

極東ロシア沿海地方における
チョウセンゴヨウの生態系価値を考慮した伐採利用

2012年2月15日

慶應義塾大学

大沼あゆみ研究会 9期生

森班

大泉香欧里

小林正行

田中雄己

結城菜々子

目次

序文	4
第1章：沿海地方における森林および生態系の様相	5
1-1 沿海地方の林産業	5
1-2 沿海地方の生態系	6
1-2-1 豊かな植生	6
1-2-2 動物の固有性・多様性	8
第2章：チョウセンゴヨウ	10
2-1 チョウセンゴヨウとその利用	10
2-2 チョウセンゴヨウと生物多様性	12
第3章：違法伐採	15
3-1 違法伐採とは	15
3-2 ロシアにおける違法伐採	15
3-3 沿海地方におけるチョウセンゴヨウの違法伐採	18
第4章：チョウセンゴヨウに対する保全対策	21
4-1 チョウセンゴヨウの保全規制の歴史	21
4-2 ワシントン条約	23
第5章：分析 ～持続的利用に向けて生態系価値を考慮した伐採利用を～	26
5-1 問題意識	26
5-2 分析の進め方	26
5-3 分析モデル	27
5-3-1 現状モデル	29
5-3-2 提案モデル	30
5-3-3 社会的最適モデル	30
5-4 パラメーター別シミュレーション	31
5-4-1 パラメーターの決定	31

5-4-2 シミュレーションの進め方	33
5-4-3 シミュレーションの結果および考察	33
5-4-3-1 標準値	33
5-4-3-2 トラの生態系価値係数 α	35
5-4-3-3 チョウセンゴヨウー単位当たりのマツの実の収益 b	38
5-4-3-4 トラのストック数の林業主体の違法伐採に及ぼす影響係数 θ	40
第6章：結論	42
シミュレーション付録	44
参考文献	48

序文

ロシアの国土に広がる森林は世界の森林面積の 25%、森林蓄積¹は 20%を占めており²、地球上においてその重要性は大きい。西ロシアでは欧州各国へ向けた木材生産が盛んであり、この地域の森林のほとんどは管理が行き届いた人工林である。一方、アジア各国へ木材を輸出している東ロシアでは違法伐採をはじめとする問題が絶えず、貴重な針葉樹原生林を破壊するとして近年しばしば取りあげられている。

本論文で対象とするのは極東ロシアの沿海地方であり、日本海を隔てて北海道と隣り合った、極東では最南部に位置する土地である。ここでは、中国や日本をはじめとするアジア諸国に向けた木材輸出が最も盛んであり、林業はこの地域の経済の一角を担う産業となっている。林業活動が盛んである一方で、広大なロシア連邦の領土において最も豊かな生物多様性を保有すると見なされる地域のひとつであるという側面ももっている。沿海地方の森林は寒帯林と林の境に位置するため独特な針広混合樹林を構成し、固有の生態系を保有する。ここに生息する代表的な動物には、絶滅危惧種のアムールトラやアムールヒョウが含まれる。

沿海地方の森林において、高い生態系価値を支えるのがチョウセンゴヨウマツという樹木である。チョウセンゴヨウマツは大きく分けて 2 つの特徴をもっている。1 つは木材として高価値であること、もう 1 つは生物多様性を生み出す大事な基盤となっていることである。高級木材として伐採が盛んに行われており、沿海地方の固有な生態系に悪影響を及ぼしている。伐採規制やチョウセンゴヨウのワシントン条約登録など政策がとられているが、チョウセンゴヨウの違法伐採は止まらない。その原因として、営林署³の存在が挙げられる。森林を管理・監視する立場である営林署が、本来の業務を遂行するための政府からの資金が不足しているため職権を濫用し、営利目的に過剰にチョウセンゴヨウを伐採している。資金さえあれば、監視を行い違法伐採の減少の実現が可能になる。

本論文では、沿海地方における特殊な違法伐採の在り方を原因とするチョウセンゴヨウの減少を問題とし、「営林署の監視努力」に注目して、営林署に監視を強化させるインセンティブを付与するような政策を提言する。この提言によって、どのように営林署の監視努力量が増え、チョウセンゴヨウの減少を抑制できるかエクセルのシミュレーションを用いて分析していく。

¹ 森林を構成する木の体積「森林・林業学習館」より

² 柿澤宏昭 「ロシアの森林資源の動態と森林管理・政策の動向」 2007 年

³ 森林を管理する地方自治体や国営林業団体のこと。違法伐採の監視や、森林整備などを業務とする。ロシアではレスホーズと呼ばれる。

第 1 章：沿海地方における森林および生態系の様相

第一章では、沿海地方の森林について、地理的な条件を始めとし、その特徴を説明する。現状として木材供給としての役割を持つことを述べ、一方でこの地域の生物の固有性・多様性が注目に値し、森林の価値が高いことを示す。

1-1 沿海地方の林産業



沿海地方は極東の最南部の日本海沿岸に位置している。人口は 206 万 8000 人、総面積は北海道の倍に近い 16 万 5,900 km²であり、うち森林面積は 13 万 2,485 km² (1324 万 85ha)。森林被覆率は 80%に達する。地方政府の所在地はウラジオストク市である。沿海地方は水産業と林業、非鉄金属工業、海運業、機械工学をもとにした多方面にわたる産業を有しており、非鉄金属工業、化学工業、伐採および木材業、機械工学、農業などはすべて地方経済に欠かせぬ要素となっている。

ロシア全体としても林産業の比重は大きく、経済危機に陥るまで世界第 2 位の木材生産国であった。しかし、序章でも触れたように、ロシアの木材生産は西と東で形態が大きく異なっている。西側では欧州輸出向けの持続的な林業体制が整っているが、東側では日本、中国をはじめとするアジア圏への木材需要の大きさやその拡大の可能性を視野に入れずに伐採を行っている。最もオホーツク海および日本海寄りの極東地域では人口が少なく地域内木材消費も多くない分、木材が不足していたアジア諸国を対象とした木材供給地として位置づけられてきた。しかしロシアにおける経済危機によって林産業は大きな打撃を受けることとなり、その中で最後の頼みの綱となったのが林産物輸出である。特に、極東のように生産施設が弱体であるところでも、丸太を輸出することで手っ取り早く外貨を稼げるため、林産物輸出は重要な経済部門となっている。

極東よりも早く、タイガが広がる内陸のシベリアではロシア革命（1917 年）後から木材調達のための森林伐採が始まり、沿海地方においては 1950 年以降、森林資源が本格的に開

発され始めた。極東の北部に比べ温暖な環境により、樹種の多様性・生産力ともに高く森林資源が豊富であるため、ここでの林産業が活発となった。

生産された丸太の多くは日本向けの輸出であった。また、1950-60年代頃から日本市場が高度経済成長期に入り、木材需要を急激に増加させていったこと、木材の輸入関税を削減して木材貿易を自由化したこと、そして日本国内での広葉樹資源が著しく劣化したことなどの要因が重なり、沿海地方の森林資源への圧力が高まった。以来、沿海地方の森林植生は以来現在に至るまで開発され続けている。さらに90年代終盤から中国市場の需要急増も重なって開発は加速し、これら森林植生は大きく劣化してきている。

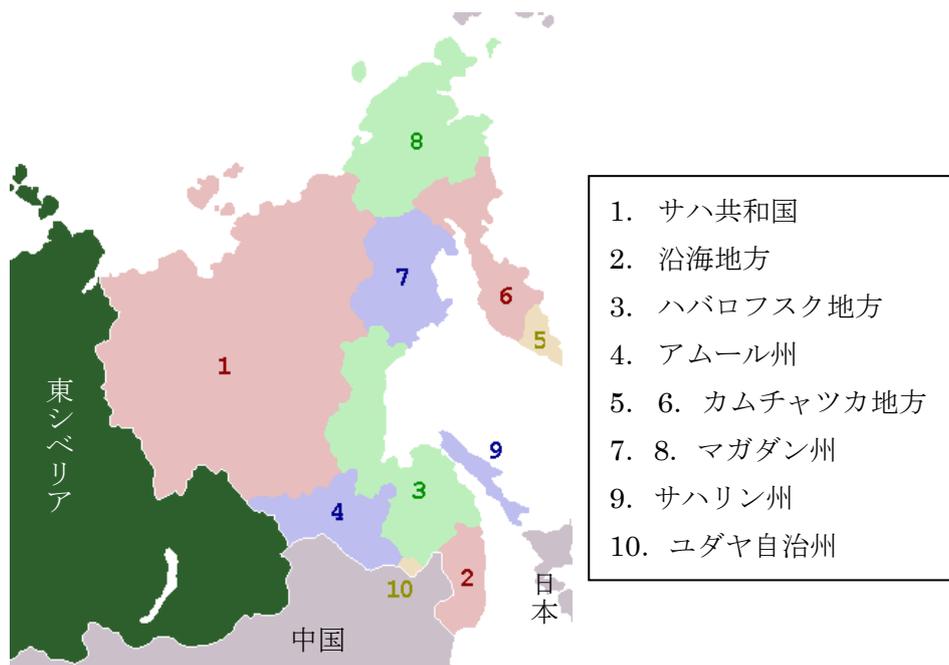
WWFによると、沿海地方に残っている1324万85haの森林のうち、すでに42%が伐採や森林火災など人為的な影響を受けているといわれ、1946年から2002年までの間に企業に「利用権（伐採権）」が認められた期間で伐採の対象となってきた森林は250万ha以上にのぼる。また、毎年発生する森林火災によって、これまでに推定で48万1000haもの森が失われてきた。⁴

1-2 沿海地方の生物多様性

1-2-1 豊かな植生

極東は、全体としては夏と冬の寒暖の差が激しいモンスーン気候と区分され、大部分は東シベリアにみられるようなツンドラとタイガの世界である。沿海地方は、これと比較し極東の中では最も温暖湿潤であり、北日本と同様の冷温帯に位置している。南北に連なるシホテ・アリニ山脈がこの地方のほとんどを占めており、この山脈の西部にはアムール川の支流であるウスリー川が中国とロシアの国境となって山脈と平行して流れている。比較的温暖でありながらも寒帯気候と接する沿海地方は、植生においても徐々に森林構成が移り変わっていく境界の地域であり、他の極東地域とは異なる非常に稀な森林環境を作り出している。

⁴ WWF「極東ロシアの森林保全」2007年
<http://www.wwf.or.jp/activities/nature/cat1248/cat1238/>



極東の森林の全体像としては、立木面積はほぼ 7000 万 ha、森林蓄積は 89 億 m^3 となっている。大部分で針葉樹が支配的であり、全体面積の 73%、蓄積では 84%を占めている。針葉樹のうち、樹種では 60%がカラマツであり、その面積は 4000 万 ha に達する。他にはトウヒおよびモミの 1500 万 ha、チョウセンゴヨウおよび欧州アカマツが 470 万 ha と続く⁵。『森林利用の新しい時代へ』⁶によれば、極東におけるチョウセンゴヨウは 288 万 0800ha とされている。また広葉樹優勢林は 1600 万 ha を占める。ここに記される広葉樹優勢林のほとんどは、比較的温暖な沿海地方（とハバロフスク地方の一部）に位置するものである。

沿海地方は、前述したように 80%が森林に被われている。北部の山間部では、エゾマツ、トドマツ、カラマツが優勢種であり、極東の大部分と似た様相を見せるが、これら以南のビキン川などウスリー支流の流域地帯にはウスリータイガと呼ばれる森林があり、北方と南方の樹種、針葉樹と広葉樹が混交した豊かで独特な植生が広がっている。この地域の森林では 1ha 中に 20 種もの樹木が植生し、チョウセンゴヨウマツ、モンゴリナラ、ヤチダモ、ハルニレ、アムールシナノキなどの硬質広葉樹、およびカンバ類、ヨーロッパヤマナラシなどの軟質広葉樹で構成されている。この中でモンゴリナラは乾燥に強く、伐採や火災後の乾いた土壤に繁茂しその分布域を広げている。モンゴリナラは密生すると日光を遮るため、新しい木の成長を妨げ、自身を優勢とする単純な植生にしてしまう。WWF⁷によれば、この植生の変化の結果、以前は 100 m^2 に 127 種もあつた植物が 15 種にまで減ってしまうな

⁵ 細川隆雄『ソ連の森林資源』1993 年

⁶ NPO 法人 むさしの・多摩・ハバロフスク協会『森林利用の新しい時代へ』2007 年

⁷ WWF「極東ロシアの森林保全」2007 年

<http://www.wwf.or.jp/activities/nature/cat1248/cat1238/>

ど、森の多様性が大きく損なわれた地域も確認されている。

1-2-2 動物の固有性・多様性

沿海地方の独特な森林環境は、地球の歴史の中で生まれた固有の生態系を支えてきた。FoEJapan⁸によれば、沿海地方における固有種の多さは、アムール州から沿海地方、サハリン州にかけて氷河期を経験しなかったことによるという。動植物にとってこの一帯は生き残るための“種の避難所”として重要な意味を持ち、植物や無脊椎動物の固有性がきわめて高いものとなったのである。沿海地方では今日にかけて豊かな森林が生き、世界の他の地域にはない動植物相をもたらしている。

