

F-2 アジア太平洋地域における森林及び湿地の保全と生物多様性の維持に関する研究

(2) ロシア北方林の生物多様性の解析及び共生系に与える森林撈乱の影響評価に関する研究

農林水産省森林総合研究所

九州支所	鳥獣研究室	小泉 透
北海道支所	天然林管理研究室	鷹尾 元
森林生物部	昆虫生態研究室	長谷川元洋
北海道大学大学院農学研究科		高橋邦秀
北海道大学大学院農学研究科		波多野隆介
北海道大学大学院農学研究科		柿沢宏昭

平成10～12年度合計予算額 22,915千円

(うち、平成12年度予算額 11,331千円)

〔要旨〕ロシア極東のハバロフスク地方において、森林かく乱の再現とその社会経済的背景、森林かく乱が地球環境に及ぼす影響、森林かく乱が生物群集に及ぼす影響について調査した。森林かく乱は1980年代には平野部に近い地域で起きていた。1990年代に入りかく乱面積は減少していたが奥地でのかく乱が増加していた。ハバロフスク地方では地方政府としての森林政策の枠組みがほぼ整い、実効性を高めるための措置が取られてきたが、プーチン政権のもとで大きな揺れ動きが出てきている。環境保全への取り組みがロシア国内の業界の中からも進み始めているが、山村地域における貧困化はより一層深刻の度合いが増していた。CO<sub>2</sub>フラックスと土壌温度の間には高い正の相関があり、伐採地は原生林、択伐林より土壌温度が高くフラックスが大きかった。また、原生林のCH<sub>4</sub>吸収は土壌水分率が上昇しても小さくならないため、伐採地や択伐林よりフラックスは高かった。調査地では人為起源の酸性化物質の流入が大きことが示された。伐採地の土壌はプロトンが蓄積し酸性化しており、林地でも少なからずNO<sub>3</sub>が排出していたことから、樹木の吸収能を越えたNO<sub>3</sub>生成が生じており、酸性化とともに富栄養化、窒素飽和状態に近いことがうかがわれた。キノコ類は、択伐後間もない伐採地では原生林に比べ一時的に種数が減少しているが、択伐後20年以上経ると種数は原生林並に回復すると考えられた。また、アラゴケベニチャワンタケは長期間かく乱を受けていない林分の指標生物になると考えられた。伐採後1年目では余剰に供給された有機物によって土壌動物個体数は伐採区でやや高かった。伐採後2年目では、伐採による気象の変化や新鮮な資源供給の減少が生じたために土壌動物の個体数が減少傾向に転じたと考えられる。また、落葉の重量減少は現在の所ほぼ同様であったが、今後こうした分解者群集の変化の影響を受ける可能性がある。北方林の主要な構成樹種であるチョウセンゴヨウの種子分散にはシマリスとハントウアカネズミが重要な役割を果たしていたが、これらの種は大規模なかく乱の地の中心部には出現しなかった。

〔キーワード〕生物多様性、ロシア北方林、森林かく乱、LANDSAT画像、メタン

1. はじめに

1992年に開催された「環境と開発に関する国連会議（地球サミット）」において締結された「生物多様

性条約」と「気候変動枠組み条約」は、その後の「持続可能な森林管理・経営」に関する国際的な取り組みに大きな影響を及ぼしている。温・寒帯林ではヘルシンキ・プロセス、モントリオール・プロセスと呼ばれる国際的な指標づくりの作業の中で、生物多様性の保全と地球温暖化防止が項目として盛り込まれ、「持続可能な森林管理・経営」はこれらの基準を満たすことが求められるようになった。

ロシア極東のハバロフスク地方の森林は、北方林の中でも特に生物多様性に富み、北方系の代表的な動物群集を原生状態で保存し、森林生産力も高く林業的なポテンシャルが高い、という特徴をもっている。しかしながら、大規模な森林開発や頻発する森林火災により針葉樹資源は大幅に減少し、皆伐跡地や火災跡地はポプラやシラカンパの二次林に変化しつつある。森林かく乱に伴い生物多様性も急速に失われつつあり、持続可能な森林管理・経営を確立するためのハード及びソフト面の整備に早急に取り組む必要が出ている。

日本は、この地域で伐採された木材を「北洋材」として大量に輸入しており、消費国の責務として原産国の資源保全を積極的に支援することが求められている。このため、本研究ではハバロフスク地方の森林を対象として現地調査を行った。

## 2. 研究目的

本研究では、「森林かく乱が地球環境に及ぼす影響」と「森林かく乱が生物群集に及ぼす影響」を定量的に測定することを目的とした。さらに、森林かく乱が広範囲にわたること、森林かく乱が人間の生産活動と不可分の関係にあることから、「森林かく乱の再現とその社会経済的背景」に関する調査項目を設定し、持続可能な森林経営・管理をおこなうために必要な条件を総合的に明らかにすることを目的とした。

各調査項目の研究目的は以下の通りである。

### (1) 森林かく乱の再現とその社会経済的背景

#### ①衛星データを用いた森林かく乱の再現

ロシア極東地方の森林開発は旧ソビエト時代より大規模に行われている。近年、林業活動は経済の悪化とともに停滞しているといわれるが、森林かく乱の現状は明らかでない。このため、過去の衛星データを用い、最近約20年間の森林かく乱の歴史を再現することを目的とした。

さらに、かく乱の種類およびかく乱後の経過年数が異なる林分のある時点での林冠を衛星画像で観察し、回復過程の衛星画像での解析を行った。

#### ②森林かく乱をめぐる社会経済的背景

ロシア北方林における生物多様性保全のあり方を考える際には、森林管理にかかわる社会的・経済的状況の検討が重要であるが、特に森林管理の直接的な影響をもつ森林政策の枠組みと、森林利用の主要な形態である林産業の動向についての解明が欠かせない。そこで、本研究ではハバロフスク地方に焦点を当てつつ、森林管理をめぐる制度的枠組みと、林産業の動向については明らかにすることとした。

### (2) 森林かく乱が地球環境に及ぼす影響

#### ①森林土壌のCH<sub>4</sub>吸収能に関する評価

一般に森林土壌は温暖化ガスであるCO<sub>2</sub>を放出し、CH<sub>4</sub>を吸収している。近年、様々な森林土壌でその動態が測定されているが、森林伐採がガスフラックスにおよぼす影響は明らかではない。そこで、ロシアハバロフスク近郊の森林土壌でCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>フラックスを測定し、特に地球温暖化の関連から注目さ

れている森林土壌のメタン吸収能を明らかにして森林かく乱が地球環境に及ぼす影響を評価することを目的とした。

#### ②森林かく乱が物質循環に及ぼす影響の評価

東アジア地域における経済発展に伴い、酸性降下物が森林生態系におよぼす影響が懸念されつつある。森林生態系は大気からの降下物を内部の循環過程において修飾し、土壌からの排出を降下物とは質量ともに異なった状態にする。これは地域の水質を維持する重要な機能であるが、大気環境は酸性雨にみるように地球レベルで劣化しており、地域環境への影響が懸念されている。さらに、森林伐採によりこの内部循環が失われた場合には地域環境に大きな影響を与える可能性がある。極東ロシアにおいてこれらの現象の実態を把握することを目的とした。

### (3) 森林かく乱が生物群集に及ぼす影響

#### ① 森林かく乱が植物および菌類群集に及ぼす影響の評価

かく乱地と非かく乱地における植物および菌類（キノコ類）の種組成と群落構造を比較し、森林動態に伴う変化を明らかにすると同時にかく乱指標として指標性の高い種を抽出することを目的とした。

#### ② 森林かく乱が動物群集に及ぼす影響の評価

森林の生物多様性変化の指標として、土壌動物は汚染や人為かく乱を反映しやすい、固着性が高い、季節変化が少ない、少量の試料で調査が可能である、などの優れた点を持っている。また、ゲツ菌類（ノネズミ、リス）は森林環境に応じて種組成が異なる、一部の種は種子の貯食行動を通じて森林の更新と密接な関係をもつ、などの特徴をもっている。このため、土壌動物とゲツ菌類を対象に種の組成および個体数に基づいてかく乱の影響を評価することを目的とした。

## 3. 研究方法

### (1) 森林かく乱の再現と社会経済的背景

#### ①衛星データを用いた森林かく乱の再現

ロシア、ハバロフスク州のハバロフスク市の東にあたる LANDSAT 画像 1 シーン(パス/ロウ=121/026, 約 180km 四方)の地域を研究対象とした。この地域はシホテ・アリニ山脈西部からアムール川氾濫原を含む。同一シーンの 1980 年から 1999 年までの冬季の LANDSAT 画像(MSS, TM)5 シーンを用い、各シーン間の森林減少を抽出した。冬季画像を用いたのは、積雪により地表が覆われて雪の反射率が非常に高い可視域においては森林と無立木地との違いが明確になる<sup>1)</sup>からであり、また対象地では夏季の天候が悪く衛星画像の取得頻度が低いからである。各画像の可視バンド(MSS バンド 5, TM バンド 3)を用い、最も古い 1980 年の画像から閾値により当初の森林分布を求め、さらに重ね合わせた連続する 2 時期の画像の差から閾値により森林が消失した地点を抽出した。

次に、上記の解析で明らかになったかく乱を 1996 年冬時点でのかく乱後の段階のクラスとして、「伐採後 11-16 年」、「伐採後 6-11 年」、「伐採後 0-6 年」、「伐採前」、「火災後 11-16 年」、および「攪乱なし」に分類した。比較のため、「開放地」と「水面」のクラスも設定した。1995 年夏および翌 1996 年冬の画像上でサンプルプロットを設定し、その画素値を分散分析により比較して、林冠回復過程が画像に現われるかどうかを解析した。

#### ②森林かく乱をめぐる社会経済的背景

連邦および地方における森林・林産業関係官庁・林産業者に対する聞き取り調査、およびこれら官

庁・企業資料，法令等を収集し，総合的に分析を行った。

ロシアでは社会主義経済体制から資本主義体制へ向けての移行経済期にあり，これにともなう制度的枠組みが大きく転換し，またこれにともなうひずみがさまざまな局面で表面化しつつある。このような体制転換については，計画経済から市場経済へ，連邦と地方との役割分担，という観点から把握されるべきことから，この二点を中心として森林政策の転換と林産業の動向について明らかにすることとした。

以下の調査では，ハバロフスク近郊極東林業研究所へツェル実験林(49° N, 135° E, 図-1)内に6箇所の調査地点を設けた。プロット1はチョウセンゴヨウを主体とする針広混交林である。実験林内で唯一原生林状態を保っている林分でかく乱地に対する対照地として設定した。プロット2はプロット1とほぼ同様の樹種構成の林分で，1993年に蓄積比で49%，立木本数比で29%伐採した択伐林内に設置した。この林分は1999年に虫害等による枯損木を70m<sup>3</sup>/ha伐採したため，部分的に皆伐状態となった。この皆伐地にプロット3を設けた。また，プロット3に隣接した択伐された天然林(プロット4)とトドマツ，ダケカンバを中心とした天然林(プロット5)に調査区を設定した。さらに，これらのプロットから約1km離れた箇所にプロット6を設置した。これは，送電線敷設のために幅約70mにわたって大規模に森林伐採の行われた跡地で，かく乱程度の激しい調査区とした。

