尊敬する皆様、同僚の皆様、友人の皆様！

むさしの・多摩・ハバロフスク協会と太平洋国立大学との協力関係は、長い歴史を有し、人類や地球上の生物が生きる環境の保護という我々の協力の主なアイデアの宣伝を目的とする共同活動を 10 年以上にわたって実施してきました。

大変残念なことに最近は自然震災や人間活動による大規模の災難がよく起こるようになり、自然に対し取り返しのつかない損害を与えます。極東の森林においての不当に大きい産業用木材の伐採量、定期的に生じる森林火災、環境の見地からみて効率的に低い木材の調達・加工方法などの要因により極東連邦管区における森林資源の著しい枯渇をもたらし、アジア太平洋地域全体の環境に対し悪影響を与えざるを得なくなりました。最近日本で起こった大地震は、全人類は自分の活動の結果をもっと慎重に考えなければならないということを納得のいくように確認しています。

ロシア側の太平洋国立大学の学者は現在の林業の状態の改善を狙う科学研究を積極的に行い、アジア太平洋地域における持続可能な森林利用のプログラムを作成しています。私たちは、むさしの・多摩・ハバロフスク協会との協力のもとにアジア太平洋地域の諸国民の将来の世代のための天然資源の保存・増加という現在最も重大である課題を果たしています。私たちは進歩を配慮する人間の協力を求め、直面する問題の解決により好結果ができると期待しています。

皆様のご健康とご成功を祈ります。

太平洋国立大学付属自然利用・環境大学長

リャブヒン P.B.博士

1．日本の私立大学の植林活動 ― 福澤記念育林会

― 環境教育と大学運営に必要な大学林 ―

長島 昭

日本の私立大学と財政

日本には京都や足利に一千年前後の歴史を持つ古い大学が存在した。それらは昔は仏教の僧侶を教育したり中国の孔子の教えを研究・教育する大学であった。西欧式の近代的な大学制度は、日本では約150年前に発足した。慶応大学は1858年に福澤諭吉によって創立され、2009年に150周年を祝ってさまざまな行事を行った。日本の近代的大学は、その設立母体によって3種類に分かれている。国立大学、私立大学と地方自治体による公立大学である。7年前に国立大学は少し制度が変わったが、基本的には3種類の形は今でも継続している。日本では、国立だけでなく、私立大学の数も多く、その中には有力な大学も多い。

私立大学はほとんどの経費を学生の払う学費や民間の寄付などに頼っている。国からの補助は総予算の10%以下である。したがって私立大学は、それぞれに独自の財源の工夫もしなくてはならない。慶応大学の植林活動は、40年以上前に、大学を支える新しい財源を求めて開始された。しかしその後、日本では木材の値段が下がり、財源としての価値は低下したので、現在では環境教育を主目的として植林活動を継続している。

福澤記念育林会の植林活動

日本の大学では最近は自然環境の教育が盛んになっている。しかし慶応大学のように、農学部を持たない大学で森林を所有し、本格的な植林活動を行っている例は珍しい。長い間日本の文部省の教育制度では、山林や植物園を持つことは農学部を持つ大学だけに認められていたからである。



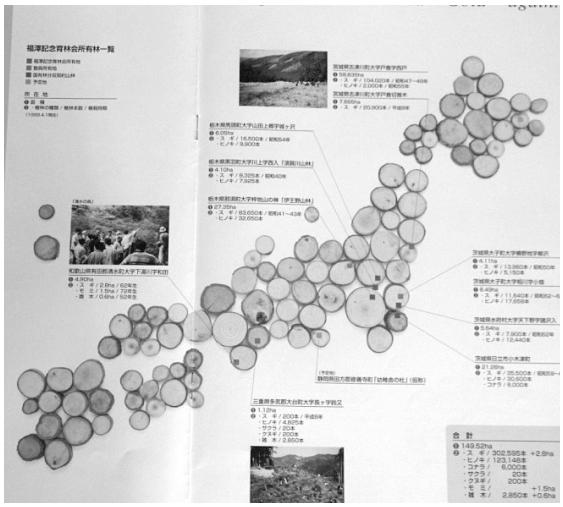
山中にある慶応大学の森林

そこで、慶応大学では、約半世紀前の1965年に、大学とは独立の財団法人（資産を所有し、国からも大学からも独立した組織）を設立して植林活動を開始した。大学の創立者福澤諭吉の名にちなんで、福澤記念育林会という。将来は森林の収益を大学に寄付することになっているが、まだ木は満足できる大きさに育ってはいない。

日本の森林は国有林のほかに、個人や私企業や私的財団によって所有、経営されている多くの民営の森林がある。ロシアなどと違って、日本の国土の80%以上は山なので、植林は急傾斜の山を利用している。福澤記念育林会の経営する森林は2種類あり、国有の山を借りて自分の木を植えた分収林と、財団の所有する土地に植えた山林の両方を持っている。分収林では、財団が木を植えて育て、育った木を売った収益を、国と財団で分ける制度で

ある。土地も木も福澤記念育林会が所有する森林は、財団が購入した土地に植えたものと、卒業生の寄付による山林とがある。

日本の民間林業の経営が難しいのは主に2つの理由がある。第1に、国産の材木の価格が輸入材に対する競争力を失い、山林経営が難しくなっている。もう一つの難しい問題は、日本の相続税が高いことである。日本では人が死ぬと、資産を受け継ぐ人がその相続財産の額に応じて相続税を国に納めなければならない。山林は木が育つまで長い年月を必要とするので、その期間に相続が発生する。個人が所有する森林の場合には、相続税が高いと相続税を払うために、まだ十分育っていない木を売るので、安定した森林経営は難しい。企業や財団が所有する場合には相続の問題は発生しない。



福澤育林会の日本地図

福澤記念育林会は、これまでに約200ヘクタールの植林を行った。その山林の一部は、学生の植林活動や環境に関心の深い学生グループの訓練にも利用されている。また、小学生の教育に使われている山林もあって、毎年小学生が訪れて、1年間にどれだけ木が生長するか記録したり、木炭製造やシイタケ栽培の見学をしている。都会育ちの学生は自然に親しむ機会が少ない。しかし学校林で植林をすることによって、田舎に第2の故郷のような場所ができる。山に自分の手で木を植えた学生は、山や木が好きになり、卒業しても自分の植えた木の成長を毎年見に来たいという。

林業三田会による支援

経済活動よりも教育活動に重点を置く私的な財団は、資金的に経営が大変難しい。日本の幾つかの育林団体は地方自治体や企業の援助を受けるなど、それぞれに工夫をしている。福澤記念育林会を支えるのは、慶応大学の卒業生の団体である林業三田会と育林友の会である。



卒業生による植林活動

三田会というのは慶応大学の卒業生で構成する団体である。卒業生であればだれでもグループを結成して三田会を作ることができる。世界中に900グループを超える数の独立の三田会が存在する。世界で最も強力な同窓会組織となっている。その一つが林業三田会である。慶応大学の卒業生の中には、日本全国に多数の民間の林業経営者がいる。林業三田会には日本有数の林業家も参加している。その人々の協力や知識やノウハウで福澤記念育林会は運営されている。

もうひとつの団体、育林友の会というのは、福澤記念育林会の活動を支援するために結成された団体で、そこには林業家だけでなく、森林に関心のある一般の人々が参加している。会員は毎年、会費を払い、育林友の会の行事に参加することができる。何年か前の総理大臣であった橋本龍太郎氏も会員であった。慶応大学の卒業生ではない人々も会員になっていて、行事に参加することができる。会員の払う会費の半分以上は、福澤記念育林会の運営のために寄付され、残りは会員のセミナーや植林旅行や研究支援などに使われている。育林友の会の世話をする人々は、 すべてボランティアの奉仕である。



育林友の会の勉強会

育林友の会の意義は、林業にまったく関係がなかった人々に林業への関心を高め、環境保全事業の支援に参加する機会を提供することにある。このような一般の人々による植林活動には多様な意義がある。例えば、一般の人々の中には、環境問題が大切であることは理解していても、具体的に自分が何ができるか知らないもある。そういう人に育林事業の実際の姿を知らせ、植林や間伐や学習に参加してもらうことができる。

福澤諭吉の思想

福澤記念育林会の名は福澤諭吉に因んでつけられている。福澤諭吉は19世紀後半、日本の近代化を先導し、さまざまな西欧文化を日本に導入し、しかも日本の独立を可能にした思想家であった。それを記念して、日本の紙幣には福澤の肖像が印刷されている。日本の多くの事業、例えば保険、銀行、新聞、出版、などのほか、学校制度や国会開設運動なども福澤の功績の一部である。



福澤諭吉

福澤が最も強調したことは、政府に頼らず、民間の力を強くしなければならないということであった。それには一人一人の独立の意思が重要である。彼は、自分で判断し自分の力でものごとを成し遂げる意思を持たない者は、自分の国や社会を盛んにする気持ちが十分といえないと言っている。中央集権や官僚への権力集中を排し、地方自治の重要性を述べていた。彼の教え子たちが、日本の有力な銀行や保険会社、新聞社などの経営者となって活躍した。学校制度についても、福澤は私立学校の重要性を主張し、1858年に慶応大学の元となる私立学校を創設した。大学林について100年も前に構想し、日本の未開拓地であった北海道に調査員を派遣し、森林状況を調査させたこともある。

日本の育林事業の将来

最近は、日本の国民の間で環境意識が高まった結果、森林への関心は大変強くなった。若者の中には、産業で働く人だけでなく、林業を目指す人も少しづつ増えている。しかしながら、林業を私企業として経営することは難しい。第1に、木材価格が輸入材に太刀打ちできないこと、第2に、建材使用制限の問題がある。現在の日本では厳しい消防法規が造られていて、木材の使用には厳重な制限がされている。第3に、前に述べた相続法の問題がある。これらの困難を乗り越える見通しを与えなければ、若い人々にとって林業を魅力ある職場にはできない。

これまで日本の森林に植えられていた木は、日本式の家屋で好まれていた杉とヒノキが主であった。日本でコンクリート製の建築が増えるに従って、好まれる木の種類は変化し、植えられる樹種も多様化している。これらの理由で大量の杉とヒノキばかりが植えられた結果、1970年以後、予想外の問題が発生した。それは花粉症である。多数の被害者がいる。その対策として樹種の多様化や里山制度の復活が進められている。

19世紀には、村の人々が共同でたきぎや木炭を利用するための制度、すなわち里山が多く存在していた。これは昔の英米の共有地 ”Common” の考え方に近い。里山には、シイタケ栽培用のくぬぎなどの多様な木が植えられていた。その後、杉とヒノキが植えられるようになったので、里山制度は姿を消していた。最近、地域の環境を地域の人々で守るという考え方の一環として、里山が日本各地に設けられている。

2. 新しい森林の利用

― 極東ロシアの森林で考えた熱帯林の新しい時代 ―

本江一郎
アブドール・ジャバルシャ

はじめに

有史以前より人類は森林の恩恵を受けて発展してきたことに疑いを持つ人はいない。このことは、人類は森林に対してあらゆる試みを実施した分野と言っても過言ではない。

しかし地球上で過去に経験しない、人類のみが増加を続け、他の生物の減少が危惧されている現在において、一般の人々に対しても今後の地球環境を考える上でも森林の中に立ち、地球環境を考える活動に期待をかける。

自然は地震、津波、異常気象などの負の現象を含み人間社会の安定を破壊するものである。目先の受けた災害に惑わされることなく、長期の視野を持った復興のために国際的な森林の持つ木材資源利用が必要な時代になった。

そのために定年後、時間を自分で配分できる人々が増加した現在、次世代の安定のためにも、森林資源地帯を訪れ、世界における自然災害復興のための資源保続の準備を行う人々の増加を期待したい。

新しい利用は規模を小さく、多数回の実施が好ましい

集団教育が必要で多数回実施できない児童、学童、生徒、学生が森林を利用する場合、対応する施設が必要である。

人生を長く生きた成人には森林を利用するための施設は必ずしも必要としない。それは人それぞれの考え方生き方があり、主催者側が相手の好まない無理な森林の良さを説明するより、心が森林に向き、当事者が自分で理解を得る方法が良いと考える。

交通通信の発達は都市から森林地帯に人が訪れることを可能にした。このことは森林を訪れる事を希望する人の率が少しでも都市の人口量を考えると、現在のむさしの・多摩・ハバロフスク協会の会員のように確実に存在することを意味している。

このように自分自身で考え行動できる人々には、木材などの有形の資源にこだわらず、今までの人が考え付かなかった森林の持つ無形の資源を形成し総合的に生産性を向上させることの出来ると期待している。

結果を得るためには、ある量の数が必要になる。数を求めるためには合計の参加人数を多くする必要がある。そのため手数はかかるが多数回の開催はやむをえない。

参加者が少なければ、歩道に限定されず森林内を自由に歩き回ることが出来、林床もいためず、自由度も安全も確保される。

タラカン島周辺の熱帯林の見学事例

期間は 2011 年 2 月 17 日から 26 日の 9 日間、参加者はむさしの・多摩・ハバロフスク協会会員の 3 名、案内者 1 名、運転手 1 名の計 5 人を基本にし、状況により助手を最大3名用いた。

外国人がインドネシアの森林に入るために必要な法的手続きと案内はボルネオ大学が担当し、参加者は見学中に起こる事故は旅行保健で対応、身体的な不利益は自己責任とした。

熱帯林案内の基本的な考え方は、経験のある大人に対し、何を思い、何を考え、何をするかは自由で、一般的な熱帯林の常識と現実との差を認識することを目的にし、危険の回避のみに注意を払った。

五感を大切にする熱帯林見学の内容

結果の判断はこのツアーに参加された方にお任せする。あえて質問票などで感想、改善点を求めなくとも目的を達することが可能な場合もある。

1:海の森林マングローブ林



干潮時の外洋性マングローブ林で、潮の香のなかを多様な生息生物を鑑賞し、散策



貝を探し昼食の食材にする。ヤキハマグリ、吸い物の味は皆様に伝えられない



散策中に出会ったヤドカリ



そとは酷暑、しかしさわやかな風の通る木陰は快適、帰り船の潮を待つ間のしばしの休憩に最適

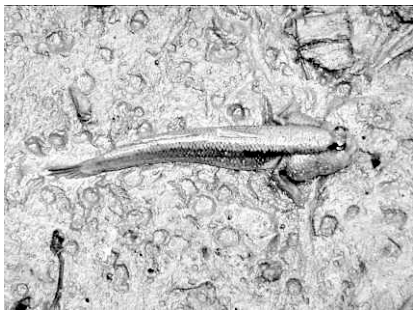
2：タラカン市のマングローブ公園は市中あり、良く自然は保たれ、教育的価値は高い



生物の多様なマングローブ林は蝉の声、貝の音、公園に住むテングザル、蚊は少ない



ミツバチは巣の表面を覆い、スコールから中の蜜と幼虫を守る



マングローブの林床の住むトビハゼ



木陰のキャット ウオーク、ここは無悪臭

3：マングローブ林地域に造成された無給餌有機養殖池より生産されるエビ



エビの収穫は新月と満月大潮のとき



とれたてのエビをさっそく料理



日本での味とタラカンの味の比較



エビ加工場における衛生管理

４：熱帯降雨林



根株は地上に露出



食虫植物ウツボカズラ



巨木に触ってみる、根株の位置は高い

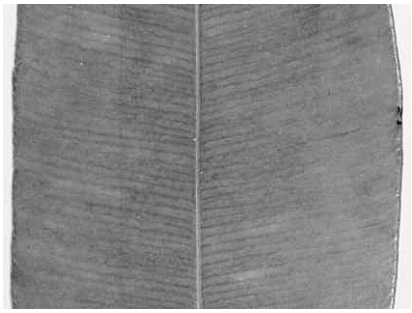


触っていけない凄い刺のある植物ロタン

５：熱帯に生育する針葉樹アガチス林



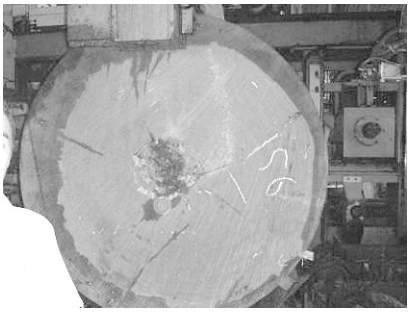
アガチスは約 1.5 億年前から生きている、この森は天然生林



針葉樹の特徴を示すアガチスの葉、バナナの葉で観察されるような平行葉脈



タラカンの 31 年生植林アガチス



アガチスは有用な熱帯針葉樹

６：熱帯降雨林を資源とする木材産業は森林の保続経営に努力している



メランテイ類の合板原木



薄物合板



ピンホールなどの品質、材色にこだわると利用率
が低下し熱帯林資源の浪費になる



工場見学者にお願いする
現地在来樹種の記念植樹

７：幹満通直で枝の少ない熱帯早成樹が注目を集めている



早生樹植林木も手入れを忘れれば低品質



アカシア人工植栽林



枝の少ない 17 年生在来樹種ジャボン



枝の少ない南米産パリカ、1 年 8 カ月

8：森に生活の基礎を持つカリマンタン ダヤック族



伝統的な集会場は鉄木のウリンで建造



ダヤック族家族と玄関



来訪者歓迎する伝統の振る舞い酒



伝統的焼畑で生産された食物のひとつ

9：空から見てわかる東カリマンタンの熱帯林の現状



マングローブ林であった所が、18 年ほど前からエビ養殖場が開発・造成された



30 年ほど前は森林伐採地跡地が目立った、今は石炭露天掘り採掘場の裸地



広大な油ヤシ畑



開発されていない森林も多い

10:視点を変えて、初めて問題解決に気づくこともある



真面目に、真剣に植栽、しかしすべて枯死。なぜ枯死に至ったのか？



自然生天然林を観察すると、根株は林床より上部に存在する



植栽地は表土を除去した裸地、植え穴を掘らないで、苗木を地上に置きその上に土をかける誰にでも可能な簡便植栽法



簡便植栽法で活着した在来樹種アガチス

まとめ

森の近くに住む人が、森から直接利益を受けても、森林を訪れる人々から間接的に利益を受けても経済価値は同じである。その経済効果が森林資源地帯の人々が私たちに与える教育で得られれば喜ばしいことある。

インターネットを用いた情報の共有化が急速な勢いで進み、限られた人でなく、誰でも世界に起こる自然災害の情報に接するようになった。この災害復興のためには自然が育てた森林資源の利用は欠かせない。

自然災害を考えると復興のための長い準備が必要である。この準備そのものが自然であるかもしれないし、新しい森林利用かもしれない。教育・研究に設立の目的を持つ地域の大学の助力を得ることができれば、それに参加した訪問者も世話をする現地の大学教員や学生も平等互恵の精神で森の中で生活をすれば誰かが新たな道に気づくと考える。

五感を大切にし、出来るところから実行する。実行した結果は塵のように小さい。しかし塵も積もれば山となる、山にさらなる宝の木を植えたい。

3. インドネシア熱帯林経営の FSC 認証林の様子

— 永続的森林利用の活動事例 —

安藤栄美
本江一郎・有薗健志

1. 日程および視察場所について

2011 年 2 月 21 日～22 日にかけて実施。極東と対峙する熱帯地域を視察した。

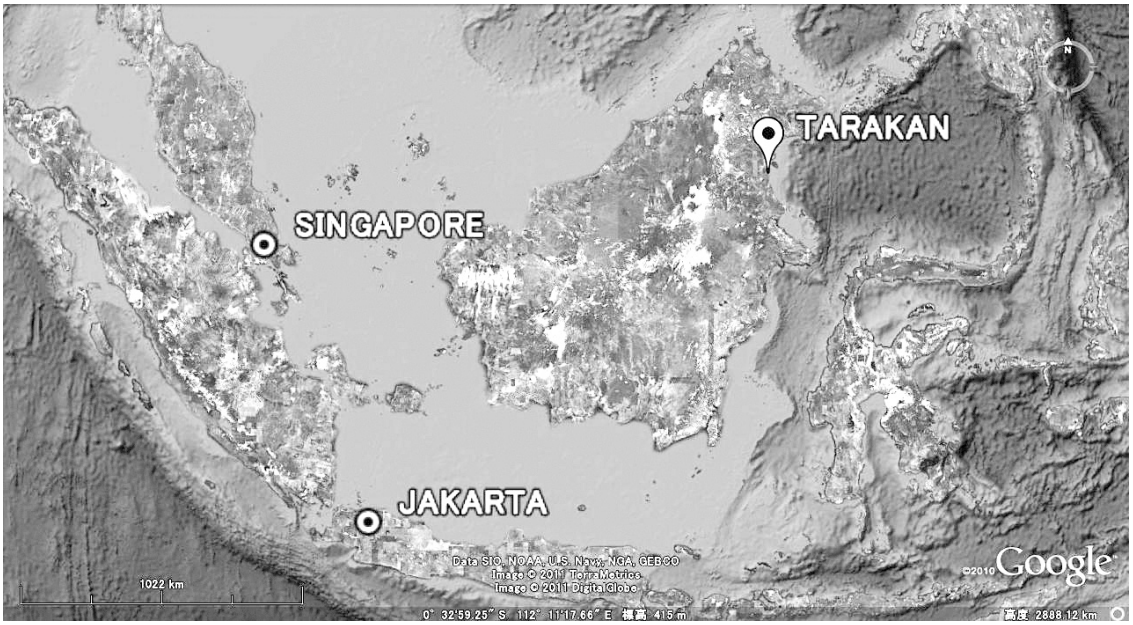
インドネシア共和国　東カリマンタン州セサヤップ河流域にあるイントラカウッド社所有の産業用林、FSC 認証林および　その森林より生産される木材の加工工場（タラカン島）を視察。今回は幸運にも、同社販売部長ボブワニ氏の同行を得て、見学することができた。