また、田中（1993）⁹によれば、沿海地方の森林の主要の特質は、多様な植物が生えていることで、250種以上の種の植物があり、ツンドラ植物などを入れると約2,000種となる。また、ロシア極東でも最南部という沿海地方の位置は、北方種と南方種がともに生息するという生物の多様性も生み出している。旧ソ連領域では690種の鳥がいるが、うち350種はここでみられるという。文献によって紹介される生物はさまざまであるが、その多様性は例えば以下のように書かれている。

生物の多くは、この地方特有のものである。その一つにウスリートラがあるが、今は減少して会うことも少ない。ウスリー川沿岸ではアムールナメタ、カメがいる。第三紀、第四紀の生き残りのゴール（アムールレイヨウ）、小オシドリ、ジツグミ、広羽根のカッコウ、熱帯種の明るい色彩のチョウ、翼長12mのクジャク、またツヘモ・ドインザ山頂にしかない翼のないキリギリスなどがある。このうち30種以上はクロテン、シベリアイタチ、カワウソ、リスなど毛皮獣で、2種ニホンシカとオオシカである。（田中、1993）¹⁰

このように大型の哺乳類も生息し、豊富な生物資源を保有している沿海地方では、近年エコツーリズムを推進する動きも活発になってきている。

一方で、財団法人地球・人間環境フォーラム¹¹によれば、沿海地方には地方レベルでのレッドデータリストがあり、2002年時点では283種の動物種、343種の植物種、55種のキノコ類が登録され、この地方の生物多様性の高さとそれらの絶滅抑制の必要性が示されている。絶滅が危惧される生物の代表としてアムールトラ（上記ではウスリートラ、また別名シベリアンタイガー）、とアムール・ヒョウが挙げられる。いずれも沿海地方固有の生物で

⁸ FoEJapan ロシアタイガプログラム <http://www.foejapan.org/siberia/taiga/13.html>

⁹ 毎日新聞社、田中薫編『極東—シベリアの自然、人、生活』1993年

¹⁰ 同上

¹¹ 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）『平成19年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』2008年

あり、その希少さはそれぞれの推測現存個体数、500 頭と 50 頭という数字に表れている。沿海地方の森林の開発が本格化し始めた時期に密猟され急減し、保護の対象となった後も、止まることのない森林伐採による生息域の減少、環境の劣化が頭数の回復を遅らせている。面積の減少はない、または微増しているとされるロシアの森林であるが、生態系に影響を及ぼす森林の劣化には一般的な森林開発の問題に挙げられるような「量の伐採」ではなく、特定の樹種を狙った木材採取が行われていることによる。これについての次章で詳しく述べることとする。



第2章：チョウセンゴヨウ

沿海地方の森林の特有性は、その樹種の多様性、またそれによる生物の固有性・多様性が大きく寄与していることを第1章の中で述べた。沿海地方の多様な樹種の中でも、我々はチョウセンゴヨウマツ（以下チョウセンゴヨウ）に注目する。本章では、チョウセンゴヨウの二つの特徴：高級樹種であること、生態系を支える樹種であることを述べ、この地におけるチョウセンゴヨウの重要性について論じる。

2-1 チョウセンゴヨウとその利用



チョウセンゴヨウはマツ科マツ属、5本の針葉がある木であり、極東では沿海地方に最も多く、ハバロフスク地方、ユダヤ自治州、またアムール州の一部に分布している。樹高は24～45m、伐採対象木の胸高直径は36～44cmになる¹²。なお、中国東北部にも分布しているが、中国では天然林保護プログラムのために伐採が制限されており、中国もロシアから輸入している。NPO 法人むさしの・多摩・ハバロフスク協会¹³によればチョウセンゴヨウが極東で生息する区域の面積は288万0800ha、蓄積は5億4645 m³（1haあたり189 m³、

¹² NPO 法人 むさしの・多摩・ハバロフスク協会『森林利用の新しい時代へ』2007年

¹³ 同上

全体のうち4億3000m³を沿海地方が保有)である。表1からは、極東のチョウセンゴヨウの多くが沿海地方に生えていること、また集中度も高まってきていることがうかがえる。これは沿海地方の次にチョウセンゴヨウが多いハバロフスク地方でかつて伐採が多く行われたことに関する。この地域には木材輸送のための鉄道が発達しており、チョウセンゴヨウに限らず多くの木が過剰に伐採された。よって、近年のチョウセンゴヨウ伐採(違法のものも含む)は図1からもわかるようにストックが残る沿海地方に押し迫っている。

記録年	沿海地方	全極東合計
1956	-	393.00
1966	243.94	394.80
1983	218.19	306.13
1988	224.35	305.21
1993	218.00	291.00
1999	215.38	286.60
2004	214.48	288.08

表1. 『森林利用の新しい時代へ』NPO法人 むさしの・多摩・ハバロフスク協会 より作成

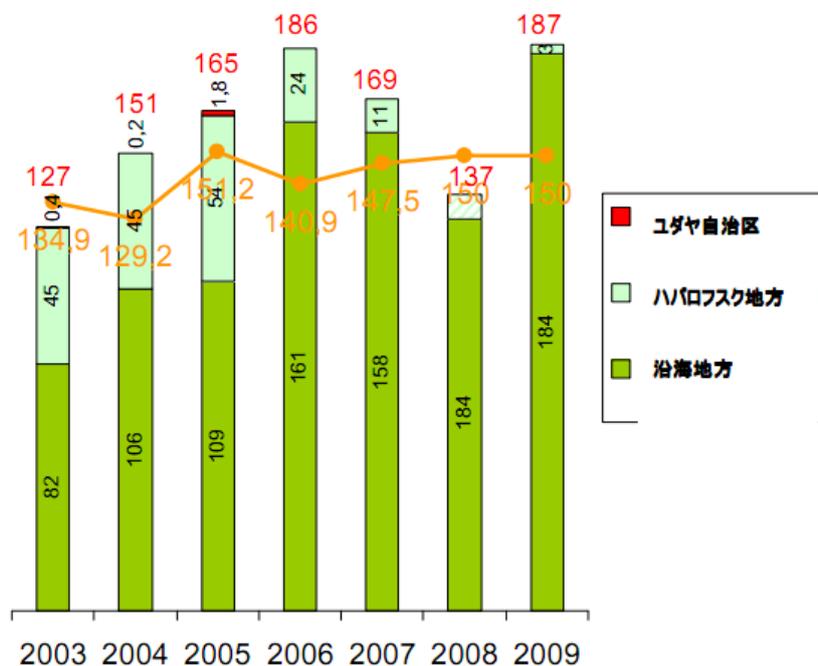


図1. ロシア連邦極東の各地方のチョウセンゴヨウ輸出動向
(認定NPO法人 国際環境NGO FoE Japan より)

チョウセンゴヨウがそれだけで林を形成することは非常に稀で、あるとしても狭い地域に限定される。チョウセンゴヨウとともに同じ森林に混交する樹木はエゾマツ、トドマツの針葉樹、ボダイジュ、ナラ、クルミ、ニレなど広葉樹である。これらの樹木によって沿海地方特有の針葉樹広葉樹混交林が形成されている。

チョウセンゴヨウは木材として利用が第一である。木質としては辺材がうす黄色、心材はうすピンク色、木質が軽くて柔らかく、加工が容易である。チョウセンゴヨウから作った角材、板などの製材は住宅建築上の最高の清潔さ・耐久性の基準になるほどである。このように高級樹種とされるチョウセンゴヨウは選択集中的に伐採され、樹脂道が多く生の丸太でも水に沈むことがないという特徴は 50~70 年代にハバロフスク地方と沿海地方の水運を積極化し、河川の流域におけるチョウセンゴヨウのさらなる加速伐採をもたらした。材質は腐敗や害虫には耐性があるが、ある程度障害を与える害虫も数多く知られている。幹材に虫害を発生させる主な害虫としてはキクイムシ、カミキリムシなどがあげられる。害虫などの被害にあった木はロシアの森林管理をする営林署の衛生伐採の対象となることがあるが、近年のこの衛生伐採の在り方についても我々は問題として挙げることにする。詳しくは後の違法伐採の章で述べる。

2-2 チョウセンゴヨウと生物多様性

上でも述べたように、チョウセンゴヨウが植生する沿海地方の広葉樹森林は動物の種類でも、固体群の中の頭数でも豊富な生物生態系を有している。動物の多様性では、チョウセンゴヨウの生える広葉樹混交林と他の地域の森林とでは比べ物にならない。これは、極東の他地域にはない食料生産樹木、中でも栄養豊富で大きな球果を付けるチョウセンゴヨウが沿海地方に集中しているためである。

マツの実は、収穫率にもよるが一本のチョウセンゴヨウから 278 個の球果、重さにして 4.8kg 収穫することができる¹⁴。その球果は、鳥、ネズミをはじめとし、ホシガラス、カケス、ゴジュウカラ、シマリス、リス、イノシシ、熊などの重要な餌となっている。ヴィヴオドツェフ N.V. によれば、チョウセンゴヨウ林の 32%の哺乳類が球果を主な餌あるいは追加の餌として使用するという。重要なのは、この球果を餌とするイノシシをはじめする動物が、アンブレラ種且つ絶滅危惧種であるアムールトラの捕食対象となっていることである。つまり、チョウセンゴヨウは沿海地方の森林生態系のみならず、生物生態系においてもその豊かさの根源になっているのである。

¹⁴ 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）『平成 19 年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』2008 年



http://www.geocities.jp/kinomemocho/sanpo_matsunomi02.html より

チョウセンゴヨウと動物の関係は、動物が球果を通して一方的に恩恵を受けるだけではない。チョウセンゴヨウも自身の増殖を動物に頼っている。球果の殻は硬く裂開しない上、種子の翼もない。よって、動物が球果を食べる過程で種子を取り出し、消化されずに残った種子を排泄という形で散布することが必要なのである。沿海地方の豊かな生物多様性は、チョウセンゴヨウと動物が繁栄を互いに頼るといふ、特有の生態系メカニズムの上に成り立っており、そのつながりは密接である。稀に結実の豊富時に動物によって集められた種子から発芽し、集団で成長し、それが 200 年間も一緒に育っているような樹木の群もあるという。

また、チョウセンゴヨウの球果の恩恵は自然界に留まらない。人間によるチョウセンゴヨウの利用は、木材調達の次にマツの実の採集である。種子の採集することは沿海地方における最も古い生業のひとつであり、地元の住民にとって生計を立てるための大切な生業となっている。採集されたマツの実は栄養価の高い食用として中国など国外に輸出され、粥や菓子の材料として使われる。しかし、チョウセンゴヨウの減少のためマツの実の採集量が低下していることは言うまでもない。



このように、沿海地方ではチョウセンゴヨウを中心にして人間を含む生物界が密接に結ばれている。チョウセンゴヨウの球果収穫量の変動は動物界の多様性に直接の影響を与えており、その社会的な役割はとても重大である。マツの実に限らず、チョウセンゴヨウ・広葉樹混交林には他にも薬草、果実を生み出す植物が多く育つが、森林の開発は無計画に発生しており、沿海地方の環境が生み出す貴重な資源の損失が懸念される。

第3章 違法伐採

これまでの章では、沿海地方における森林およびチョウセンゴヨウの生態系価値について論じてきた。第3章では違法伐採の定義に始まり、ロシアにおける違法伐採ならびに沿海地方のチョウセンゴヨウを対象とした違法伐採の現状について論じる。

3-1 違法伐採とは

違法伐採とは何を指すのか。その定義は違法伐採問題を扱う主体によって様々である。ここでは、英国王立国際問題研究所（チャタム・ハウス）による定義を紹介したい。

「違法伐採は国内法に違反して木材が伐採、輸送、売買される場合に行われる。伐採プロセス自体が違法である場合もあるが、森林へのアクセスを得るための賄賂や保護地域での許可なしの伐採、保護樹種の伐採や制限量を超過した木材の伐採も含まれる。違法行為は輸送中でも行われることもあるが、違法な加工や輸出、税関への不正申告、脱税やその他の義務の回避も含まれる。」¹⁵

つまり、違法伐採とは単に木材を違法に伐採することだけを指すのではなく、違法に取引されることも含む。その土地が属する法に反した形で、林業施業、搬出、加工、取引を行った場合、それは違法伐採と呼ばれるのである。

地球規模の環境問題として森林減少・劣化を食い止めるためには、持続可能な森林経営を促進させることが不可欠であるが、その持続可能な森林経営を妨げる要因として、違法伐採が指摘されている。違法伐採は、当該国の森林減少・劣化、CO₂の排出、森林生態系に影響を及ぼすだけでなく、世界的に木材の市場価格を引き下げ、他国の持続可能な森林経営を脅かす。また、違法伐採が間接的に与える影響は様々であるが、違法伐採が直接的に与える影響としては生物多様性の減少が挙げられる。違法伐採はそれ自体が、森林の樹種構成に影響をもたらす場合、生物多様性に悪影響を及ぼすとされる。特に、高級樹種などの特定樹種を違法伐採の対象とする場合、生物多様性の減少が顕著であることは明白である。