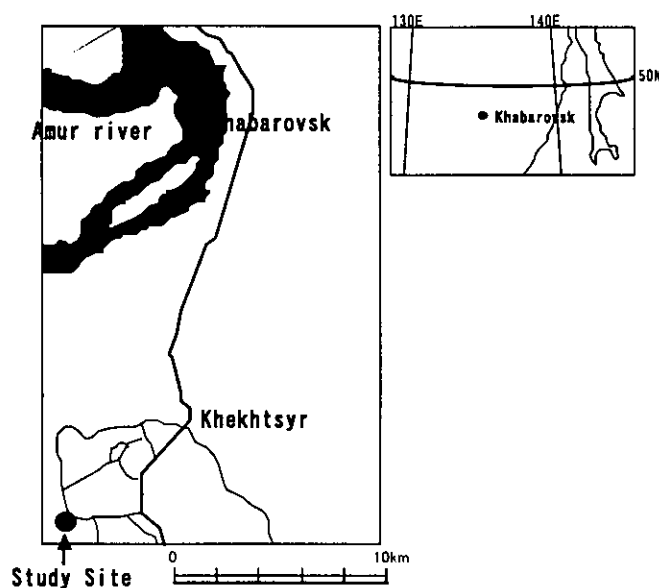


図-1 調査地位置図

## (2) 森林かく乱が地球環境に及ぼす影響

### ①森林土壌のCH<sub>4</sub>吸収能に関する評価

1999年9月にプロット1，プロット2，プロット3の各調査区内にラインをとり，10mごとに地温(4cm)，土壤水分率(FDRで0-7cm)，土壤表面からのCO<sub>2</sub>，CH<sub>4</sub>フラックスをクローズドチャンバー法により測定した。また，プロット3では土壌中のメタン濃度(0, 5, 10cm)も測定した。測定は，1999年9月，2000年5月，同年9月に行った。

### ②森林かく乱が物質循環に及ぼす影響の評価

プロット2では，大気からの湿性，乾性降下物，林内雨，土壤排水，リターフォール，養分吸収の

各フラックスの測定を行なった。プロット3では、湿性降下物、土壌排水フラックスの測定を行なった。1999年9月に、2~4反復で採水装置、リターバックを設置した。試料採取は2000年5月、9月に行なった。また、土壌排水フラックスを見積もるため、テンションライシメータによる土壌水の採取（土壌深度30cm）を2000年5月、9月に行った。

### （3）森林かく乱が生物群集に及ぼす影響

#### ① 森林かく乱が植物および菌類群集に及ぼす影響の評価

プロット1およびプロット2内に固定調査区を設定し、上層木の位置と樹冠投影図の作成と下層植生調査を行った。また、A<sub>0</sub>層に含まれる堆積落枝量およびその他の部分の乾物重量を測定し、落葉の分解速度を推定するためにリターバックを設置した。落葉はチョウセンゴヨウ、チョウセンヤマナラシ、オガラバナを使用し、それぞれの樹種毎にリターバックを設置した。菌類はプロット1、プロット3、プロット4、プロット5の4カ所で採集し、キノコ類の出現種を記録した。

#### ② 森林かく乱が動物群集に及ぼす影響の評価

##### ア. 土壌コアサンプリングおよびハンドソーティングによる土壌動物群集の調査

プロット1、プロット2、プロット3に10×10mのプロットを設け、それぞれを2×5mの10個のサブプロットに分けた。小型土壌節足動物を調査するため、各サブプロットから100cc土壌コアを用いて10点の土壌サンプルを得た。土壌サンプルは、ツルグレン装置に72時間かけて土壌動物を抽出した。大型土壌動物は各プロットに50×50cmのコドラートを設け、区内に出現する大型土壌動物を採取した。土壌動物サンプルは実体顕微鏡で観察し、およそ目レベルまでの分類を行った。

##### イ. リターバッグ法による落葉分解過程および土壌動物群集の調査

森林伐採の落葉分解過程に与える影響を調べるために、1999年9月にリターバッグを設置した。大きさ12×12cm、2mmメッシュの寒冷しゃのリターバッグを作成し、内部に風乾重3gのチョウセンゴヨウの落葉を封入し、各プロットに50個づつ合計150個設置した。2000年9月には各プロットより10個ずつリターバッグを回収し、バッグ内のリターの重量を測定し、リターバッグ内の土壌動物を抽出した。

##### ウ. はじきワナを用いたゲッ歯類の調査

かく乱程度の大きく異なるプロット1とプロット6において、はじきワナを用いてゲッ歯類の種構成と個体数を比較した。林層の均一なプロット1では任意の点から190mのラインを引き、10m間隔ではじきワナを20個設置した。かく乱の程度の激しいプロット6では、帯状に伐採された跡地の中心部にプロット1と同様に長さ190mのラインを引き、10m間隔ではじきワナを20個設置した。ワナは6日間設置し、毎朝見回り捕獲個体の種名を記録するとともに必要に応じてベイト（寄せエサ）を交換した。ベイトはチョウセンゴヨウの種子を使用した。また、種毎に個体数指数（1トラップナイトあたりの捕獲数=累積捕獲数/ワナ数×連続ワナかけ夜数）を求め、個体数の違いを相対的に比較した。

##### エ. ゲッ類による種子分散の調査

プロット1に15×15mのサブプロットを設定し、サブプロット内のチョウセンゴヨウの根元に4台の赤外線自動撮影装置を設置してチョウセンゴヨウの種子を運搬するゲッ歯類とその運搬頻度を記録した。また、サブプロット内に等間隔で15台の箱ワナを設置し、箱ワナで捕獲されたゲッ歯類の体表にペイントでマークし放逐した。箱ワナおよび自動撮影装置は連続6日間設置し、その間に再捕獲

(再記録) されたマーク個体の数をもとに箱ワナと赤外線自動撮影装置の記録効率を比較した。

#### 4. 結果・考察

##### (1) 森林かく乱の再現とその社会経済的背景

###### ① 衛星データを用いた森林かく乱の再現

多くの森林かく乱は毛細血管状の分枝構造をもっていた (図-2)。これは伐採活動によるものである。また、比較的広く単純な形状の森林かく乱は火災によるものと考えられた<sup>2)</sup>。

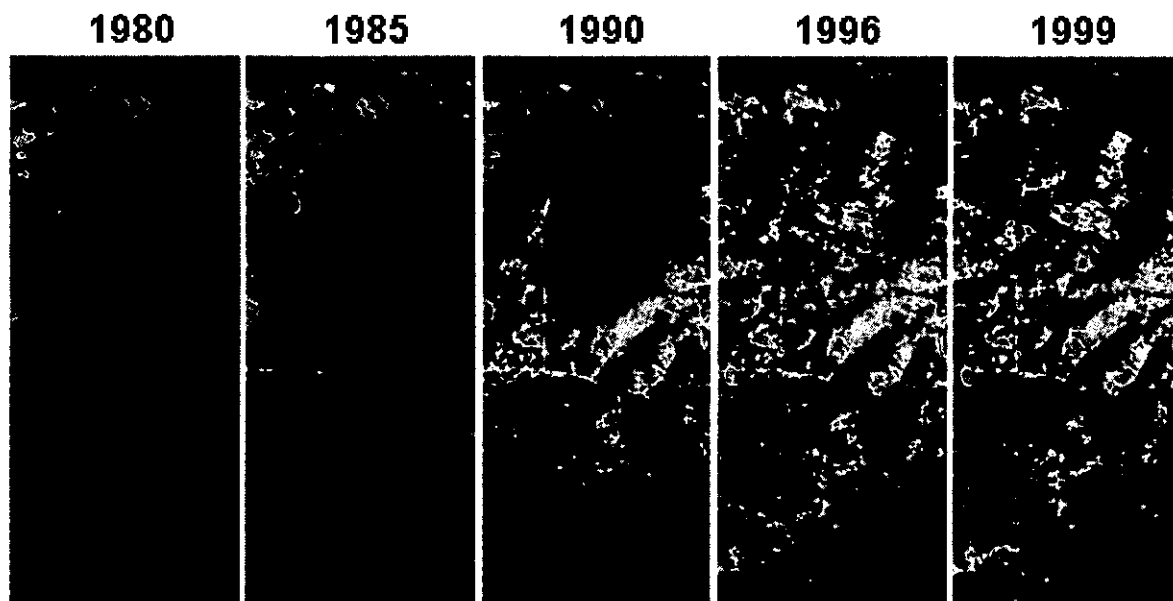
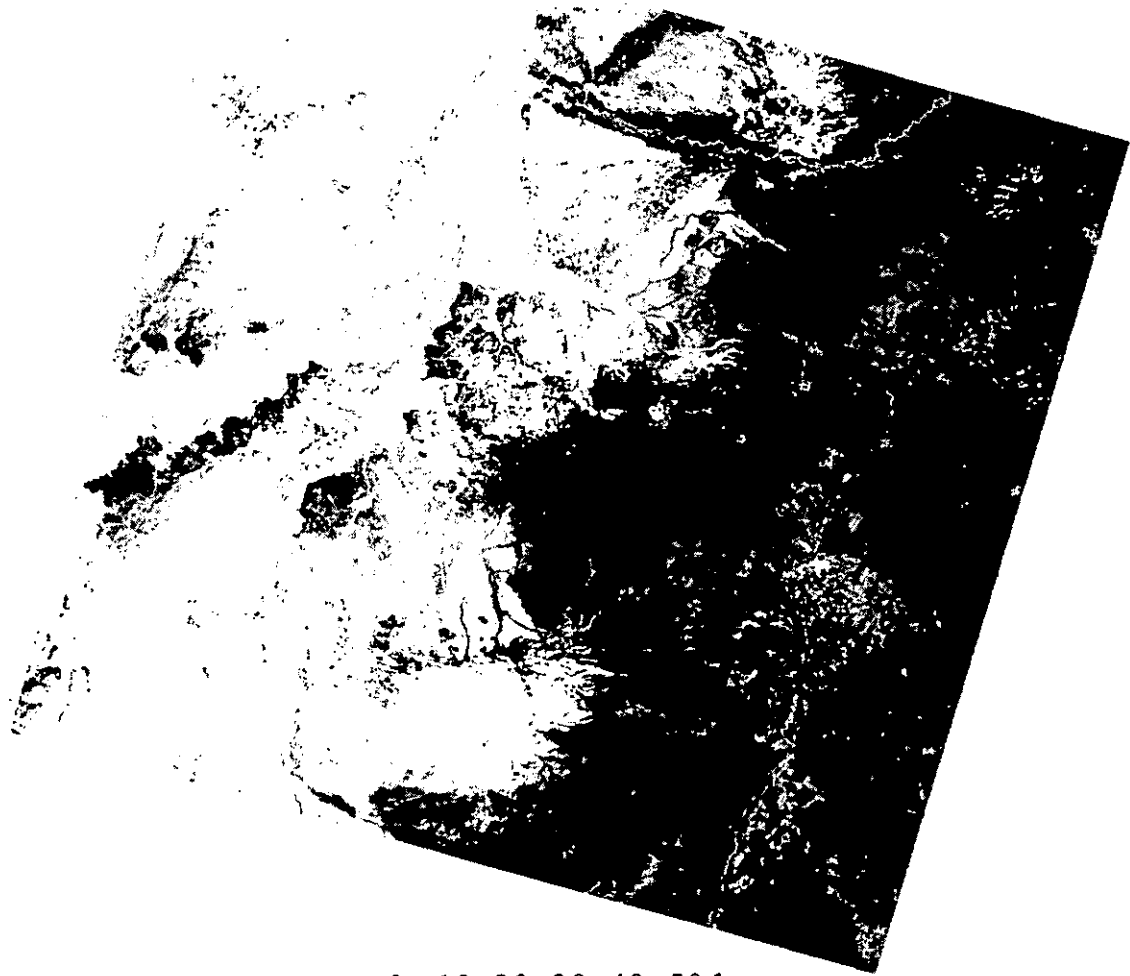


