

北方林から地球環境問題を考える

—極東ロシアを中心に—*

高 橋 邦 秀

はじめに

「熱帯林業」で北方林について紹介させてもらうのは少々気が引けたが、熱帯林と北方林の双方に共通するキーワードとして“森林火災”があり、調査報告的なものを紹介させていただく。筆者らは8年前から永久凍土地帯のヤクーツクで、タイガの炭素収支の実態調査を開始し、また3年前よりハバロフスク郊外で針広混交林の保全問題に取り組み始めたが、どちらの地域でも森林火災が最大の森林劣化要因であった。

ロシアの森林は世界の森林面積の約2割を占め、主にタイガと呼ばれる針葉樹林からなっている。エニセイ川を境として、東側は永久凍土上に落葉針葉樹のカラマツ（ロシアでは凍土地帯のカラマツを *Larix gmelinii* と *L. cajanderi* の2種に分類しているが、本稿ではカラマツとして表記する）主体の広大な一斉林が広がり、西側はトウヒ属、モミ属やヨーロッパアカマツを中心とする常緑針葉樹の森林帯となっている。前者を明るいタイガ、後者を暗いタイガと呼ぶこともある。このようにまとまった針葉樹資源が存在するロシアの森林は、地球上に残された数少ない針葉樹資源のフロンティアとして世界的に関心をもたれている（Bryant *et al.*, 1997）。また、地球温暖化ガスである二酸化炭素の巨大な貯蔵庫として（Kolchugina and Vinson, 1993）、さらには多量のメタンを含む永久凍土との共生関係など（福田・高橋, 1999），地球環境保全の面からも、ロシアの森林は注目されている。

* 本編は、本誌50号でお知らせしましたように、国際化した森林・林業問題は、熱帯地域に限定せず広く取り上げる新方針に沿った最初の報告である（編集部）。

Kunihide Takahashi : What is Global Environmental Problem in Far East Russia ?

北海道大学大学院農学専攻科

地上の怪物シベリアタイガ

有名なロシアの作家チエーホフが1890年にモスクワから、イルクーツク、ヤクーツクを経てサハリンへ旅をした時の紀行文「シベリアの旅」(チエーホフ全集13, 1961)には、今のシベリアタイガにも通じる森の様子が記述されている。「エニセイを越えると間もなく、有名な密林帯（タイガ）がはじまる。これにかんしては色々と喧伝も記述もされてきたが、そのため反って実際とは遠い姿を期待していた。最初はどうやら多少の幻滅感さえ抱く。松、落葉松、樅、白樺から成る変哲もない森が、道の両側に間断なく続いている。五抱えとある木は一本もなく、見上げると眼まいのするような喬木もない。（中略）密林帯の迫力と魅力は、亭々と聳える巨木にあるのでもない。渡り鳥でもなければ恐らく見透せまい、その涯てしなさにあるのだ。はじめの一昼夜は気にも留めない。二日目、三日目になると段々驚いてくる。四日目、五日目になると、この地上の怪物の体内からは、何時になっても抜け出せないというような気がします」。さらに森林火災についても次のような記述がある「時には山火事で森が五露里も焼けることがある。が、全体としてみれば焼け跡は殆ど氣附かぬ程度で、しかも二三十年もすると、焼けた場所には前よりも一層密に茂った若森が生える」。そして、失火による森林火災については「恐るべき災禍どころか、かえって大きな功績を大自然の中に印したのだ。密林帯では、人間普通の尺度は役に立たない」と述べている。このようにロシアでは百年以上も前に、シベリアタイガの森林火災は常識化していたようで、災害というよりむしろ更新に必要な出来事として認識されていたようである。

ロシアの森林資源

ロシアでは1966年以降、ほぼ信頼できる森林資源統計が概ね5年おきにまとめられている。森林調査は地上調査とリモートセンシングを組み合わせたものが全森林の約6割をカバーしており、残りはリモートセンシングのみにより行われている。後者のうち極東北部の約1億7千万haあまりについては1950年代に行われた航空機からの観察による推定しかない(Kukuev *et al.*, 1997)。資源統計からロシアの森林の特徴を拾い出すと以下のようになる(表1, 2)。