3-2 ロシアにおける違法伐採

現在、南米のアマゾンやインドネシアなどの東南アジアで違法伐採が問題となっていることは言うまでもない。しかし、一般的に先進国として認識されるロシアにおいても同様

¹⁵ 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）『平成19年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』2008年

に違法伐採が存在することはあまり認知されていない。ロシアの広大な森林地帯における伐採の違法性が指摘されるようになったのは、1991年に起こったソビエト連邦崩壊後のことである。急速に浸透する資本主義経済、体制変換による林政の乱れ、民主化の波を受けて加速した民間セクターでの環境保護団体による活動など、幾つかの要因が重なることでロシアにおける違法伐採の問題は国際的な関心を集めるものとなった。

ロシアにおける違法伐採が指摘されるようになった当初、ロシア政府は自国における違法伐採の存在を認めなかったが、2005年にロシアで開催された ENA FLAG¹⁶において閣僚宣言と行動計画が合意され、ロシア連邦森林局は「違法伐採および木材の違法流通に関する国家行動計画」の実行に着手した。この国家行動計画により、違法伐採対策として航空・衛星による遠隔モニタリング（後述）を導入し、それと同時に違法伐採を引き起こす要因について分析を行っている。

分析では、違法伐採の要因が以下の3つに分類された。第1に、社会的・経済的な条件である。ロシアは国内外から木材に対する安定的な需要があり、さらに違法伐採による収益率も高い。また、沿海地方など森林資源が豊富に存在する地域に住む住民の生活レベルが低いことが違法伐採のインセンティブを高めているのである。第2に、法制度の不備が挙げられる。森林法、刑法、行政法、税関法といったロシア連邦の法整備が未熟であることが要因の一つとなっている。第3は、法による管理とその施行のレベルが低いことである。行政の資金不足や汚職文化によって、規制・監視といった森林管理が徹底されていないのである。特にロシア極東部においてはこの汚職文化が広く蔓延してるとされている。

2005年に、ロシア国内で違法伐採が比較的多いとされる7つの地方（沿海地方を含む）で、航空・衛星による遠隔モニタリングによって違法伐採の調査が実施された。その調査結果¹⁷によると、違法伐採木材量は70万3800m³となり、その被害額は24億ルーブルにも上る。しかし、このモニタリング調査はロシア連邦が保有する11億7000万haの森林フォンドのうち、1億1330万haしかカバーしていないことを留保しておきたい。この調査結果を踏まえ推計したデータによると、ロシア連邦全土における違法伐採木材の総量は伐採量全体の約10~15%である約1900万m³であるとされ、これは47億ルーブル¹⁸もの国家資産への損害に相当する。

ロシアにおける違法伐採は多様な形態を持つが、以下のように分類することができる。

- ①盗伐
- ②保育伐など営林署の中間利用に関連した不正な伐採
- ③関税法違反など流通過程における違法行為

¹⁶ Europe & North Asia Forest Law Enforcement and Governance = 欧州・北アジアにおける森林法の施行とガバナンス

¹⁷ 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）『平成19年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』2008年

¹⁸ 1ドル=23.8ルーブル=100円（2008年3月時点）

- ④長期リースを有する業者による違法行為
- ⑤中国人ビジネスと関連した違法集材・加工

①盗伐は、ブリケード（小規模な伐採団）によって行われる。闇夜に紛れて伐採を行うものもあれば、伐採許可証を捏造し、賄賂によって違法伐採を黙認されるものもある。

②保育伐など営林署の中間利用に関連した不正な伐採とは、レスホーズと呼ばれる営林署が自己収入獲得のために、衛生伐採¹⁹・間伐²⁰・林道整備の名目で不必要かつ過剰な森林整備を行うことである。もっとも、衛生伐採・間伐・林道整備といった営林署の活動は森林保全のために必要な行為ではある。しかし、実際に森林の環境整備に必要な森林整備は極めて少なく、現状としてはチョウセンゴヨウなどの稀少高級樹種が年間許容伐採量を超えて伐採されており、そのことは WWF によっても指摘されている。このタイプの伐採は正確に伐採量が記録・報告されないため、被害の規模が最も想定し難い違法伐採であると同時に、名目上は合法性が担保されているだけに最も遡及が難しく、かつ重大な違法行為であると言える。またロシア国内では、この行為による収入が営林署の収入の約半分²¹を占めること、特に沿海地方においては活動予算の約 80%²²をこの行為によって獲得していることにも触れておきたい。連邦から割り当てられる予算が極めて少額であるため、管理主体である営林署が自ら違法伐採に手を染めざるを得ないのである。

③関税法違反など流過程における違法行為とは、木材取引を行う売り手と買い手の間で行われ、量や等級を過小評価することで不当に関税を下げ、利潤を多く獲得しようとする違法行為である。この種の違法行為は、ロシア連邦政府の税収を減少させるため、当局が最も問題視しているものでもある。また、加工というプロセスを経ることで、違法に伐採された木材が製材となる頃には合法木材となっていることも少なくない。

④長期リースを有する業者による違法行為とは、規定以上の量を伐採する過伐採のことを指す。主伐²³には皆伐と択伐があるが、チョウセンゴヨウを始めとする沿海地方の高級樹種は原則的に択伐されるため、航空・衛生モニタリングなどの遠隔調査による発見が困難となっている。そのため、調査員と業者間の汚職関係や、調査員や調査費用の削減が、問題の解決を複雑化している。また、発見しても罰金によって解決を試みるケースがほとんどであるため、根本的な問題は解決されない。

- ⑤中国人ビジネスと関連した違法集材・加工は、最も新しいケースであると同時に深刻

¹⁹ 病虫害に侵された樹木を、周囲の樹木に感染することを防ぐために伐採すること。

²⁰ 森林全体の成長を促すために間引くこと。

²¹ 社団法人 全国木材組合連合会 違法伐採総合対策推進協議会（平成 18 年度林野庁補助事業違法伐採総合対策推進事業）『合法性・持続可能性証明木材供給事例調査事業 ロシア極東における合法性証明の実態調査報告書』平成 19 年

²² 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）『平成 19 年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』2008 年

²³ 伐期に達した樹木を販売目的で伐採すること。

な問題を生み出している。近年、ロシア国内（特に極東）では中国企業が林業分野において台頭してきている。中国人が機材を持ち込み、小規模の業者と組んで、盗伐あるいは現金により違法調達した木材を製材にして違法流通、輸出する。それらの木材は中国国内で高度に加工され、日本や欧米に再輸出される。従って、ロシアから直接日本に輸出される場合と、中国を経由される場合とでは、違法性に極めて違いがある。

なお、本論文で触れるのは①および②のタイプの違法伐採であり、5章での分析ではその点に着目する。次節では、このようなロシア全体における違法伐採を踏まえて、沿海地方およびチョウセンゴヨウの違法伐採に論点を絞って論じていきたい。

3-3 沿海地方におけるチョウセンゴヨウの違法伐採

チョウセンゴヨウの価値および生態系での役割は、第2章で述べた通りである。チョウセンゴヨウの球果から生るマツの実をイノシシやリスなどの草食動物が食し、その草食動物をアムールトラなどの生態系の頂点に立つ肉食動物が食すことで、沿海地方の生物多様性の豊かさが保たれている。チョウセンゴヨウが沿海地方の高度な森林の生物多様性の指標となっていると言っても過言ではない。この節では、沿海地方での違法伐採の現状について、特にチョウセンゴヨウが違法に伐採されている現状について論じていきたい。

序文および第2章で述べたように、チョウセンゴヨウは木材としての商業価値が高い。そのため違法伐採の対象となりやすい。チョウセンゴヨウの保全に関しては次章で詳しく述べるが、チョウセンゴヨウは過去にも伐採が禁止されるなど、規制が行われてきた。しかしその対策も空しく、今も違法伐採および過伐採が在り続けている。

前節でロシアにおける違法伐採の形態を分類してきたが、特に沿海地方では樹種的な条件により①②④による被害が、地勢的な条件により③⑤が他の地域よりも顕著であるとされている。チョウセンゴヨウを始めとする高級樹種は、伐採によって多くの利潤を得られるため、違法に伐採することのインセンティブが高い。また沿海地方は中国と隣接し、日本とも近いことから、違法に商業取引することのインセンティブが高い。つまり、沿海地方という地域を構成する様々な要素が、違法伐採を行うことの誘因となっているのである。

2010年に沿海地方の一部（1838.4ha）を対象に行われた航空・衛生モニタリング調査によると、11万7277 m³の木材が違法に伐採されたとされ、その損失額はおよそ11億911万ルーブルにも上る²⁴。しかし、沿海地方における遠隔モニタリングにはいくつかの問題点がある。遠隔モニタリングによる違法伐採調査は、暗針葉樹林では違法伐採の発見率が高いが、広葉樹林および針葉樹・広葉樹林ではその率が大幅に低下する。広葉樹林よりも針葉樹林の方がモニタリングによる透視度が高いためである。沿海地方はロシア国内でも比較

²⁴ 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）『平成19年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』2008年

的多くの広葉樹林を含む森林を構成しており、その点で発見率が非常に低いとされる。また、チョウセンゴヨウを含む高級樹種の違法伐採の多くは集約度の低い択伐²⁵によって行われるが、モニタリングには解像度の限界があるという点から、集約度の低い伐採行為を発見することが難しい。したがって、遠隔モニタリングによって発見された沿海地方における違法伐採量は、樹種の観点からも、伐採方法の観点からも、実際の違法伐採量のごく一部であると想定される。

チョウセンゴヨウは、国内法²⁶によって 1990 年から 2007 年の間、禁伐種に指定されており、商業伐採の対象とはなっていなかったが、営林署による中間利用（森林整備）という名目で伐採することが可能であった。つまり、前節で述べた違法伐採分類の②がそれにあたる。もちろん、一般の林業主体による盗伐である①のタイプの違法伐採も存在する。なお一般的に、ロシア国内で木材を出荷する際には出荷木材価格の 50%が森林税として課せられるが、営林署による木材出荷の際には、森林税が課せられない。このことも営林署が過剰にチョウセンゴヨウの違法伐採を行う誘因となっている。

このような違法伐採量の統計として、財団法人地球・人間環境フォーラムが 2003 年のデータ²⁷を挙げている。この年、沿海地方において取引されたチョウセンゴヨウの総量は約 10 万 m³（製材用丸太：8 万 1000 m³、国内市場向け用材：2 万 m³）で、WWF の算出によると、このために必要な伐採量は 28 万 9000 m³であり、用材容量の約 3 倍が伐採地において調達されたとされる。しかし、公式データでは 13 万 4900 m³しか伐採されたことになっておらず、残りの 15 万 m³以上は違法に伐採されたことになる。単純計算ではあるが、チョウセンゴヨウの容量を 5 m³/本とすると、約 3 万本が違法伐採された計算である。なお、この 3 万本の違法伐採は全て林業者によるものである。2003 年は禁伐中であるため、公式に伐採された 13 万 4900 m³は全て営林署による森林整備を目的とした伐採であるが、このうちのほとんどが「不必要な」伐採である。つまり、13 万 4900 m³の伐採のほとんどが違法伐採なのである。表 2 はこれらのデータをまとめたものである。

²⁵ 森林内の樹木の一部を抜き切る主伐の一種

²⁶ 4 章で詳述

²⁷ 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）『平成 19 年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』2008 年

2003年に取引・伐採されたチョウセンゴヨウの量		
	万m ³	万本
市場取引量	10	(2)
WWFによる推定実質総伐採量 (10万m ³ の取引に必要な量)	28.9	5.78
ロシア政府による公式伐採量 (営林署によって伐採された量)	13.49	2.698
林業主体による違法伐採 (実質伐採量-公式伐採量)	15.41	3.082
営林署による違法伐採量 (公式伐採の90%が違法)	12.141	2.4282
違法伐採総量 (林業主体による違法伐採+営林署による違法伐採)	27.551	5.5102

表2. 『平成19年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』より作成²⁸

また、違法伐採量の統計ではないが、1999年～2005年の間に沿海地方におけるチョウセンゴヨウの蓄積量は4億6500万m³から4億2400万m³まで減少したとされる²⁹。この減少速度は、7年間で約9%または年間約1.5%となっている。さらに樹齢に着目すると、成熟木および老齢木の蓄積は7年間で27%も減少している。この7年間は国内法によって禁伐種に指定されている期間であり、営林署による「必要な」森林整備を除いた全てが違法伐採である。なお、営林署による「必要な」森林整備は極めて少量であることを再度強調しておきたい。

また、先に述べたように、チョウセンゴヨウは木材資源として利用されるだけでなく、その球果から得られるマツの実も商業取引されており、国内外に供給されている。チョウセンゴヨウからは、1本あたり平均で4,8kg³⁰のマツの実(=17ドル³¹)が得られる。しかし、上記で述べた数値から、1年間で3万本のチョウセンゴヨウが違法に伐採されたとすると、もちろん全て収穫するわけではないが、年間51万ドルもマツの実から得られる利益を逸していることになる。さらに、WWFは平均でも1本のチョウセンゴヨウから278個の球果が生るとしており、違法伐採量を3万本とすると、毎年約834万個の球果を損失している計算になる。この損失は、マツの実から得られる商業取引に影響を及ぼすだけでなく、球果をエサに生息するイノシシやリスなどの小動物へ影響を及ぼし、それらの小動物を捕食するアムールトラなどの絶滅危惧種にも深刻な影響を及ぼす。また、第2章で論じたように、チョウセンゴヨウは球果によって生育限界を拡張するという特性を持つ。つまり、チョウセンゴヨウを違法に伐採することは、チョウセンゴヨウ自体の生態系のみならず、絶滅危惧種を含む沿海地方の森林生態系に大きな影響を与えているのである。