図-2 LANDSAT 画像により観測された森林伐採の進行  
各画像は南北 24km, 東西 10km の範囲を表す。

森林かく乱は 1980 年代には主に平野部に近い地域で起きていたが, 90 年代に入り奥地におけるかく乱が増加していた (図-3)。一方, 対象地の年間森林かく乱面積は劇的に減少していた (図-4)。かく乱地の形状よりこれらは主に伐採と考えられ, この地域においては森林開発が奥地化し, かつ伐採面積は減少しているものと考えられた。この点は近年の伐採材積の減少傾向を指摘した報告<sup>3)</sup>と矛盾しなかった。



0 10 20 30 40 50 km



- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ■ Forest 1980       | □ Disturbed 1990-96 |
| ■ Disturbed 1980-85 | ■ Disturbed 1996-99 |
| □ Disturbed 1985-90 |                     |

図-3 森林攪乱 19年間の歴史

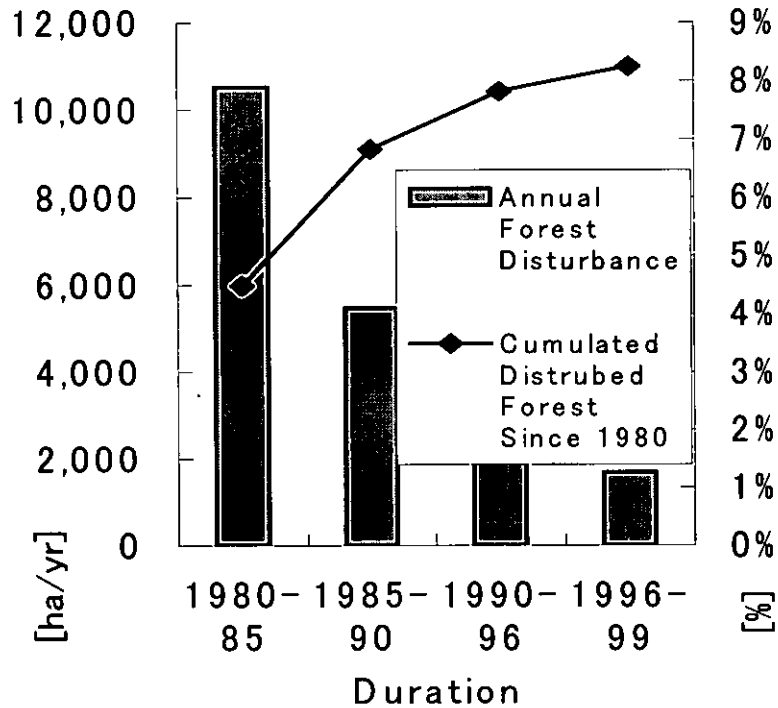
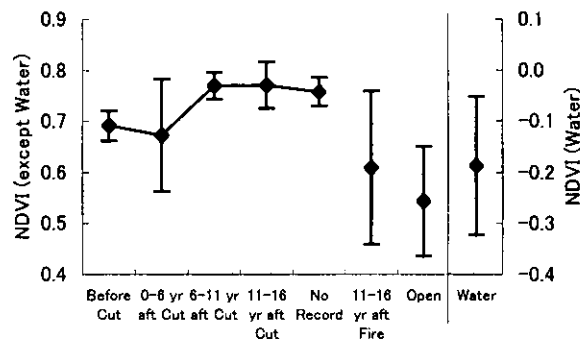


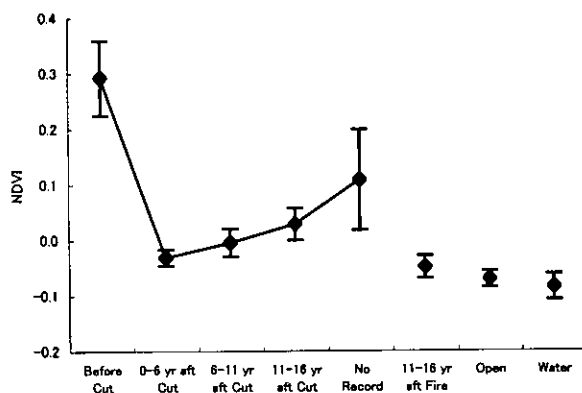
図-4 年間森林撓乱面積と累積撓乱面積比の推移

夏の画像では、植生を解析するために多用される正規化植生指数 (NDVI) を用いて解析した (図-5 (1))。NDVI は、かく乱直後には変動があるものの、かく乱後の経過年数とともに急速に回復し、飽和して変化を表さなくなった。これは植生の形状・大きさに関わらず葉量が急速に回復するためと思われた。冬の NDVI はかく乱により急速に低下し、その後経過年数とともに徐々に回復していった (図-5 (2))。指数化画像のため地形による値のばらつきも抑えられ、回復過程を長期にわたり表していると考えられた。ただし、NDVI 算出に用いる近赤外波長域での積雪の反射率は非常に不安定なため注意が必要である。冬の可視画像では冬の NDVI と反対の傾向を示し、明確に林冠回復過程を表していた。単画像のため斜面方位による輝度のばらつきがあり、クラス内の分散が NDVI よりも大きい。可視画像では積雪の反射率が高く安定しているため、回復過程を表す指標としては NDVI よりも安定していると考えられた。

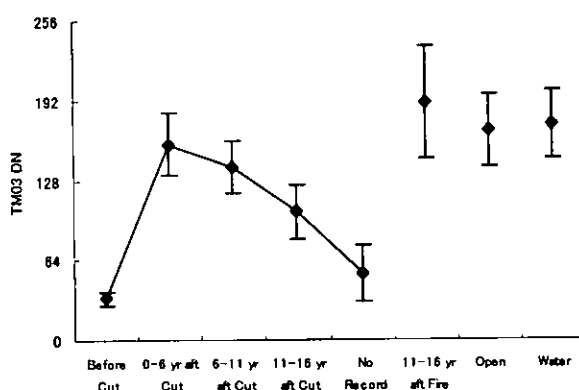


(1) Summer NDVI (NDVIs)





(2) Winter NDVI (NDVIw)



(3) Winter Visible Band (TM03w)

図-5 画像上に現われた林冠回復過程

## ②森林かく乱をめぐる社会経済的背景

森林政策は資本主義化、地方分権化に歩調を合わせて改革が進展してきており混乱状態から抜け出しつつある。しかし、構造的な財政不足と、林産業の不振という根本的な問題は残されたままである。このため、森林更新や森林火災対策が十分行えず、持続性を考えない森林開発が進行している。また、中国との国境貿易が近年急速に進展しているが、木材輸出によって獲得された外貨が森林保全や山村経済の活性化に結びついておらず、極東地域の森林保全・木材市場の大きなかく乱要因となってきている。

### ア. プーチン登場までの枠組み森林政策をめぐる制度的枠組みについて

ロシアにおける森林政策の枠組みについてはプーチン大統領登場までは、地方分権化を基本的な方向として、ゴルバチョフ政権末期に形成された環境保護を重視する行政システムが維持されてきた。しかし、プーチンの登場により中央集権へと転換するとともに、行政改革の一環として森林局・環境保護委員会が廃止され、天然資源省に吸収されるなど再び枠組み設定が大きく揺れ動いている。

#### (ア) ハバロフスク地方における林政枠組み

連邦レベルの森林法制定を受けて、各地方はその具体化の作業を進めている。ハバロフスク地方は連邦政策を先取りするような形で、早い時期から森林利用権分配を中心として林政改革を進めてきた

が、連邦森林法を受けて1998年にはハバロフスク地方森林法を制定し、政策の基本が据えられることとなった。

連邦森林法はその規定に反する地方法令の制定を禁止しているため、ハバロフスク地方森林法は基本的には連邦森林法の規定を踏襲しつつ、地方の特性を反映させ、内容の改善を図ったものとなっている。特徴としてあげられるのは、第1に森林の利用権の配分に関わって詳細な規定を行なったということ、第2に利用権配分に関わって連邦森林法で規定された旧国営企業などの既得権保護をできるだけ限定し競争原理による配分を基本としたこと、第3に住民の参加や生態系保全への配慮についても規定をおいていることである。

以上のように、連邦森林法の欠点を踏まえつつ、これまで蓄積してきた森林政策形成に関わる経験を生かすことによって、よりすぐれた法律とすることが可能となった。また、森林法形成過程においてアメリカ合衆国援助局が援助を行い、法律の専門化などが専門知識の供与などを行ったことも重要な役割を果たしていると考えられる。いずれにせよ、ハバロフスク地方は地方レベルの林政形成において全国のトップグループに位置していることは間違いない。

(イ) ハバロフスクにおける林政関連組織体系

図-6はプーチン改革以前におけるハバロフスク地方における林業・林政・林産業関係組織を示したものである。林業・林政に関して中心的な役割を果たしているのは地方政府と連邦森林局所管の地方森林局である。