所有森林の面積は約 155,000 ヘクタールで 96%は、Latosol とLitosol の混合土で、残り 4%は、赤黄 Podsolik、ケッペンの気候区分では Af 型の熱帯雨林気候である。

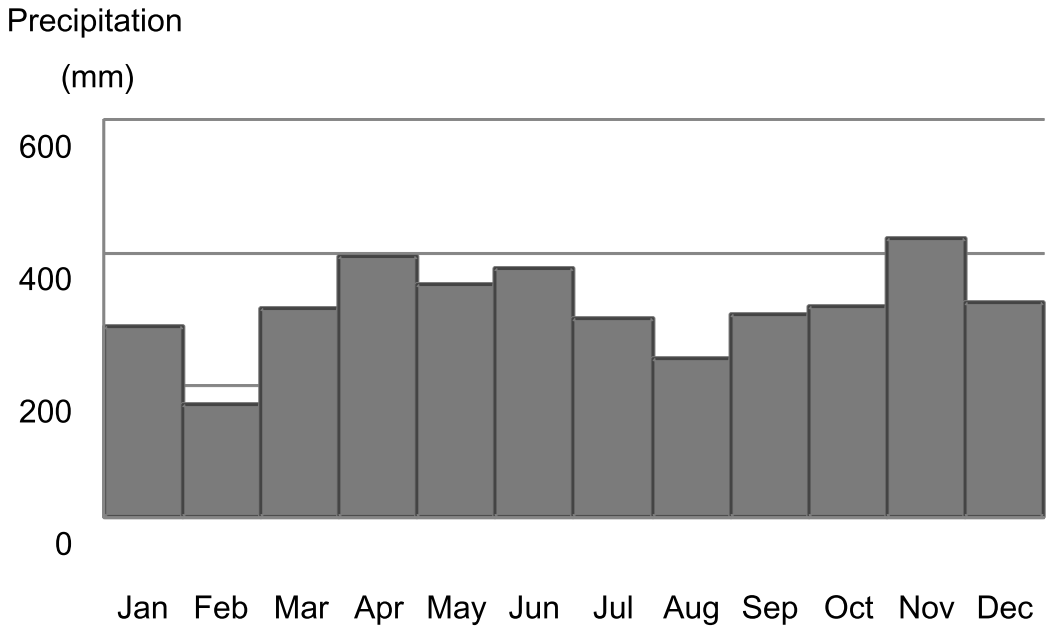
降水量の変化は、比較的少なく、年を通じてほぼ同じ降水量であるとのこと。

このことが、伐採や運材作業にとって大きな障害になっている。

樹種は主に赤メランティ、黄メランティ、白メランティなどのメランティ類/Dipterocarpa、アピトン/Keruing、カポル/Kapur、ケンパス/Kempas（マメ科の広葉樹）である。



Tarakan　N. 3°　16'33.92″　E.117°　37'9.84″



2004 年から 2008 年までの月別平均降水量

2. イントラカウッド社の設立と森林の内容と面積について

1988 年に政府所有の公社と民間企業とが事業協力をして設立した合弁会社であったが、2006 年からは、完全民間会社となり、その 4 月に FSC 認定証を取得した。

企業方針を恒久的、継続的な森林事業分野における企業として第一人者となること、企業目標は第一に合板生産を中心とする森林業の開発と発展　第二に所有地内の森林の部分的永久保護の 2 点を掲げている。

イントラカウッド社の事業活動範囲にある森林面積の内容を下表に示した。

表1. イントラカウッド社の事業活動範囲にある森林面積

	森林部　区分						合計	
	原生林		2次林		非森林部			
	面積		面積		面積		面積	
	ヘクタール	%	ヘクタール	%	ヘクタール	%	ヘクタール	%
生産制限林	28,010	14	20,309	10	0	0	48,319	25
生産林	4,683	2	128,622	66	6,196	3	138,441	71
特別保護地区	1,057	1	7,076	4	217	0	8,360	4
合計	33,650	17	155,047	80	5,413	3	195,110	100

（※）FSCについて　　出典：http://ja.wikipedia.org　参照：http://www.wwf.or.jp

FSC（Forest Stewardship Council、森林管理協議会）は、木材を生産する世界の森林と、その森林から切り出された木材の流通や加工のプロセスを認証する国際機関。1993 年 10 月にカナダで創設された NGO で、生産を行う森林や製品、流通過程の評価、認定、監督を行う。機関の構成員は、世界各国の環境保護団体、林業経営者、木材業者、先住民族、森林組合など。 現在の国際本部はドイツのボンに置かれている。

FSC が評価・認証する森林認証制度の FSC 認証は二つの形態があり、FM 認証（Forest Management Certification）は森林の管理・経営を対象として適用され、認証森林の林産物を加工・流通過程の管理を対象とした CoC 認証（Chain of Custody Certification）は林産物が FM 認証林その他 FSC の定める基準を満たしたものから生産されたものであることを保証してラベリングを行う制度である。その認証は、森林の環境保全に配慮し、地域社会の利益にかない、経済的にも継続可能な形で生産された木材に与えられるため、FSC のマークが入った製品を買うことで、消費者は世界の森林保全を間接的に応援できる仕組みである。

3. 森林育成システムと森林資源管理について

インドネシア選抜伐採植林法（Tebang Pilih Tanam Indonesia）のシステムに従っている。イントラカウッド社に許可されている森林利用期限は、2049 年までに9回の5ヶ年計画が実施される。その伐採許可面積は年間 3,972ha、年間伐採許可量は、14 万 5,760 ㎥となっている。

4. 森林の伐採について

適正管理伐採搬出（proper and controlled logging）のシステムでは、ダメージ軽減伐木搬出法（reduced impact logging）を用いている。

この伐採法では、樹種の太さ・木質・木の育つ場所の土やその周辺の住民習慣に至るまでインドネシアの基準にもとづいて伐採木を選択。

伐採やその搬送には、従来型の CAT D7 G 型ブルドーザー、林道を作るためには、CAT D8H、CAT D7G、CAT D6型ブルドーザー、掘削機、地ならし機、ダンプトラックなどを利用。

伐採地の区分は地理情報システム等のソフトを利用して管理がなされている。

5. 森林伐採の影響の監視

イントラカウッド社では、自然保護協会の協力のもと、特別森林保護地域を指定し、多様な樹木の繁殖形態が保持されている地域を伐採禁止としている。さらに周辺住民からの情報収集の結果、墓地やミツバチが巣をかける樹木など住民の必要とする樹木を確認し、禁伐としている。

また、森林伐採が及ぼす環境影響についても観察を継続している。

6. 社会奉仕活動の実施

イントラカウッド社管理地域及びその周辺には、36 の村落が存在する。地域住民との協調は、重要な課題となっている。そのため、森林地域住民指導プログラムとして、農業・漁業・大工・商業などの職業訓練プログラムを実施した。これをさらに発展させてコミュニケーション・フォーラムを開催した。

このような対話の結果、会社側と住民の間で補償・援助・資源活用などの点で合意がなされ、社会奉仕活動なども行なわれている。

教育援助プログラムの一環として、中学生の奨学金設立や地域住民が必要とする、個人的利用を目的とした樹木の伐採、狩猟、樹木以外の資源の利用も可能である。

さらに住民森林開発プログラムとして、20 年以内に収穫できる早生樹で、今後の利用が期待される樹木（*Anthecephalus*）の苗木を配布し、個人所有林や空き地に植林し、利益を均等分割する形も薦めている。これにより、将来的に住民の収入が向上し、合板企業への原木の安定的な供給が可能になれば、原生林の伐採を軽減できる。

7. 写真による状況説明

① 東カリマンタン州の上空写真

・所々に石炭露天掘り炭鉱や油ヤシ植栽地があるものの、緑深い森は延々と続いている。（図1，図2）

・河口付近には、まるで水田ように見える面積が一面 10ha 規模の無給餌無投薬の天然養殖型のエビの養殖場が広がっている。（図3）



図1



図2



図3

② 川から見た森の様子

・島から島へは、スピードボードに乗って移動し、海から川へと進んで行く。通常の商用移動は、スピードボードを用いる。伐採地があるスカタックキャンプに上陸。（図4，図5）



図4



図5

③ 苗畑

・植林のための苗畑も大掛かりなもので、力を入れている。



図6　FSC 認証森林の苗畑



図7　在来樹種　メランティの苗



図8　在来樹種メランティの苗



図9　在来樹種メランティの苗日覆いをなくし順化中

④ FSC 対応苗畑の見学。FSC 対応の列状植林地の見学。

・誤って外来早生樹種が植栽された場合、FSC 認証機関のインスペクターにより植栽木の変更が要求される。



図 10　メランティの列状植栽

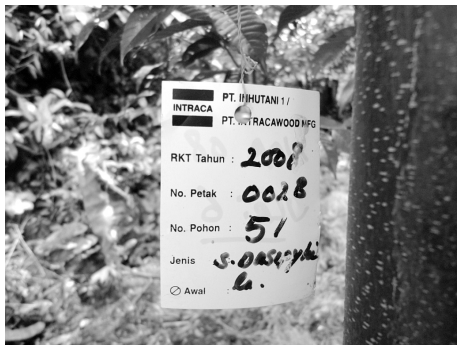


図　11　　2008 年植栽

⑤バングリスの大木の前で記念写真

・ミツバチが巣をかける樹木で板状根を有している。



図 12

⑥植林地のベースキャンプ　RIAN

・イントラカウッド社植林地のベースキャンプ　RIAN の事務所前で記念撮影



図 13

⑦ベースキャンプ近くからの眺め

・中央に細々と滝が流れる山が見える。(図 14)

・森の中を車で走って行くと、植林地にはアカシアやセンゴンが多くみられ、実をつけたパンノキやタラップ(Terap)さらに、陸稲、バナナ、パーム油を取るためのアブラヤシの畑もあった。



図 14



図 15　センゴンとジャボンの混植林

⑧伐採現場

・伐採地と丸太を積載したトラック。(図 16)粘土で舗装された木材運搬道は適度の水分状態で快適であるが、水分が過剰になるとぬかるみになり、抜け出すのに苦労をする。



図 16 FSC 認証天然林より搬出される



図 17 伐採された植栽木センゴンメランティー類

⑨試験植栽の様子

・事務所付近や伐採地近くに、いくつか試験植栽地があり観察が行われている。



図 18 植栽後 16ヶ月目のジャボン



図 19 植栽後 3ヶ月目のチーク

⑩チークの試験植栽

・ジャワ島よりカリマンタン島に苗木を移動する場合、国内植物検疫上の理由から土がつかないことが条件となる。このため、このようなスタンプ苗が多用される。(図 20)

・チークの初期生長は早く、幼樹の時は他の樹木より十分に太陽光を受ける事が出来る。その後は、安定した肥大生長を続けるため材質は良好である。



図 20　チークのスタンプ苗



図 21　スタンプ苗からの発芽の状況



図 22　植栽後 7 ヶ月目のチーク

⑪ジャボンの芽と苗畑

・近年注目の早生樹もジャボンも種から育苗を行っている。ほかにもセンゴンの苗木を生産している。



図 23　ジャボンの発芽



図 24　山出し前のジャボン苗木



図 25　植栽後 9 ヶ月目のジャボン



図 26　14 年生のジャボン

⑫ミツバチが巣をかける樹木

・森の中で、他の木々よりも群を抜いて高い白い幹の木が目に付く。ミツバチが巣をつくり、村人がその蜜を商品とするため、伐採が禁止されている。



図 27　ハチミツの木とも
呼ばれるバングリスの巨木



図 28　枝にぶら下がるように作られるミツバチの巣

⑬川から搬出現場（カリマンタン側）



図 29　伐採された植栽木の積み出し作業



図 30　伐採された植林木アカシアおよび早生樹ジャボン

⑭住民が切り出した材木

・地域住民の個人的目的での伐採は認めており、道端に出して集めて貰う。



図 31

⑮加工工場の船着き場（タラカン側）

・カリマンタン島（ボルネオ島）で伐採され運ばれた丸太には FSC ラベルが貼られ、工場敷地内に貯木されている。



図 32 FSC ラベルの貼られた原木。割れ防止のため、S 管が打ち込まれている。



図 33 専用のバージで自社林より直接運ばれる。



図 34 FSC 認証のラベル

⑯接着剤を運んで来た船

・木材加工工業では、接着剤の安定的供給は不可欠である。



図 35 接着剤の運搬船

⑰加工工場

・今まで確かに切り出された状態のままであった木材が、機械を通ると、まるで大根の桂剥きをするようにベニヤ板になって、続々と出てくる。その刃は定時的に交換しながら、研磨して利用している。



図 36　合板工場内。ロータリーレースにかけられる前の中芯用の原木

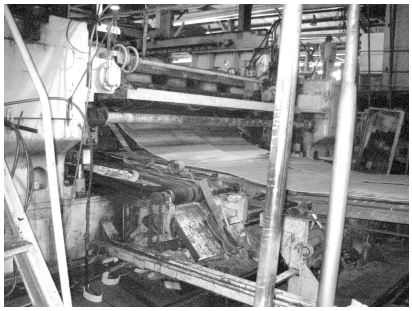


図 37　ロータリーレースより出てくる連続単板

・3 枚を直角の繊維方向に張り合わせ、熱圧をかけ合板となる。日本向け合板は、色ムラや水分量、ホルマリン濃度も厳密に管理されている。

・出来上がった製品には、一枚一枚 FSC ラベルが手では貼り付けられていく。このように努力された薄物合板が一杯のコーヒーの価格より安いのは理解に苦しむ。



図 38　接着剤塗布後に行われる冷圧。こののち熱圧が行われる。

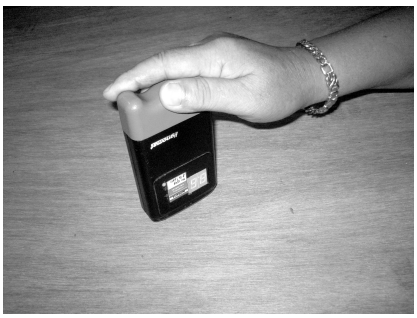


図 39　乾燥後の水分管理状況。規定値より高い場合、再乾燥となる。



図 40　一枚ずつ FSC のラベルが貼られる。



図 41　出荷を待つ薄物合板

⑱工場敷地内の施設（学校・宿舎など）

・工場は、3交代制で稼働しており、男女の宿舎や持家、保育所や学校まで完備され、約6千人を雇用し、人口約19 万人のタラカン市の重要な産業となっている。



図 42　工場内の小学校

4. 森林利用のあり方と土砂水理学

― 水文学からのアプローチ ―

新井宗之

1. はじめに

著者の専門は、山地の川の土砂の流動機構やその流下過程に関するものです。特に、多くの場合、雨によって引き起こされる水と土砂が一体となって流れる「土石流」について研究しています。その中でさらに、多数の土石流が間欠的に流下する機構やその流れの性質について研究しています。このような研究は、山地に住む人々や田畑などへの災害の軽減に役立ちます。また、これらの研究は、山地の保全対策や森林の保全対策などに寄与することができます。

日本と極東ロシアの森林育成過程には大きな違いがいくつかあります。日本は温暖で多雨のため、森林の育成には非常に恵まれた位置にあります。極東ロシアと日本は隣接しているもののその自然環境は非常に異なります。しかし、樹木やその他の植物の育成に共通して重要なことは、水と土砂が重要であることです。水はもちろんのことですが、植物や樹木の育成には土砂も非常に重要なものです。日本の多くの森林は、植林によってもたらされましたが、土砂の流出を防ぐ砂防施設がなくてはこのような豊かな森林をもたらすことはなかったでしょう。そして、砂防施設が整備された場所は、植林をしなくても植生が回復し、森林がもたらされています。植林は、森林の育成を早めることと、価値の高い木材資源の生成に寄与していると言えます。

2. 森林形成・利用の理念

森林の利用を含め近年の重要な考え(コンセプト)は、「循環型社会の形成」である。つまり持続可能な社会を形成するために自然のサイクル(循環)を考慮した社会のシステムを構築することの必要性である。この考えは、森林利用について非常に単純化して言えば次のような例をあげることができる。森林として再生する時間が 50 年であるとすると、ある森林の領域を 50 分割し、毎年その分割された区画の森林の樹木を伐採して利用し、それを順次行うことにより 50 年で元の再生した区画の森林に戻ることになる。これにより、持続可能な循環型の森林を構築することができるというものである。この考えが誤っているということではない。持続可能な一つの考えである。しかし、これを現在の森林の状態を前提にしてそれぞれの国や地域に森林の管理を求めることは公平性に欠けるために歩調を合わせることは困難であるように思われる。すでに森

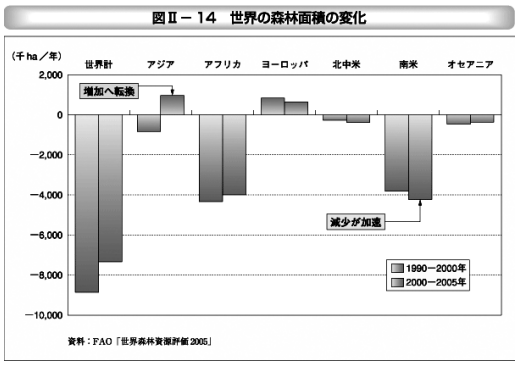
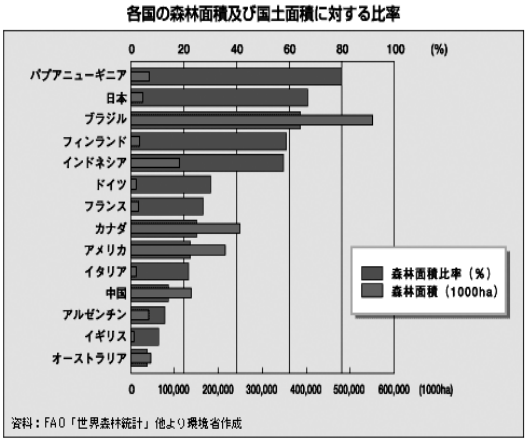


図１　世界の森林面積の変化 [1)]

林を伐採し、農地や耕地にして安定した社会の出来ている国々にとっては良いと考えるかも知れないが、これから同様に森林を伐採し農地や耕地にしようとする人々や国々にとって、公平性という点から現状を固定することは難しいし、適切であるとは考えないであろう。

図1は、FAO（国際連合食糧農業機関：Food and Agriculture Organization of the United Nations）がまとめた 2005 年の世界の森林面積の変化の図である。この図は、1990～2000 年と2000～2005 年の各地域の森林面積の増減が示されている。これによると、アジアとヨーロッパで森林面積が増加しているものの他の地域では大きく減少し、特に南米では森林の減少量が増えていることが示されている。この中で、時々ブラジルのアマゾンの焼畑による森林減少が報道され、非難されることがある。図2は環境省が FAO 等の資料よりまとめた各国の森林面積及び国土面積に対する比率の図である。これによると、森林減少で批判を受けることのあるブラジルはカナダやアメリカの 2 倍以上の森林面積を有し、国土面積に対する森林面積率も多くの先進国の 2 倍以上を有している。このような国が森林面積や国土に対する森林の比率をアメリカやカナダと同様な状態になるまで農地等に転換することを権利として主張することは当然であると思われる。このため、どのようにすれば持続可能な循環型の森林を形成することができるのか、よい見通しがあるとはまだ言えない。



出展：『平成13年度版環境白書』環境省編

図２　各国の森林面積及び国土面積に対する比率 [2)]

以上のように、単に持続可能な循環型の社会の形成のために森林の在り方を求めることは不十分なコンセプトであると言える。大きな社会的な問題(トラブル)の根源的な一つは、豊さの偏りに起因しているように思われる。これからの森林形成は、持続可能な循環型社会を形成するための森林と言うよりも、「豊かな社会に寄与するための森林形成と利用」が必要である。豊かな社会を維持するためには、持続可能な状態になっていなければならないが、その豊かさは広く多くの人々にもたらされる必要がある。