²⁸ 1本当たり5m³で計算

²⁹ 財団法人 地球・人間環境フォーラム(環境省請負事業)『平成19年度 違法伐採による環境影響調査業務報告書』2008年

³⁰ 同上

³¹ 1ドル=23.8ルーブル=100円(2008年3月時点)

第4章 チョウセンゴヨウに対する保全対策

この章では我々が注目しているチョウセンゴヨウに対する、現状の保全方法を述べていく。最初にチョウセンゴヨウの商業的および生物視点からの利用価値を説明することでチョウセンゴヨウが過伐採されている理由を提示する。次にチョウセンゴヨウの過伐採に対するロシア政府による伐採規制の歴史を述べる。そして規制策のひとつである、チョウセンゴヨウのワシントン条約附属書Ⅲ種掲載がチョウセンゴヨウにとって最適な保全対策であるのを検証したい。

4-1 チョウセンゴヨウの保全規制の歴史

チョウセンゴヨウはその木材としての利用価値、また地元民が収穫するマツの実を食用に市場で取引することの利用価値は商業的に評価されているが、一方でロシア沿海地方に生息する生物からも高く評価されている。第2章で述べたように、非常に高い栄養価を含むチョウセンゴヨウの球果は沿海地方の生態系を支える基盤となっている。イノシシやリスが球果の中のマツの実を食べ、そのイノシシをアムールトラが捕食し沿海地方の生態系は成り立っている。

チョウセンゴヨウは木材としての商業的価値が高いため、ロシアでは違法伐採のターゲットとなっている。その違法伐採は、レスホーズというロシアの森林を保全・監視する営林署が、自らの利益のために衛生伐採や林道整備という名目で伐採を行っている。また、営林署が監視を怠るために、林業主体の過剰な違法伐採が横行してしまう。ロシアでの違法伐採の比率は10%~15%³²であり、その中でも商業的価値が高いチョウセンゴヨウは違法伐採される確率が高い。チョウセンゴヨウの過伐採がおこるとアムールトラをアンブレラ種³³とする生態系を脅かすことになる。

次に、チョウセンゴヨウに対する伐採規制の歴史について述べていきたい。最初にロシアでのチョウセンゴヨウの伐採の規制と規制撤廃の流れを整理し、そして各時代の規制と規制撤廃の効果について説明する。

チョウセンゴヨウの伐採規制が最初に始まったのは1990年、しかし、2007年に一度伐採規制が解除された。その後2010年にはワシントン条約附属書Ⅲ種に掲載されることが決まり、チョウセンゴヨウの木材の商業取引規制が再開された。このようにロシアのチョウセンゴヨウの伐採に対する規制は時代とともに変化している。

³² 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業） 『平成19年度 違法伐採による環境影響調査事務報告書』 2008年

³³ ある地域における生態系ピラミッドの食物連鎖の頂点の消費者

最初にロシアでチョウセンゴヨウの伐採に対して規制がかけられたのは1990年である。ロシアの沿海地方の森林開発というのは1950年代から本格化した。この森林開発の本格化には日本が深く関わっている。当時日本は経済成長期を迎えており、日本材だけでは国内需要が賅えなくなり、距離的に近いロシア沿海地方の木材が日本の木材需要を満たす主な供給先となった。更に日本では輸入関税の引き下げや木材輸入自由化³⁴も手伝い、ロシア沿海地方での伐採は激化した。そのなかでチョウセンゴヨウはその木材の商業価値の高さから1950年～1990年まで択伐され続け、過剰伐採が進んだ。チョウセンゴヨウが付ける松の実にはイノシシやリスなどのロシア沿海地方に棲む多くの動物の食料となっていたが、チョウセンゴヨウの過剰伐採により森林生態系の劣化が進み、1990年にロシア政府がチョウセンゴヨウに対する商業伐採作業が禁止した。

しかし、資金不足のために営林署は監視を怠ったうえ、許可されていた量をはるかに超える伐採を行った。伐採規制がかかっていた2003年～2006年においても沿海地方では8.2万m³～15.8万m³の輸出がされていた。2003年には沿海地方で10万m³のチョウセンゴヨウが輸出されたが、このために必要なチョウセンゴヨウの伐採量は28万m³であり、2003年にロシア政府が発表したデータではチョウセンゴヨウは沿海地方で13.49万m³伐採されたこととなっているので、約15万m³違法伐採が行われていた³⁵ことがわかる。

2007年に入り、ロシア政府は森林法典という森林に関する法を改訂し、チョウセンゴヨウの商業目的伐採に対する規制を撤廃した。代わりに、チョウセンゴヨウの伐採許可量を制限し、商業とチョウセンゴヨウ保全の両立を図った。

この規制のために沿海地方の営林署は違法伐採を取り締まる監視員などを配置させた。しかし、その数はたった25人³⁶であり、北海道の2倍の面積がある沿海地方において横行する違法伐採を取り締まるにはとても足りる人数ではなかった。

監視が徹底されることはなく、営林署は自らの利益のためにチョウセンゴヨウを伐採し続けた。更には、盗伐を行う林業主体を発見したときも口止め料の支払いによって見逃すケースもあった。そのような林業主体と沿海地方の営林署の癒着が横行したため、2009年のロシアのチョウセンゴヨウの伐採許可数量は15万m³であったにもかかわらず、実際の伐採数量は70万m³³⁷にもものぼり、ロシア史上最大の輸出量を記録することとなった。

このように2007年に森林法典を改訂したが、皮肉にも違法伐採数が増える結果に終わり、ロシア政府は2010年7月29日にチョウセンゴヨウをワシントン条約（絶滅のおそれのあ

³⁴ 1964年発効 戦後の復興のために日本は国内供給だけでは賅いきれなかったために安く手に入る外材を輸入しやすくするために木材に輸入に関する関税を0とした。

³⁵ 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）『平成19年度 違法伐採による環境影響調査事務報告書』2008年

³⁶ WWF『ロシア沿海地方の違法伐採に関する緊急措置について』
<http://www.wwf.or.jp/activities/2008/02/691707.html>

³⁷ WWF『ロシアがチョウセンゴヨウ（ベニマツ）伐採を禁止』
<http://www.wwf.or.jp/activities/2010/11/951019.html>

る野生動植物の種の国際取引に関する条約 CITES) の附属書Ⅲ種に登録した。ワシントン条約に関しての詳しい記述は次節で行うこととする。

ワシントン条約附属書Ⅲ種に掲載されたチョウセンゴヨウの場合、丸太、薄板、製材品³⁸についてロシア政府が発行する輸出許可証を取得しない限り国外へ輸出することができない。手続きの厳正化により違法な木材取引を規制し、特に中国などの近隣諸国の需要を抑えることでロシア沿海地方での違法伐採をなくす大きな力となることが期待された。前に述べたように、規定伐採量を超えて伐採を行っていた営林署についても、ワシントン条約附属書Ⅲ種に掲載されてからは、たとえ伐採を行ったとしてもロシア政府から輸出許可証が発行されないため違法伐採を行うインセンティブがなくなると推測された。

しかし、このチョウセンゴヨウに対するワシントン条約附属書Ⅲ種では、輸出の規制対象となっているのが丸太、薄板、製材品だけであったために加工した製品の輸出を取り締まることはできず、伐採防止のインセンティブにはならなかった。

また、チョウセンゴヨウのワシントン条約附属書Ⅲ種掲載と同年の 2010 年 11 月 19 日にロシア政府はロシア天然環境省にチョウセンゴヨウの商業取引目的の伐採を禁止する政策を提出し、2010 年 11 月 24 日に発足した。この規制はチョウセンゴヨウの保護目的ではなく、沿海地方に棲むアムールトラの保護目的でなされた。現在アムールトラは、密猟、チョウセンゴヨウの過剰伐採を起因とする生息地域の減少を理由に全体で個体数を 500 頭にまで減らし、今ではワシントン条約附属書Ⅰ種に掲載されている。

また、「トラサミット」という全世界に存在する 3200 頭のトラを保護するための各国の首脳が集まる会議が 2010 年 11 月 21 日から 24 日にかけてロシアで行われた。全世界のトラの生息地域と頭数を増やすということが主であり、ロシアのプーチン首相は首脳宣言として、「次のトラ年までには現在のトラの頭数の 2 倍にする」と発言した。その政策として、ロシアはアムールトラが生息するには不可欠であるチョウセンゴヨウの商業取引を禁止とした。

4-2 ワシントン条約

前節ではチョウセンゴヨウの伐採に対する規制の歴史について記述してきたが、本節では、違法伐採の規制に効力を発揮するといわれているワシントン条約についてより詳しく述べる。チョウセンゴヨウも 2010 年にワシントン条約附属書Ⅲ種に指定され、ワシントン条約のチョウセンゴヨウの違法伐採に対する抑止力として注目されている。

最初にワシントン条約の概要を説明し、ワシントン条約が違法伐採、密猟の抑止力として効果があるのかを検証すべく、ラミンという木を例に挙げて説明する。そして章の最後に、チョウセンゴヨウがワシントン条約に掲載されたことで違法伐採量が減るのかを検討

³⁸ 丸太を鋸で引いた製品のこと。製材品の用途は建築材・家具材・建具材・梱包材・土木材と多様である。

する。

ワシントン条約は、絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約であり、野生動植物の国際取引により乱獲や種の存続があやぶまれることのないように輸出国と輸入国が協力して取引に規制を設け、動植物の保護を図ろうとする条約である。ワシントン条約では動植物の稀少性に依りて附属書Ⅰ、Ⅱ、Ⅲと分類しており、附属書Ⅰに分類された動植物は稀少性が高い。現在では合計約 34200 種³⁹の動物を取引制限の対象としている。また、ワシントン条約はあくまでも経済活動としての国際取引によって種の存続が脅かされる生物の種の保全を目的とするものであるためであり、いかに絶滅が危惧されていようとも、経済的な国際取引の対象となり得ない生物はこの条約の対象とはならない。また、条約により国際取引が規制されるのは動植物種の生体だけではなく、その生体の派生品である生体の一部、およびそれらの製品も対象となる。

次に、ワシントン条約で絶滅危惧種に指定されている野生動植物の稀少性を表す附属書Ⅰ、Ⅱ、Ⅲという分類がどのように国際取引に影響しているかについて述べたい。

附属書Ⅰ種には、絶滅のおそれのある種で取引により影響を受ける種が掲げられる。そのため附属書Ⅰ種に掲げられた種の商業目的のための国際取引が全面的に禁止される。ただし学術研究目的（動物園や大学などでの展示、研究、繁殖）のための取引は輸出許可書と輸入許可書があれば可能である。約 900 種が附属書Ⅰ種に掲載されている。本論文に登場するアムールトラはこの附属書Ⅰ種に属する。

附属書Ⅱ種には、必ずしも絶滅のおそれのある種ではないが、その種の存続を脅かすような利用を制限するために掲げられる。そのため附属書Ⅱに掲げられた種の商取引の際には、輸出国のその取引が種の存続を脅かすものではなく、また、その個体が適法に捕獲されたものであることを認める許可書が必要となる。

附属書Ⅲ種は、各条約締約国が、世界的には絶滅のおそれが小さいがその国内では保護を必要とする場合、他の締約国に商業目的のための国際取引の禁止について協力を求めるものである。附属書Ⅲ種に掲げられた場合、輸出国の輸出許可書又は原産地証明書等が必要である。チョウセンゴヨウマツはこの附属書Ⅲ種に属する。

次にチョウセンゴヨウがワシントン条約附属書Ⅲに掲載されたことによって違法伐採が減少するかを検証すべく、インドネシアが主な原産国とするラミンという木を例に検証していきたい。ラミンという木はインドネシアやマレーシアなどの泥炭湿地が存在する地域に主に生息しており、商業的価値が高く、ビリヤードのキューや家具などにも使われている。産出された木材が加工されて輸出される場合は、1 m³あたり 1000 米ドルで取引されることもある。またラミンが生息する森林にはワシントン条約附属書Ⅰ種に掲載されているオランウータンが生息している。オランウータンはラミンの過剰伐採により生息数を 12,000 頭から 1993 年までに 5400 頭までに減少し、1998 年～1999 年では年間 1000 頭ペ

³⁹ 2011 年 10 月 14 日現在のデータ TRAFFIC <http://www.trafficj.org/>

ースで減少していた⁴⁰。

このように商業的、生態系価値が高いラミンであるが、その商業的価値が高いが故に、過剰伐採が起こっている。インドネシアでは伐採量の90%が違法伐採となっており真の伐採量を推定するのは困難であった。ラミンの年間生産量は、ピーク時の1970年代には150万m³から2000年には131,307 m³と10分の1の生産量となっていた⁴¹。