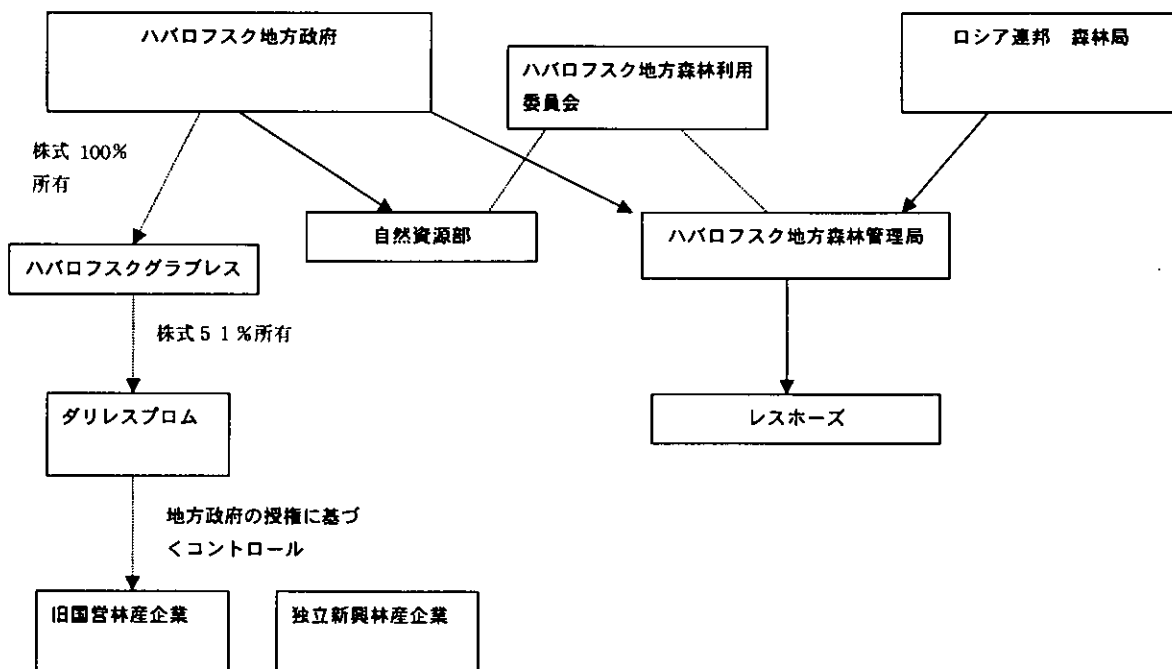


図-6 ハバロフスク地方における森林管理に関わる組織図

連邦森林局はロシア全体の森林政策の枠組み設定を行うとともに、全国森林のうち防衛用地などを除く94%を管轄している。連邦森林局のもとに、各地方ごとに地方森林管理局が設置され、さらにその下にレスホーズがおかれて実際の森林管理にあたっており、この関係は日本の林野庁-森林管理局-森林管理署の関係とほぼ類似している。

ところで、ここで重要なことは地方森林局は地方政府の下にも位置しており、二つのまったく異なる

る上位機関を持っている点である。前述のように連邦森林法は、地方を地方林政の主体と位置づけ、地方レベルでの森林の管理方針の策定や利用権の配分決定などの権限を与えており、地方森林局はこの枠組みのなかで動くことが求められているのである。

地方政府には自然保護を含む自然資源全般の政策形成を担う自然資源・鉱山局があり、ここが林政を担当しており、次に述べる森林利用委員会の事務局適機能も果たしている。

森林の賃貸借権設定に関わってはハバロフスク地方森林利用委員会が設置されており、この委員会が公募から、審査、決定までを行っている。また森林の短期利用に関わる入札に関しては地方資産管理委員会が担当している。

林産行政に関わっては1999年はじめに組織改正があった。従来の行政のしくみは地方政府内に林産業局を設置し、ダリレスプロムを通じて林産業界の調整にあたらせるというものであった。これは地方政府が計画経済体制の下で林産業の中間管理機構であったダリレスプロムの51%の株式を取得し、地方政府がそのコントロール権を取得する一方で、地方政府が所有していた旧国営企業の株式のコントロール権をダリレスプロムに委譲するという形で形成されたものであった。これに対して新しいしくみは地方政府の林産業局を廃止し、そのかわりに地方政府が100%株式を持つハバロフスクグラブレスという企業を設立、この企業に地方政府が所有していたダリレスプロムの株式を委譲し、林産行政にあたる権限を与えた。ただしハバロフスクグラブレスは設立されたばかりでどれだけ役割を果たしうるのかは未知数であり、行政当局から財政措置を講じられているわけではないため収入の確保は困難が予想されている。従来の林産業局－ダリレスプロムという組織系統も有効な林産業政策の実施という点では成果を上げておらず、新しい組織がどれだけ有効に機能しうるかは今後の動向を見据える必要がある。

#### イ. 林産業の動向

##### (ア) 企業経営の動向

ハバロフスク地方での国営企業の民営化をみると、経営危機に拍車をかける次のような事実が指摘できる。旧国営林産企業の多くは森林伐採・運材から製材をはじめとする木材加工までを担う地域総合林産企業であったが、採算性の高い分野が企業の有力者によって分割・民営化されるケースがしばしばみられ、本体部分が著しい経営悪化に追い込まれるとともに、分割された各分野も原料の流通など有機的な連携がとれないために経営困難に陥ってしまった。一方、新興林産企業であるが、その多くは小規模であり、また一時的に利益を上げられる活動を行うのみの企業も多い。いずれにせよ、企業経営環境が著しく悪化している上に、林産企業の規模は総じて縮小・弱体化しているのが現状なのである。

このような林産業活動弱体化は山村経済にも大きな影響を与えている。旧計画経済体制のもとでは旧国営林産企業を中心とした企業城下町が形成されており、こうした町ではインフラから住民サービスまで国営企業が丸ごと面倒を見ていた。ところが計画経済体制の崩壊と、経済危機に伴って、企業がこのようなインフラやサービスが提供できなくなった。一方で地区がこれら機能を果たさざるをえなくなっているが、地区の財政基盤は劣弱であるため、企業に代ってこれら機能を果たすことができない。林産業活動の縮小によって膨大な失業者が生み出されているが、これら失業者に対するセーフティネットも欠如している。山村住民の貧困化は極めて大きな問題となっている。

##### (イ) 木材貿易の動向

林産業生産活動が大きく落ち込むなかで、輸出の地位がますます大きくなってきており、膨大な未

開発森林資源に着目して海外からの投資活動も行われてきている。

表-1はロシアからの木材輸出の動向を示したものである。1990年代初頭に経済混乱の影響から一旦落ち込むものの、製材など一部の品目を除いて、97年には80年代のピークを越える輸出量となっていることがわかる。特に紙や合板などは85年の1.5倍以上にまで伸長している。また、98年のルーブル暴落による輸出条件の改善に伴い、輸出が活性化しているといわれている。

表-1 ロシアにおける林産業生産の動向

品目/年	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1997
収穫量(100万m <sup>3</sup> )	354	367	328	337	304	116	84
製材 (同上)	92	94	80	80	75	27	20
合板 (1,000m <sup>3</sup> )	1,421	1,558	1,459	1,594	1,597	930	968
パーティクルボード (同上)	1,377	2,618	3,491	4,672	5,568	2,206	1,483
繊維板(1,000m <sup>2</sup> )	171	324	386	453	483	234	200
パルプ(1,000トン)	4,735	6,409	6,756	7,954	7,525	4,197	3,120
紙 (同上)	3,476	4,317	4,462	5,030	5,240	2,771	2,229
板紙 (同上)	1,973	2,514	2,876	2,876	3,086	1,301	1,102

出所: Burdin et. al.

90年代において生産に占める輸出比率は急速に高まっており、特に合板では64%、紙54%など生産量の半分以上が海外に輸出されている品目もある。前節でも指摘したように、こうした輸出が生産量を下支えしているのであり、輸出が活発な品目ほど生産減少率が低いという傾向があらわれている。

表-2は品目ごとに主要輸出相手国の動向を示したものである。ここでまず確認しなければならないのは、品目ごとに輸出先が大きく異なっていることである。1996年のデータでみると、まず針葉樹丸太に関しては日本をはじめとする東アジア市場に多くの部分が流れ、これにスウェーデンをはじめとする北欧諸国が続いているが、広葉樹丸太に関してはパルプ材を中心としてフィンランド・スウェーデンにかなりの部分が輸出されている。製材はイギリスなどヨーロッパ諸国が最大のシェアを占め、これにエジプト、日本が続いている。新聞用紙は台湾及び発展途上国向けが高いシェアを占めていることがわかる。

表-2 ロシアからの林産物輸出

品目/年	1980	1985	1990	1994	1995	1997
丸太 (1,000m <sup>3</sup> )	16,933	15,431	15,200	13,500	18,000	17,500
製材用丸太 (1,000m <sup>3</sup> )	6,513	7,743	7,700	7,250	10,000	10,000
パルプ材 (1,000m <sup>3</sup> )	5,736	6,425	6,400	6,250	8,000	7,500
製材品 (1,000m <sup>3</sup> )	7,131	7,629	4,500	5,400	4,200	3,900
合板 (1,000m <sup>3</sup> )	314	410	254	591	660	621

パーティクルボード (1,000m <sup>3</sup> )	332	298	46	18	20	19
繊維板 (100 万m <sup>2</sup> )	91	72	15	31	30	41
パルプ (1,000 トン)	821	965	427	944	1,300	970
紙 (1,000 トン)	647	708	514	637	1,020	1,210
板紙 (1,000 トン)	372	392	380	413	430	430

出所：ロシア連邦林産業経済研究所資料。

ここでもう一点指摘しなければならないのは中国向け輸出の急増である。輸入税の低減、中国における木材需要の急増、中国の洪水に端を発する奥地林の伐採規制などが重なって、1999年以降ロシアから中国への木材輸出が急増しているのである。99年に400万立方メートル程度であったものが、2000年には600万立方メートルを越え、日本と並ぶ輸入国となった。

#### ウ. プーチン以降の制度的枠組み

新たに政権を握ったプーチンが行った行政改革は、これまで森林行政を担っていた森林局を廃止するなど、森林政策や環境政策を大きく揺るがしている。また、環境保護団体から不法伐採に対するキャンペーンが繰り広げられる一方で、落ち着きを取り戻した林産企業のなかには、森林認証取得など新しい環境対応を進める動きも出始めている。

#### (ア) 森林・環境行政システムのリストラ

2000年5月18日に出された大統領令は連邦政府機関の組織改革を命じたが、そのなかで森林・環境関係者を驚かせたのは森林局及び国家環境保護委員会の廃止・自然資源省への統合であった。

一方、環境問題の悪化に対処するため1988年に創設された国家環境保護委員会は、自然保護から公害規制まで環境保護行政を一手に引き受けており、自治体レベルにまで監視職員の網の目を張り巡らして、森林管理や伐採を環境面からチェックしてきた。しかし、この組織も自然資源省に吸収され、厳しいリストラを迫られることとなった。

2000年9月下旬の段階ではまだ組織改変が進行中であるが、とりあえず調査段階の状況をまとめると次のようである。前述のように連邦レベルでは自然資源省が森林局と国家環境保護委員会を吸収したが、自然資源省は全国を7つの地域に分けてそれぞれに支局を置き、ここに森林・地質・環境保護・水の4つの部門を置くこととした。極東地域はハバロフスクに置かれる極東支部がその全域を管轄することとなっている。