森林は石油、鉱物のように一つの大きな資源である。人間の立場からは森林の「利用」であるが、森林から人類への「寄与」と言える。森林と人間との関わりは、次の 5 項目に分けることができる。

森林利用の形態

（1）地球科学など研究領域の場としての利用(寄与)

（2）生物多様性保持や CO2 吸収など地球環境のための利用(寄与)

（3）観光・レクレーションなど人間の健康や教育の場としての利用(寄与)

（4）木材や果実等の資源としての利用(寄与)

（5）その他（農地等への転換、木材燃料、有機肥料等）の利用(寄与)

（1）は、特に原生林について言える。原生林は、地球の歴史や環境の履歴等を研究するための貴重な領域・資産である。（2）は、森林が有している機能の中で地球環境に大きな影響を与えていると考えられる事柄である。人間にとって豊かな地球・社会環境を保持するために必要とされている。もし、地球環境のためにその森林面積を保持することが必要であるとするならば、国際的な協力によりその代価を支援する必要があろう。（3）は、人間自身が健康で意味のある生活をするために豊かさを与えるものである。（4）は、木材に代表される資源そのものである。木材は、古来より家屋の建設材料をはじめ人間の社会生活の豊かさのために欠かせない資源として利用されて来た。（5）は、その他のものであるが農地への転換はその一つである。森林が存在するためには森林を維持する土壌と水が不可欠であるが、農地への転換は、その土壌と水の資源を利用しようとするものである。発展途上国において、森林から農地への転用を行う場合その土壌と水の資源の利用と言う理解に欠けるため、森林領域の資源の喪失をもたらしている場合がある。

3. 森林形成・利用と土砂水理学

すでに何度か触れているが、森林が形成される上で欠かせない事柄は、水と土砂が豊かに保持されているということである。森林が有している資源は、樹木等の木材と同時に、土壌と水である。生物の多様性や CO_2 の吸収等は森林の有している「機能」であると言える。森林をいろいろな形で利用する場合、できる限り土壌と水の流失を防ぐことが重要である。土壌と水を良好な形で保持することができるならば森林への復元も比較的容易にできると考えられる。また、農地等への利用転換においても豊かな農産物生産への移行を容易にするであろう。一方、土壌と水を保持することができず一旦失うならば、森林の樹木を失い森林の機能を失うことや農地等への転換ができなくなると言うばかりでなく、土壌を取り戻すことが短時間のうちには不可能になることである。

急傾斜地の崩壊に伴う土砂移動現象やその土砂流出を制御する砂防に関する研究や実績は非常に多くの成果や事例があり、通常の業務として実施されている。しかし、森林における複雑な地形や樹木、枝葉、土砂が混在した領域での水や土壌の動態は、まだ精度よくわかっておらずこれからの研究課題と言える。しかしながら、今までの研究成果を用いて森林領域における土砂や水の制御に対する有用な対応は可能であると考える。

4. まとめ

これからの森林は、持続可能な循環型社会を形成するための森林と言うよりも、「豊かな社会に寄与するための森林形成と利用」が必要である。森林を保持するための一つの重要なことは、森林の土壌と水を保持することである。土砂水理学による研究や知見は、森林をいろいろな形で利用する場合に、その土壌と水を保全するための有用な支援を与えることができる。

参考文献

1）樫尾正一「特集 2 2005 年世界森林資源評価(FRA2005)」(『世界の農林水産』（通号 805） [2006.Win.] p.8-12 【Z18-930】

2）環境省編:「平成 13 年度版環境白書」

5. 極東地域におけるトドマツ・エゾマツ森林の管理の概念

― 環境保全の立場からの考察する森林管理とは何か ―

カザコフ N.V. ,リャブヒン P.B. ,ブルロフ A.N.

当調査の対象は、極東連邦管区のエゾマツ林及びこれに対する自然への影響と人間の活動による影響である。エゾマツ林は自然に再生できる天然資源だけでなく、この森林の環境に依存する生物の保続も確保している。なおエゾマツ林が現実的に絶滅する恐れがあるという極めて深刻な問題も危惧している。

普及率や経済的な役割から見れば、トドマツ・エゾマツ林は極東地域における全ての森林の中で最も重点がおかれている。ロシア連邦のエゾマツ木材保有量の五分の一（19.6%）を占めているその森林は製紙パルプ工業・化学工業の分野で活躍する木材加工企業にとって最も大きな資源基盤となっている。広葉樹の森林についでエゾマツ林は極東連邦管区において二番目に広い面積つまり 1389 万ヘクタールを占めて、木材保有量は 23 億 m^3 とされている。広大な森林面積、保有量の多さ、自然の中の素晴らしい復活性によって天然資源が使いきれないものであるという想像を作り出す。この立場に基づいて伐採地域の面積を計算し、針葉樹の森林の場合には 4500 m^3 とされている。但し、針葉樹の森林の特質の研究や伐採地における森林の復活方法の研究がまだ不十分で、エゾマツ林を始め針葉樹の森林の実際の状態は楽観的に見られると言えない。

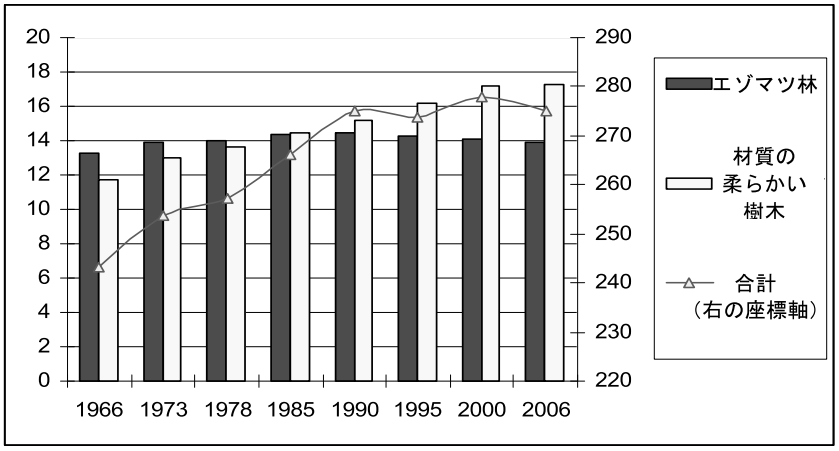


図 1. 極東連邦管区において森林に覆われる土地の面積の変動

図 1 の通り、1990 年から森林の全面積の増加が止まっていることが明らかになる。

更に、1990 年からエゾマツ林の面積の増加率が落ちたばかりか、57 万 8000 ヘクタール（4%）の減少の傾向が明らかになった。その際、一部の空いたスペースに材質の柔らかい樹木が生えるようになる。

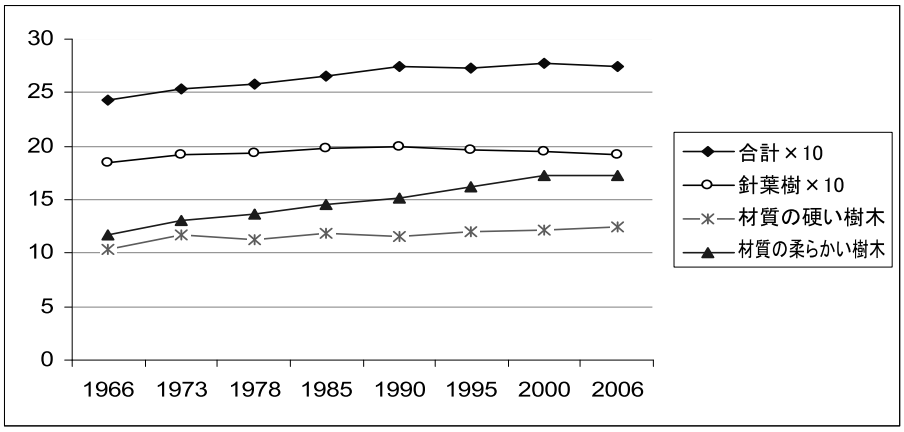


図 2. 極東連邦管区における圧倒的樹木種の変動

図 2 によれば、80 年代から森林総面積の比較的安定化とともに針葉樹森林の面積の減少が発生し、空いたスペースが一部(50%以下)低品質の広葉樹に覆われることが分かる。森林状態の変化の記録期間がわずか 20 年なのに、技術・機械活動による影響が目立っている。さらにこのような記録のおかげで伐採地の確定方法の正しさを確かめることができた。1966 年～2006 年内の森林状態分析(図 3)の上でエゾマツ林の著しい減少が分かる。

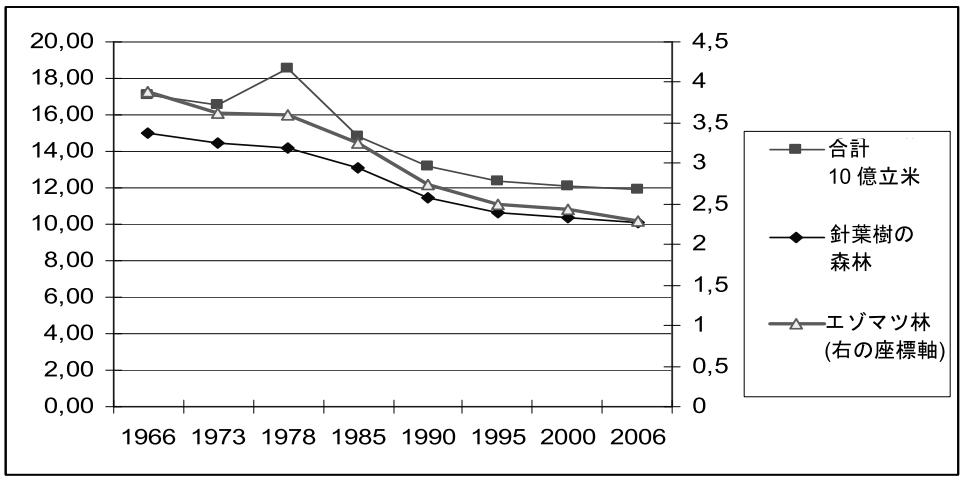


図 3. 極東連邦管区におけるエゾマツ木材の保有量

成熟・過熟林の保有量は 48 億 m^3(32%)減り、極東連邦管区における成熟・過熟エゾマツ木材の保有量は 16 億 m^3(40%)減ってしまった。

1966～2006 年の成熟・過熟トドマツ・エゾマツ林における木材の保有量の変化に基づいて当地域におけるエゾマツ林の変動の数学のモデルを作ることができた。

$$Y=1.2835\times(69.2773-0.0337\times X)$$

その中の X が観測の年とされる。

(当該モデルの指標:平均偏差が 3.7535、平均自乗偏差が 0.251 、相関係数が 0.8948)。

上記のモデルを使って予想計算をした結果で上述の傾向が続く場合、復活する資源としてのエゾマツ林がわずか 40 年後になくなることが推測される。

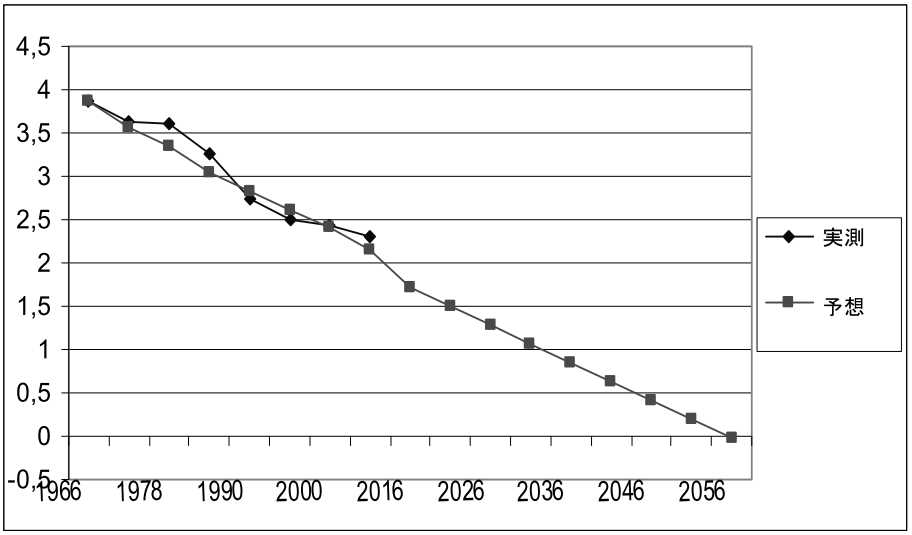


図 4.極東連邦管区における計算上のエゾマツ木材の予想蓄積量（10 億立米）

トドマツ・エゾマツ林の産業・環境保護の潜在力の低下の主な原因は人間による積極的な活動、森林火災、乾燥などが思われている。上述の原因の影響の規模によって当地域のエゾマツ林の進化する枯渇や品質の低下がもたらされ、木材の大変な喪失、広大な地域にわたっての環境の悪化などを促進する。このような結論はシェインガウズ A.S.とコワリョフ A.P.による調査の結果から分かる。エゾマツ林の絶滅の問題の容易な解決方法が見つからず、経済・法律・社会・環境上の諸問題だけでなく自然・生産の要因も複雑に混在する。

とりわけ、伐採地を帯状に分けてウインチ搭載搬出トラクターを利用する方法が高効率で、冬季の作業の際 80%の幼樹、夏季の作業の際 60～65%の幼樹を保存できる。このように幼樹を保存することによって 70%の伐採地で森林の安定的な自然の復活を確保できる[1]。しかし、現在の産業伐採地の調査の上で、細長い地帯においての実際の仕方は規定された基準と著しく違っていることが分かった。先ず、立木の伐採や決められた搬出方法が守られないことがある。つまり、搬出方向に対して角度 30 度以内に立木を伐倒する必要があるが実際はそれ以上になる場合も、立木が自然の傾きの通りに伐採される場合も、丸太の根元をとって搬出するうちにトラクターが軌道を離れてしまう場合もある。このような状況により伐採されるべきではない立木や幼樹の保存が約 2 倍減少し、その依存性が約 4 倍減少し、後に風よる倒木発生を加えると、このような伐採地では森林の自然の復活が不可能なる。

実施した調査は当地方だけでなく、ロシア全国にとって重大である。エゾマツ林は多くの地域でなくなったりして、特にアルハンゲリスク地方では乾燥しているエゾマツ林の面積が約 50%増えて現在その面積は 200 万ヘクタール以上も占めているという。

極東連邦管区ではトドマツ・エゾマツ林の大規模な乾燥が 20 世紀内に何度も生じたことがあり、機械利用による地下水の流れの不調という原因のほか、益々拡大している全地域 の脱水プロセスとも考えられる。

進化する森林資源の枯渇・品質の悪化、自然保護・環境保護の潜在力の低下は即時の対サックとして森林利用の戦略の変更、木材調達・加工における資源節約技術への移行、営林方法の改善を必要とする。

この問題を可決するのに、まず下記の営林・環境・技術上の原則[2]に従わなければならない。

– 伐採地において地表を覆う一部の樹木が残ること;
– 伐採作業が終わった後で早期に復活作業を行うこと;
– 伐採地で森林の保存や空気への排気ガスの減少に伴う近代的な木材調達技術・機械を導入すること;
– 木材の合理的完全な利用を目指す林業企業の技術活動を改良すること。

上述の原則の全面的実現は夫々の森林復活条件に応じた伐採方法・技術を規定する連邦法・地域法の厳守の場合のみに可能である。

コワリョフ A.P.による調査[3]では極東地域の森林の伐採に当たっている伐採方法・伐採機械・伐採技術の最適な結合を計算する PC 専用のアルゴリズムが提案されている。上記のソフトに添付した極東連邦管区の構成主体における自然・生産要因の分析に基づいて明らかになったように、伐採システムは、次のように分け直さなければならない:全面伐採－10～35%、部分的伐採－70～90%、その中の遂次伐採－20～35%。提案される分け直しのおかげで持続可能な森林利用の主な原則の一つである森林の環境潜在力や生物の多様性の保存を確保することを促す[4]。

営林業務においての若木の保存は森林の早期の復活を促進する大切な対策の一つとされている。植林方法と森林の自然の復活との合理的割合の問題を最も効率的に解決できるのは伐採・復活作業を全面的に実施する企業である。如何なる伐採システムの場合の若木の保存は若木の手入れ時間を 2～3 倍減らし、森林育成期間を 20～30 年短くすることを促す[4]。

自然に復活できる資源としてのエゾマツ林の縮退の問題を解決するのは可能であり、このような考えを裏付ける有力な論拠がある。極東連邦管区におけるチョウセンゴヨウマツ林の例が挙げられる。木材調達においてチョウセンゴヨウマツが圧倒的な樹木になた時、当地域のユニークな生物圏は大変な害を受けた。しかし、制限を導入し根拠付けのある対策を実施したおかげでチョウセンゴヨウマツ林の縮退傾向を止めることができた。チョウセンゴヨウマツが復活したとはまだ言えないが、縮退テンポが止まっていることは、科学的根拠付けの対策が遅れたのにチョウセンゴヨウマツ林や棲息している動物に対するものとして正しかったことを確認する。

分析的調査や予想調査の結果に基づいて次の結論が出せる:

– 営林・環境の基準の無視、森林火災、森林乾燥などがエゾマツ林の面積やエゾマツ木材の保有量の著しい減少をもたらす;
– 現在エゾマツで実施する産業伐採は持続可能な森林使用・天然資源復活の概念に応じていないものである。森林利用者は経済的利益の通りにエゾマツ林を絶滅させる。
– トドマツ・エゾマツ林における全面的伐採は森林が復活できなくなるのをもたらす。よって全面的伐採を完全に禁止するか最大限に制限しなければならない。現在も部分的伐採や遂次伐採が 90%以上でなければならない。
– 現在利用されている木材調達技術・機械が当地域のトドマツ・エゾマツ林の状態に対して著しい悪影響を与えているので、新しい木材調達用の技術・機械を開発する課題が極めて重要である。
– 当地域における危機状態を防止するために極東地域における持続可能な森林使用の原則に基づいてトドマツ・エゾマツ林の管理概念を至急に作成する必要がある。

6. ハバロフスク州における持続可能な森林利用の方法の一つとされる木材原料の合理的利用

— 環境保全に必要な森林資源利用の組み合わせ —

マイオロワ L.P., リャブヒン P.B.