- 1) 森林面積・蓄積は全体としてほぼ横這い、ないし微増傾向にある。
- 2) 成熟林は急速に減少しており、とくに経済的に価値の高い針葉樹成熟林の減少が著しい。一方でカンバ類を中心とした若齡林の比率が上昇して

いる。

- 3) このような変化は地域により一律ではなく、極東では蓄積が大きく減少し、資源状況の悪化が進行している。ロシア全体で森林蓄積が横這いなのはウラル山脈より西の地域で人工林の成長などにより資源状況が改善されているためである。

表 1 ロシア森林局の管理下にある森林資源の推移*

西暦年	1966	1973	1978	1983	1988	1993	1993/1966
森林フォンド(100万ha)	1,105.6	1,103.4	1,123.0	1,119.7	1,115.8	1,110.5	1.00
閉鎖林面積(100万ha)	657.5	678.9	694.3	708.5	713.5	705.8	1.07
うち針葉樹林	488.2	508.3	519.2	526.5	526.0	507.7	1.04
閉鎖林蓄積量(10億m³)	73.5	74.0	74.7	75.4	74.6	73.0	0.99
うち針葉樹林	61.2	61.0	61.2	61.3	60.1	57.7	0.94
成熟林蓄積(10億m³)	52.8	52.5	51.5	49.1	46.3	42.0	0.80
うち針葉樹林	45.6	44.6	43.8	41.8	38.9	34.2	0.75
非閉鎖林面積(100万ha)	144.2	124.8	116.1	106.7	106.1	115.5	0.80
うち伐採跡地	13.3	9.5	10.2	8.6	8.6	8.5	0.64
うち火災跡地	68.4	53.6	43.9	36.8	34.9	31.9	0.47
年成長量(100万m³)	792.1	821.1	855.0	874.2	844.1	830.0	1.05
人工林面積(100万ha)	5.9	9.7	11.7	14.5	16.5	17.3	2.91

* Shvidenko and Nilson (1996) 現在、森林局は廃止され、自然資源省の管轄下にある。

表 2 地域別ヘクタール当たり蓄積量 (m³/ha) の推移

西暦年	1966	1973	1978	1983	1988	1993
ヨーロッパロシア	114.4	114.4	117.8	118.4	122.3	126.0
アジアロシア	131.8	117.2	114.5	114.1	111.4	117.4
西シベリア	120.1	127.7	127.9	127.1	125.4	125.7
東シベリア	134.3	130.2	127.0	129.1	130.7	133.3
極東	106.6	100.0	97.7	93.0	87.4	86.5
全ロシア	119.3	116.6	115.5	114.7	113.7	114.3

資料：表1に同じ。

1993年時点で裸地や疎林状態になっている面積はロシア全体で約1億2千万ha, このうち森林火災跡地とされている面積は約3,200万ha（日本の森林面積の約1.3倍）で伐採跡地の4倍となっている。

このように、ロシアでは熱帯林でみられるような森林面積自体が減少するといった破壊は生じていないが、成熟林の減少や樹種構成の変化などにより資源内容の劣化が進んでいる。また、森林消失の原因としては森林火災や伐採のほか、病虫害、異常気象（主に風害）、大気汚染によるものなどが報告されている（Kiseleva, 1996）が、森林火災に比べこれらの比率は小さい。

なお、ロシアの行政区分はウラル山脈から西側をヨーロッパロシア、東側をアジアロシアとし、アジアロシアは、オビ川、エニセイ川、レナ川それぞれの流域を中心として西シベリア、東シベリア、極東に3区分されている。

極東の森林の特徴

極東の森林面積は3億5千万ha、日本の森林面積の16倍の広さである。極東南部は、チョウセンゴヨウ（ベニマツ）、エゾマツを主体とし、ヤチダモ、ミズナラ、ドロノキなどの広葉樹がモザイク状に混交する針広混交林（汎針広混交林）で、用材資源として価値の高い森林となっている。この森林帶には絶滅危惧種のアムールトラ、ヒョウ、ヤマネコ、タテガミオオカミなどが棲息しており、湿地帯は渡り鳥の中継地としても重要である。