それではこれまで存在していた森林局組織はどうなるのであろうか。ハバロフスク地方の森林管理にあたってきた地方森林局はこの極東支部に吸収されることとなり、地方森林局長は支局森林部の副部長となった。またハバロフスク本部に勤務していた職員48人のうち23人は副部長のもと引き続きハバロフスク地方の森林管理にあたることとなったが、残りは他の部署に配置転換させられた。レスホーズなど現場レベルの組織の改革方針は未定であるが、レスホーズを廃止し、署長と3-4名程度の技術者のみを残し、後は独立採算で職員を雇用させるという厳しい案も出されており、現場レベルの森林管理に大きな影響が出るのが予想される。

国家環境保護委員会については速いペースで改革が進んでおり、各連邦構成主体に設けられていた環境保護委員会は7割近い人員削減を迫られており、特に自治体ごとに貼りつけられていた環境監視員はすべて連邦職員の身分を剥奪され、自治体職員とすることとしたが自治体財政が危機的であるため雇用が確保されるか予断を許さない。

## エ. 環境保全型林業をめぐる新たな動き

これに対して、環境保全型森林経営・利用への転換の動きも現われてきている。以前より WWF などの支援を受けた地元環境 NGO が森林認証導入のキャンペーンを張っていたが、林産企業の経営状況が思わしくないことなどから具体的な動きになっていなかった。

ところが、最近のグリーンピースの活動など海外からの批判が高まりはじめたこと、環境保全への配慮の必要性が認知されはじめたこと、また林産業の改善がみられたことから、林産業のなかでも環境保全への対処する動きが現われはじめたのである。

例えば、沿海地方のテルネイレスは伐採権を所有している 2 地域について FSC の森林認証取得に向けて動きは始めている。これまでロシアではコミ・アルタイなど 3 個所でいずれも海外からの資金援助を受けて FSC 認証を取得しているが、テルネイレスでは独自資金での取得を目指しており、これが成功すれば海外からの独力で FSC 取得の初めてケースとなる。このほかにウリカンスキーレスプロムホーズ、マレーシアから進出しているリンブナンヒジャウも取得の意向をもっていとされている。

以上に関わって、ロシア極東に対して、これまで合衆国援助局による環境保全・自然資源管理に関わる支援、カナダ政府によるモデルフォレスト立ち上げの支援などが行われていたが、本年度からいずれも第 2 期の事業に乗り出している。合衆国援助局は新たに極東における環境保全自然資源管理に関わる支援事業を展開しようとしており 2000 年、2001 年ともに 700 万ドル弱の予算を計上しているほか、カナダ政府はモデルフォレスト設定地域において経済自立支援事業を行い始めている。さらに世銀による林産業建て直しの融資もハバロフスクに対して行われることが決定しており、現在最終的な手続きが行われている。

## オ. 考察

ハバロフスク地方では地方政府としての森林政策の枠組みがほぼ整い、実効性を高めるための措置が取られてきたが、プーチン政権のもとで大きな揺れ動きが出てきている。この背景には国内政権基盤が弱かったエリツィン時代に形成された連邦・地方関係を、強固な国内支持を持つプーチン政権が転換させるという意図があると考えられる。こうした点で、連邦・地方政府間の力関係が森林政策において、FSC の認証取得へ向けた取り組みなど、一定の環境保全への取り組みがロシア国内の業界の中からも進み始めている。一方、山村地域における貧困化はより一層深刻の度合いが増している。これに対してアメリカやカナダの支援団体から内発的発展を支援するプロジェクトが行なわれ始めている。今後、地方政府の利用権分配の政策的仕組みと、業界の中から出てくる前向きな取り組みを連動させ、これにアメリカ・カナダのプロジェクトで出てきた結果を援用しつつ山村政策を新設し、地域での経験を蓄積して森林管理・利用の仕組みの内実を育成していくことが重要となっている。

## (2) 森林かく乱が地球環境に及ぼす影響

### ①森林土壌の CH<sub>4</sub> 吸収能に関する評価

プロット 3 の 2 つの測定区、プロット 2 の 2 つの測定区は常に水分率が高く (FDR の検出限界以上 (>55%)), CO<sub>2</sub> フラックス (min:4.0 mg C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) は非常に低く、そして CH<sub>4</sub> 放出 (max:0.19 mg C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) が見られた (図-7)。

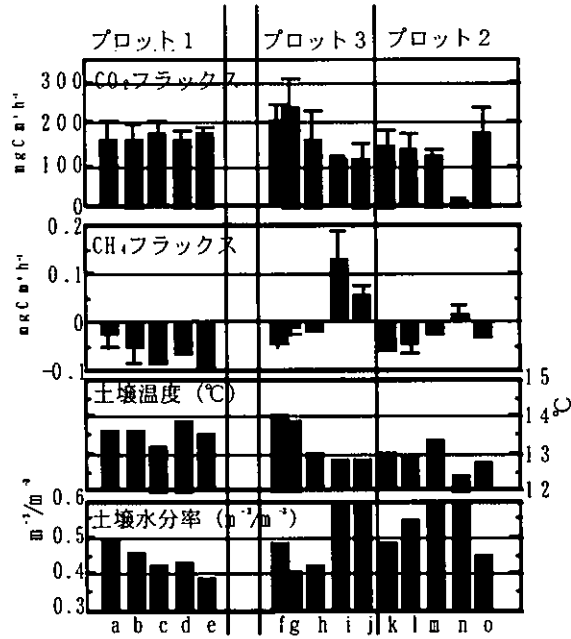


図-7 森林土壌からのCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>フラックス (00年9月)

これらのプロットを除き、地点間のフラックスを比較したところ、両年9月の平均CO<sub>2</sub>フラックスはプロット3が、プロット1、プロット2より大きかった(表-3)。CO<sub>2</sub>フラックスと土壌温度の間に高い正の相関があり( $r^2=0.50, n=81$ )、同じ時期に伐採地は他の2地点より土壌温度が高くフラックスが大きいと考えられた。

一方、CH<sub>4</sub>は土壌に吸収されており、フラックスはプロット1が、プロット2、プロット3より大きかった(図-7)。これはプロット1のCH<sub>4</sub>吸収は土壌水分率が上昇しても、小さくならないが、他の2地点では土壌水分率の上昇に伴って吸収が小さくなる傾向にあったためであると考えられる(図-8)。

表-3 各地点からの平均CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>フラックス

Flux	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
	mg C m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	
プロット1	128	-0.061
プロット2	118	-0.038
プロット3	159	-0.023

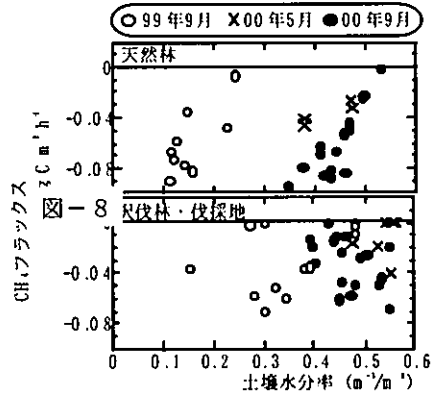


図2 CH<sub>4</sub>フラックスと土壌水分率の関係

② 森林かく乱が物質循環に及ぼす影響の評価

本調査で用いた物質循環のモデルを図-9に示した。

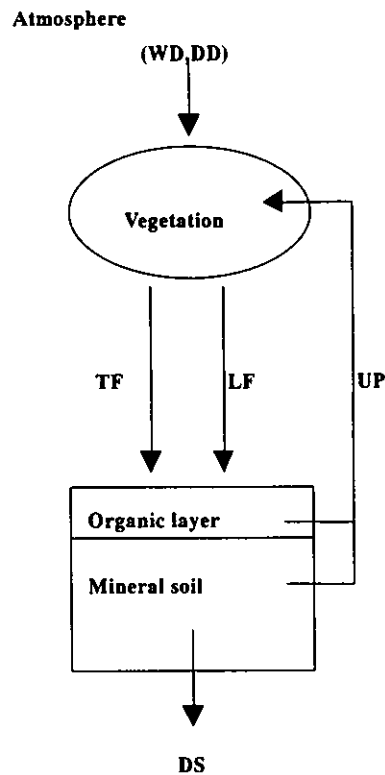


図-9 森林生態系における物質循環モデル  
→はフラックスを示す。WD; 湿性降水物, DD; 乾性降水物, TF; 林内雨, LF; リターフォール, UP; 植生による吸収, DS; 土壌排出

大気からのプロトンの流入はプロット2では  $0.05 \text{ kmolc/ha/y}$ 、プロット3では  $0.03 \text{ kmolc/ha/y}$  と極めて小さかったが、 $\text{NH}_4$  の流入はプロット2で  $0.63 \text{ kmolc/ha/y}$ 、プロット3で  $0.39 \text{ kmolc/ha/y}$  と北海道の測定例と比べて同等か高かった(図-10)。図-11には湿性降水物によってもたらされる各成分を海塩由来、非海塩由来に分けて示した。物質の流入は、海塩性のものに比べ非海塩性のものが多く、 $\text{SO}_4^{2-}$  の流入は、海塩性由来が  $0.01 \text{ kmolc/ha/y}$  であったのに対し、非海塩性由来は  $0.23 \text{ kmolc/ha/y}$  あり、調査を行なった森林生態系では人為起源の酸性化物質の流入が大きことが示された。土壌からプロトンは排出されず、塩基類が  $\text{NO}_3$  と共に排出されていた。 $\text{NO}_3$  の排出はプロット2では  $0.11 \text{ kmolc/ha/y}$  に対して、プロット3では  $0.43 \text{ kmolc/ha/y}$  と高く、両者共に北海道の測定例(雨龍演習林灰色台地土アカエゾマツ林;  $0.00 \text{ kmolc/ha/y}$ 、雨龍演習林泥炭土アカエゾマツ林;  $0.02 \text{ kmolc/ha/y}$ 、天塩演習林停滞性グライボドゾル性土;  $0.05 \text{ kmolc/ha/y}$ )と比較して高かった(図-12)。大気から流入した  $\text{NH}_4$  が土壌中で硝化を受け、その際生成したプロトンが土壌の交換性塩基と交換したと推測される。伐採地の土壌はそのプロトンが蓄積し酸性化していることになる。林地でも少なからず  $\text{NO}_3$  が排出していたことから、樹木の吸収能を越えた  $\text{NO}_3$  生成が生じており、酸性化とともに



富栄養化、窒素飽和状態に近いことがうかがわれる。その劣化の程度をさらに把握する必要がある。

■ ハバロフスク 田 苫小牧演習林落葉広葉樹林 □ 天塩演習林アカエゾマツ林  
 斜線 雨龍演習林アカエゾマツ林 白 雨龍演習林アカエゾマツ林

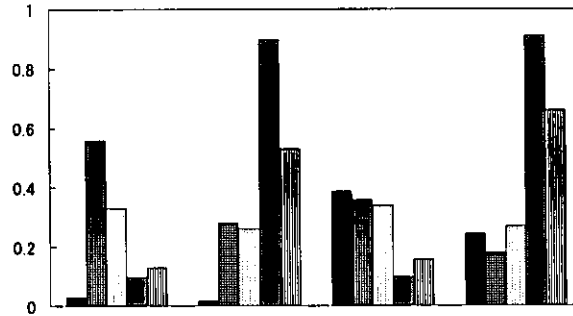


図-10 湿性、乾性降水物によるH<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>フラックスの比較  
 WD；湿性降水物， DD；乾性降水物，