インドネシア政府は2001年にラミン伐採・商業取引の禁止令を出し、ワシントン条約附属書Ⅲ種に掲載され、輸出許可業者を1つに限定した⁴²。ワシントン条約附属書Ⅲ種が発行したことによりインドネシア政府は主な輸出先（加工先）であるマレーシア、シンガポールやほかの締約国にインドネシアからの違法な貨物の管理を要請した。

しかし輸出を許可されていないインドネシアのラミン材がマレーシアへと輸出され、原産国マレーシアという偽られた原産地証明書を発行していた。そのラミン材をマレーシアから各国に輸出しており、年間70,000 m³マレーシアからラミン材は輸出されていた事実を **telepak Indonesia & EIA**⁴³が突き止めた。このように、インドネシア国内だけでは、ワシントン条約附属書Ⅲ種の規定を守らせることができず、2002年インドネシア政府は国際協力⁴⁴を要請した。この結果、2004年ワシントン条約附属書Ⅱ種への格上げが提案され、2004年10月に最終的に、マレーシアの賛成を得て可決された。

以上のように、10年前にワシントン条約附属書Ⅲ種に掲載されたラミンであったが、ワシントン条約に掲載されても国外からの需要がある場合、林業従事者などは正規ルートを回避した輸出や、原産国偽証などの方法を使ってラミンを伐採し輸出をする。林業従事者にとってワシントン条約は、伐採を規制するための指標とはならない。そのため、ラミンによって生かされているオランウータンは減少の一途を辿るであろう。

これは、生態系を支える役割を持ちながら高級樹種であるというラミンと似た境遇にあるチョウセンゴヨウの場合でも同様のことが言えるのではないか。ワシントン条約という全世界に通ずる輸出に関する規制は一見密猟や違法伐採への抑止力となるように見えるが、ワシントン条約に掲載されている野生の動植物に対して需要があれば、監視がしっかりと行われていない限り、密猟者や違法伐採者は正規のルートを回避した形で稀少な動植物を需要する主体へ輸出してしまい、絶滅を危惧されている動植物の保護を達成できないのである。ロシア政府はラミンのケースと同じような結果を生まないためにも、チョウセンゴヨウを保全するために、営林署の監視を徹底する必要がある。その徹底には、営林署に監視させるためのインセンティブが必要となる。これを達成するような政策を我々は考えていきたい。

⁴⁰ GREENPEACE: http://www.greenpeace.or.jp/campaign/forests/cites13/ramin_html

⁴¹ 同上

⁴² インドネシアで唯一 FSC 認証を取得しているダイヤモンドラヤ社のみ輸出許可

⁴³ Environmental Investigation Agency の略。ロンドンとワシントン活動を拠点とする違法取引の実態を調査する NGO 組織

⁴⁴ ITTO（国際熱帯木材機関）第32回理事会

第5章 分析

5-1 問題意識

ロシアがチョウセンゴヨウの保全を達成するためには営林署が適切に森林を監視する必要がある、またそのためには営林署に対する監視強化のインセンティブを与える必要があるということを1～4章で説明してきた。監視努力相応の金銭的な報酬を与えられれば容易に解決できるかもしれないが、これは営林署に対する財源が少ないロシアにとっては困難を極める策である。

ロシア政府は、保育伐、衛生伐採以外のチョウセンゴヨウの伐採を全て禁止しているが、林業主体監視のための十分な資金が支給されない営林署は、その保育伐、衛生伐採という名目で過剰に伐採を行っている。この矛盾した事実をロシア政府は否定しており、ロシア政府が発表した違法伐採の割合と、NGOが発表した違法伐採の割合には差がある。現時点では、ロシア政府は営林署の違法伐採を止めるような手だてがなく、違法伐採を結果として黙認している形となっている。したがって我々は、営林署が伐採に割いている過剰な労力を、もう一つの重要な業務である違法伐採の取り締まりに回すような監視強化のインセンティブを、政府からの収入を増額させることなく与えるような政策を提言したい。

5-2 分析の進め方

本論文で問題とすることは、チョウセンゴヨウが過伐採され、その結果沿海地方の森林に生息するアムールトラの減少に追い打ちをかけていることである。世界でも珍しい生態系を持つこの森林は絶滅危惧種であるアムールトラのほぼ唯一の野生分布域であり、ロシア国家としてもその価値の大きさを認め、保全に取り組んでいる。我々は、チョウセンゴヨウマツがこの生態系を支える上で重要であること、またチョウセンゴヨウを狙う違法伐採の在り方が特殊であることに注目し、「営林署による監視」を切り口にしてチョウセンゴヨウの適切な管理がどのように実現されるか、モデルを用いて分析する。

分析は、エクセルを用いたシミュレーションを行う。シミュレーションは「現状モデル」、「提案モデル」、「社会的最適モデル」を設定し100期を考える。モデルの設定の仕方については次節で詳しく述べる。具体的な分析の方向性として、我々の提言による営林署の監視努力量の推移がどのように「チョウセンゴヨウのストック」、「アムールトラのストック」、「チョウセンゴヨウがあることによる経済的価値と生態系価値を足し合わせた社会的厚生」、「営林署の利潤」に影響を与えるかをみていく。シミュレーションの結果から、我々の提言が「チョウセンゴヨウストックの過剰減少」を「政府による金銭的補助に頼らない営林署の監視インセンティブ付与」によって達成できるか検証する。同時に、いくつか設定する提案のパターンのうち、どの条件下において100期目のチョウセンゴヨウのストック

クが最大になり、また現状モデルでの社会的厚生を上回ることができるのかを見つけていく。

5-3 モデルの設定

分析では、1) 違法伐採の影響を組み込んだ現状モデル、2) 現状モデルを社会的最適モデルに近づけるために提言する政策を盛り込んだ提案モデル、3) チョウセンゴヨウが適切に管理される理想的な状態を表す社会的最適モデル、の3つを設定する。

使用するパラメーターは以下のとおりである。

S_t : t期のトラのストック数
 X_t : t期のチョウセンゴヨウのストック数
 Y_t : t期のチョウセンゴヨウの伐採量
 Y_t^I : t期の違法伐採による伐採量
 Y_t^L : t期の営林署による伐採量
 E_t : t期の伐採者の努力量
 Z_t : t期の営林署の監視努力量
 B_t : 営林署の許可伐採量についての努力量
 \bar{D} : 違法伐採者の伐採努力量
 \bar{L} : 営林署の総努力量
 A : 許可された伐採についての努力量
 q : 伐採係数
 q_t : 違法伐採者の伐採係数
 q_L : 営林署の伐採係数
 r_s : トラの内的増殖率
 r_x : チョウセンゴヨウの内的増殖率
 k : 環境容量係数
 K_0 : $X = 0$ のときの環境容量
 θ : トラのストック数が林業主体の違法伐採に及ぼす影響の係数
 β : 営林署に対する伐採許可割合
 α : トラの価値係数
 a : 生態系価値係数
 b : チョウセンゴヨウ一単位当たりのマツの実の収益
 p : チョウセンゴヨウの木材一単位当たりの価格
 c : 伐採努力量一単位当たりのコスト
 g : 営林署による違法伐採が摘発されるリスクコスト
 δ : 割引率

本論文で用いる 3 つのモデルで共通の概念となる社会的厚生 SW_t は以下のように定義する。

$$SW_t = V(S_t) + \pi^N + \pi^F$$

なお、 $V(S_t)$ はトラの生態系価値を表し、 π^N 、 π^F はそれぞれマツの実の収穫から得られる利潤と木材から得られる利潤である。

$$V(S_t) = \frac{\alpha \left(\frac{S_t}{S_0}\right)^{1-a} - 1}{1-a}$$

$$\pi^N = bX_t$$

$$\pi^F = pY_t - cE_t^2$$

トラのストック量の変化はロジスティック増殖関数を用い以下のように表される。

$$S_{t+1} = S_t + r_s S_t \left(1 - \frac{S_t}{K_t}\right)$$

$$K_t = kX_t + K_0$$

チョウセンゴヨウのストック量は以下のように表される。

$$X_{t+1} = X_t + r_x X_t - Y_t^I - Y_t^L$$

5-3-1 現状モデル

現状モデルでは、違法伐採者と営林署がそれぞれの利潤を最大化するように伐採を行う。違法伐採量 Y_t^I および営林署による伐採量 Y_t^L は CPUE 生産関数を用いそれぞれ以下のように定義される。

$$Y_t^I = q^I X_t \bar{D} e^{-\theta S_t - Z_t}$$

$$Y_t^L = q^L X_t E_t$$

$$Y_t = Y_t^I + Y_t^L$$

このモデルでは営林署の利潤 π_t^L が期ごとに最大化される。

$$\pi_t^L = \bar{w} + pY_t^L - c\bar{L}^2 - g \left(\frac{Y_t^L}{X_t}\right)^2$$

$$\pi_t^I = pY_t^I - c\bar{D}^2$$

$$\pi^F = \pi^L + \pi^I$$

Excel にて上記の式を最大化し、社会的最適モデルとの乖離を観察したい。

5-3-2 提案モデル

提案モデルでは、営林署が監視努力を増やした結果、監視していなければ違法伐採者が得ていた木材の利潤一部を自分が得ることができるようになる。

違法伐採量 Y_t^I および営林署による伐採量 Y_t^L はそれぞれ以下のように定義される。 Y_t^I は現状モデルと同じである。 Y_t^L の右辺第二項は、監視をすることで、何もしなければ林業主体によって伐採されたであろう伐採量のうち、 β の割合で営林署が来期伐採することを許可されることを表す式である。また、営林署は違法伐採より先に許可伐採量伐採すると仮定する。

$$\begin{aligned}Y_t^I &= q^I X_t \bar{D} e^{-\theta S_t - Z_t} \\Y_t^L &= \beta [q^I X_t \bar{D} (1 - e^{-\theta S_t - Z_t})] + q^L X_t E_t \\Y_t &= Y_t^I + Y_t^L \\E_t &= \bar{L} - B_t - Z_t \\B_t &= \frac{Y_t^B}{q^L X_t}\end{aligned}$$

営林署の利潤 π_t^I は以下のように表され、現状モデルと同様に期ごとに最大化される。

$$\pi_t^I = \bar{w} + pY_t^L - c\bar{L}^2 - g\left(\frac{Y_t}{X_t}\right)^2$$

Excel においてこのシミュレーションを行い現状モデルと比較しどのように改善が見られるか確認する。

5-3-3 社会的最適モデル

社会的最適モデルでは、林業主体者が合法的にチョウセンゴヨウの伐採を行うとする。ここでの社会的最適とは、ロシア政府が社会的厚生を最大化するようなチョウセンゴヨウの伐採量を許可量として設定し、それを林業主体者が忠実に守るという社会を想定したものである。チョウセンゴヨウの伐採量は CPUE 生産関数を用い以下のように表される。

$$Y_t = qX_t E_t$$

これについて Excel を用いて、動学的シミュレーションを行っていく。

5-4 パラメーター別シミュレーション

5-4-1 パラメーターの決定

上記で設定した「現状モデル」、「提案モデル」、「社会的最適モデル」のそれぞれについて、特に

- ・チョウセンゴヨウのストック
- ・トラの頭数
- ・総伐採量
- ・林業主体の伐採量
- ・営林署の伐採量

について、100期の推移をみてグラフ化する。また、現在価値で表した社会的厚生 Σ の総和を導出する。

シミュレーションをするために、モデルで使用したパラメーターに具体的に数値をあてはめていく。本論文でのシミュレーションで固定値とするものについては以下のように設定した。

$$k = 0.05$$

$$a = 0.5$$

$$r_s = 0.06$$

$$q = 0.0034$$

$$q_I = 0.003$$

$$q_L = 0.004$$

$$c = 5$$

$$g = 1000000$$

$$\bar{w} = 7.5$$

$$S_0 = 362$$

$$X_0 = 6420$$

$$\bar{D} = 1.8$$

$$K_0 = 20$$

また、トラの価値を表す α 、チョウセンゴヨウ一単位当たりのマツの実の収益 b 、チョウセンゴヨウの内的増殖率 r_x 、トラの頭数が林業主体の違法伐採に及ぼす影響係数 θ 、チョウセンゴヨウの木材価格 p については具体的な数値が不確定のため適当な値を 3 つ仮定してからシミュレーションを行う。最終的には仮定した値は以下のとおりである。

$$\begin{aligned}\alpha &= 0, 80, 800 \\ \mathbf{b} &= 0, 0.002, 0.004 \\ r_x &= 0\%, 0.5\%, 1\% \\ \theta &= 0, 0.00001, 0.0001 \\ \mathbf{p} &= 0.61, 1.23, 2.46\end{aligned}$$

これらの値の根拠を説明する。 α については、トラの価値を支払い意思額の観点から、日本人一人が「トラを100年間守るために100年でいくら払いたいか」を考え、一人当たり10円（1年あたり0.1円）とした。これを米ドル⁴⁵で換算すると $\alpha = 80$ となる。 \mathbf{b} については、マツの実のみで伐採利潤を超えないような値である0.004を最大値とした。 r_x については、『森林利用の新しい時代へ』（NPO法人 むさしの・多摩・ハバロフスク協会2007年）に掲載されている極東全体のチョウセンゴヨウの保有量および年間平均増加量から導き出した増加率が0.58%であったことから上記の値を用いる。 θ については、違法伐採を減少させるという同じ効果をもたらす監視努力量とトラの影響力を比較したときに、妥当だと考えられる値を設定した。具体的には、トラの影響力は監視努力量と比べて10%の影響力であるとしたときに、 $\theta = 0.0001$ となる。 \mathbf{p} については、実際のチョウセンゴヨウの木材価格⁴⁶をもとに設定している。