年間降水量が250mmを下回るような寡雨地帯の極東北部は、永久凍土地帯であり、カラマツの広大な一斉林となっており、丘陵地上部や森林火災頻度の

表3 極東地域における齢級別面積（100万ha）の推移

西暦年	若齢林	中齢林	成熟移行林	成熟・過熟林
1966	21.8	34.4	23.0	164.0
1973	34.4	38.3	21.9	159.1
1978	39.2	45.8	22.9	149.3
1983	42.8	55.2	24.8	141.2
1988	48.0	70.9	25.0	131.1
1993	48.0	74.9	24.7	125.8

極東経済研究所 Sheingauz 氏資料

注) 1齢級の長さは成熟齢によって異なる。50~70年が成熟齢の場合10年、80~140年の場合20年、140年以上の場合40年となっている。

例えばエゾマツの場合80年が成熟齢なので、40年まで（2齢級）が若齢、41~60年が中齢、61~80年が成熟移行、81~120年（2齢級）が成熟、121年以上が過熟となっている。

高いところはヨーロッパアカマツ林やシラカンバ林となっている。永久凍土地帯のカラマツの成長は極めて緩慢であり、年成長量はニホンカラマツの1/3以下である。しかし、このカラマツ林の存在は、大陸性気候特有の夏季の強烈な日射と35°Cにも達する気温から永久凍土を保護している。

また、極東の森林は表3に示すように成熟林の減少により蓄積が大きく減少し、樹種としては針葉樹とナラなどが減少し、カンバ類やボプラ類が増えている。

森林火災の実態

ロシアでは毎年1万件を越える森林火災が発生し、多い年には200万haに達する被害を受けている(Godammer *et al.*, 1996)。発生原因の8割前後は人為的原因によると推定されているが、信頼できる統計資料が無いため詳細は不明である。森林火災は集落や道路に近い森林ほど火災が頻発しており、人口や集落の増加に伴ってその頻度は高くなっていると思われる。

極東ではハバロフスク地方とサハ共和国での火災面積が大きく、過小評価であると批判されている公式統計でも、年平均火災面積(1991年～1998年)は前者が29万ha、後者が23万haに達し、これら二地方だけで毎年千葉県の面積に匹敵する森林が燃えている。1998年に極東南部の沿海地方やハバロフスク地方で発生した火災面積は約230万ha(関東地方の7割)に達している。図1にみるように年変動が大きいが、これはその年の降水量に逆比例している。これらの被災地は全てが新しい森林ではなく、繰り返し火災に見舞われている林地

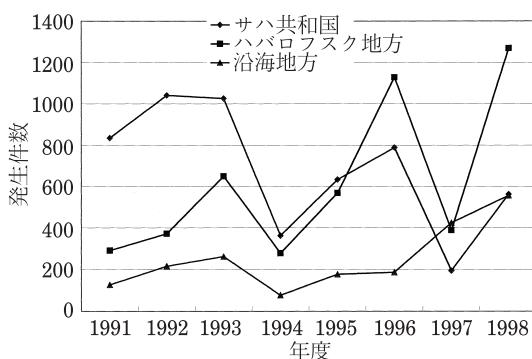


図1 極東における森林火災発生件数

も含まれている。また、伐採跡地が燃えることが多い。これは皆伐後に必要な径級の材だけを搬出し、他は林地に放置することが多く、乾燥気候の極東では伐採跡地に多量の薪が存在することになり、火が入りやすいためである。

森林火災跡地の更新は、火災の形態（地表火、樹冠火）、強度、時期、面積、頻度そして周囲の林分状況等により異なることが考えられるが、火災後数年はヤナギランが優占している。永久凍土地帯のヤクーツク周辺では、カラマツ林（写真1）、アカマツ林、シラカンバ林、これら三樹種の混交林、イネ科草本の草原、苔類の優占する湿地（写真2）などに変わっている。エドマと呼ばれる大きな地下水の存在するところでは、地下水由来の融解湖を伴うお盆状の陥没地形のアラス（写真3）になってしまいもある。非永久凍土地帯のハバロフスク周辺では、ポプラ類やカンパ類が優占する広葉樹二次林になることが多い。しかし、火災頻度の高い林地は、低木が散在する草原になっている。森林劣化を引き起こす最も大きな要因は、森林火災の頻度であり、数年間隔で火が入っているところもある。