ハバロフスク地方はロシア連邦の森林の最も豊富な地方の一つである。当地方の森林面積が 18.6%を占め、木材保有量は極東連邦管区の 25.1%(全国の 6.6%)とされている。[1,2]当地方の土地面積は 7880 万ヘクタール、その中の 5240 万ヘクタールが森林に覆われている。[2]極東連邦管区の森林ファンドにおけるハバロフスク地方の立場は図 1 号参照。森林被覆率は 66.5%で、ロシアの平均指標の約 1.5 倍とされる(図 2)。

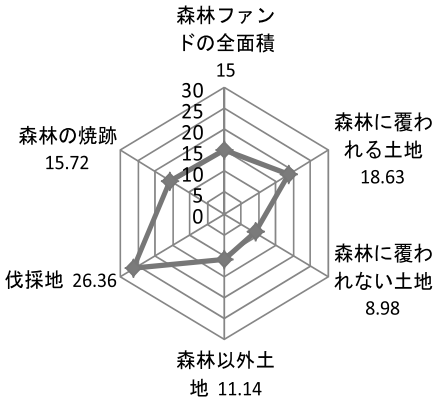


図 1. 極東連邦管区の森林ファンドにおけるハバロフスク地方の分(2007 年 1 月 1 日現在)

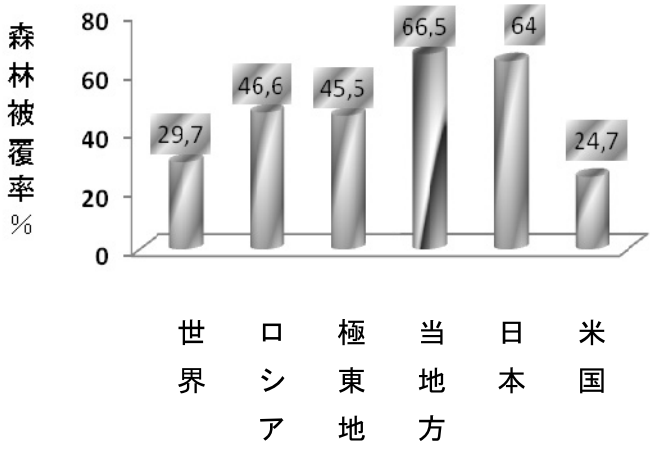


図 2. 地域別の森林被覆率

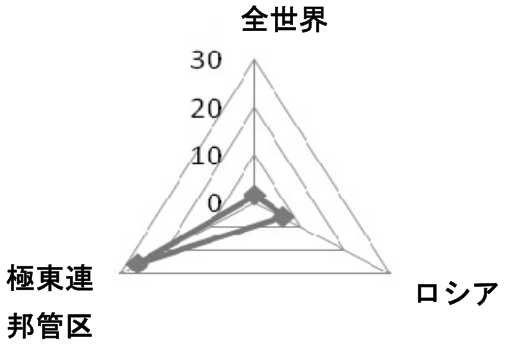


図 3. 全世界木材保有量におけるロシア、極東連邦管区の分、%

ハバロフスク地方の産業木材の保有量は 52 億 1000 万 m^3、その中は熟した樹木と熟し過ぎた樹木は 31 億 8000 万 m^3、針葉樹は 28 億 6000 万 m^3とされている。森林を形成する樹木の保有量は 48 億 5000 万 m^3、その中の針葉樹は 42 億 7000 m^3とされている。利用できる成熟林や過熟林には 14 億 2000 万 m^3が集中し、中に針葉樹は 12 億 5000 m^3(88.5%)、木質の硬い広葉樹は 8100 万 m^3(5.6%)、木質の軟らかい広葉樹は 8330 万 m^3(5.9%)とされている。ハバロフスク地方が保有する木材は世界の木材保有量の 1.4%、ロシア連邦の 6.3%、極東連邦管区の 25.3%を占めている(図 3)。

森林資源の利用の可能性は計算上の伐採量と到達可能な伐採地によって定められる。2008 年 01 月 01 日現在としてハバロフスク地方の計算上の伐採量は 2360 万 m^3 で、その中の 1550m^3 が到達可能な伐採地に集中している。2007 年に賃貸地や基本使用による伐採量は 790 万 m^3 となった。計算上の伐採地は全体の伐採地に対し 33.5%、通行できる伐採地に対し 45.8%使用される[2]。シェインガウス A.S.の判断によれば、近い将来は計算上の伐採地は当地方における木材調達に対する制限とはならないという[3]。但し、現在使用される技術方法や木材調達計画によって害が与えられる恐れがある。産業伐採は現地の条件に最も相応しく行っても、森林育成プロセスやこの地域の環境バランスを抜本的に変えてしまう[4]。市場経済への移行は木材調達による著しい悪化に伴った。当地方では公式的に森林の全面伐採が行われていて、部分的森林伐採が全面積の 19%占めているという。しかし、実際は全面伐採の代わりに集中的な強制選択伐採或いは仮想の全面伐採が行われている。ハバロフスク地方で調達する木材の中で産業木材が 88－90%占めていて過剰な伐採によって確保される。中間伐採（森林手入、衛生伐採など）は本来の目的が樹木の質を高めることだが、実際は長年にわたって最もひどい不経済な伐採で、材質の硬い広葉樹の高級木材ばかり狙っている。[5]（図 4）

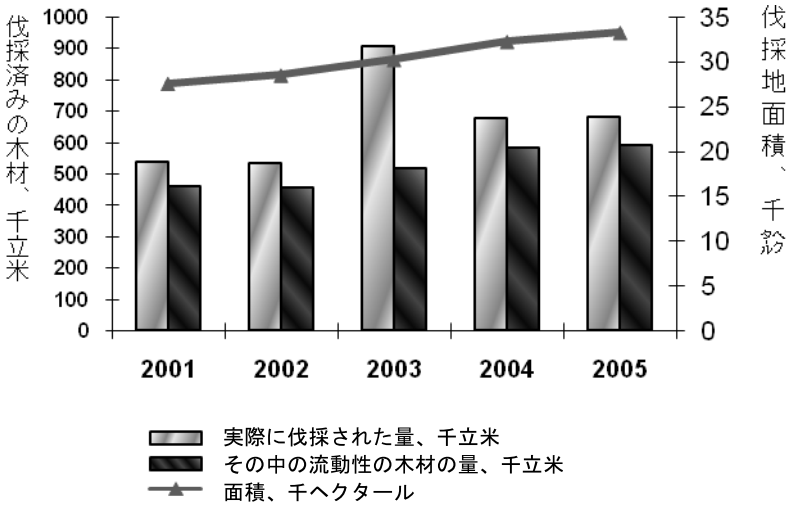


図 4.手入れ伐採・部分的（衛生）伐採

木材保有量の非能率的利用によって伐採しきった地域の速い拡大をもたらす。最も高級な樹木が切られるが、品質の方が低いのに産業用の原料として十分使える樹木（保有量の 30～50%）が伐採地に残る。針葉樹の森林の中でも調達業者は技術的に利用可能な樹木を一部だけ伐採する。[6,7,8]

主要利用伐採の対象となる針葉樹は 74～76%の産業木材を含めている。輸出に最も需要される 1～2 級の木材は産業木材の 30～35%占めて、全ての育っている樹木の 22-27%占めている。木質のもっと低い大部分の樹木は伐採地に残る。針葉樹の 3m^3 の調達は 1～1. 5m^3 の損失に伴い、後の段階においても 2m^3 の中の 50%までとする損失が発生する。広葉樹は高級な樹木を除いてほとんど使われない。伐採地における木材の損失は技術方法のみならず、伐採用の機械、調達時期、伐採対象となる樹木の木質やサイズにもよる。

現在、極東地域の林業では次の木材調達機械の組み合わせが利用されている。

- フェラーバンチャー＋木材搬出車＋プロセッサー;

- 樵＋自走ケーブルクレーンシステム＋スキッダー＋プロセッサー;
- 樵＋木材搬出トラクター＋プロセッサー
- ハーベスター＋フォーワーダー

木材の合理的利用及び木材の調達の技術の見地から見れば、最初の三つの組み合わせが最も効率的である。なぜなら、全ての木材の残物が同じ場所に集中し技術チップや燃料チップに加工できるからである。三番目の組み合わせの場合に、伐採地に枝や大枝だけでなく、細物や低品質の樹木の根元や樹木の梢などが残される。伐採地には幹の欠片、損傷された細棒、切られたのに株の側に残された樹木（いわゆる「基準外の廃材」）が残される。上述の木材残物の量は伐採地で取れる木材の 35－45%とされている。

表 1 にはハバロフスク地方における伐採の際に発生する低品質の木材や廃材の合計の量が記載されている。

生産段階及び木材の種別（産業用、低品質など）に応じる木材の平均割合は図 5 で分かる。調査の上で分析対象となる要因への伐採地に残される木材（D）の依存度が明らかになる。

$$D = -0{,}127 + 0.236\, q_0\,(1{,}012 + 0{,}076\, K + 0{,}039\, t_4), \qquad (1)$$

q_0：1 ヘクタール辺りの木材保有量（m^3）;

K：樹木の商品性の程度;

t_4：利用される調達機械のシステム

表 1. 伐採地の開発に際しての低品質の木材・廃材の合計の量（ハバロフスク地方の地区の営林署）

伐採による廃材類（100 万 m^3）	ハバロフスク地方の地区						
	ソビエツカヤ・ガバニ地区	ラゾ地区	ワニノ地区	ウリチ地区	コムソモール地区	地区平均	対伐採量%
一年間伐採量	0.5	1.1	1.2	1.35	0.85	1.0	100
利用された流動木材	0.34	0.75	0.82	0.92	0.62	0.7	69.6
販売された産業木材（100 万 m^3）	0.26	0.57	0.64	0.69	0.44	0.52	53
流動木材の中の技術上の損失	0.13	0.35	0.38	0.43	0.23	0.3	30.4
薪用木材	0.04	0.06	006	0.07	0.06	0.06	4.8
燃料用の薪	0.02	0.04	0.03	0.05	0.02	0.03	3.2
調達による廃材	0.05	0.08	0.09	0.11	0.1	0.08	8.6
廃材合計	0.24	0.53	0.56	0.66	0.41	0.048	47

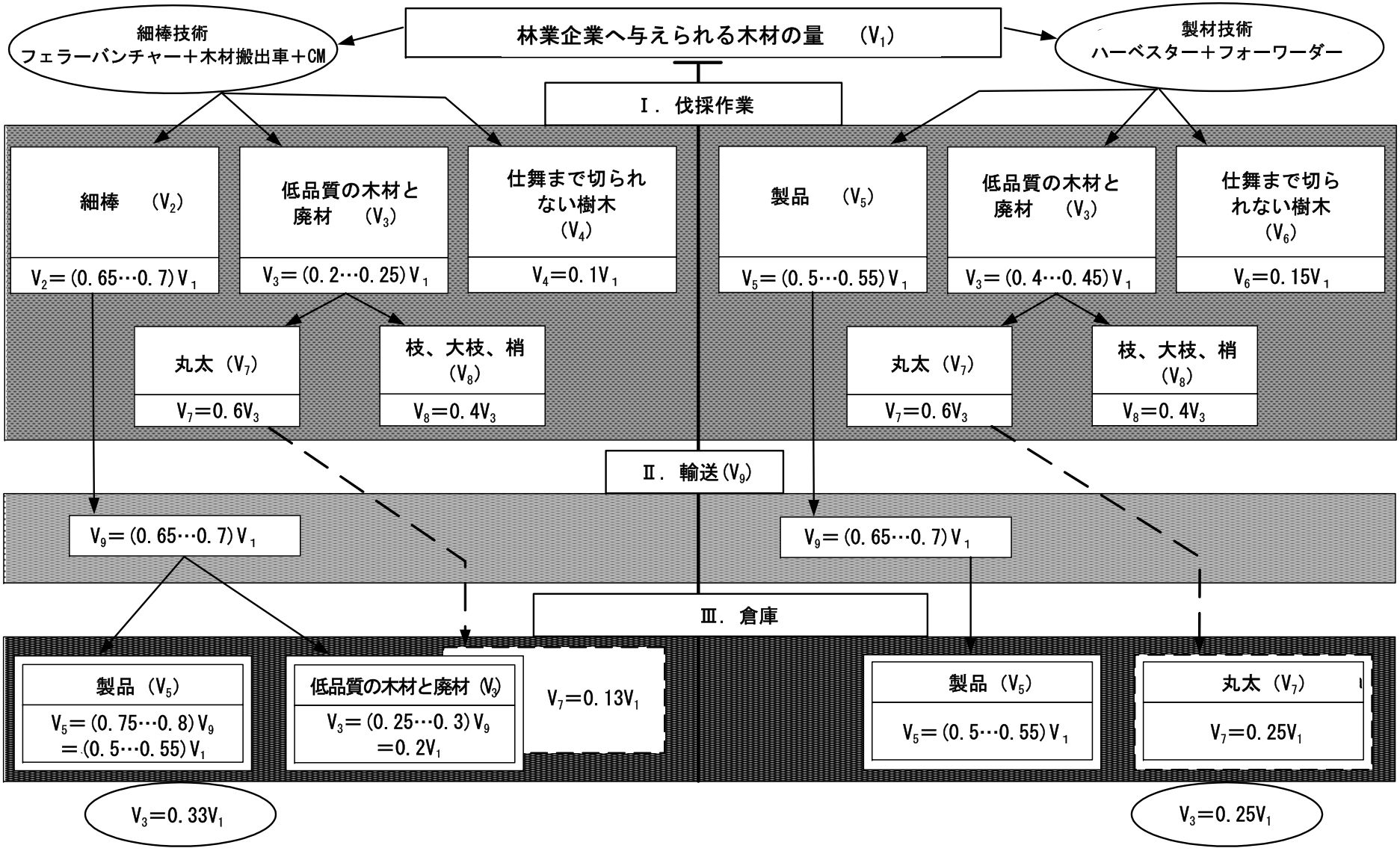


図 5.生産段階を通じての原料の動き

従って森林利用者が高品質の針葉樹・材質の固い広葉樹ばかり選ぶことによって伐採による大量の廃材をもたらし、その中に価値の方が安いが生産に利用できる原料が多い。公式統計によれば、ハバロフスク地方では仕舞いまできられない樹木や伐採地に捨てられた木材などによる損失は 3 万 5500 m^3 から 18 万 5900 m^3 までとされるが、実際の指標は数倍多いだろう。基準規格を基にした計算の上では、木材の調達と加工の現在技術方法によってハバロフスク地方では 1 年で 340 万 m^3 の廃材が発生する。林業全体による廃材の仕組みは図 6 号参照。

このように廃材の膨大な量が生じることによって資源基盤の枯渇や木材原料の損失をもたらし、当地方の境を越えるものになる環境問題（残材放置の伐採地、火事発生の危険性、害虫の生殖、森林復活の条件の悪化など）の発生を促し、持続可能な森林利用の原則に対し悪影響を与える。

木材の損失の減少は木材調達方法や廃材加工方法の合理化によって可能なると考えられる。

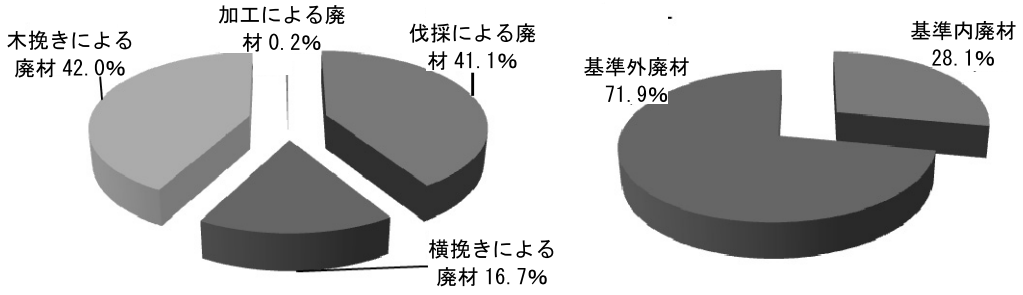
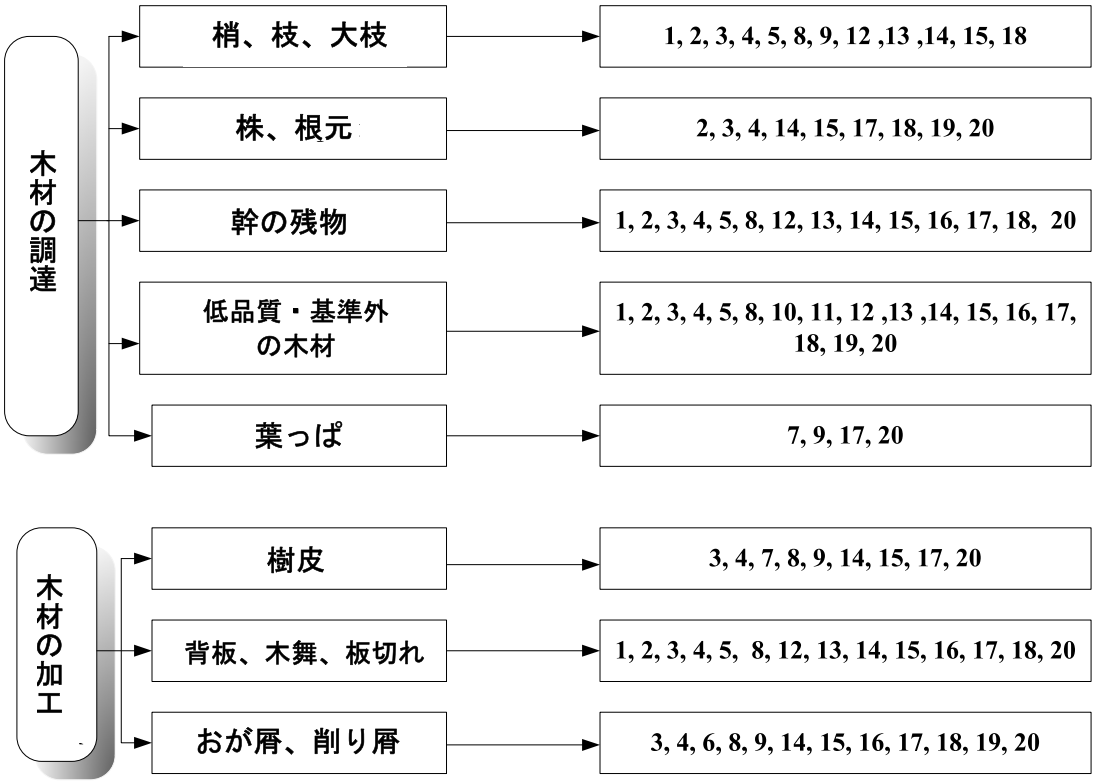


図 6.当地方で発生する二次木材原料の内容



1.技術チップの生産; 2. 燃料としてのチップの生産; 3.燃料としての利用; 4.発電機用のガス・液体燃料の生産のための木材のガス化; 5.木炭の生産; 6.活性化石炭の生産;7.活性物質(ビタミンの粉末、精油など)の生産; 8.家畜用の餌の生産; 9. コンポスト、有機肥料、人工の土などの生産; 10. 中空角材の生産; 11. ベニヤ合板の生産; 12. 木工品用の板の生産; 13. 寄せ木の生産; 14. 加水分解工業; 15.森林化学工業; 16.日常品の生産; 17. 複合材料の生産; 18.建材の生産; 19.農業における利用(餌を除く); 20.その他

図 7. 木材加工の様々な段階で発生する廃材の利用の可能性

ハバロフスク地方では廃材・低品質の木材の加工は様々な方法で行うことができる(図 8)。

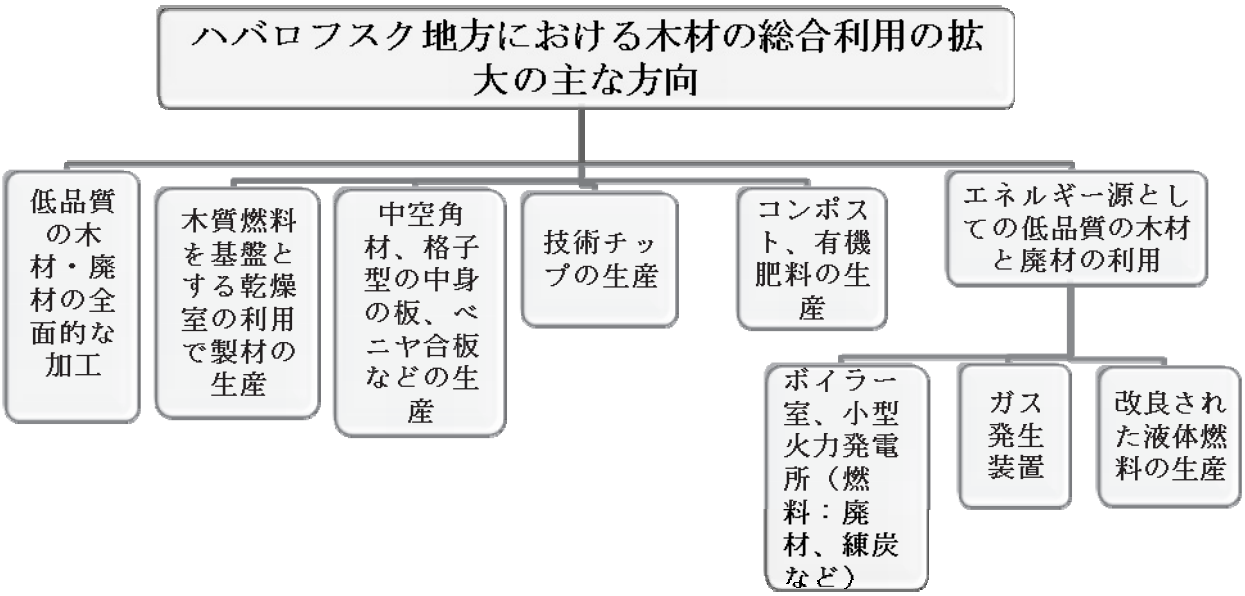


図 8.ハバロフスク地方における廃材・低品質の木材の合理的利用の可能な方向

当地方において林業の発展の最も経済的且つ必需的方向の一つは木質燃料を基盤とするエネルギー施設の建設であり、このような施設は林業企業のために熱エネルギーのみならず電気エネルギーを生産する。熱エネルギーや電気エネルギーの生産によって、価格が速く伸びるもっとも需要される製材の生産のために低品質の木材・廃材を効率的に利用する機会を作り出す。更に、自力でエネルギーを生産するおかげで、セントラル・ヒーティングやお湯の補給による従業員の社会・生活環境の整備もできるし、自然環境の問題も解決できるようになる。

プロジェクトの実施は様々な製品の生産への効率的投資を行う林業企業の模範を作り出すという意味を有する。その際、低品質の木材・廃材の処理は普通大変な資金がかかる伐採地をきれいにする施策を促進する。

廃材処理、高価な燃料の消費減少、輸送費の減少などに関わる諸問題の解決方法の一つは伐採地で直接に電気エネルギーや熱エネルギーを生産できる小型移動火力発電所を乾燥製材の生産過程に導入することである。

提案される生産過程の理念は小規模林業企業に最も相応しく、とりわけ調達される木材が技術部に所属する倉庫で 3 つの種類(輸出用の丸太、国内消費用の木材、低品質の木材・廃材)に選別され、夫々は図 9 のように使用される。

