からアオダモの木を扱った本はあったが、どれもアオダモバットの材質の特性や、いかにアオダモバットがプロ野球選手から愛されているのかを著した本ばかりで経済学的側面から解説している本はなかった。そしてどの本も決まってアオダモバットは今後不足する、あるいは消滅すると述べているが、肝心の持続的な利用について述べていたものが皆無だった現状を嘆かわしいとさえ思っていた。そこで卒業論文のテーマにアオダモを選んだが、それまでの本が著しているように調べれば調べるほどアオダモの持続的供給は難しく、卒業論文は成立しないのではないかと思うことさえあった。それでも浦河町内の日高振興局の岩田さん始め職員の方々が、一学生でしかない私に対し、懇切丁寧に森を案内して下さったり、質問に答えて下さったりしたおかげでなんとか卒業論文の形を整えるまでに至ることができた。モデル分析では大沼先生のお力をお借りしながら、私なりに色々勉強して作り上げることができた。アオダモは今後持続的に供給が続くのか、それとも供給が完全に停止してしまうのかわからないが、私個人としては持続的に供給がなされることを願ってやまない。

最後に二年間私を教導いて下さった大沼先生、澤田さん、本当にありがとうございました。元々法学部であり経済学については門外漢であるはずの私を温かく迎え入れ、他の経済学部生と変わらぬ扱いをして下さったことに深く感謝申し上げます。教科書の輪読や新聞発表では、毎回新たな気付き、発見あり常に好奇心がそそられる場であると同時に、私自身の勉強不足を痛感する場でもありました。その経験を二年間続けることでインゼミ論文、卒業論文を仕上げるまでになれたと思います。ただ、これらの論文には先輩方や同期、後輩の存在は欠かせませんでした。先輩方の過去の論文を参考にし、同期でともに切磋琢磨しながら勉強することで論文は出来上がっていったからです。特に同期内ではお互いに悩み苦しむ経験を通じてお互いの信頼を高め合っていたと思います。深い感謝の辞を最後にこの論文を締めたいと思います。皆さん本当にありがとうございました。

2015年 2月