また、 δ と \bar{L} についても標準の値の他に2つの値を設定してシミュレーションを行う。

$$\begin{aligned}\delta &= 0, 0.05, 500 \\ \bar{L} &= 0.6, 1.2, 2.4\end{aligned}$$

δ を変えることで「現在の価値をより重視する」傾向にある受益者（伐採主体）と、その逆の傾向にある受益者による経済的な行動の違いから得られる結果を比較することができる。 \bar{L} については、ロシア政府が営林署の数や人数を増減させた際にどのような影響が出るかを観察するために設ける。

7つの不確定パラメーターそれぞれについて3つの値を設定したため、最終的には21の組み合わせをシミュレートすることとなる。

⁴⁵ 1ドル=80円で換算

⁴⁶ 封封安全『ロシアの木材輸出の新展開—対中国貿易を中心に—』2009年

5-4-2 シミュレーションの進め方

次に、それぞれのモデルのシミュレーションの仕方を説明する。

現状モデルでは、営林署の利潤が最大となるような監視努力量を期ごとに求める。期ごとに最大化するのは、現状では営林署は自らの短期的な利潤を求めて伐採を行うと仮定したためである。

提案モデルでは、前述したように、営林署は前期の監視によって阻止した違法伐採量を β の割合で伐採する許可を得る。この伐採の仕方を表す式を以下に再掲する。

$$Y_t^L = \beta[q^L X_t \bar{D}(1 - e^{-\theta S_t - Z_t})] + q^L X_t E_t$$

提案モデルにおいても、営林署は自らの利潤を最大化するが、それは当期の利潤に前期の監視努力量が関わってくるため、最大化する利潤は当期だけでなく、100期の現在価値の総和となる。よって、エクセルのソルバー機能を用いる際には営林署の現在価値で表した利潤の総和を最大化するように100期の監視努力量を導出する。

このとき、100期目のチョウセンゴヨウのストックが最大となるような営林署に対する伐採許可割合 β を導出する。

社会的最適モデルのシミュレーションでは、現在価値で表した社会的厚生を最大化するような代表的な主体の伐採努力量を求めた。具体的には、エクセルのソルバー機能を用いて、現在価値で表した社会的厚生の総和が最大となる100期の伐採努力量を導出した。

そして、21の組み合わせにおいて社会的厚生やチョウセンゴヨウのストック量、トラの頭数、伐採量がどのように変化するかを考察していきたい。このとき、7つのうちひとつのパラメーターを仮定した値の中で動かし状態変数の変化をみていく場合は、それ以外のパラメーターは真ん中の値で固定する。例えば、 α を動かす場合は $b = 0.002$ 、 $r_x = 0.5\%$ 、 $\theta = 0.00001$ となる。

5-4-3 シミュレーションの結果および考察

シミュレーションの結果についての考察を行う。考察は、まずパラメーターを標準値のまま3つのモデル間の傾向を観察したもの、そして、7つのパラメーターの中でも特筆すべき α 、 b 、 θ について表やグラフとともに経済的な解釈を加えていきたい。

5-4-3-1 標準値

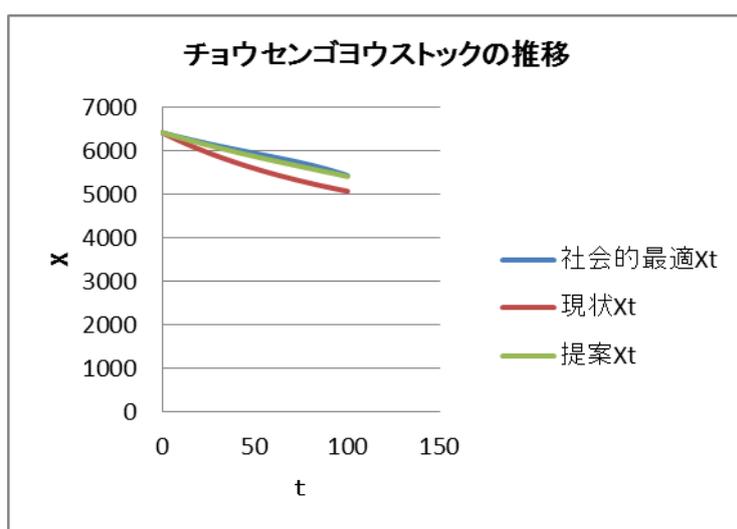
以下の表は、各パラメーターについて、標準値として設定した値でシミュレーション

を行なった際に得られる結果である。これを基準とし、「現状」「提案」「社会的最適」の3つのモデルの間で社会的厚生、チョウセンゴヨウストック、トラの頭数、総伐採量、林表主体伐採量、営林署伐採量の推移を観察する。

表では、それぞれのモデルで得られた数値の間に不等号を載せることで、モデル間での数値の変化を示している。社会的厚生、チョウセンゴヨウストック、トラの頭数については社会的最適モデルにおいて最大であり、提案モデルによってこの3つの項目の値が社会的最適に達してはいないものの、かなり近づいていることが確認できる。我々の提案が、自然資源ストックの保護に対してより効果的なものであるということが実証できたといえる。

伐採量については、提案によって減るものの、100期目では社会的最適をさらに下回った水準となっている。これは、社会的最適モデルにおける伐採の仕方よりも、我々の提案における伐採の仕方が100期を通じて効率が悪くなってしまい（ストックの増殖と伐採の加減の違いなどが理由として考えられる）、社会的最適では4000.438まで減らせば達成できたストック水準を、3990.223まで減らさないと近づけることができないという結果の表れであると推測することができる。

		現状	提案	社会的最適
社会的厚生	SW	4051.162 <	4072.726 <	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379 <	5413.416 <	5435.759
トラの頭数	S	281.104 <	297.718 <	301.249
総伐採量	Y	4204.600 >	3990.223 <	4000.438
林業主体伐採量	Yi	2215.162 >	2118.161	×
営林署伐採量	YI	1989.438 >	1872.063	×



5-4-3-2 トラの価値係数 α

トラの生態系価値係数である α を、1,80,800の3パターンに分けてシミュレーションを行い、考察する。以下の表が、その結果をまとめたものである。 β は営林署に対する伐採許可割合の値であり、前期に違法伐採を阻止したうちの何割が合法に伐採できるかを表している。なお、この β は社会的最適におけるチョウセンゴヨウストック量に提案におけるチョウセンゴヨウストック量が最も近くなるように設定している。

$\alpha = 1, \beta = 1$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	701.082	<	832.697	<	881.874
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5224.397	>	5223.862
トラの頭数	S	281.104	<	289.520	<	290.113
総伐採量	Y	4204.600	>	4132.347	>	4127.090
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2182.401		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1949.946		×
<hr/>						
$\alpha = 80, \beta = 0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3894.803	<	3914.431	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.493	<	5435.126
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	301.244
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.054	<	4001.220
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.077		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1871.977		×
<hr/>						
$\alpha = 800, \beta = 0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	33002.135	<	33179.787	<	33904.604
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.487	<	7836.250
トラの頭数	S	281.104	<	297.716	<	429.401
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.036	>	2560.840
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.068		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1871.967		×

全体的な傾向として当然のことながら、 α が大きいということは生態系に価値をおくということであるから、 α が大きくなればなるほどトラの生態系価値が上昇し、社会的厚生SWが増加する。なお、その増加率は、社会的厚生の桁が変わるほどに大きく上昇することがわかる。

また、我々の提案を行うことによって、 α がどの値であろうと、現状よりも総伐採量が減少し、チョウセンゴヨウのストック量及びトラの頭数が増加することが表から読み取れる。社会的厚生も必ず改善される。トラの生態系価値が低く評価される社会においても、高く評価される社会においても、提案の効果があることが実証された。

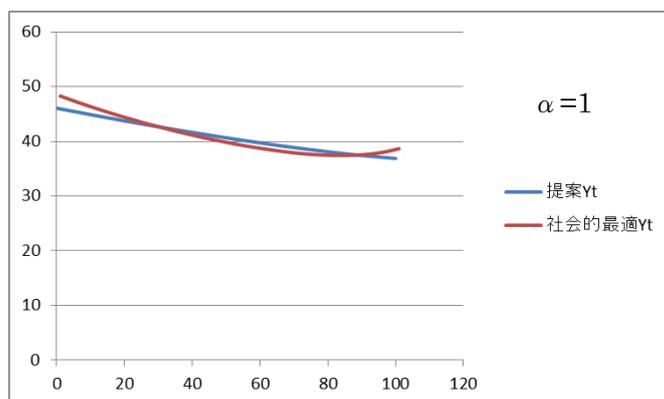
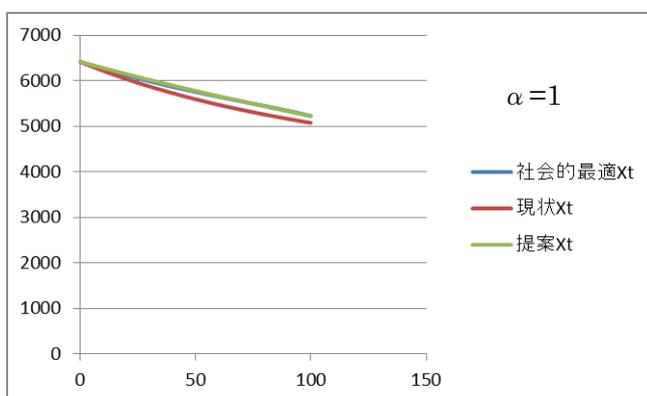
$\alpha = 1$ のとき、提案モデルにおけるチョウセンゴヨウストック量、トラの頭数および総伐採量が、社会的最適な値に非常に接近し、ほぼ一致する。しかし、社会的厚生については、

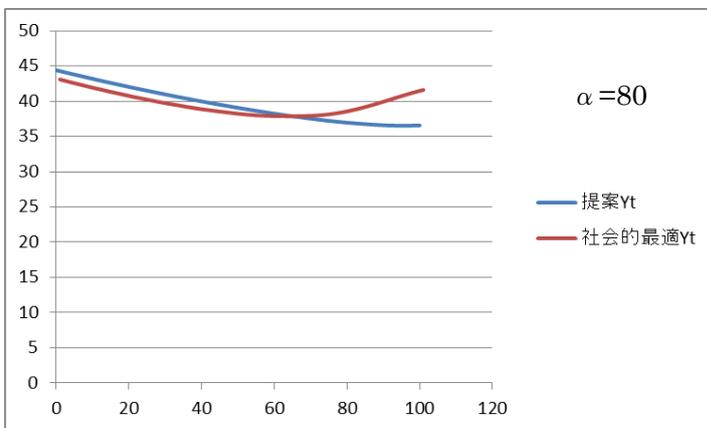
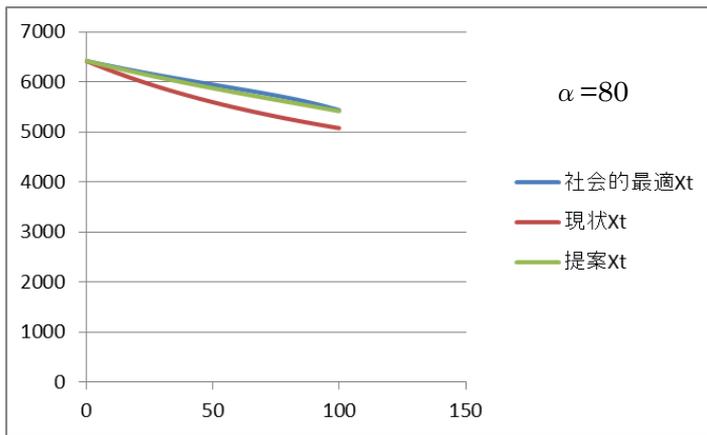
社会的最適な社会的厚生に比べ、提案における社会的厚生が下回っている。これは、提案する制度が煩雑であるために取引費用が多くかかるためであると考えられる。

$\alpha=80$ のときは、他の場合と違い、社会的最適モデルにおけるチョウセンゴヨウストック量が増加しているのにも関わらず、総伐採量が増加している。これは、チョウセンゴヨウストックの成長率に合わせて効率的に伐採をしているということである。