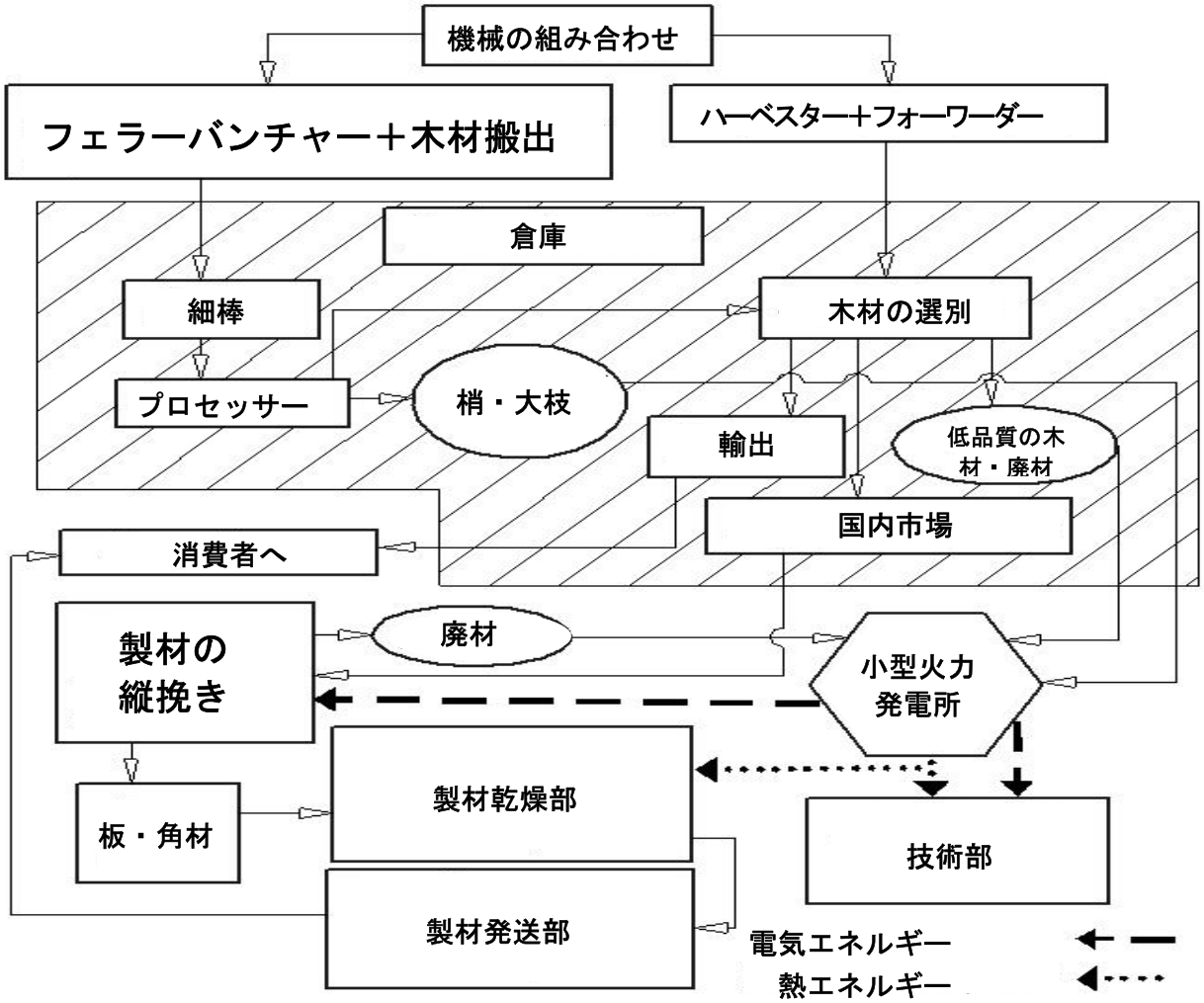


図 9. 小規模製材工場による技術過程

技術部において国内市場向けの製材の縦挽き機械や製材用の乾燥室が位置している。低品質の木材や丸太切り分け部でできた幹の残物・廃材は小型火力発電所用の燃料となる。生産された電気エネルギーは木挽機械、補助機械、生活用の機械に使われ、熱エネルギーは乾燥室や休息室の暖房に使われている。

このようにして、伐採地から乾燥した製材としての完成品の運び出しや廃材を燃料として利用する小型火力発電所の利用に伴う技術過程の概念は生産高規模の小さい企業で持続可能な森林の利用を促し、広く使われる可能性を生み出す。その際、林業企業が直面している諸問題を解決できる。

1. 丸太縦びきなどの機械のための電気エネルギー、乾燥室用の熱エネルギーを補給すること。
2. 防火・衛生対策とする低品質の木材・廃材を収集・処理すること。
3. 全ての生産段階における発電機・運搬車に使われる高価なディーゼル燃料を節約することによって生産費・消費者までの輸送費を減少すること。
4. 林業企業の宿泊に一時的に泊まる従業員の社会・生活環境を改善すること。

7. 極東地域のチョウセンゴヨウ

―安全で永続的森林利用の活動事例―

ヴィヴォドツェフN.V.

分布圏。ロシアではマツ科（Pinaceae Lindl.）、マツ属（Pinus L.）、亜属区別：2本の針葉と5本の針葉がある 。5本の針葉がチョウセンゴヨウで、分布圏はかなり広く、沿海地方、ハバロフスク地方に普及し、アムール州の所々で育っている。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で、材積量は5億4645万m^3とする。1ha当り189m^3である。地帯におけるチョウセンゴヨウの分布は特別で、主要な樹種であるチョウセンゴヨウの経済的な利用に影響を与えている。チョウセンゴヨウマツ林は50～60年代に択伐と思われる方法で積極的に開発されていたが、本当はその方法は全面伐採となっていた。この場合チョウセンゴヨウは林内の優位性を失っていった。この問題により、森林は他の樹種へと転換が行われた。しかし、チョウセンゴヨウマツ未だに広大な区域を占めている（表参照）。チョウセンゴヨウマツが最も分布しているのは沿海地方、ハバロフスク地方、ユダヤ自治州である。アムール州でも限定的に分布している。

表1.1956～2004年の極東地域における
チョウセンゴヨウ・広葉樹混交林の変動（千ha）

記録年	地域別				全極東合計
	沿海地方	ユダヤ自治州	ハバロフスク地方	アムール州	
1956					3930.0
1966	2439.4		1458.6	50.0	3948.0
1983	2181.9		872.2	7.2	3061.3
1988	2243.5		802.6	6.0	3052.1
1993	2180.0		730.0		2910.0
1999	2153.8		713.0		2866.0
2004	2144.8	175.6	552.5	7.9	2880.8

チョウセンゴヨウ林は森林に覆われる土地のほとんど10%を占めている。

チョウセンゴヨウは雌雄同株で、樹高が24～45m、常緑・円筒形の樹冠を有し、枝を広く張り、時にはいくつもの梢を有する場合もある。渓岸や山の中腹・下部の斜面に生育する。成長条件は一様でなく、過湿や湿原では生育できず、高い生産性を発揮するところは排水良好な地帯である。しかし、斜面の急なところでも海抜750mの高山でも栄養の貧しい土地でも育つ場合もあり、耐寒性は高い。





チョウセンゴヨウの純林は非常に稀で、あるとしても狭い地域に限定されている。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、ニレなどの広葉樹。これらの樹木がチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林を形成する。チョウセンゴヨウ・広葉樹混交林の中でわずかなイチイが存在する。

チョウセンゴヨウの木質は辺材がうす黄色、心材はうすピンク色で、木質が軽くて柔らかく、加工が容易である、しかし樹脂道が多い。生の丸太でも水に沈むことがない。このチョウセンゴヨウマツの特徴によって50～70年代にハバロフスク地方と沿海地方で水運が積極的に実施され、河川の流域におけるチョウセンゴヨウの加速伐採をもたらした。材質は腐敗や害虫に耐性があるが、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。



チョウセンゴヨウの樹皮はうす赤色で、老木の場合は幹の下の部分で厚さが10cmまでになることもある。別に育っている木は枝が幹全体に着生し、十分丈夫である。チョウセンゴヨウは雌雄同株の樹木である。雄の穂は丸くて卵形をして、長さが約10cmで、雌の花序はうす赤・ピンク色で、受粉時期は4～5月、受粉は風による。成熟球果は大きく、8月～9月初めごろ熟する。その長さは10～15cm、幅が5～8cm、一個の重量は112～125g、球果の中に139～

156の種があり、種の重量は56～65g、殻なしの100個の種は45g。種の総重量において中身の重量は38%を占めている。シベリアマツの場合は52%、ハイマツは43%とされている。

チョウセンゴヨウ・広葉樹森林の動物界は動物の種類でも、個体群の中の頭数でも十分豊富である。球果は鳥、ネズミ科の齧歯目の動物などの動物にとって餌となる。注目をひく事実はチョウセンゴヨウ林の32%の哺乳類が球果を主な餌或いは追加の餌として使用することである。



チョウセンゴヨウの増殖の特徴は種子が動物によって散布されることである。種子はホシガラス、カケス、ゴジュウカラ、シマリス、リス、イノシシ、熊などによって散布される。結実の豊年時に動物により集められた種子より発芽し、集団で成育し、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。

チョウセンゴヨウ・広葉樹混交林の特徴は段階的発展である。ある年齢(80年)までは林分の中の優勢をとることはない。

チョウセンゴヨウ林の生産性の変動

年	事 項	年 齢								
		I 20	II 60	III 100	IV 140	V 180	VI 220	VII 260	VIII 300	合計
1980	**面積、ヘクタール**	100	225	1233	11179	49184	101503	37265	682	201371
	保有量、千m^3	2.8	29.6	248.4	2631.1	13551	29074	11438.	208.3	57184.4
	平均増加、m^3	1400	493	2484	21925	75282	132154	43992	694	278424
	平均保有量、m^3/ha	28	131	201	235	276	286	307	305	284
	平均増加、m^3/ha	1.4	2.2	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0	
2004	**面積、ヘクタール**	429	9	1721	37395	87312	41103	10364	-	178333
	保有量、千m^3	8.3	1.3	293.8	8426.6	21398	10885.8	2874.0		43888.3
	平均増加、m^3/年	415	21	2938	61190	118878	49480	11053		243975
	平均増加、m^3/ha									
	平均保有量、m^3/ha	19	144	171	225	245	265	277		246
	平均増加、m^3/ha	1.0	2.4	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1		

チョウセンゴヨウは成長が遅いため、広葉樹と針葉樹の樹下で成長している。120年になると、大部分の広葉樹がなくなるにつれて、チョウセンゴヨウが森林を形成する樹木として第1段を占め、優勢を示す。

チョウセンゴヨウ林における種の遷移は樹種の交換を通して発展し、約320年続いている。その期間内にチョウセンゴヨウは発展の8つの段階を通って(各段階は40年とする)、段の多いチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林を形成し、その中のチョウセンゴヨウの割合は2点から8点までとする。最も重大な役割は第4段階と第5段階である。その

時期にわたってチョウセンゴヨウが主となり、他の樹種の成長を遅らせて、タイガの本当の王様になり、生育環境システムに対する重大な利益をもたらす。

メリニチノエ営林署を例にしてみる。そのチョウセンゴヨウ林の面積は21万1371haで、保有量は5718万4400㎥（平均保有量は284㎥）。沿海地方では面積の最も広いチョウセンゴヨウ林の一つとされている。面積の2万3000haでの25年間の積極的な使用によってチョウセンゴヨウから広葉樹に樹種が代わった。チョウセンゴヨウの平均保有量は284㎥から246㎥まで下がった。

記録期間にわたって若いチョウセンゴヨウの割合はほとんど変わらない（面積0.16%）。中年の木は0.22%に過ぎず、熟している木は2.72%とする。森林に覆われる土地の残りの97%は成熟・過熟のチョウセンゴヨウ林が占める。チョウセンゴヨウの平均樹齢も変わった。前の232年から204年まで下がった。大部分の地帯ではチョウセンゴヨウの優勢は3～4点で、純林状態は0.5とされている。チョウセンゴヨウを含めての自然の復活は十分可能と考えられる。

メリニチノエ営林署のチョウセンゴヨウマツ林とイワシュケビチB.A.とコレスニコフB.P.による発展段階との繋がりを鑑定の方法で調べてみたところで次の結果ができた。メリニチノエ営林署では発展の第1段階と第2段階は438ha、第3段階は1721ha、第4段階は3万7395ha、第5段階は8万7312ha、第6段階は4万1103ha、第7段階は1万0364haとなっている。もちろん、この区別は推定を含むのである。しかしこの区分を使用し、伐採で不調になった林分を調整し、チョウセンゴヨウの復活を目指す具体的な対策や経済方針を定めることができる。

チョウセンゴヨウは風害に弱く、さらに山火事で破壊されることがある。チョウセンゴヨウの若齢木は地表を走る火事にさえ傷害を受ける。成熟チョウセンゴヨウは地表に広がっている多数の根系が被害を受ける。主根の生育が弱いと成長の初期段階での根株の腐朽や広い面積で風倒木が発生する。

チョウセンゴヨウは食料生産樹木である。1haのチョウセンゴヨウ林で胸高直径30㌢の樹木が30本あるとすれば、収穫率にもよるが、マツ種子を20～410kg収穫ができる。極東タイガ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収穫量の変動は動物界の多様性に直接の影響を与えている。このように大切な食料は積極的な伐採作業の時代に無視されていた。チョウセンゴヨウが経済需要のため、伐採対象木は胸高直径が36～44cmの樹木（林業技術的成熟木）とした。このような指標の伐採対象木になるためには約150年を要する。チョウセンゴヨウとして、それは成長や種子の生産性の最も活発な時期である。この生産機能を現在理解していても、すでに遅すぎた。チョウセンゴヨウは他の樹種と同様に取り扱われ、その結果で加速伐採の条件が作り出された。普通自然の環境で成熟木になるためには300年を超える。他の個体では800年の場合もある。チョウセンゴヨウ・広葉樹混交林における種子の作柄が最大になるのは150～170年、最大の材積になるのは130年である。チョウセンゴヨウマツの複合的利用の代わりに木材を優先にしたことによってチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林の資源基盤を著しく壊した。現在、チョウセンゴヨウを以前の分布圏内に復興させるために、チョウセンゴヨウの経済利用方法の変更、林業機械の改良、森林資源の利用における優先点の変更などが必要である。

1990年から政府の指令に従ってチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林における基本利用の伐採作業が禁止されたにもかかわらず、期待されたチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林の安定化ができなかった。それどころか、森林賃貸の側面としては二者択一的伐採方法が生じた。つまり、チョウセンゴヨウの立場を復興させ強化するというもっともら

しい口実をもうけて択伐を行ったチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林で再度伐採を実施した業者も出た。実際はチョウセンゴヨウを始めとする最も貴重な樹種を伐採した。樹木を伐採対象にする規準としては目測の判断であった。

現在チョウセンゴヨウ・広葉樹混交林の保有量は沿海地方では4億3000万㎥、ハバロフスク地方では1億1400万㎥、ユダヤ自治州では3050万㎥とされている。保有量の500㎥/haとするチョウセンゴヨウ林の数の少ない地帯もある(ユダヤ自治州)。平均保有量の200㎥/haまでにもならない地帯が圧倒的である。樹齢区分から見れば、同年齢のグループ(5%)、樹齢が相対的に異なるグループ(25%)、樹齢の異なるグループ(70%)がある。森林の5等級のスケールでは大部分のチョウセンゴヨウマツ林は4～5級に応じている。

1990年にチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林は上述の政府指令に従って経済的基本利用の対象から除かれた。しかし、除いたことは復興対策をやめてもいいというわけではない。最近発行された「極東連邦管区におけるチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林での経済活動に関する指示書」によれば、前に選択伐採を実施した地域では複合伐採や手入れ伐採を行うことが勧められる。このような森林で伐採できるような量を確定する上で、加速するチョウセンゴヨウマツ林の形成を確保しなければならない。伐採した大部分の木材はシラカバ、トネリコ、ボダイジュ、ナラといった広葉樹で、その伐採によってチョウセンゴヨウマツの成長のために恵まれた条件が作り出されるだろう。上述の樹種の一部は低品質のものである。例えば、ある実験の結果で、前に選択伐採を実施して0.6度まで復活したチョウセンゴヨウ林の1haで複合伐採をすると、製品となる木材が60㎥、加工対象となる木材が25.2㎥(38%)、廃材が5.4㎥(9%)になることが分かった。樹種別なら、チョウセンゴヨウ11%、エゾマツ11%、ナラ31%、ニレ5%、イタヤガエデ17%、ボダイジュ13%、シラカバ9%、ヤマナラシ3%。選択伐採を行なわなければならないこのような地帯では現在の調達機械は使いにくい。よって、伐採によって破損しているチョウセンゴヨウ林で複合伐採や中間利用伐採のための近代的な技術・方法を考えなければならない。木材調達と同様に森林の復興を事業として考える(そうであるべきだと思われる)なら、チョウセンゴヨウ林の復興の課題は中小企業の力で果たせる。この課題の遂行の第1段階では連邦の構成主体による森林計画を作成し、これに上述の課題の内容を詳しく説明しなければならない。第2段階では国は計画を実施する企業に対し支援(農業と同様に)を与えなければならない。支援を言えば、投資、減税などの方法があり、好結果がすぐ見えるようになると思われる。

チョウセンゴヨウ林は他の森林よりも複合利用のアプローチが最も相応しいのである。そのアプローチの本質はチョウセンゴヨウが太古の生き残り植物であること、チョウセンゴヨウ林が自分の中に社会・環境・資源・政治機能を数多く集中したことである。チョウセンゴヨウ林の動植物界の多様性は計画的な経済システムに基づいて取り扱われなければならない。そのシステムはチョウセンゴヨウ林の資源の複合利用の程度によって定められる。

疑いなくチョウセンゴヨウの社会的な役割はとても重大である。第一に、チョウセンゴヨウは野生動物の飼料樹木で、従って、周りの動植物界との繋がりが密接である。第二に、正しい経営の場合はチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林の木材の保有量の増加をもたらすことが可能になる。 第三に、動植物界の多様性では他の森林はチョウセンゴヨウマツ・広葉樹混交林とは比べものにならない。チョウセンゴヨウマツ林には薬草、果実を生み出す植物が数多く育っていて、このような資源の開発は無計画に発生している。チョウセンゴヨウ林の環境に相応しい技術を開発することによって他の植物に害を与えずに木材の選択調達を行うことができる。この活動の方向に従うなら、周辺の居住地の社会問題も解決できるようになる。また国内市場でも国際市場でも需要のある健康的・清潔な食品が数多くできる。チョウセンゴヨウの社会的役割が果たされるように特別な目的プログラムが必要であるのは当

然である。地方に住んでいる住民を活動させるこのようなプログラムがなければ、チョウセンゴヨウ林の復興、チョウセンゴヨウ林による食品の利用を促すことはできない。基本の方向は4つある。

第1に、種子の利用。種子を採集することは最も古い生業の一つである。現在、球果の採集は木材調達についで二番目に大切な生業である。それと同時に、球果の採集量は比較的に低い。残っているチョウセンゴヨウ林の生産力が低下したからである。チョウセンゴヨウの資源基盤の破損によって、種子の採集を特別な目的として居住地周辺にチョウセンゴヨウを栽培することが課題になる。この方向においてチョウセンゴヨウの改良種が重大な意義を有する。ハバロフスク地方ではこのような経験が既にできている。種の採集地域の状態が注目されるべきである。現在この地域は様々な原因によって、種子の生産である主な機能を果たしていない。原因の一つは森林の種子の生産率を高める対策の不在である。



第2に、レクリエーション。国際観光を含む観光の発展はチョウセンゴヨウ・広葉樹森林の複合的利用の方法の一つである。この森林では太古の生き残り植物であるイチイが見られ、その極めて珍しいイチイは普通では到達困難なところにまだ残っている。

第3に、狩。チョウセンゴヨウ林の複合利用の計画は狩用のインフラの整備を含まなければならない。その場合には狩に与えられる夫々の地帯はお互いに対して分離したところでなければならない。これ以外の活動は実施されないとする。



第4に、森林の復興。他の針葉樹と違ってチョウセンゴヨウは復興潜在力をあまり有していない。成長期がかなり長い時間がかかるため、面積の広い地帯でのチョウセンゴヨウ林の復興の際、動物による種子散布を期待することは合理的でない。チョウセンゴヨウの再生を目指す集中的な活動ができるのは、森林復興事業を産業規模で実施する場合のみである。そのためにチョウセンゴヨウを始めとして森林を形成する樹木の苗木を生産する近代的設備を備えた大規模なセンターを構えなければならない。ハバロフスク地方ではこのような経験が既にできている。これからもその対策を実施する必要が大切である。

最も貴重な樹木であるチョウセンゴヨウの問題は、世界の林業はもちろん極東の林業にとってのチョウセンゴヨウの歴史的な重要性の無理解から発生していると言っても過言ではないだろう。チョウセンゴヨウ・広葉樹森林の基本利用の伐採のいわゆる『模範』は50～80年代に表わされた。活発な開発によって、森林は古典林学に一切合わないほど樹種構成、年齢構成などで変化してしまった。本来の特質ではチョウセンゴヨウは木材調達の対象になることが可能であり、それは存在歴史にわたって立証された事実である。成熟チョウセンゴヨウ・広葉樹混交林ではチョウセンゴヨウの平均増加は1.5㎥/haに過ぎない。従って、1年にこれ以上森林からとってはいけない。活発な開発の時代にチョウセンゴヨウばかり40～60㎥/ haとっていたことによってチョウセンゴヨウ・広葉樹混交林の生産性の否定的傾向や森林の退化をもたらした。木材の確保はチョウセンゴヨウ林の複数の機能の中で一つに過ぎないものなのに、主な機能と思われていた。それでも、増加する分だけ伐採すること、すべとの樹種ではなく伐採してもいい樹種だけ、面積が1haではなく地帯全体を考えて伐採を行うこと、という林業でよく知られている公理を故意に廃棄した。他の大切な機能は忘れられた。





チョウセンゴヨウの合理的な利用において樹脂採集が大切な役割を果たしている。ユダヤ自治州で行った実験の結果から分かったように、160年のチョウセンゴヨウの樹脂採集を計画的な規模で行うなら、チョウセンゴヨウは木材品質も変わらず、種子の生産性も低下しない。

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・耐久性の基準になっている。製材生産による廃材は燃料ブリケットなどが生産できる。針葉は製油、ビタミン、重要な微量元素を含有し、それは家畜のための飼料ブリケ

ットの生産に使われている。チョウセンゴヨウの精油は空気の浄化、医療、獣医業などの分野で使用されている。チョウセンゴヨウ林では薬草、クルミ、果実の採集、野生動物の毛皮・肉の獲得などを事業で生産性をあげることの出来る企業を構えることができる。しかし、このような企業の収益性は資源基盤・市況の客観的な評価、労働力の存在、税務などに基づかなければならない。

チョウセンゴヨウ林は極東の環境構造の重大な構成部分である。環境バランスへのチョウセンゴヨウ林による貢献は重要である。他の森林に比べれば、チョウセンゴヨウ森林には炭素が1億1600万トン吸収され、酸素が4500トン放出されている。1990年にはチョウセンゴヨウ林で基本利用の伐採が禁止され、これから全社会の努力をチョウセンゴヨウの復興に向けることが必要である。著者の意見によれば、このような立場は極東の太古の生き残り植物の一つであるチョウセンゴヨウの復興や利用の方法の変化を促す。現在様々な指導官が止めたくない経営によって将来の世代に対して恥ずかしくなる。原因は一つしかない。それはグローバルな問題を解決する意志がないこと、問題を無視することである。自分の考えを変える時代になったのではないだろうか。

8. 植栽グイマツと天然生グイマツの現存量

—天然生落葉針葉樹グイマツ保全に必要な植栽グイマツ—

コシノワ R.K.