温暖化ガスの放出

ロシア全体の森林火災によって大気中に直接放出されてしまう二酸化炭素量は年平均約2億ton、火災後の枯損や分解などにより年平均4億tonから10億tonが放出されると推定されている（Shvidenko and Nilson, 1998）。この大部分が極東の森林である。一方、ロシアの森林が吸収する二酸化炭素量を成長量だけから推定すると約7億tonとなる。この大まかな計算から、ロシアの森林の



写真1 火災跡地で生き残った母樹によるカラマツの一斉更新、20年生前後で1万本/ha以上生立している。



写真2 道路に近く、繰り返し火が入っているため湿地化している。



写真 3 アラス盆地の融解湖

二酸化炭素収支は、ゼロあるいはマイナスとなる可能性がでてくる。最近の報告では、ロシア全体の森林における二酸化炭素収支はマイナスになるとの試算も出されている (Shvidenko and Nilson, 1998)。また、永久凍土地帯では、裸地化することにより凍土が融解し、凍土中に封入されていたメタンが放出され、湿地化によりさらにメタンが放出されることになる。

これまでの我々の調査結果から、永久凍土上のカラマツ林の土壤呼吸、生態系純生産 (NEP)、メタンフラックスについてまとめてみると次のようになる。

- 1) 未攪乱の成熟林での深さ 3 cm の土壤呼吸は、地温 10°C~30°C で 14~108 µg CO₂-C · m⁻² · s⁻¹、強い火災を受けて生立木の存在しない林地土壤では 5~25 µg CO₂-C · m⁻² · s⁻¹、生立木の散在する弱度の火災跡地では 10~60 µg CO₂-C · m⁻² · s⁻¹、となり火災跡地の土壤からの二酸化炭素フラックスはかなり低下した。火災跡地のカラマツ再生林の土壤呼吸は未攪乱成熟林とほぼ同じ値を示すこと、培養試験による微生物呼吸は小さいことなどから、成熟林の土壤呼吸の 75% 以上は根呼吸であると推定される (Sawamoto *et al.*, 2000)。
- 2) 推定した年間の土壤呼吸量および純一次生産量から、成熟林における NEP は 129 gC · m⁻² · y⁻¹ となった。この値は、渦相関法による温帯落葉樹林の値に比べると低く、北方林のヤマナラシ林の結果 (Black *et al.*, 1996) と同様の値である。また、強い火災の跡地の NEP は -88 gC · m⁻² · y⁻¹ となり明らかに二酸化炭素の放出源となっている。
- 3) 火災履歴に関わらず、森林内の乾性土壤はメタンを吸収していたが、湿地化したアラス草地ではメタンを放出していた。アラス湖沼の周辺に広がる乾性土壤の表層は pH 9 に達しており、草本植生は乾性タイプや塩生タイプが優占している。また、永久凍土上では林内の地表融解層が薄くなることから、森林の存在自体が、永久凍土の融解を防止する日傘の役割を果たしていると考えられる。

このように極東ロシアの森林火災は、(1)直接的、間接的な二酸化炭素の放

出、(2)森林の消失、劣化による二酸化炭素吸収能の低下、(3)永久凍土融解に伴うメタンガス放出、という3重の効果により大気中の温暖化ガスを増加させてしまうということができる。

北方林における地球環境問題

筆者の持ち合わせている情報の限界でもあるが、このように見えてくると、ロシア北方林における環境問題として、温暖化ガスの収支問題が重要であるとの印象が強くなる。COP3からCOP6に至る論議の経過が、排出そのものの規制よりも森林の二酸化炭素固定量の評価やその条約内容に集中している現状では、多くの研究者の関心もそちらに向いてしまう。確かに森林の二酸化炭素吸収能は地球環境にとって大切な機能であり、科学的な検討が必要なことはいうまでもない。しかし、多様で複雑な森林生態系の二酸化炭素吸収機構、いわば森林の生命現象をグローバルなレベルで定量化し、国際的な商取引の対象とするには森林の定義から始まらなければならないほど様々なハードルがあり、青田買いの感は否めない。