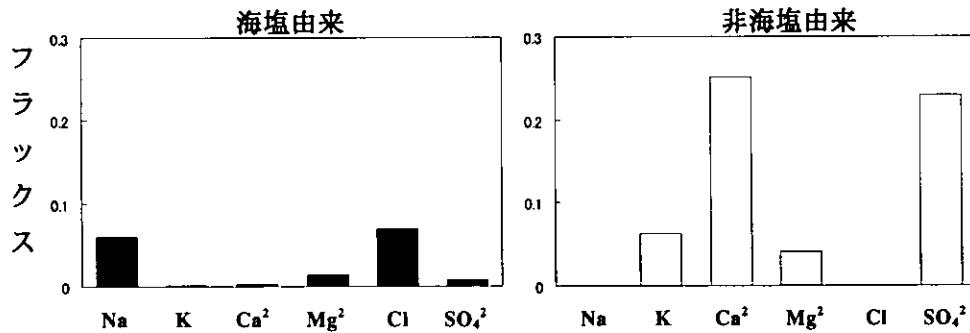


図-11 湿性降水物 (WD) における海塩、非海塩由来成分のフラックス

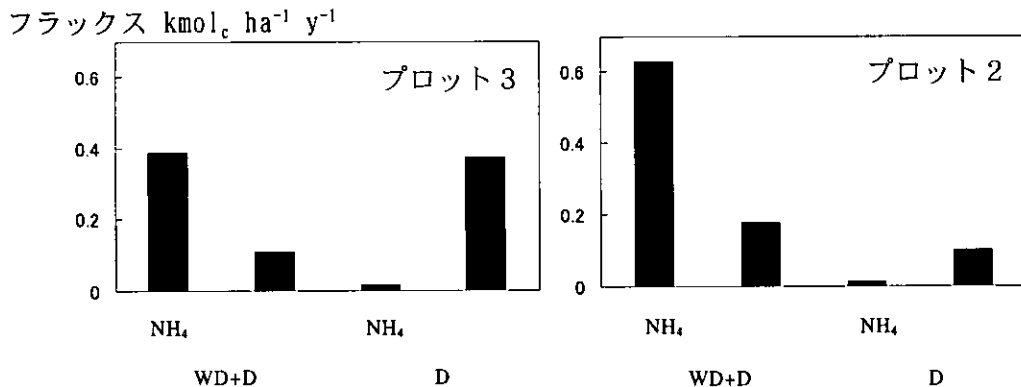


図 -12 大気からのNH<sub>4</sub><sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>流入フラックスと土壌排出フラックスの比較  
 WD；湿性降水物， DD；乾性降水物， DS；土壌排水

### (3) 森林かく乱が生物群集に及ぼす影響

#### ① 森林かく乱が植物および菌類群集に及ぼす影響

##### ア. 植生調査

プロット1：樹冠層はチョウセンゴヨウ、エゾマツ、トドマツ、シナノキ、チョウセンヤマナラシなどで、中層木を含めた上木層は木本種15種、林床植生は木本種25種、シダを含む草本種41種であった(付表-1)。1986年、1996年、1999年の蓄積は、それぞれ294m<sup>3</sup>/ha、306m<sup>3</sup>/ha、289m<sup>3</sup>/haであり、13年間でほとんど変化がなかった。チョウセンゴヨウの稚幼樹は図13に示すように母樹の樹冠からやや離れた林縁寄りに分布していた。林床の相対照度は7~16%と耐陰性の高い樹種の稚幼樹にとっては生存可能な明るさであった。

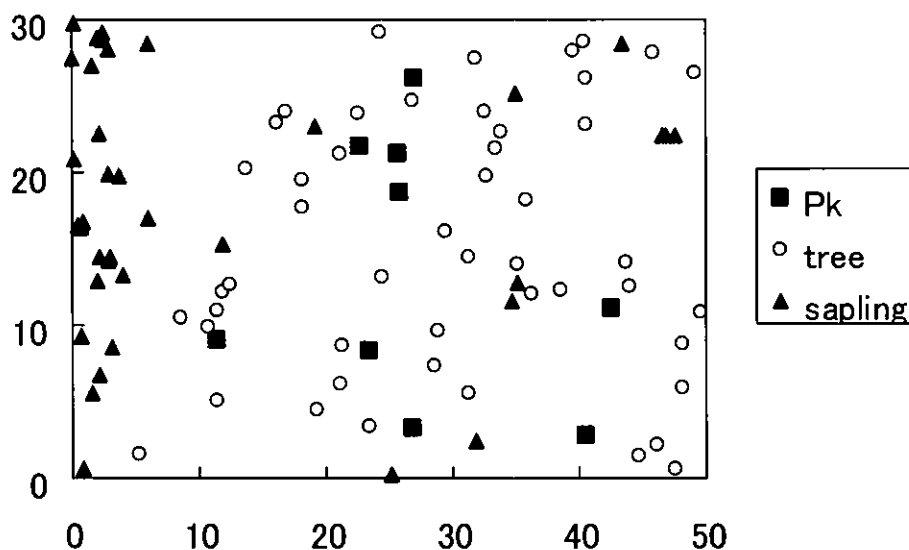


図-13 チョウセンゴヨウ (■) とその稚樹 (▲) の分布

プロット2およびプロット3：プロット2の林床にはプロット1とほとんど同一の木本種25種、シダを含む草本種37種がみられたが、プロット3は、イワノガリヤスが被度5と圧倒的に優占し、木本種14種、草本種は25種に減少していた(付表-2)。プロット2およびプロット3の林床の相対照度は45%~58%、特にプロット2は10%前後であった。

プロット1におけるA0層の堆積落枝量は1.74ton/ha、その他の部分は3.71ton/haであった。プロット2の堆積落枝量およびその他の部分の乾物重量は、1.41ton/ha、3.14ton/haであった。プロット3では落枝量のみで8.95ton/haであった。A0層の乾物重量は、これまで報告されている亜寒帯性針葉樹林の値と比べるとかなり少ない量であった。

##### イ. 菌類調査

プロット1, 3, 4, 5の4カ所で採集されたキノコ類の種数は198種であった。プロット3では52種が採集された。木材腐朽菌であるツガサルノコシカケ、レンガタケ、ニガクリタケ、カワラタケ等が、菌根菌であるヌメリツバイグチ等の発生が目立った。プロット4, 5ではそれぞれ82種、85種が採集された。木材腐朽菌、リター分解菌および菌根菌によるキノコが万遍なく発生しており、プロット5の林縁では針葉樹との共生菌であるアカチチモドキ、リター分解菌であるアカタケが多く発生していた。プロット1では他の調査地で見られなかったアラゴケベニチャワンタケが採集されたが、種数は22種と少なくなった。

これらの結果から、択伐後間もない伐採地では天然林に比べ一時的に種数が減少しているが、択伐後 20 年以上経ると種数は天然林並に回復すると考えられた。長期間攪乱を受けずに安定した林床では、種数が少なくなる可能性がある。また、アラゴケベニチャワンタケは倒木などの腐朽がかなり進んだ段階で発生するキノコであり、長期間攪乱を受けていない林分の指標生物になると考えられた。

## ②森林かく乱が動物群集に及ぼす影響の評価

### ア. 土壤動物

プロット 1～3 で採取した土壤有機物の含水率を比較した結果、1999 年 2000 年ともにプロット 1 では他の 2 つのプロットより低い含水率が得られた。隣接するプロット 2 とプロット 3 の間では有意な差はなかった。

1999 年の時点では大型土壤動物個体数は、プロット 3 で多くなる傾向があったが、2000 年の結果ではプロット 2 とプロット 3 ではほぼ同程度かプロット 3 の方が少なくなる傾向があった。

小型土壤節足動物個体数の比較において、1999 年の調査では総個体数、トビムシ個体数はプロット 3 で個体数が多くなる傾向があり (図-14)、ササラダニでは、有意にプロット 3 で個体数が多く得られた。一方 2000 年の調査ではプロット 2 で個体数が多くなる傾向があり、トビムシは有意にプロット 2 で個体数が大きくなった。

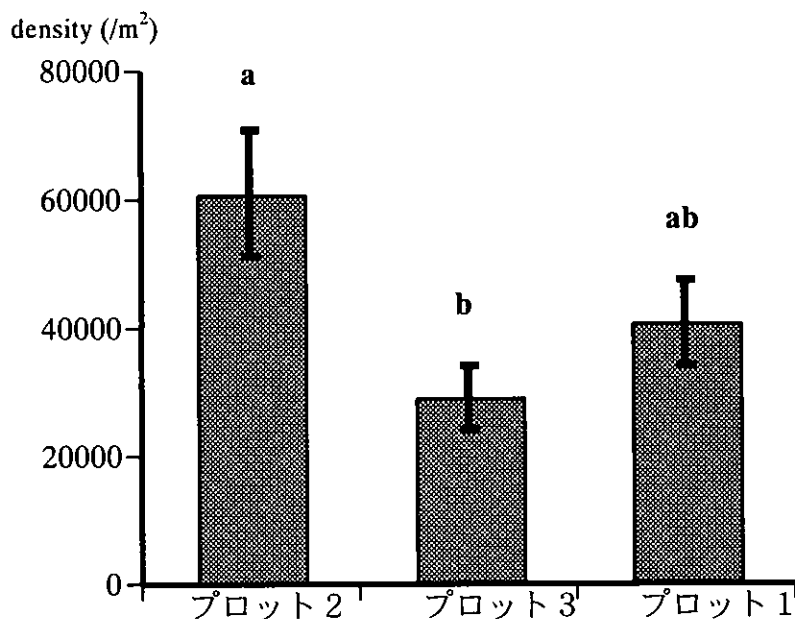


図-14 各実験区におけるトビムシ個体数 (平均値±標準誤差)  
 同じアルファベットは  $p < 0.05$  で有意でないことを示す (Tukey's HSD test)

また、ササラダニ群集を大きく 3 つの分類群に分けてその構成比を比較してみる (MGP 分析) と、1999 年では、プロット 2 とプロット 3 ではほぼ同様の構成比 (ピアンカの類似度指数 0.999) であったのに対し、2000 年では、若干類似度が減少 (0.969) していた (図-15)。