最近の数十年に締結された国際協定（気候変動枠組条約、京都議定書など）は地球上の炭素バランスの形成を目指す森林エコシステムの研究へ強いインパクトを与えた。

「炭素の貯蔵庫」とみなされる森林の管理は、炭素を吸収し保管する森林の能力を増やし、森林のエコシステムからの温室ガスの放出を低減する森林対策や森林経営の原則の実施を通して可能となる。

グイマツ人工林における炭素吸収力を調べるためにヴィシュネフスキイ区ハバロフスク営林署付属森林地帯（27 区 28 番）を選び、そこでグイマツ人工林の現存量の生産効率を調査する試料を収集した。

研究の主な段階：

– グイマツ林における試験地帯の境の確定、森林査定（表 1、図 1）；

– 5 本のモデル樹木の選別、伐採、測量；

– 後の計算に必要なデータの収集のための地上の現存量の野外・実験室における計量；

– 地上部の現存量の構成部分の生産性の計算、グイマツ林による炭素吸収量の確定；

– 研究結果の分析、結論。

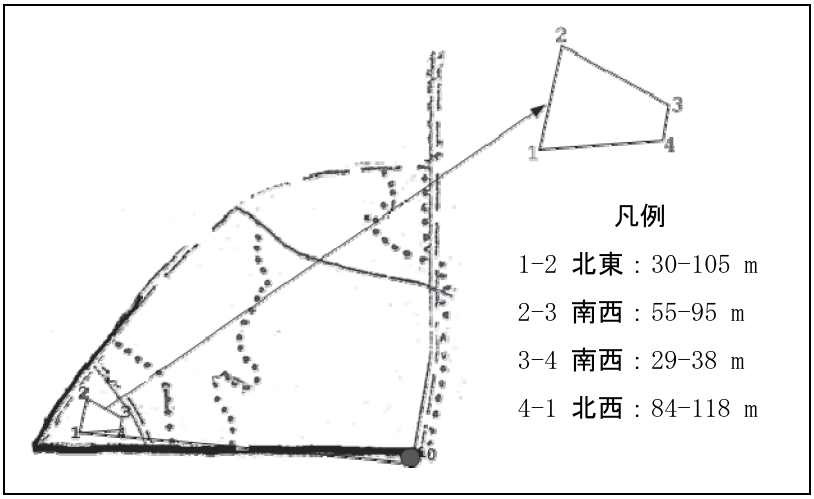


図 1.試験地の位置

表 1. 試験地の植物の査定評価

段	森林の部分	構成部分の係数	年齢、年	平均樹高、m	平均胸高直径、cm	太さの程度	森林の等級	森林類	貯蔵量 M^3／ha		年齢級
									1 ha 当たり	森林地帯における合計	
1	丿	10	30	15	14	0,7	1 A	丿丩	150	870	2

試験地は森林の中にできて、人工植栽、数ヵ所の 22.5m×1m の土地、密度:2500 本/ha。記録年に当る状態は不十分で、土地の沼沢化が起こる。低木層： 60%トネリコ 20%チョウセンゴヨウ 20%ナラ(樹齢 20 年/樹高 2m)。森林の下層部:ホザキナナカマド属、ハシバミ属。

試験地における現存量の生産性を確定するのに、胸高直径に対する樹木の構成部分の生産性を確定することが必要だった。対象にする樹木の現存量の構成部分における絶対乾燥の現存量の指標を基にして胸高直径による構成部分の生産性の依存度の数学モデルを算出した。(図 2)

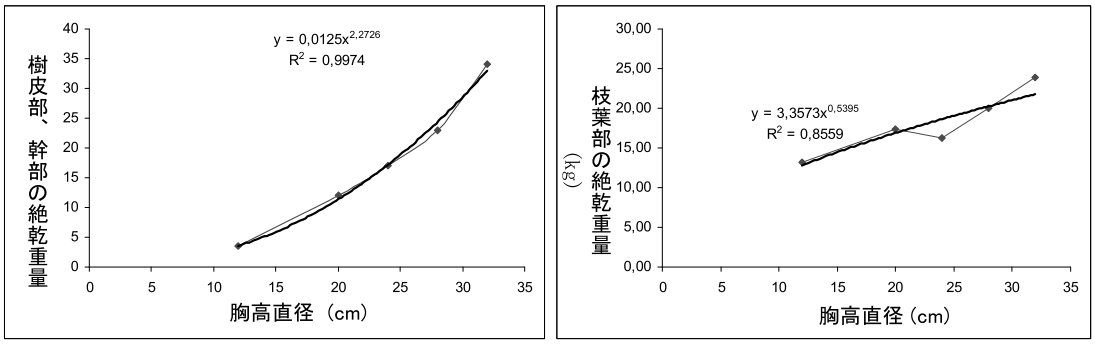


図 2.胸高直径と絶乾重量の関係

できたモデルを基にして胸高直径に応じる現存量の構成部分の生産性を確定した。できた指標は表 2～3、図 3～4 参照。

表 2. グイマツ梢の生産性 0.84ha 当り(t)

構成部分	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	合計
枝(太さ 8mm まで)	92.78	218.10	134.85	709.81	615.36	992.95	1568.02	812.24	417.59	51.72	5613.42
葉部	57.41	131.70	80.04	415.69	356.45	569.88	892.75	459.19	234.19	28.89	3226.19
生枝の木質部	62.03	225.35	189.76	1269.25	1338.28	2548.16	4644.26	2730.05	1571.69	215.64	14794.47
枯れ枝の木質部	23.60	23.00	4.43	1.78	0.05	18.14	82.71	81.78	66.88	11.88	314.25
生枝の樹皮部	3.00	19.55	28.67	214.61	228.42	422.47	735.11	409.00	221.85	28.60	2311.28
枯れ枝の樹皮部	0.04	0.16	0.19	2.01	3.57	12.03	40.05	44.12	48.56	12.95	163.68
生の球果	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
前年の球果	0.54	1.85	1.49	9.68	9.95	18.53	33.14	19.16	10.87	1.47	106.68
梢の現存量合計	181.99	488.01	359.39	2207.14	2195.63	4012.28	7103.29	4096.35	2337.44	322.26	23303.78

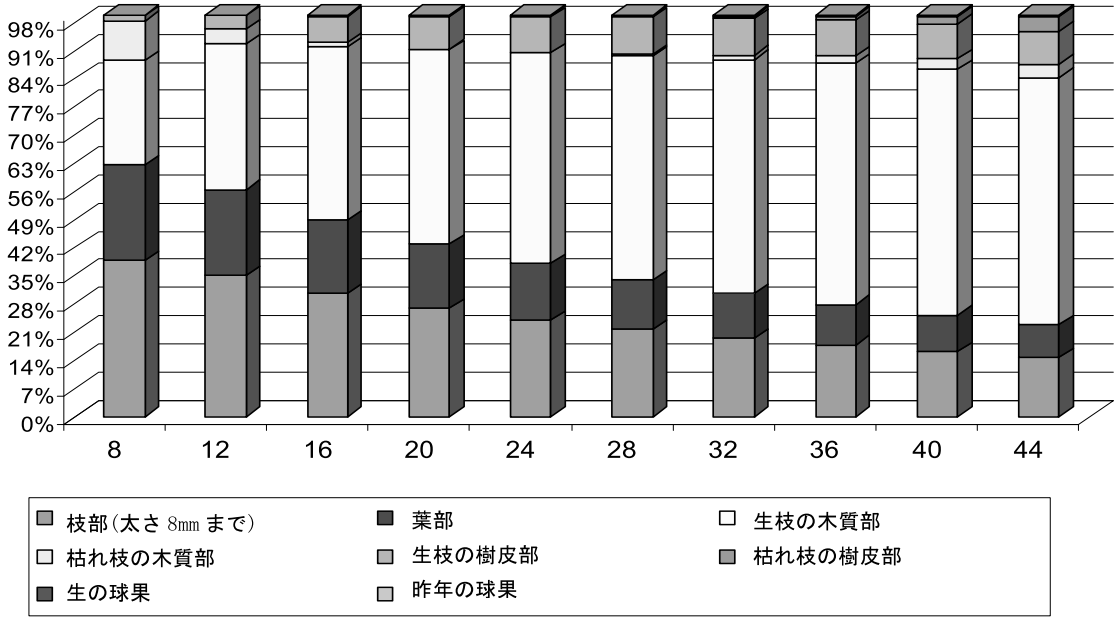
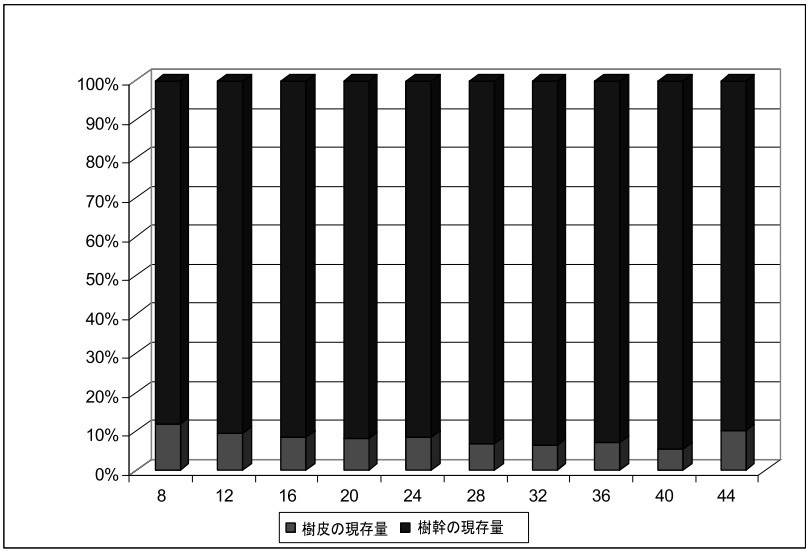


図 3.グイマツ林の梢の現存量の生産性

表 3.グイマツ幹の生産性 0.84ha 当り(t)

現存量の構成部分	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	合計
樹皮の現存量	9.43	45.04	46.05	358.09	426.98	902.08	1799.11	1145.04	707.76	177.99	5617.57
樹幹の現存量	70.44	418.41	499.39	4078.06	4558.22	12217.28	26323.45	14405.4	12263.23	1534.84	76368.72



試験地における幹の太さの程度に応じる梢の現存量と幹の現存量夫々の生産性指標を 1ha に当たって計算した。転換係数を用い乾燥現存量から炭素吸収量を算出した。一般に通用する転換係数が使われ、枝(太さ 8mm まで)と葉部の係数は 0.45、樹幹などの構成部分の係数は 0.5 とした。計算の結果は表 5 参照。

表 4. グイマツ人工林の地上部の現存量と炭素吸収量(t/ha)。

現存量の構成部分	枝(太さ 8mm まで)		枝の樹皮	生枝の木質部	枯れ枝の木質部	生の球果	前年の球果	梢の現存量合計	幹の樹皮部	幹の木質部	幹の現存量合計
	合計	葉部									
絶対乾燥物、t/ha	2.01	1.45	0.89	6.50	0.18	0.00	0.06	11.09	5.59	76.36	81.95
炭素吸収量、t/ha	0.90	0.73	0.40	3.25	0.09	0.00	0.03	5.45	2.795	38.18	40.97

炭素吸収能力を対象とするグイマツ林人工林とグイマツ自然林の比較分析。

表 5 はグイマツ自然林地上部の現存量による生産性の調査の結果及び 2 ヵ所の試験地帯において吸収された炭素の算術平均的指標を含む。

表 5. グイマツ自然林の地上の現存量の生産性と炭素吸収量(t/ha)。

現存量構成部分	枝(太さ 8mm まで)		枝の樹皮	生の枝の木質部	枯れた枝の木質部	生の球果	前年の球果	梢の現存量合計	幹の樹皮部	幹の木質部	幹の現存量合計
	合計	葉部									
絶対乾燥物、(t/ha)	1.06	0.46	0.71	3.64	0.48	0.00	0.05	6.34	4.86	71.58	76.33
炭素吸収量、(t/ha)	0.48	0.21	0.36	1.82	0.24	0.00	0.025	3.1	2.43	35.57	38.17

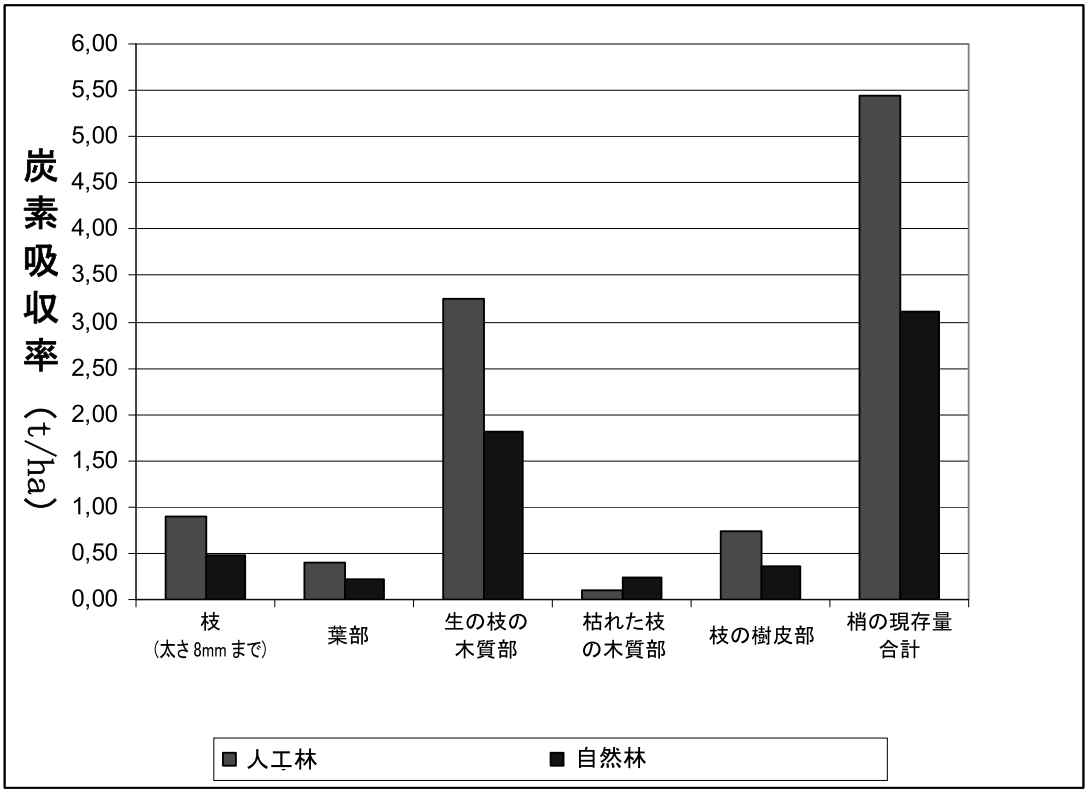


図 5. グイマツ人工林とグイマツ自然林における炭素吸収量(梢の現存量)

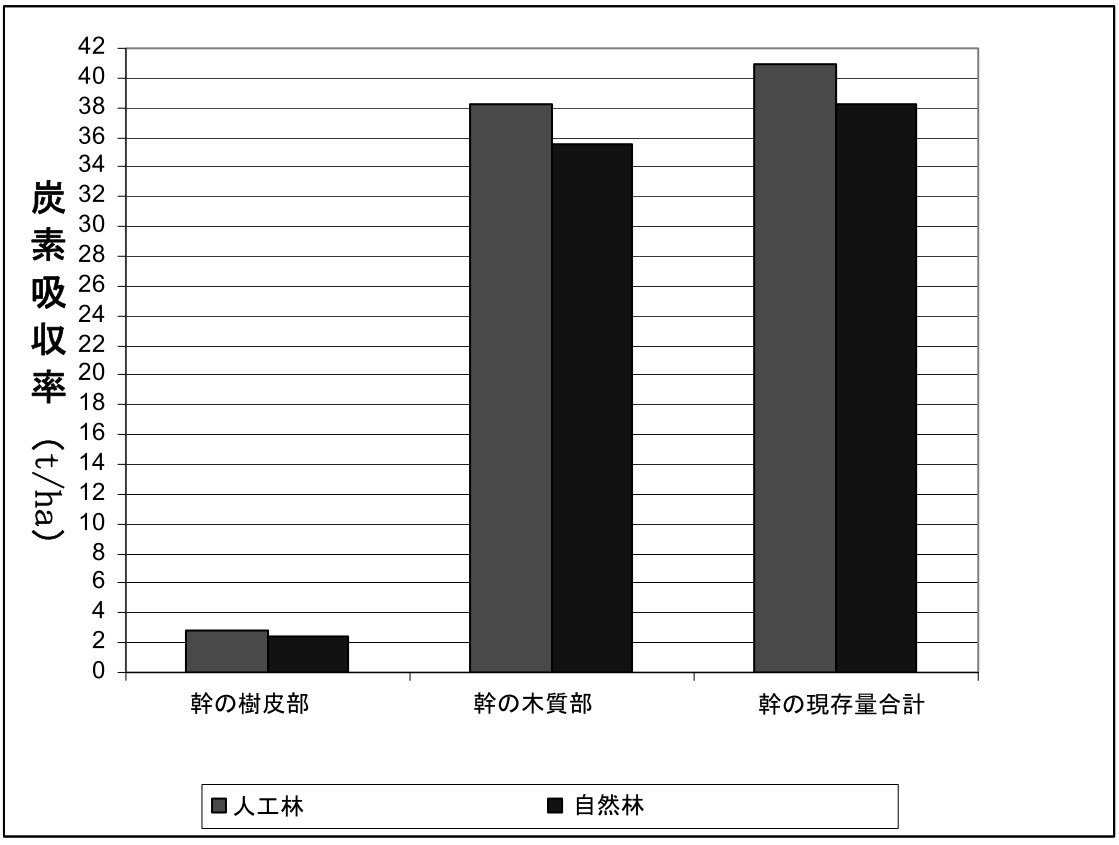


図 6. グイマツ人工林とグイマツ自然林における炭素吸収量(幹の現存量)

図 5～6 のデータを分析した結果で、グイマツの人工林は自然林より大気から多く炭素を吸収することが分かる。とりわけ:

1. 枝部(太さ 8mm まで)　　:47%多い;
2. 葉部　　:48%多い;
3. 生枝の木質部　　:44%多い;
4. 枯れた枝の木質部　　:2.6 倍少ない;
5. 枝の樹皮部　　:51%多い;
6. 合計の梢の現存量　　:44%多い;
7. 幹の樹皮部　　:13%多い;
8. 幹の木質部　　:7%多い;
9. 幹の現存量合計　　:75 倍多い;
10. 合計　　:19%多い。

植栽木は起原や生長などの一部の基の要素で自然に生えている樹木と著しく異なっている。最も重大で特別な相違として次の点が挙げられる:

1. 樹木の初期生長が周りの環境の一部的変更の中で起こること;
2. 同年齢;
3. 樹木が地帯の中で均等に位置していること。

本文で課題を定めることによって、これから益々深刻になる問題に注目を引くことを希望している。ロシアの木材工業や森林業者が経営・管理対策の「環境化」に実際に関心を表す場合、上述の課題は特に重大になる。

９．ハバロフスク地方におけるヨーロッパアカマツの造林の経験

―シベリアの高品質アカマツ林保続に必要な植林木―

カンツェレワ A. A.　ヴィヴォドツェフ N.V.