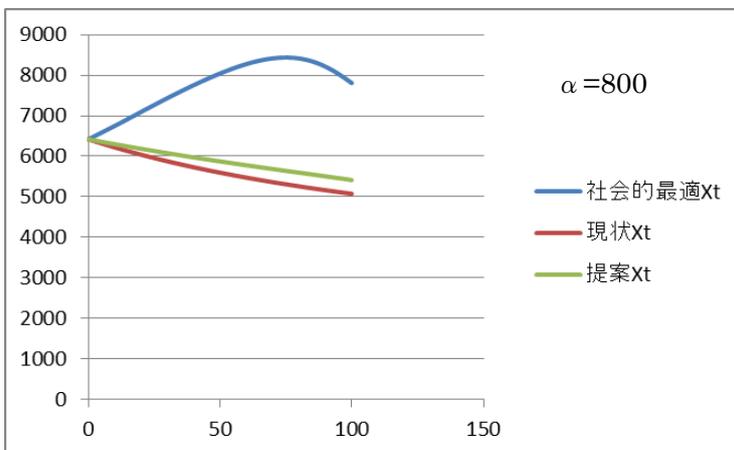
$\alpha=800$ のとき、提案モデルでのそれぞれの値は、社会的最適な値から多少離れてしまう。この結果から言えることは、トラの生態系価値が高く評価される社会においては、我々の提案がそれほど発揮しないということである。

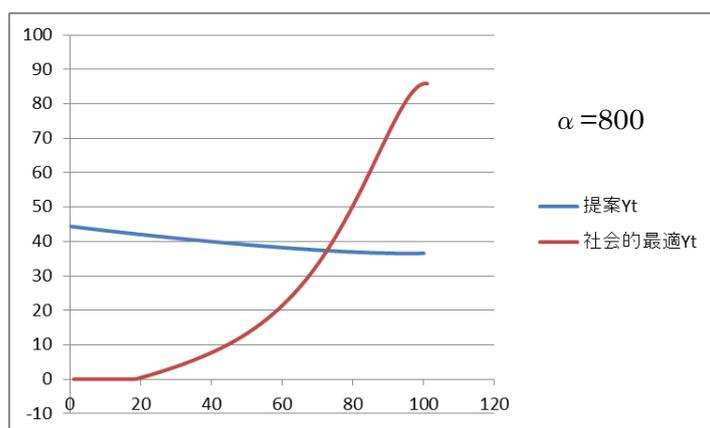
以下、グラフでチョウセンゴヨウのストック量および伐採量の推移を表した。





上記の $\alpha = 1$ と $\alpha = 80$ のときのグラフを見る限り、チョウセンゴヨウストック量が社会的最適な推移に接近していることがわかる。しかし、以下に示した $\alpha = 800$ のときには、チョウセンゴヨウストック量が社会的最適な推移を大きく離れている。現状からの改善は見られるものの、提案による効果が希薄であると考察できる。





5-4-3-3 チョウセンゴヨウ一単位当たりのマツの実の収益 b

bは、 $\pi N = bX$ としてマツの実利潤を規定するパラメーターである。したがって、bが大きくなることは、マツの実の売買による利潤が大きくなることを示している。

b=0, $\beta = 0.06$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3641.303	>	3614.586	<	3874.036
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5359.147	<	5361.275
トラの頭数	S	281.104	<	295.214	<	297.487
総伐採量	Y	4204.600	>	4026.225	<	4047.352
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2133.868		×
営林署伐採量	Yl	1989.439	>	1892.357		×
b=0.002, $\beta = 0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3894.803	<	3914.431	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.493	>	5435.126
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	301.244
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.054	<	4001.220
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.077		×
営林署伐採量	Yl	1989.439	>	1871.977		×
b=0.004, $\beta = 0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	4148.304	<	4173.045	<	4393.483
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.503	<	5512.394
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	305.135
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.047	>	3952.329
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.074		×
営林署伐採量	Yl	1989.439	>	1871.973		×

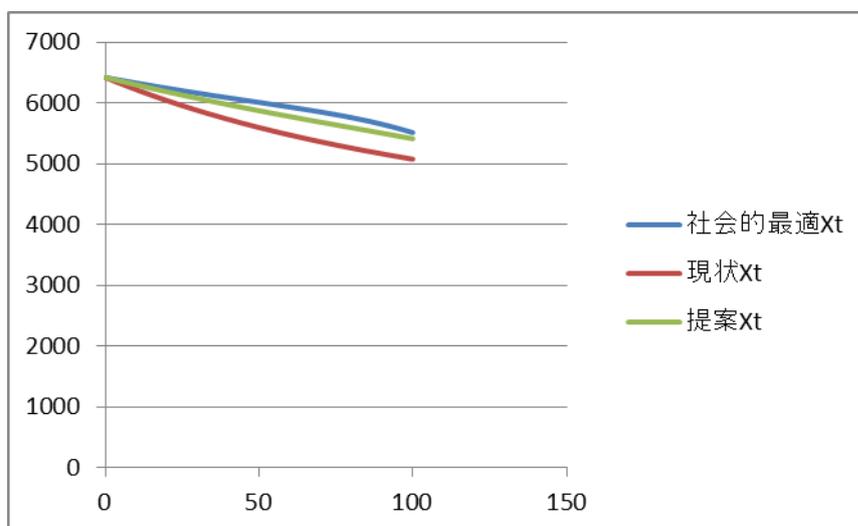
社会的最適モデルを見ると、bが大きくなればなるほど社会的最適なチョウセンゴヨウのストック量、トラの頭数は増え、伐採量は減る。つまり、チョウセンゴヨウから得られる

マツの実の経済的価値が高ければ高いほど、チョウセンゴヨウストック保全の重要性は高まることがわかる。

$b=0$ すなわちマツの実の利潤が全く得られない場合について言及する。

現状モデルと提案モデルの社会的厚生を比較すると、現状に比べて、提案後の社会的厚生が低くなっていることがわかる。これは、トラの頭数とその生態系価値は上昇しているが、それ以上に総伐採量とそれによる伐採利潤が減少しているからであると考えられる。

以下のグラフは、 $b=0.004$ におけるチョウセンゴヨウストック量の推移を表したものである。



$b=0.004$ すなわちマツの実の利潤が高いとき、提案モデルでのそれぞれの値は、社会的最適な値から多少離れてしまう。この結果から言えることは、我々の提案によっておこるチョウセンゴヨウストック量の改善には限界があり、マツの実利潤が高い場合における社会的最適値を実現することは難しいということである。

5-4-3-3 トラのストック数が林業主体の違法伐採に及ぼす影響の係数 θ

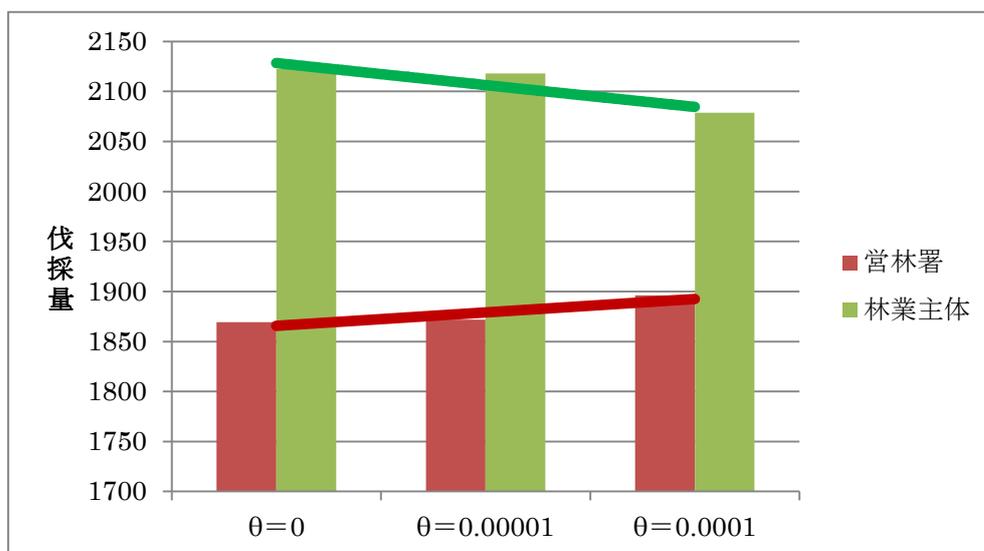
$\theta = 0, \beta = 0.3$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3896.343	<	3917.082	<	4135.957
チョウセンゴヨウストック	X	5070.887	<	5411.209	<	5419.383
トラの頭数	S	280.896	<	297.618	<	300.542
総伐採量	Y	4207.648	>	3991.774	<	4012.408
林業主体伐採量	Yi	2220.174	>	2122.487		×
営林署伐採量	YI	1987.475	>	1869.287		×
$\theta = 0.00001, \beta = 0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3894.803	<	3914.431	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.493	<	5436.114
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	301.269
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.054	<	4000.271
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.077		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1871.977		×
$\theta = 0.0001, \beta = 0.26$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3881.110	<	3901.633	<	4109.080
チョウセンゴヨウストック	X	5115.625	<	5434.268	<	5575.466
トラの頭数	S	282.971	<	298.646	<	307.492
総伐採量	Y	4177.226	>	3974.980	>	3901.478
林業主体伐採量	Yi	2170.212	>	2078.775		×
営林署伐採量	YI	2007.014	>	1896.205		×

トラが森林に存在する事で伐採主体が感じる恐怖感 θ で表されている。また、林業主体の伐採量は、

$$Y_t^i = q^i X_t \bar{D} e^{-\theta S_t - Z_t}$$

で表されていることから、 θ に依存している。 θ の上昇というのは、森への侵入の危険度が上がるという事であり、3つのモデル全ての傾向として、伐採主体の総伐採量は減った事により、チョウセンゴヨウのストック数とトラの頭数は増えた。

伐採主体の総伐採量は減ったが、伐採主体の違いによって伐採傾向を変えている事がわかる。以下のグラフは θ を変化させた時に林業主体と営林署の伐採傾向の変化を表している。それを参照すると、 θ が上昇すると林業主体の伐採量が減っているが、営林署の伐採量は微増しているのがわかる。これは、林業主体のみがトラに対する恐怖感を持っているからである。一方で、武装をしている営林署は、林業主体が伐採を抑制したために伐採量を増やしている。



θ の変化における営林署と林業主体の伐採傾向の変化

また、 θ の上昇によって総伐採量が減ったにも関わらず、社会的厚生が下がるという傾向が見られた。これは営林署と林業主体の伐採効率性の違いが影響している。伐採効率が良い林業主体が伐採を抑制し、伐採効率が悪い営林署が伐採を増やしたために、社会的厚生は下がったのだと考えられる。

最後に、 θ の上昇によってトラやチョウセンゴヨウストックが保全されるという事は、恐怖感が大きいと伐採努力を抑えるという事なので、例えば、ベンガルトラのような人を襲う凶暴なトラがいるような森林では、森林伐採量やトラの頭数の減少は緩和されることが考えられる。

第6章 結論

我々はこの論文を通して、極東ロシア沿海地方におけるチョウセンゴヨウマツの伐採の在り方について論じてきた。チョウセンゴヨウは、絶滅危惧種であるアムールトラを頂点とする沿海地方の生態系を支え、この地方の生態系の豊かさを示す 1 つの指標となっている。しかし、木材として高級樹種であるが故に林業主体による違法伐採が絶えないのが現状である。さらに、森林の管理主体であるはずの営林署が、政府からの援助資金不足のために、違法伐採をせざるを得ない状況となっている。このような状況にありながらもロシア政府は営林署への資金増強はおろか、チョウセンゴヨウに対しても禁伐政策から、伐採許可、そして再び禁伐といったように、一貫した対策を打てていない。しかしこれは、中国を始めとする対外的な要因が背景となっている。

以上のような沿海地方のチョウセンゴヨウに関する現状を踏まえ、我々は違法伐採防止に抜本的に取り組むためには営林署の経済的な問題を解決することが不可欠だと考えた。そして、営林署に対し監視のインセンティブを付与するために、「営林署に前期に監視によって阻止した違法伐採の割合に応じて伐採許可量を認める」という政策提言をした。この提案の面白み注目すべき点は、営林署が 100 期全ての期間で得られる利潤を最大化して監視及び伐採を行うようになるという点にある。これは、 t 期の利潤関数に $t-1$ 期の変数が加わるためである。現状での営林署は、每期々々、当期の利潤のみを最大化して活動している。しかし、提案によって営林署は目先の利潤にとらわれずに今後得られるであろう全ての利潤を考慮するようになるのである。

また、シミュレーションによる分析を行い、我々の政策提言が効果のあるものだと実証した。現状モデルにおけるチョウセンゴヨウストックを、提案モデルを導入することによって社会的最適におけるチョウセンゴヨウストックに近づけられるということを確認したのである。また、不確実なパラメーターのそれぞれについて 3 パターンの数値を与えたが、数値によって提案モデルの効果の大きさには違いが現れた。例えば、アムールトラの生態系価値係数 α が大きすぎた場合、つまり沿海地方に関わる人々がトラの存在価値を大きく見ていた場合は、社会的最適な伐採量から大きく乖離することが分析の結果として導かれた。また、マツの実の利潤係数 b が大きすぎても、社会的最適な伐採量を達成することが難しいことが分かった。

本論文での分析の特徴は、アムールトラの成長にチョウセンゴヨウが関係しているだけでなく、チョウセンゴヨウの増殖にもアムールトラが関わっているという点である。前者はアムールトラが捕食動物であるイノシシなどが球果を食料とするためであり、後者はチョウセンゴヨウの伐採量がアムールトラの頭数によって変化することから言うことができる。しかし、このように互いに関与し合っているが故に、我々のもでるは非常に複雑なものとなっている。分析当初は、定性的に解くことも試みたが、あまりに複雑な数式となっ