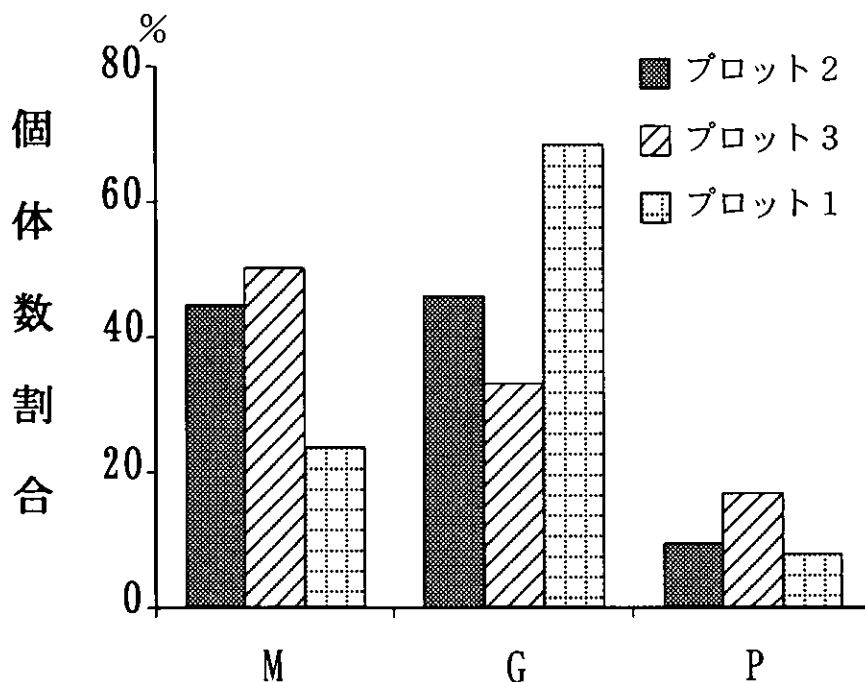


図-15 MGP分析 II による各調査区のササラダニ群集の比較

リターバッグ内のチョウセンゴヨウ針葉の重量は1年間で約30-35%の重量減少を示し、プロット3で有意に大きい重量減少を示したが、プロット2、プロット3では差は無かった。

結論として、1999年の伐採後1年目の時点で伐採区と非伐採区を比較すると、土壤動物個体数はほぼ変わらないか、伐採区で高い個体数が得られる傾向があった。これは、余剰に供給された有機物によって土壤動物個体数が増加もしくは維持されることによると考えられた。2000年時点では伐採時に供給された余剰の有機物の効果が薄れて行き、伐採による気象の変化や新鮮な資源供給の減少が生じたために土壤動物の個体数が減少傾向に転じたと考えられる。また、落葉の重量減少は現在の所ほぼ同様であったが、今後こうした分解者群集の変化の影響を受ける可能性がある。同地域での経時的な土壤動物群集の変化の調査が必要と考えられる。

各プロットで採取した土壤有機物の含水率を比較した結果、プロット1ではプロット2およびプロット3と比較して低い含水率が得られた。プロット2とプロット3では土壤動物個体数はほぼ変わらないか、プロット3で個体数が大きくなる傾向があった。森林かく乱が土壤動物に及ぼす影響については、林冠の除去によって土壤温度が上昇し土壤が乾燥するため個体数の減少につながる<sup>4)</sup>、伐採跡地に放置された枝条や葉から大量のリターが供給されて個体数の加を引き起こす<sup>5)</sup>ことが指摘されている。今回調査した森林は、冷涼な気候にあり比較的土壤含水率が高いため、余剰に供給された有機物によって土壤動物個体数が維持されると考えられた。

#### イ. 小型ゲッ歯類

はじきワナでは3種のノネズミ（ハントウアカネズミ、タイリクヤチネズミ、ヒメヤチネズミ）が記録された。キタリスとシマリスはプロット内で頻繁に目撃されたが、はじきワナで捕獲することはできなかった。プロット1とプロット6におけるノネズミの種構成と個体数指数を図-16に示した。プロット1における個体数指数は0.479頭/トラップナイトであったのに

対して、プロット6では0.067頭/トラップナイトに過ぎなかった。

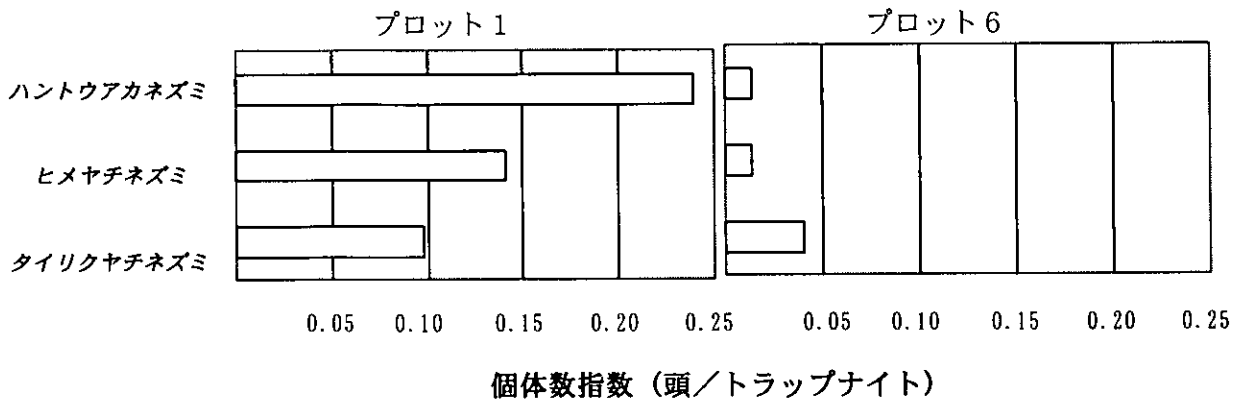


図-16 原生林（プロット1）とかく乱地（プロット6）におけるノネズミの種構成の違い

赤外線自動撮影装置は5日間で379枚の写真を撮影し、この内299枚（78.9%）に動物が撮影された。最も多く撮影されたのはシマリスで、次いでハントウアカネズミとなり、これらの動物がチョウセンゴヨウの種子分散に重要な役割を果たしていることが分かった（表-4）。

また、外部形態のよく似たタイリクヤチネズミとヒメヤチネズミは写真から判別することはできなかった。

表-4 各種のワナで捕獲（記録された）ゲッ歯類

	はじきワナ	箱ワナ	自動撮影装置
ワナ数	20	15	4
ワナかけ日数（夜数）	5	5	5
シマリス			173* <sup>1</sup>
ハントウアカネズミ	17	28	94* <sup>1</sup>
ヒメヤチネズミ	10	7	32* <sup>1</sup>
タイリクヤチネズミ	7	3	
合計	34	38	299* <sup>1</sup>

\*1: 撮影された写真の枚数を示す

赤外線自動撮影装置が標識を装着した個体を再度記録した割合（再捕獲率）は0.25ではこワナの再捕獲率0.12の約2倍となった。

これらのことから、大規模な森林かく乱が起きると貯食行動をもつゲッ歯類の個体数が少なくなり、特に北方林の主要な構成種であるチョウセンゴヨウの種子分散に有利は作用しないと考えられた。また、赤外線自動撮影装置は種子分散に関与するゲッ歯類の行動を記録するのにきわめて有効であることが明らかとなった。

## 5. 本研究により得られた成果

約 20 年間の衛星画像の解析により、ロシア極東地域における森林かく乱の進行状況の一部を明らかにした。冬季の画像を用いることにより、夏季の画像では困難だった頻度でさかのぼって観測できた。

現在ロシアの森林かく乱をもたらしている構造的要因を明らかにするとともに、これまで明らかになっ

ていなかった中国との関係を明らかにすることができた。

これまで報告のなかったハバロフスク地方の森林土壌のメタン吸収能を明らかにした。得られた結果を他の地域（文献値）と比較したところ、森林土壌の吸収能は同程度からやや高い値を示しておりその理由を調査する必要がある。また、樹木の吸収能を越えた NO<sub>3</sub> 生成が生じており、この地域の森林土壌が酸性化とともに富栄養化、窒素飽和状態に近いを明らかにした。

原生林の過去 23 年間の蓄積は 300m<sup>3</sup>前後で推移しており、今後蓄積増加は期待できず、土壌呼吸等を勘案すると二酸化炭素固定には寄与していないと思われる。蓄積の約 50% を伐採した択伐林では、小面積の皆伐地が出現しており、虫害も観察されることから、持続的な森林資源維持には伐採率を下げ回帰年をさらに長くする必要がある。皆伐地についてはイネ科草本が繁茂しているため木本種の定着は困難となっている。

原生林林床のチョウセンゴヨウの稚幼樹は、林道に接した林縁に叢生するカンバ幼樹林帯近くに集中して分布しており、種子分散には小動物の関与、定着条件には光条件の検討が必要である。④キノコ調査により、森林の攪乱の有無や攪乱後の時間経過を示すキノコの存在を示唆する観察結果が得られており、森林の攪乱や遷移を示す指標生物としてのキノコの有効性が示された。

ほとんど知られていないハバロフスク地域の土壌動物群集のインベントリーを明らかにした。今後、種数－個体数の関係から森林かく乱に対する影響を評価する必要がある。

成熟林を構成する樹種の種子分散に関与するゲツ菌類を明らかにし、これらが大規模なかく乱地に出現しなかったことを明らかにした。また、赤外線撮影装置がゲツ菌類の種子散布行動に有効であることを明らかにした。

## 6. 引用文献

- 1) 日本林業技術協会 1998: シベリア・極東地域森林・林業協力指針策定調査報告書, (財) 日本林業技術協会, 100pp
- 2) 斎藤篤思・山崎 剛, 1999: 積雪のある森林域における分光反射特性と植生・積雪指標, 水文・水資源学会誌 12(1): 28-38
- 3) 柿沢宏昭 1998: ロシア極東の森林管理, 木材情報 82: 7-16
- 4) Huhta, V. (1976) Effects of clear-cutting on numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates. *Ann. Zool. Fennici*, 13: 63-80.
- 5) Seastedt, T.R. & Crossley, J., D. A. (1981) Microarthropod response following cable logging and clear-cutting in the Southern Appalachians. *Ecology*, 62: 126-135.