ハバロフスク地方と沿海地方で 1948 年に始まった大量の植林の際（トレグボフ G.A.、1953 年）、国内の様々なところから持ち込んだヨーロッパアカマツの種子や苗木は同様でないことに気づいた。このことにより、極東の条件下で植林されるヨーロッパアカマツのいかなる地理的系統が若木の状態で最も丈夫であるか、また将来高級な木材を生産するためにも調査をする必要があった。つまり、十分価値あるヨーロッパアカマツを生産するために、ロシアのいかなる地域のヨーロッパアカマツの種子が極東の地域に適するかについて導入適否試験が必要になった。

試験植林では 40 箇所以上のところから営林署が持ち込んだ産地別の種子を使った。本編では様々なところで行った植林の結果を分析する。

アムール州、チタ州、イルクーツク州、ハバロフスク地方、ヤクート共和国、ブリャート・モンゴル自治共和国からの種子は極東森林種子管理局（ハバロフスク市）を通して受領した。1949 年の栽培は 1948～49 年の収穫の種子、1950 年の栽培は 1949～50 年の収穫の種子、1952 年の栽培は 1951～52 年の収穫の種子を使った。クイブィシェフ州からの種子は直接にクイブィシェフ営林署より受領した。

種子を産出する個々の地方は他の地方から十分に離れ、それぞれは独特の地形・地理的条件を有している。種子は自然環境の異なっているところから集められ、その中に永久凍土帯のタイガ（チタ州の北部、アムール州の北部、ヤクート自治共和国全体）、縁ヴォルガ地方の森林ステップ地帯（クイブィシェフスキイ営林署）、ゼヤ・ブレヤ平野（アムール州のスヴォボドネンスキイ営林署）、外バイカル地方（アチンスキイ営林署、オロビャンニンスキイ営林署、アクシンスキイ営林署、クィリンスキイ営林署、アルグンスキイ営林署、ザイグラエフスキイ営林署、チェルヌィシェフスキイ営林署などチタ州の南部とブリャート・モンゴル自治共和国の営林署）が述べられる。

しかし、地理的・自然条件が著しく異なっていても種子の質が発生地域に依存することは明らかに究明されなかった。夫々の地域から持ち込んだ 1000 個の種子の重量は主に 6.0～5.2g で、最大重量は 6.3g、最小重量は 4.6g とされていた。例外はチタ州オロビャンニンスキイ営林署から受領した種子だけだった。その 1000 個の種子は 9.1g（1949～50 年）と 7.1g（1952 年）だった。またクイブィシェフ州クイブィシェフスキイ営林署から受領した一部の種子が 6.1g（1949～50 年）の重量をした。

ヨーロッパアカマツの地理的な栽培を行った地帯は極東の針葉樹と広葉樹の混合林の端の区域にあり、夫々の区域は独特の自然・地理的条件を有している。ハバロフスク市の近くにあるヘフツィル営林署（N 48° 15'、E 135° 15'）はヘフツィル山脈の中、ウスリー川の下流地域 、混合林の北部の区域に位置している。ここは大陸性・モンスーン性気候であるが、気温条件では厳しい。

結 論

1958 年に行われた上述の栽培の観測の結果で次のことが分かった。最も不満な結果はヤクート共和国、特にN61° から以北の地域でできた種子から育ったヨーロッパアカマツが示した。アカマツのヤクート種は極東地域にうまく慣れないし遅いテンポで成長し、将来の成長の好転がなかなか見られない。若いヨーロッパアカマツの成長の過程で観察された特徴をまとめて、アムール州及びチタ州の森林ステップ地帯でできた種子が優先性を有すると決断した。ハバロフスク地方の南部でヨーロッパアカマツを栽培するために、上述の地方、とりわけシマノフスキイ営林署、ゼイスキイ営林署、ティグディンスキイ営林署、シルキンスキイ営林署、チェルヌィシェフスキイ営林署、ネルチンスキイ営林署、スレテンスキイ営林署、カルィムスキイ営林署並びにその隣にある営林署で集めた種子を使った方がいいと思われる。最も望ましいのはアムール州の種子である。沿ヴォルガ地方（クイブィシェフ州）の種子から育つヨーロッパアカマツはハバロフスクの周辺で比較的に無事に成長しているが、若い時に太陽光による障害を受けやすい。よって、沿ヴォルガ地方の種子を極東地域で使うのは合理的ではないらしい。イルクーツク州（トゥルンスキイ営林署）からの実生苗は好結果を示した。異なっている種子を使っても、森林に栽培してから4～5 年すると、成長の最初の段階で見られた差異はだんだんなくなることが注目をひく（例外はヨーロッパアカマツのヤクート種）。この年齢に達すると苗木は太陽光による障害に耐性を得たようになる。おそらく、気候順応の初期の段階を通って、新しい成長の条件に慣れるからである。次の成長の段階ではヨーロッパアカマツの苗木の地理的発生の差異は幹や梢の形成の特徴として現れる。その差異に関しては次回の調査報告にて分析する。

10. ロシア沿海地方におけるチョウセンゴヨウ（*Pinus koraiensis*）の保続管理

—300 年の経営期間を要する極東アジアの森林—

ヴィヴォドツェフ N.V.
小林亮介

1 ロシア沿海地方のチョウセンゴヨウ林

沿海地方最大のチョウセンゴヨウ林はメリニチノエ営林署に存在し、1986 年の面積は 200,137ha、木材蓄積量は 57,184 ㎥、平均蓄積量は 284 ㎥/ha であった。しかし、その内の 23.000 ha が森林経営区より自然保護区への変更により、2011 年の面積は 178,333 ha、木材蓄積量は 43,888 ㎥となり、平均蓄積量は 246 ㎥/ha に減少した。さらに基本利用伐採により 1986 年から 2004 年までの森林経営期間の 18 年間において生産性は 38 ㎥/ha に減少した。このような事が続くと、次期森林経営期間の 2022 年までに、さらに 38 ㎥/ha の生産性の減少が危惧される。

当営林署ではチョウセンゴヨウの老齢木主体の択伐であるため、若齢林には択伐による影響はない。現在の材積構成比は若齢林が 0.16%、壮齢林が 0.22%、成熟林が 2.72%で、残の 96.9%は老齢過熟林となっている。

択伐対象が老齢過熟木であるためチョウセンゴヨウ林は若齢化し、平均樹齢は 232 年から 204 年になった。大部分の地帯のチョウセンゴヨウは混交率が 3～4 割で、その樹冠被覆面積比は 0.5 である。チョウセンゴヨウを含め、その森林再生は十分可能である。

イワシキビチ B.A.とコレスニコフ B.P.は極東地域のチョウセンゴヨウの保続管理を容易にするため、その森林発達を樹齢と生育状況から表1の様な8段階分類を行った。

表1 極東地域のチョウセンゴヨウ林発達段階

（イワシキビチ B.A.とコレスニコフ B.P. 1956 年）

森林の発達段階	現世代林の状況	前・次世代林の状況
第1段階	樹齢 5年～40年 若齢木が被圧を受ける段階	（6 成熟林）
第2段階	樹齢 41年～80年 若齢木が従属段に進入の段階	（7 立枯れ林）
第3段階	樹齢 81年～120年 壮齢木が第1段に進入の段階	（8 破壊林）
第4段階	樹齢121年～160年 壮齢木の幹直径が増加する段階	（8 破壊林）
第5段階	樹齢161年～200年 成熟木が最も大きな分布を占める段階	
第6段階	樹齢201年～240年 成熟木が枯死し始める段階	（1 若齢林）
第7段階	樹齢241年～280年 立枯れの発生、前世代の集中枯死段階	（2 若齢林）
第8段階	樹齢282年～320年 支配する世代の縮退の段階	（3 壮齢林）

チョウセンゴヨウの成長の段階とは森林生物相互生活の内部の矛盾を含め自然の要素または人間活動の影響のもとで同じ地域に起こる樹木・低木の種類相の連続的な段階と定義し、各段階の最終部分では明確な樹木種構成の変化が観察される。またチョウセンゴヨウ林の生態系の段階的な発達は連続する事から、段階と段階の境界を客観的に確定するのは困難である。なお経済活動による森林の伐採は発展の連続性を乱している。

現在のメリニチノエ営林署の森林は森林法における第1グループ自然保護区等禁伐地区と傾斜の急な森林を除いて人間の活動圧を受け、成長の段階に混乱が生じ、具体的な地帯の森林発達段階判定は困難である。

メリニチノエ営林署のチョウセンゴヨウ林発達段階の各面積は、第1段階と第2段階が438ha、第3段階が1,721ha、第4段階が37,395ha、第5段階が87,312ha、第6段階が41,103ha、第7段階が10,364haとなっている。この区別は概略分類であるが、伐採により森林の発達段階に混乱した森林を調整し、チョウセンゴヨウ林再生を目指す具体的な対策や経済方針を定めることが可能である。



図1. チョウセンゴヨウ林の発達の第 5 段階

2 チョウセンゴヨウ林の成長の法則性

成長経過、樹高、胸高直径などをモデル林で調査したところ、成長速度、胸高直径、材積、樹種数の指標には大差が見られなかった。従って、チョウセンゴヨウは段階および林齢構成にかかわらず分布圏内の成長はほぼ等しく、その生長に対して内因性の要素も外因性の要素も影響を与えないと判断した。チョウセンゴヨウは他の樹種と異なり成長サイクルに長期間を要する事から成長経過調査は係数を用いた。この方法により森林の成長の多様性を比較できる程度まで単純化が可能になった。表2の成長係数は平均値である。

成長係数の分析の標準化のために次の指標を用いた。

a)樹高はミットチェルリフの方程式を適用

$h_j = h_{max} (1 - e^{kA})^m$ 、

h_j：成長のタイプによる高さの相対的な指標、h_{max}：具体的な成長のタイプにおける相対的な最大樹幹投影面積比で指数は 18.46

A：樹齢（年）、K：定数（k_2：0.0073）、m：定数（m_2：1.5241）

b)胸高直径は 4 次方程式を適用

$d_j = 0.606A - 0.1385A^2 - 0.01754A^3 + 0.0232A^4$ 、

d_j:胸高直径の相対的な指標、A:樹齢

c)胸高樹幹係数は 5 次方程式を適用

$f_j = 2.73 - 0.565A + 0.6070A^2 - 0.0042A^3 + 0.0012A^4 - 0.000001A^5$、

f_j:胸高樹幹係数の係数、A:樹齢、条件:30 年 ≤ A ≤ 290 年

表2.森林査定上の基本指数の平均係数

樹齢(年)	査定の指標の平均係数			
	樹高	胸高直径	胸高樹幹係数	樹木の本数
10	0.032	0.054	2.700	2.730
30	0.154	0.152	1.567	2.170
50	0.302	0.296	1.215	1.880
70	0.455	0.445	1.058	1.670
90	0.604	0.594	1.008	1.495
110	0.744	0.737	1.006	1.309
130	0.873	0.874	1.003	1.145
150	1.000	1.000	1.000	1.000
170	1.095	1.116	0.999	0.880
190	1.189	1.220	0.994	0.769
210	1.272	1.313	0.982	0.676
230	1.345	1.397	0.980	0.595
250	1.410	1.473	0.979	0.534
270	1.467	1.546	0.976	0.477
290	1.516	1.618	0.974	0.430

備考:データの処理は係数方法を用い、樹高、胸高直径、胸高樹幹係数は 87 本の幹の成長の指標の分析に基づいた。立木本数の係数はモイセエンコ S.N.による成長過程表(1966)に従い、110 年の生立木減少指数は外挿法を用いた。

立木本数は 3 次方程式を適用

$N_j = 2.6 - 1.49A + 0.311A^2 - 0.0180A^3$、

N_j:立木本数指数、A:樹齢、条件:110 年 ≤ A ≤ 290 年

ミットチェルリフの方程式の有意水準よりチョウセンゴヨウの樹高成長曲線の変曲点 Ax

$Ax = 1/klnm$

k:樹高成長逓減樹齢、ln:自然対数、m:植物群落の条件的な面積と体積の比

チョウセンゴヨウの樹高成長曲線の変曲点は樹齢 58 年よりあらわれ、シベリアマツの森林の等級 I^a の場合は 15 年、 森林の等級 V^6 の場合は 53 年と異なっていた(セメチキン、ポポワ、1977)。

コフマン、クジミチェフ、フレボプロス（1979 年）のパラメーターを比較すると、シベリアマツの樹高成長逓減樹齢がチョウセンゴヨウと同じであるのに対しシベリアマツの全層群落の容量指数と面積の比が大きくなる事はシベリアマツがより早期に生理的成熟齢に達成する事になり、従ってチョウセンゴヨウよりシベリアマツが若齢林となる。

3 チョウセンゴヨウ基準林における成長経過

この規準林の定義は上層木、下層の植物や貴重種、絶滅危惧種などを含む自然複合体と考えた。極東地域におけるチョウセンゴヨウ林の極相状態は歴史的に既知で、その方向に向かう森林管理業務の継続が必要である。このために規準林を多数設定する事が以前の生産性復活に必要と考えた。現在考えられる可能な方法は、規準林を確定し、貴重な森林に分類し、チョウセンゴヨウの優先的役割を認めた経営管理を実施することである。

チョウセンゴヨウ林の択伐方法に大差のないことから、択伐後に樹冠疎密度を 0.5 の環境にし、チョウセンゴヨウを優先させることが必要である。このような事業の展開は、成長係数に由来する最大収穫指数の結果からも、チョウセンゴヨウ林の生産性を以前のレベルに回復させる事が可能と考えた。

世界の経験によれば、再生可能な資源に対し、その価値が高まれば保続に必要な投資機運がおこり、再生の努力がなされ資源減少を回避できる。

チョウセンゴヨウの規準林における解析の結果、木材資源の他に、経済価値のある食用チョウセンゴヨウの松の実の収穫は 170 年が最適収穫樹齢で、その収穫期間に範囲があり、少なくても多くてもその収穫量は減少する。このため樹齢特性を考慮する必要がある。

4 モデル林におけるチョウセンゴヨウの成長経過

メリニチノエ営林署のチョウセンゴヨウ林の査定指標の変動を求めるために基準林総数 430 の調査地を用いた。表 3 は調査地を森林の種類及び年齢階級で分類し、同齢階級内で査定指標の平均化を行った。

チョウセンゴヨウ林の最大樹齢は 290 年、材積の平均成長は 1.1～1.3 ㎥/ha/年、現時点の成長は 0.2～2.7 ㎥/ha/年で、本数密度は樹齢 130 年が 3.3 本/ha から 230 年の 5.6 本/ha となっていた。この結果を 1966 年のモイセエンコ S.N.の結果と比較すると本数で 1.6 本/ha、樹高で 5～12%、胸高直径で 11～19%。蓄積量は 5～10%多くなっていた。この森林における現時点の成長は、チョウセンゴヨウの樹冠投影面積比が 0.6 からその密度が少し下がる 0.4～0.5 になると成長率は 10～30%多くなっていた。従って択伐を行ったチョウセンゴヨウ林は十分な回復力を有すると考えた。

しかし、これらの森林が 1986 年の平均蓄積量 552 ㎥/ha まで回復させる事は、近い将来も遠い将来も困難と考えている。択伐後のチョウセンゴヨウ林の活力はチョウセンゴヨウの占める率やその樹冠被覆面積比に依存する。択伐地に残す立木密度が高ければ、択伐後の生産性が高まり択伐前の水準に近い状態に戻すことが容易である。

チョウセンゴヨウ林は多様な傾斜地形や様々な標高で生育している。森林の生産性と標高さの間に密接な相互的関連があるという意見があるが、今回の調査で確認できなかった。

森林の等級Ⅵのチョウセンゴヨウの生産性は、樹冠投影面積比の t が 20.0、樹齢の t が 3.0、林内の構成樹木のうちチョウセンゴヨウの割合の t が 2.5 と依存関係にあり、複数の回帰を示している。標高によるチョウセンゴヨ

ウ林蓄積量への影響は t=0.2 のため未確定とし、標高増加に伴うチョウセンゴヨウ林生産性の上昇傾向に関連性が低いと判断した。

チョウセンゴヨウ林生産性の法則性は以下の式を適用し、0.94 の高い相関係数が確認できた。

$M_{K-VI} = -75.1 + 488.91 П + 0.25A + 6.22C_к - 6.13 Б$;

M_{K-VI}:生産性(㎥/ha)、П:樹冠被覆面積比、A:樹齢(年)、 $C_к$:全樹種中のチョウセンゴヨウの割合、Б は森林の等級:II-3、III-4、制限条件:0.4 ≤П≤ 0.9、180 年≤A≤380 年、10%≤$C_к$≤80% 、Ⅲ≤Б≤Ⅳ、森林の等級は、1990 年著者作成の「チョウセンゴヨウ林における経済活動の指示書」を用いた。

このような法則性はチョウセンミネバリ(*Betula costata*)(K-IV)を含むチョウセンゴヨウ林においても同様な回帰式が得られた。

$M_{K-VI} = -35.3 + 446.68 П + 0.41A - 16.87 Б + 2.92C_к$

制限条件:0.3≤П≤0.8、 160 年≤A≤400 年、Ⅲ≤Б≤Ⅳ、20%≤ $C_к$≤70%. 相関係数は 0.97、標準誤差は 14.7 ㎥、有意水準 5%。

また t 検定では樹冠投影面積比が 23.4、樹齢が 2.7、森林の等級が 2.6 となった。標高による影響は t=0.5 であるため確定されなかった。

上記の式で得られたチョウセンゴヨウ林の生産性の指標をモイセエンコ S.N.による収穫指標(1966)と比較すると、誤差が 5～27%であった。

表3　チョウセンゴヨウ林収穫指標

樹齢（年）	樹高（m）	胸高直径（cm）	立木数（本）	胸高樹幹係数（×0.001）	胸高断面積合計（m^2/ha）	材積量（㎥/ha）	材積量の変動（㎥/ha）		倒木		全立木			種子生産量		
							平均	現時点	倒木の本数/ha	貯蓄量（㎥）	生産量合計（㎥/ha）	合計の増加（㎥/ha）		10年平均		種子の平均増加、kg/ha
												平均	連年成長	千個	kg/ha	
10	0.7	−	1000	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
30	3.4	5.2	721	698	1.53	3.6	0.12	−	279	−	3.6	0.10	−	−	−	−
50	6.7	10.1	601	558	4.81	18.0	0.36	0.72	120	0.8	18.8	0.38	0.76	−	−	−
70	10.0	15.2	517	471	9.38	44.2	0.63	1.31	84	2.5	46.8	0.67	1.40	−	−	−
90	13.4	20.3	448	449	14.49	87.2	0.97	2.15	69	6.0	93.2	1.04	2.32	0.77	57.8	0.64
110	16.5	25.2	392	448	19.54	144.4	1.31	2.86	56	11.6	158.0	1.44	3.24	1.37	109.3	0.99
130	19.4	29.9	344	447	24.14	209.3	1.61	3.24	48	19.7	229.0	1.76	3.55	1.92	153.6	1.18
150	22.2	34.4	303	446	28.15	278.7	1.86	3.47	41	30.5	309.2	2.06	4.00	2.26	181.0	1.21
170	24.2	39.5	268	444	32.82	352.7	2.07	3.70	35	44.2	397.0	2.34	4.40	3.64	290.8	1.71
190	26.4	42.0	238	443	32.96	385.4	2.03	1.64	30	59.2	444.6	2.34	2.38	3.74	276.8	1.46
210	28.2	44.9	212	437	33.55	413.4	1.97	1.40	26	75.2	488.6	2.33	2.20	3.94	267.9	1.28
230	29.8	47.8	189	436	33.90	440.4	1.91	1.35	23	92.2	532.6	2.32	2.20	4.14	265.0	1.15
250	31.3	50.4	169	435	33.70	458.8	1.84	0.92	20	110.0	568.8	2.28	1.80	3.71	215.3	0.86
270	32.5	52.9	152	435	33.39	472	1.75	0.66	17	128.4	600.0	2.22	1.56	3.56	184.9	0.68
290	33.7	55.3	137	434	32.89	481.0	1.66	0.45	15	147.0	628.0	2.17	1.40	3.00	154.0	0.53