単純に考えると資源を持続的に利用できるような森林は、機能的にも健全でなければその保続は困難である。健全な森林を維持し、増やしていくための森林管理技術とシステムの確立が二酸化炭素のシンク機能の維持増進と生物多様性保全の決め手である。つまり森林劣化=地球環境問題であると考えている。COP6で問題とされている森林による二酸化炭素吸収量の評価には、このような森林の管理技術とシステムに国際的な認証を与え（既に始まってはいるが）、点数化してシンク機能に加えるべきではないかと個人的には考えている。

現在、ロシア国内では行政組織の変革が強権的に実施されており、昨年の森林局の廃止と環境行政組織の自然資源省（母体は鉱山開発関連の行政組織）への統合は、残念ながらロシアの森林・林業をとりまく状況をますます混迷させている（柿澤、2000）。例えばソ連時代の森林火災に対する対策は、発生後の延焼防止に主眼がおかれ、航空機による早期発見と延焼予測から防火線を設定することであり、それなりの予算措置もされていた。現在は、大幅な予算と人員の削減や管理機構の大変革により、現場での混乱が続いている。1998年に発生した極東南部での森林火災が大規模になった一因は、予算不足から消火体制が機能できなかったことであると現地スタッフや研究者から聞かされている。現在のロシア北方林における森林火災は、発生原因、防火体制のいずれをとっても人災の感を否めない。

地球環境問題は、基本的には我々の行動（日常生活）が地球環境に影響をおよぼし、そのことが自分自身の生命に関わるようになることであり、人類が長い間はぐくんできた文明が、自然のリズムから遊離してしまったことに起因している。有史以来近世まで、森林の過伐が文明の滅亡や大きな社会変革を引き起こしていることは、環境考古学などで検証されている（安田、1996）。もちろん、それらの構図をそのまま現代に当てはめることはできないが、現代の地球環境問題は森林に対するわれわれ人類の認識と日常の行動の帰結である。地球上に残された針葉樹のフロンティア、ロシア北方林の環境問題は熱帯林と類似の構図を持っており、熱帯林の二の舞になる危険性もはらんでいる。

〔引用文献〕 ・Black, T.A. *et al.* (1996) Annual cycles of water vapour and carbon dioxide fluxes in and above a boreal aspen forest, *Global Change Biology* 2 (3), 219-229. ・Bryant, D. *et al.* (1997) *The last frontier forest : ecosystem & economic on the edge*, 42 p, WRI. ・福田正己・高橋邦秀（1999）シベリアタイガの破壊が何をもたらすか、科学 69, 568-571, 岩波書店。 ・Godammer *et al.* (1996) *Fire in ecosystems of boreal Eurasia*, 528 p, Kluwer Academic Publishers. ・神西 清 訳（1961）シベリアの旅、チエーホフ全集 13, 481 p, 中央公論社。 ・柿澤宏昭（2000）ロシア一再び搖れ動く林政、木材情報 115, 1-4. ・Kiseleva, V. (1996) Environmental stress to Siberian Forests : an overview, pp, IIASA WP-96-45. ・Kolchugina, T.P. & Vinson, T.S. (1993) Equilibrium analysis of carbon pools and fluxes of forest biomass in the former Soviet Union. *Can. J. For. Res.* 23, 81-88. ・Kukuev, Y.A. *et al.* (1997) The forest inventory system in Russia, *J. Forestry* 95 (9), 15-20. ・Sawamoto, T. *et al.* (2000) Soil respiration in Siberian taiga ecosystems with different histories of forest fire, *Soil Sci. Plant Nutri.* 46 (1), 31-42. ・Shvidenko, A. and Nilson, S. (1996) Expanding forests but declining mature coniferous forests in Russia, 19 p, IIASA WP-96-59. ・Shvidenko, A. and Nilson, S. (1998) Phytomass, increment, mortality and carbon budget of Russian forests, 25 p, IIASA IR-98-105. ・安田喜憲（1996）森のこころと文明、NHK ライブライリー、272 pp, NHK 出版