### [国際共同研究等の状況]

本研究課題推進のために、ロシア森林局極東林業研究所と議定書を交わし、共同研究を行うこととした。

### [研究成果の発表状況]

- (1) 誌上発表 (学術雑誌)

- ① 柿澤宏昭：日本林業調査会編『諸外国の森林・林業』所収，223-258（1999）  
ロシアの森林・林業
- ② G. TAKAO：Proceedings of the 8th symposium on the joint Siberian permafrost studies between Japan and Russia in 1999, 72-76（2000）  
“Nineteen years history of disturbance on a Khabarovsk forest detected by LANDSAT images”
- ③ T. Koizumui, K. Takahashi, M. Hasegawa, M. Shibuya, R. Hatano, L. G. Kondrashov, and A. P. Sapozhnikov Proceedings of the 8th symposium on the joint Siberian permafrost studies between Japan and Russia in 1999, 98-103（2000）  
“Techniques for recording small rodents in the boreal forest, near Khabarovsk”
- ④ M. Hasegawa, T. Koizumi, K. Takahashi, M. Shibuya, R. Hatano, L. G. Kondrashov and A. P. Sapozhnikov：Proceedings of the 8th symposium on the joint Siberian permafrost studies between Japan and Russia in 1999, 104-108（2000）  
“Comparative studies of soil fauna between a felling site and an unfelling site in the Khabarovsk suburbs”
- ⑤ T. Morishita, T., Hatano, R., Nagata, O., Takahashi, K., Shibuya, M., Sapozhnikov, A. P., and Kondrashov, L. G.：Proceedings of the 8th symposium on the joint Siberian permafrost studies between Japan and Russia in 1999, 154-159（2000）  
“Methane uptake of forest soil near Khabarovsk”
- ⑥ 柿澤宏昭：『世界の木材貿易構造』所収，150-177，日本林業調査会（2000）  
ロシアの木材産業と貿易
- ⑦ 澤宏昭：木材情報 No.115（2000）  
ロシアー再び揺れ動く林政
- ⑧ 柿澤宏昭：グリーンパワー No.260, No.261（2000）  
新外材情報ーロシア
- ⑨ 柿澤宏昭：木材情報 No.120（2001）  
ロシア極東における違法伐採の現状，
- ⑩ 鷹尾 元：日林学会北海道論集，49，133-135（2001）  
冬季衛星画像による森林伐採の抽出ー極東ロシア森林19年間の伐採歴ー

（2）口頭発表

- ① 森下智陽、永田修、波多野隆介、高橋邦秀、L. Kondrashov：日本土壌肥料学会1999年度北海道大会（1999）  
「ロシアハバロフスク森林土壌のメタン吸収～北海道における観測結果との比較～」
- ② 長谷川元洋、小泉透、高橋邦秀、渋谷正人、波田野隆介、L. G. Kondrashov, A. P. Sapozhnikov：第23回日本土壌動物学会大会（2000）  
「ロシア極東ハバロフスク地方における森林伐採が土壌動物に与える影響」
- ③ G. TAKAO：「NOAAから見たシベリア」ワークショップ（2000）  
“Estimation of Forest Recovery after Disturbance Using Satellite Images”

- ④ Koizumi, T., T. Yabe, C. E. Rittl, N. Higuchi, and L. G. Kondrashov : IUFRO world congress , Kuala Lumpur, Malaysia (2000)  
“Infrared-triggered camera: a tool for measuring the biological diversity”
- ⑤ 永田 修, 波多野 隆介, 渋谷 正人, 斎藤 秀之, 高橋 邦秀, L. Kondrashov : 日本土壤肥料学会 2000 年度北海道支部大会 (2000)「ロシアハバロフスク森林生態系における物質循環」
- ⑥ 森下智陽, 永田修, 波多野隆介, 高橋邦秀, L. Kondrashov : 日本土壤肥料学会 2000 年度北海道大会 (2000)「ロシアハバロフスク森林土壌のからの CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> フラックス」

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし



付表-1 プロット1 (原生林) における林床植物

species	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	frequency	C.V
<i>Abies nephrolepis</i>	+			1		1	+	+	1		III	180
<i>Picea ajanensis</i>	+							2	1	1	II	290
<i>Pinus koraiensis</i>						+	+				I	10
<i>Acer mono</i>	+			+			+		+	+	III	25
<i>Acer tegmentosum</i>	+				+			1	+	+	III	75
<i>Acer ukurundense</i>	+		2	1	2	1					III	465
<i>Fraxinus mandshurica</i>	+		+	+	+	+					III	25
<i>Phellodendrou amurense</i>	+										I	5
<i>Populus davidiana</i>		+	+	+	+	+	1	+			IV	85
<i>Populus suaveolens</i>	+										I	5
<i>Salix taraiensis</i>	+										I	5
<i>Tilia amurenensis</i>	+										I	5
<i>Ulmus laciniata</i>						+					I	5
<i>Betula costata</i>	2										I	175
<i>Corylus heterophylla</i>	1										I	55
<i>Corylus mandshurica</i>			2			+	2	2	+		III	535
<i>Euonymus pauciflora</i>		+				+	+				II	15
<i>Lonicera chrysantha</i>		1	1	1		1	+		1	1	IV	335
<i>Philadelphus tenuifolius</i>	+										I	5
<i>Ribes triste</i>		+	+		+	+	+	+	+	+	IV	40
<i>Sambucus sibirica</i>										+	I	5
<i>Sorbaria sorbifolia</i>	+	1	+	+	+	+	1	+	+	+	V	150
<i>Syringa amurenensis</i>	+	2									I	180
<i>Actinidia kolomikta</i>	+	1	1	1	+	1	+	+	+	1	V	300
<i>Vitis amurenensis</i>			+								I	5
<i>Adiantum pedatum</i>		+	+				+	+		+	III	25
<i>Athyrium pycnosorum</i>				+							I	5
<i>Athyrium sinense</i>							1		+		I	60
<i>Athyrium spinulosum</i>			+	+	+	+	+			+	III	30
<i>Dryopteris amurensis</i>						+	1	+			II	65
<i>Dryopteris bushiana</i>			+			+	+	+	+	+	III	30
<i>Equisetum hyemale</i>			+								I	5
<i>Aconitum sczukinii</i>	+										I	5
<i>Agrostis clavata</i>	+										I	5
<i>Anemone udensis</i>			+								I	5
<i>Artemisia integrifolia</i>	+										I	5
<i>Aruncus asiaticus</i>	+	+									I	10
<i>Berberis amurenensis</i>			+							+	I	10
<i>Caramagrostis langsdorffii</i>	+										I	5
<i>Cardamine leucantha</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	V	45
<i>Carex campylorhiza</i>	4	2	1	4	3	3	4	2	2	3	V	3580
<i>Carex pallida</i>			+			+					I	10
<i>Carex xyphium</i>	+			1	2	1	1	1	1	+	IV	460
<i>Circaea alpina</i>										+	I	5
<i>Eleutherococcus senticosus</i>		+	+	+	1			+	1	1	IV	185
<i>Enonimas macroptera</i>			+	+	+	1	+	+	+		IV	85
<i>Filipendula palmata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	45
<i>Galium dahuricum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	50
<i>Geum aleppicum</i>	+										I	5
<i>Impatiens noli-tangera</i>									+	+	I	10
<i>Lactuca sibirica</i>	+										I	5
<i>Lycopus uniflorus</i>	+										I	5
<i>Maianthemum bifolium</i>		+	+		+	+		+	+	+	IV	35
<i>Milium effusum</i>				+							I	5
<i>Oxalis acetosella</i>					+				+		I	10
<i>Rubia cordifolia</i>			+	+							I	10
<i>Scutellaria ussuriensis</i>					+				+		I	10
<i>Smilacina dahurica</i>							+	+	+	+	II	20
<i>Spiraea salicifolia</i>	+										I	5
<i>Spiraea ussuriensis</i>	1	+						1	2	2	III	465
<i>Symplocos chinensis</i>		2	1	2	2	2	1	1	1	3	V	1295
<i>Taraxacom mongolicum</i>	+										I	5
<i>Thalictrum filamentosum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	45
<i>Trigonotis radicans</i>			+							+	I	10
<i>Urtica augustifolia</i>		+		+							I	10
<i>Viola selkirkii</i>	+								+		I	10
<i>Caldamia?</i>								+			I	5

付表-2 プロット2 (択伐林) およびプロット3 (伐採地) における林床植物

species	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	frequency	C.V	
Abies nephrolepis								1	1		1		+		+	1	+		1	1		III	173
Pinus koraiensis											1											I	28
Picea ajanensis										1		1			1	+	+					II	88
Acer tegmentosum			+						2			1	+					+				II	118
Acer ukurundense				1	+			2	1	2	2	1		+	+	+	1	2	+			III	483
Alnus hirsuta								2	1	2												I	203
Betula lanata											+			+		1				+		I	35
Fraxinus mandshurica	+						+		+		+			+		+	+	+				II	20
Phellodendrou amurense										+												I	3
Populus davidiana							+	1					+	+	+				+	+		II	43
Prunus asiatica						+																I	3
Prunus maackii							1															I	28
Tilia amurensis			+																			I	3
Aralia elata		+	+					+		+												I	10
Betula costata														1		+			+			I	33
Cornus alba					+	+	+															I	8
Corylus mandshurica											1	+	1									I	58
Euonymus macroptera	+							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	35
Euonymus pauciflora										1		+				1						I	58
Philadelphus tenuifolius	+	1																				I	30
Ribes triste	+		+	+			+	+	+		+	+	+			+	+		+		+	IV	33
Rosa acicularis	+		1					1								+					+	II	63
Sambucus sibirica		+										+										I	5
Sorbaria sorbifolia	3	+			+	1	2	3	1	+	+			+								III	530
Actinidia kolomikta	2	1	+	+		+	+	+	1	3	1		+	+	1	1	1	+				IV	460
Athyrium crenatum	+												+									I	5
Athyrium filix-femina				+	+		+	+	+	1	+			3		+						III	233
Athyrium rubripes			+	+		+							+									I	10
Athyrium sinense																	+	1				I	30
Dryopteris amurensis	2	+	+	+			+	+	+	1	+		+		4	4	1	1	4	4		IV	1440
Dryopteris bushiana											+											I	3
Dryopteris phegopteris										+				+								I	5
Equisetum hyemale							+			+		+			+	+						II	13
Equisetum sylvaticum	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					IV	38
Osmunda asiatica			+	+	+			1	1		1	1				+	4	4	+			III	748
Aconitum sczukanii										+												I	3
Aconitum consanguineum				+																		I	3
Anemone udensis	+	+	+									+	+	+						+		II	18
Angelica maximowiczii														+								I	3
Cacalia auriculata	+		+	+	+		+		+			+				+				+		III	23
Caramagrostis langsdorffii	+		4	5	5	5	5	3					1		+	+	1			+		III	2315
Carex campylorhiza			2																			I	88
Carex falcata			+						+	+	+											I	10
Carex sordida			1	+			+					2				+	+					II	125
Carex subebracteata				+									+		+							I	8
Chrysosplenium pilosum					+		+															I	5
Circaea alpina											+					+						I	5
Filipendula palmata		1	+	+	+	+	+	+							+							II	45
Galium dahuricum	+	+	+	+								+					+		+	+	+	II	20
Impatiens noli-tangera	+			+			+									+						I	10
Maianthemum bifolium			+	+	+				+	+	+	+			+	+	+	+	+	+		III	30
Oxalis acetosella			+											+						+		I	8
Paris haxaphylla																		+				I	3
Pseudostellaria sylvatica		+	+													+						I	8
Saussurea neoserrata															+							I	3
Smilacina dahurica	+			+	+			+	+	+	+	1	+		1		+	+		1		IV	108
Solidago decurrens										+	+											I	5
Thalictrum filamentosum	+	+		+				+	+	+	+	+	+		1	+	+	+		+		IV	60
Trientalis europaea																		+		+		I	5
Trigonotis radicans			+	+	+		+					+	+	+		+	+					III	23
Urtica augustifolia							+	+	+													I	8
Viola selkirkii		+	+					+	+	+		+			1			1				II	70
*moss							1															I	28
ホソバトウゲシバ																			+	+		I	5