試験地におけるチョウセンゴヨウ枯死木の量と森林の等級、樹齢、標高との依存関係を求めた。回帰分析の結果、枯死木の蓄積量に最も影響を与えるのは標高(t=2.5)、森林の等級(t＝2.0)、K-VI 類森林の場合にはチョウセンゴヨウの密度(t＝1.9)である。年齢、樹冠投影面積比の影響は 1%まで確認された。

枯死木の蓄積量は下記の式により求める。

$M_{сух.K-VI} = -30.77 + 12.07Б + 0.05H_{ур.} + 3.82C_к$、　$R_{mn.} = 0.43$

$M_{сух.K-IV} = -49.28 + 13.15Б + 0.098H_{ур.} + 1.41\ C_к$、　$R_{mn.} = 0.54$

Б は森林の等級、$H_{ур.}$は標高、$C_к$ は全樹種中のチョウセンゴヨウの割合。

制限条件：Ⅲ≤Б≤Ⅳ、60m≤ $H_{ур.}$≤600m、20%≤ $C_к$≤70%

$R_{mn.}$は樹木の年齢、樹高、1.3m の高さにおける胸高直径の 3 つのデータ間の相関係数。数値が高いほど 3 つのデータ間に関連性があることを示す。

強度の異なる択伐は森林の生産性とその後に起こる立木の枯死に影響を与える。チョウセンゴヨウ枯死木量は森林の等級、標高とチョウセンゴヨウ密度の3変数を用いた回帰分析により、その依存性が確定できた。相関の係数は0.42、f検定では5.05、評価の基準誤差は20.6㎥、方程式の有意水準は5%までの確実性を示した。

森林の等級Ⅵにおけるチョウセンゴヨウ林蓄積を求める回帰方程式

$M_{отп} = -38.49 + 12.29Б + 0.056\ Hу_{р} + 3.20C_К$

$M_{отп}$は林内の倒木、落枝を含めた蓄積。

上記の方程式に基づいて実践の活動のために表 1)を作成した。この事により森林の標高が上昇するに従い倒木が増加する事が明らかになった。

この事は択伐の実施は通常低地より標高の高地に向かい作業が展開されるが、この結果から考えると高位置より低位置に向かい作業を展開する方が資源を有効に活用できると考えた。この理由として成熟木や過熟木を残しても、残したチョウセンゴヨウの成熟木や過熟木は枯死木を増加させるのみである。

チョウセンゴヨウ林では樹齢と胸高直径の間の相関は高い。現在のチョウセンゴヨウ林は若齢の方に向かっているため、胸高直径と樹齢との関係を分析する必要である。

表3より、胸高直径の成長速度は0.31～0.36cm/年となり、樹齢と関係なく一定である事が明らかになった。チョウセンゴヨウ林の発達段階が上位に移行するに従い胸高直径成長量が増加するという従来の説は、今回の調査においてその傾向は55年生の場合は0.25cmで、188年生は0.40cmのようにわずかであった。胸高直径肥大速度の大きなものは胸高直径が最大のチョウセンゴヨウであった。

また胸高直径の成長スピードは樹齢や胸高直径の増大に関わらず択伐が可能になることを立証している。この事は伐採後の10年を経過した試験地帯で収集したデータが示している。択伐後の最近の5年と10年内の40本の標本木の胸高直径増加の複数回帰分析でその増加に対する樹木の年齢、樹高と1.3mの高さにおける胸高直径の関係はR_{mn} = 0.31 ～ 0.38で、相関が弱いことが明らかになった。同時に森林の発展の全期間にわたっての胸高直径増加の平均指標は有意水準5%の水準において次の指標に定められる:

r_{cp} ＝1.03 － 0.0081A + 0.0039$L_{κp}$ + 0.014D

全成長期にわたる樹齢、樹高と胸高直径の関係：R_{mn} ＝ 0.78

r_{cp}：全成長期にわたっての胸高直径平均増加量（cm）、A：樹齢（年）、 $L_{κp}$：下枝より梢端までの高さ（m）、D：胸高直径（cm）

択伐後の初期の数年間は森林が環境圧を受け、生じた森林のギャップが次第に復活するにともないチョウセンゴヨウの事は胸高直径成長が回復する事は、その後の5年間の決定係数の増加によって確認された。また同様な結果は他の試験地でも得られ、伐採後の15～20年内の最後の5年と10年において胸高直径肥大増加が明らかになった。従ってチョウセンゴヨウは15年で生産機能を復活させた事になる。

よってチョウセンゴヨウ林の択伐は、択伐前後の胸高直径肥大率が3～5%から15年を過ぎると6～8%になる事により、択伐によるチョウセンゴヨウの成長回復期間は15年と推定した。その期間に森林は新しい環境に順応する。伐採により生じた森林のギャップ修復は基本的に針葉樹と広葉樹によってなされる。この事により適度の択伐がなされた場合、以前の森林蓄積に回復する期間は30年となる。

胸高直径成長量を求める式を以下に示す。

$Z_{5年}$ ＝ 0.94 －0.0087A_5－0.047H_5 + 0.0880 D_5 + 0.0141L_{K5}

$Z_{10年}$ ＝ 1.257－0.0084A_{10}－0.103H_{10} + 0.0974D_{10}+ 0.0824 L_{K10}

H：樹高（m）、D：胸高直径（cm）、L_K：下枝より梢端までの高さ（m）

$Z_{5年}$は最近 5 年間の胸高直径成長量、$Z_{10年}$は最近 10 年間の胸高直径成長量。

択伐後の 9 年間のチョウセンゴヨウの胸高直径の増加を検討した結果、択伐による回復を胸高直径が増加傾向にあり、択伐に適用できる立木を A、適用不可能な立木を B、周囲の立木の肥大生長を抑制する立木を C とする 3 種に分類できた。比較は伐採後 10 年以上経過し同様の定期的な生長をもつものと行った。このような分類で立木材積の 30%択伐の場合は A のグループの立木が 41%、B が 44%、C が 15%で、立木材積の 50%択伐の場合は A が 57%、B が 31%、C が 12%となる。

従って収穫率の増加により択伐に寄与する立木の本数が増加し、逆に択伐に適応できない立木本数が減少する。試験中に選別したグループの樹木の樹齢はほぼ同一でありこの地域を形成する全ての世代の立木に適応される。試験地の立木の中で 25%の樹木が著しい成長の回復を示した。伐採後 8～9 年後には平均的な成長量に比べ 1.8～2 倍に増加し、伐採後の 2 年間内の平均成長率が伐採前の指標と等しくなった。択伐木以外の立木はストレス受けた状態が 1～2 年間続き、その後 4～5 年間は択伐前と胸高直径の肥大生長は伐採前と同じくなり、この期間を経過すると成長速度は速くなる。B に分類される択伐に適用されない立木の 44～54%の直径肥大は 0.5mm/年という最低の成長を示した。他の立木は択伐後の 4 年間の直径成長率はわずかに減少した。

５．結論

１：択伐は森林全体の生産性に対し著しい影響を及ぼさない。

２：最近の 20 年の試験地における、5 年間毎の胸高直径の成長量は 0.34、0.31、0.42、0.42cm になり、樹齢 150 年の胸高直径の成長量は 1.46%、1.33%、1.81%、1.81%となった。

３：択伐の対象となった地帯の 5 年間毎の成長量は 0.86、0.63、0.54、0.38cm となった。

４：平均に対する割合は 3.89%、2.85%、2.44%、1.72%となった。これに近い指標は 20 年前、すなわち伐採前の状況である。従って、最近の 5～15 年で伐採が行われた森林では伐採が行われなかった森林に比べて胸高直径の成長のテンポが速くなり、胸高直径増加速度の上昇にもかかわらず、以前の森林の生産性が復活しないなどの問題点が明らかになった。

試験地帯での木材蓄積は 555 ㎥/ha で、その中の 452 ㎥/ha がチョウセンゴヨウである。伐採を行った地帯では木材蓄積は 234 ㎥/ha で、その中の 162 ㎥/ha がチョウセンゴヨウである。$P_v \approx 3P_d$（P_v は材積の増加率、 P_d 胸高直径の増加率）に基づいて 5 年間のチョウセンゴヨウの材積増加を求めたところ、12.6 ㎥/ha/5 年となった。後の 100 年以内に不可避な倒木を考慮しない成長は 250 ㎥/ha/100 年となり、合計 414 ㎥/ha/100 年でとなり、それは試験地帯の指標より 10%少ない。従って、積極的な伐採がチョウセンゴヨウ林の生産性の低下をもたらすと結論せざるを得なくなる。1986 年から 2004 年の 18 年の調査期間以内においてチョウセンゴヨウ林の平均木材蓄積料が 38 ㎥/ha に減少した。の調査期間以内においてチョウセンゴヨウ林の平均木材蓄積料が 38 ㎥/ha に減少した。同様な現象は他の針葉樹においても見られる。択伐は森林の成長に配慮した策定が必要である。

参考文献

１） Н.В.Выводцев Особенности роста, строения и продуктивности кедровых лесов модельного леса "Гассинский"

Модельный лес "Гассинский" Проблема организации много целевого лесопользования Хабаровск 1999 с 99-109

＊ ＊ ＊　著 者 紹 介　＊ ＊ ＊

1. 日本の私立大学の植林活動

— 環境教育と大学運営に必要な大学林 —

慶應義塾大学　名誉教授　工学博士　　長島　昭

2. 新しい森林の利用

— 極東ロシアの森林で考えた熱帯林の新しい時代 —

ボルネオ大学　大学アドバイザー　博士（農学）　本江　一郎
ボルネオ大学　学長　博士（農学）　アブドール・ジャバルシャ

3. インドネシア熱帯林経営の FSC 認証林の様子

— 永続的森林利用の活動事例 —

特定非営利活動法人　むさしの・多摩・ハバロフスク協会　理事長　安藤　栄美
ボルネオ大学　大学アドバイザー　博士（農学）　本江　一郎
ボルネオ大学　講師　林学博士　有薗　健志

4. 森林利用のあり方と土砂水理学

— 水文学からのアプローチ —

名城大学理工学部建設システム工学科　准教授　博士（工学）・博士（農学）　新井　宗之

5. 極東地域におけるトドマツ・エゾマツ森林の管理概念

— 環境保全の立場からの考察する森林管理とは何か —

ロシア太平洋国立大学付属
自然利用・環境大学　木材調達と加工技術学科　准教授　工学博士
カザコフ・ニコライ・ヴラジミローヴィッチ
自然利用・環境大学　学長　工学博士　リャブヒン・パーベル・バリソーヴィッチ
自然利用・環境大学　木材調達と加工技術学科　大学院　博士課程
ブルロフ・アレクサンドル・ニコライヴィッチ

6. ハバロフスク州における持続可能な森林利用の方法の一つとされる木材原料の合理的利用

— 環境保全に必要な森林資源利用の組み合わせ —

ロシア太平洋国立大学付属
自然利用・環境大学　生活活動の環境・安全学科　学科長　准教授　工学博士
マイオロワ・リュドミラ・ペトローヴナ
自然利用・環境大学　学長　工学博士　リャブヒン・パーベル・バリソーヴィッチ

7. 極東地域のチョウセンゴヨウ

— 安全で永続的森林利用の活動事例 —

ロシア太平洋国立大学付属
自然利用・環境大学 森林・森林公園産業学科 学科長 教授 農学博士
ヴィヴォドツォフ・ニコライ・ヴァスェリエヴィッチ

8. 植栽グイマツと天然生グイマツの現存量

— 天然生落葉針葉樹グイマツ保全に必要な植栽グイマツ —

ロシア太平洋国立大学付属
自然利用・環境大学 森林・森林公園産業学科 大学院 博士課程
コシノワ・レギーナ・コンスタンチノヴナ

9. ハバロフスク地方におけるヨーロッパアカマツの造林の経験

— シベリアの高品質アカマツ林保続に必要な植林木 —

ロシア太平洋国立大学付属
自然利用・環境大学 森林・森林公園産業学科 大学院 博士課程
カンツェレワ・アリョーナ・アレクセーヴナ
自然利用・環境大学 森林・森林公園産業学科 学科長 教授 農学博士
ヴィヴォドツォフ・ニコライ・ヴァスェリエヴィッチ

10. ロシア沿海地方におけるチョウセンゴヨウ（*Pinus koraiensis*）の保続管理

— 300 年の経営期間を要する極東アジアの森林 —

ロシア太平洋国立大学付属
自然利用・環境大学 森林・森林公園産業学科 学科長 教授 農学博士
ヴィヴォドツォフ・ニコライ・ヴァスェリエヴィッチ
自然利用・環境大学 森林・森林公園産業学科 大学院 博士課程 小林 亮介

おわりに

このたび、ハバロフスクの太平洋国立大学付属自然利用・環境大学と極東ロシアの自然環境保全および国際交流の推進を目的として協定書をかわし、13 回目となった植林ボランティアツアーの一環として、環境セミナーを開催することができましたことに深く感謝を申し上げます。

国連の定めた『国際森林年』にふさわしく、森林利用の新しい時代への提言を数多く頂き、これからの進むべき道に光を照らすことができたのではないかと確信しています。

2011 年は、わたしたちにとって生涯忘れられない年として心に残ることでしょう。

大震災で、かつてない危機的状態に陥った日本に、迅速にロシアから救援隊が来て下さいました。誠にありがたく、御礼を申し上げます。

私たちは、この環境セミナーと植林活動を続けることにより木の年輪のように、日露の交流を積み重ねていきたいと思います。

今後とも、みなさまのご協力を賜りますよう心からお願い申し上げます。

特定非営利活動法人
むさしの・多摩・ハバロフスク協会
理事長　安藤栄美

むさしの・多摩・ハバロフスク協会のこれまでの活動

1993年　多摩地域の東京都移管 100 周年記念行事「TAMA らいふ 21」のイベントとして 100 人の子ども達がハバロフスクで自然体験実施

1996年　**むさしの・多摩・ハバロフスク協会　設立**

広報委員会発足　　広報紙の準備を始める

第1回　冬季体験団実施（ハバロフスクでお正月を過ごす）

以後 2007 年まで実施

1997年　桜プロジェクト・森林調査団派遣

第1回　夏季訪問団実施　　以後 2002 年まで実施

1998年　会報　プリローダ創刊

第1回　市民植林団実施（ハバロフスク市友好の森で行う）

以後第一期植林は、2007 年まで実施

第1回　冒険キャンプ実施　（キャンプ生活をしながら川くだりや山登りを行う）

以後 2006 年まで実施

1999年　第1回　国内冒険キャンプ実施（最上川で行う）

2000年　ロシア・サロン　開講（ロシア人講師による初級・中級のロシア語講座）

2001年　親子自然体験教室（春・秋に丹沢湖世附フィールドで炭焼等アクティビティを実施）

以後 2007 年まで実施

2002年　観桜会（高尾山にて実施）

2003年　アムール河7OOキロの旅（100 人の子ども達の自然体験から 10 周年記念）

（コムソモリスクからニコライスクまでキャンプ生活で川くだり実施、間宮海峡を眺める）

2004年　第7次植林団の際にシホテアリニ山脈でのタイガ体験実施

2005年　星空キャンプ実施

長野県川上村の武蔵野市立自然の村でハバロフスク渡航者の同窓会キャンプ）

2006年　1O周年記念パーティー、記念誌「シベリア大自然」刊行

2007年　武蔵野市の行政改革により、発展的解消を検討

2008年　**NPO 法人設立総会実施　12 月に認証され翌年 2 月に登記**

新規植林地視察を行う

2009年　第ニ期植林として植林ボランティアツアー実施

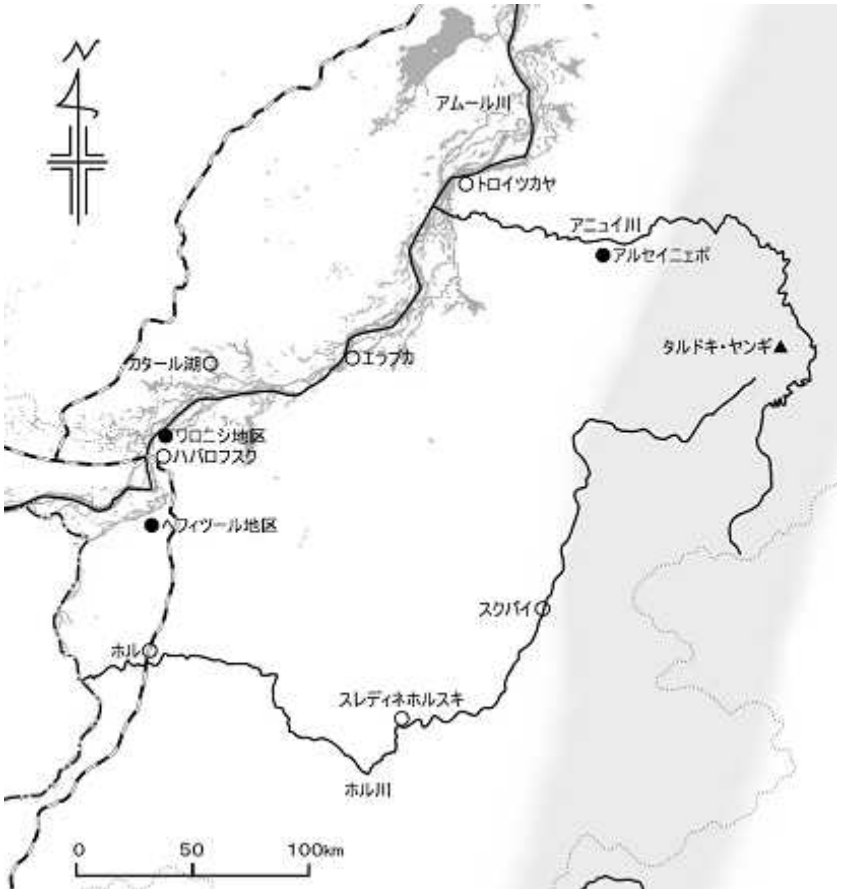
2010年　環境ポスター展示会開催　　緑の少年団交流事業視察を実施

2011年　通算 13 回目の植林ボランティアツアー実施

ロシア太平洋国立大学と共同で環境セミナー実施

活動場所の地図





●が植林場所

2011年植樹ツアー



ハバロフスク州のボルトルシュコ森林管理局長（中央）と、
夏の緑の少年団の国際交流事業について打ち合わせを行った。



ロシア太平洋国立大学自然利用・環境大学部門と環境教育に関する
協力協定書締結記念の食事会でシュクトコ教授よりお祝いのお言葉
をいただいた。



営林署内にある苗床を見学し、植林部長（女性）より説明を受ける。



今年は、学生（三年生）の有志が作業の前に歌を披露して下さった。



「森林利用の新しい時代へ」というタイトルでロシア・日本それぞれ
3名の先生方が講演をおこなった環境セミナー
（太平洋国立大学講堂にて）



環境セミナー開催のご挨拶を、リャブヒン自然利用・環境大学学長
よりいただく。手前に広げてあるのは、大震災の記事が載っている
日本の新聞や雑誌。



ワロニシの友好の森での記念写真。
今年は、ゴミ拾いとダフリアカラマツの防火林を植える作業も行った。

2011. 5. 2～5. 6



高さ70メートルのスパソ・プレオブラジェンスキー大聖堂（キリスト変容大聖堂）の内部。女性はスカーフやフードで頭部を覆って入る。



ヘフツィールの友好の森Ⅱの碑の前で、「さくらさくら」をロシア語で歌う。



友好の森Ⅱでの記念撮影。イワノワ国際交流局長（ハバロフスク市役所）も参加して下さり、ハバロフスクテレビの取材を受ける。





ヘフツィールには、とても気さくな二年生たちが大勢来てくれた。
左端は、今年度から顧問に就任いただく長島昭顧問。



児童センターで環境ポスターを書いてくれた子どもたちに感謝状を贈る。贈呈者は国土緑化推進機構の村上四郎氏。



歌や踊りで歓迎して下さった児童センターの子どもたちと記念撮影。
このあとセンター内をゆっくり見学させていただいた。



ハバロフスク日本センターで日本語を学ぶ学生さんたちと歌やクイズで交流を行った。今年のお弁当には、ロシア風巻き寿司が添えられていた。