ているため、Excelによる動学シミュレーションから分析に臨み、上記のような結果が得られた。

この分析は、営林署及び林業主体が「経済的合理性を持つ主体」とあるという仮定を含んでいる。各々が自らの利潤を最大化するように伐採および監視活動を行うという前提を置いている。しかし、実際には各主体がそこまで頑なに合理的であるかという点、そうは言い切れないかもしれない。また、我々は本論文で各主体が各利潤を最大化すると仮定したが、各主体の経済活動が各利潤にのみ依存するのではなく、伐採や監視から得られる非金銭的効用にも依存しているかもしれない。監視をすることで道徳的な効用を得られるというようなものがそれに当たる。

シミュレーションにおいては、パラメーターの違いによって伐採許可割合である β の値が変わっている。そのため実際にこの政策を導入するには、ロシア政府が、沿海地方におけるアムールトラの価値及びチョウセンゴヨウから得られるマツの実の利潤を考慮し、伐採許可量を的確に設定する必要がある。

最後に、この論文を終えるにあたり、およそ1年もの間、ご指導ご鞭撻を頂いた大沼先生、澤田さん、有野さん、そしてゼミの仲間たちに深く感謝致します。

シミュレーション付録

7つのパラメーターについて3つの値を設定してシミュレーションした全ての結果を付録する。

$\alpha = 1, \beta = 1$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	701.082	<	832.697	<	881.874
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5224.397	>	5223.862
トラの頭数	S	281.104	<	289.520	<	290.113
総伐採量	Y	4204.600	>	4132.347	>	4127.090
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2182.401		×
営林署伐採量	Yl	1989.439	>	1949.946		×
<hr/>						
$\alpha = 80, \beta = 0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3894.803	<	3914.431	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.493	<	5435.126
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	301.244
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.054	<	4001.220
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.077		×
営林署伐採量	Yl	1989.439	>	1871.977		×
<hr/>						
$\alpha = 800, \beta = 0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	33002.135	<	33179.787	<	33904.604
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.487	<	7836.250
トラの頭数	S	281.104	<	297.716	<	429.401
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.036	>	2560.840
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.068		×
営林署伐採量	Yl	1989.439	>	1871.967		×

b=0,β =0.06		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3641.303	>	3614.586	<	3874.036
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5359.147	<	5361.275
トラの頭数	S	281.104	<	295.214	<	297.487
総伐採量	Y	4204.600	>	4026.225	<	4047.352
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2133.868		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1892.357		×

b=0.002,β =0.29		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3894.803	<	3914.431	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.493	>	5435.126
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	301.244
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.054	<	4001.220
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.077		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1871.977		×

b=0.004,β =0.29		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	4148.304	<	4173.045	<	4393.483
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.503	<	5512.394
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	305.135
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.047	>	3952.329
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.074		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1871.973		×

rx=0,β =0		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3837.064	>	3813.951	<	3949.268
チョウセンゴヨウストック	X	3440.991	<	3546.181	<	3682.167
トラの頭数	S	206.063	<	211.682	<	219.920
総伐採量	Y	2995.771	>	2891.499	>	2757.255
林業主体伐採量	Yi	1608.103	>	1562.576		×
営林署伐採量	YI	1387.668	>	1328.923		×

rx=0.005,β =0.29		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	4051.162	<	4070.790	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.511	<	5435.126
トラの頭数	S	281.104	<	297.718	<	301.244
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.011	<	4001.220
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.057		×
営林署伐採量	YI	1989.438	>	1871.953		×

rx=0.01,β =2.18		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	4311.241	<	4558.133	>	4353.275
チョウセンゴヨウストック	X	7192.816	<	7847.343	<	7847.814
トラの頭数	S	375.144	<	400.658	<	409.732
総伐採量	Y	6148.839	>	5753.137	<	5997.309
林業主体伐採量	Yi	3225.608	>	3016.958		×
営林署伐採量	YI	2923.231	>	2736.178		×

$\theta = 0, \beta = 0.3$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3896.343	<	3917.082	<	4135.957
チョウセンゴヨウストック	X	5070.887	<	5411.209	<	5419.383
トラの頭数	S	280.896	<	297.618	<	300.542
総伐採量	Y	4207.648	>	3991.774	<	4012.408
林業主体伐採量	Yi	2220.174	>	2122.487		×
営林署伐採量	YI	1987.475	>	1869.287		×

$\theta = 0.00001, \beta = 0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3894.803	<	3914.431	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.493	<	5436.114
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	301.269
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.054	<	4000.271
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.077		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1871.977		×

$\theta = 0.0001, \beta = 0.26$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3881.110	<	3901.633	<	4109.080
チョウセンゴヨウストック	X	5115.625	<	5434.268	<	5575.466
トラの頭数	S	282.971	<	298.646	<	307.492
総伐採量	Y	4177.226	>	3974.980	>	3901.478
林業主体伐採量	Yi	2170.212	>	2078.775		×
営林署伐採量	YI	2007.014	>	1896.205		×

$\delta = 0, \beta = 0.07$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	17576.359	<	18232.697	<	20588.964
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5752.473	<	7203.320
トラの頭数	S	281.104	<	316.718	<	400.084
総伐採量	Y	4204.600	>	3812.469	>	3054.103
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2056.860		×
営林署伐採量	YI	1989.438	>	1755.609		×

$\delta = 0.05, \beta = 0.3$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3894.803	<	3914.431	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.493	<	5435.603
トラの頭数	S	281.104	<	297.717	<	301.247
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.054	<	4000.912
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.077		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1871.977		×

$\delta = 500, \beta = 0.59$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	197.762	<	198.964	<	207.034
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5409.298	<	5410.117
トラの頭数	S	281.104	<	297.529	<	299.931
総伐採量	Y	4204.600	>	3992.776	<	4012.493
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2119.260		×
営林署伐採量	YI	1989.439	>	1873.516		×

$\rho=0.61, \beta=0$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	4037.470	>	3482.929	<	3724.220
チョウセンゴヨウストック	X	5115.625	<	6736.097	<	7343.633
トラの頭数	S	282.971	<	354.959	<	383.963
総伐採量	Y	4177.226	>	3011.750	>	2603.948
林業主体伐採量	Yi	2170.212	>	1739.928		×
営林署伐採量	YI	2007.014	>	1271.822		×

$\rho=1.23, \beta=0.29$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	4051.162	<	4070.790	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.511	<	5435.759
トラの頭数	S	281.104	<	297.718	<	301.249
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.011	<	4000.438
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.057		×
営林署伐採量	YI	1989.438	>	1871.953		×

$\rho=2.46, \beta=0$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	5607.009	<	5632.636	>	5552.596
チョウセンゴヨウストック	X	3834.563	<	3875.046	>	3654.465
トラの頭数	S	227.288	<	228.443	>	217.559
総伐採量	Y	5143.617	>	5098.886	<	5194.781
林業主体伐採量	Yi	2718.565	>	2693.095		×
営林署伐採量	YI	2425.052	>	2405.791		×

$L\bar{a}=0.6, \beta=1.47$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	4312.635	>	4310.397	>	4098.558
チョウセンゴヨウストック	X	4855.289	<	5331.770	<	5655.285
トラの頭数	S	273.369	<	294.240	<	310.940
総伐採量	Y	4406.293	>	4054.299	>	3842.580
林業主体伐採量	Yi	3030.091	>	2875.318		×
営林署伐採量	YI	1376.202	>	1178.981		×

$L\bar{a}=1.2, \beta=0.3$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	4051.162	<	4072.724	<	4133.227
チョウセンゴヨウストック	X	5075.379	<	5413.578	<	5434.805
トラの頭数	S	281.104	<	297.721	<	301.233
総伐採量	Y	4204.600	>	3990.016	<	4001.515
林業主体伐採量	Yi	2215.162	>	2118.064		×
営林署伐採量	YI	1989.438	>	1871.952		×

$L\bar{a}=2.4, \beta=0.85$		現状		提案		社会的最適
社会的厚生	SW	3286.162	<	3702.393	<	4173.176
チョウセンゴヨウストック	X	6269.691	>	5196.800	>	5196.086
トラの頭数	S	334.256	>	288.100	<	290.580
総伐採量	Y	3344.176	<	4148.064	<	4171.400
林業主体伐採量	Yi	861.714	<	1067.092		×
営林署伐採量	YI	2482.463	<	3080.971		×

参考文献

- 安藤栄美他. (2011). 環境セミナー「森林利用の新しい時代へ」. NPO 法人 むさしの・多摩・ハバロフスク協会
- 柿澤宏昭. (2003). ロシアの森林資源の動態と森林管理・政策の動向—ハバロフスク地方を中心として—. 北海道大学
- 柿澤宏昭他. (2003). 『ロシア森林大国の内実』. 日本林業調査会
- 財団法人 地球・人間環境フォーラム（環境省請負事業）. (2003). 平成 19 年度 違法伐採による環境影響調査事務 報告書
- 相楽美穂. (2009). 木本類に関わるワシントン条約の課題-附属書Ⅱ掲載種ラミンを事例に. 立命館大学経営学部
- 社団法人 全国木材組合連合会 違法伐採総合対策推進協議会（林野庁補助事業）. (2007). 極東ロシア・沿海違法高級家具用木材違法伐採対策調査 報告書
- 社団法人 全国木材組合連合会 違法伐採総合対策推進協議会（林野庁補助事業）. (2007). ロシア極東における合法性照明の実態調査 報告書
- 姜善求. (1993). チョウセンゴヨウ造林木の材質：特性と利用開発に関する基礎的研究
- 田中薫. (1993). 極東—『シベリアの自然、人、生活』. 毎日新聞社
- 地球の友ジャパン シベリア Hotspot プロジェクト. (1999). 地球・人間環境フォーラム「極東ロシアのタイガを守る～極東ロシアの森林保護区の現状～」. Fairwood
- 特定非営利活動法人 国際環境 NGO FoE Japan（林野庁補助事業）. (2011). ロシア極東および東シベリア地域における合法木材調達の展望 報告書
- 認定 NPO 法人国際環境 NGO FoE Japan（林野庁補助事業）. (2011). 中国・ロシアにおける日本向け木材製品の合法性確保に資する遡及可能性調査 事業報告書

認定 NPO 法人国際環境 FoE Japan ロシアタイガプログラム

<http://www.foejapan.org/siberia/index.html>

林田光祐. (1988). 動物の貯蔵による種子散布とマツ属 3 種の更新特性. 北海道大学

封安全. (2009). ロシアの木材輸出の新展開—対中国貿易を中心に—

細川隆雄. (1993). 『ソ連の森林資源』. 株式会社晃洋書房

松本章. (1998). ロシア沿海地方の林産業

むさしの・多摩・ハバロフスク協会. (2007). シベリア大自然：知られざる山河とタイガの植林. 東京新聞出版局

Astrid, Zabel et al. (2009). *Comparing Conventional and New Policy Approaches for Carnivore Conservation – Theoretical Results and Application to Tiger Conservation*. Institute for Environmental Decisions

Boncoeur, Jean. (2002). *Fish, Fishers, Seals and Tourists: Economic Consequences of Creating a Marine Reserve in a Multi-Species, Multi-Activity Context*

Dayal, Vicram. (2007). *Social diversity and ecological complexity: how an invasive tree could affect diverse agents in the land of the tiger*

Dronova, Natalia. (2005). *Trapping a Living: Conservation and Socio-Economic Aspects of the Fur Trade in the Russian Far East*.

Fairwood Partners 森林の見える木材ガイド、ベニマツ・チョウセンゴヨウ

<http://www.fairwood.jp/woodguide/wood/russia/benimatsu.html>

Fairwood Partners ロシアの森林

<http://www.fairwood.jp/forest/world/russia.html>

TRAFFIC Online Report series No.13. チェン・ヒン・ケオン著. (2006). *The Role of Cities in Combating Illegal Logging-Current and Potential*

TRAFFIC the wildlife trade monitoring network.

-トラの生息状況. (2010)

<http://www.trafficj.org/tiger2010/know/habitat.html>

-野生生物ニュース「ロシアのトラ生息地、重要な樹種保護の恩恵で保全促進に希望」. 2010年7月29日付

<http://www.trafficj.org/press/forestry/n20100729news.html>

-「ワシントン条約付属書」－取引が規制される野生生物のリスト. (2010)

<http://www.trafficj.org/about/cites/summary.html>

- Framing the Picture:インドネシア、マレーシア、シンガポールのラミン取引の評価. 2004年8月19日付

<http://www.trafficj.org/press/forestry/n040819news.html>

WWF for a living planet.

-ロシア沿海地方の違法伐採に関する緊急措置について. 2008年2月7日付

<http://www.wwf.or.jp/activities/2008/02/691707.html>

-ロシアがチョウセンゴヨウ伐採を禁止. 2010年11月19日付

<http://www.wwf.or.jp/activities/2010/11/951019.html>

-ロシアの森に吉報！チョウセンゴヨウが取引規制の対象に. 2010年8月25日付

<http://www.wwf.or.jp/activities/2010/08/885025.html>

-WWFの活動. 極東ロシアの森林保全. 2009年9月14日付

<http://www.wwf.or.jp/activities/nature/cat1248/cat1238/>