

B-4 シベリア凍土地帯における温暖化フィードバックの評価に関する研究

(2) シベリアの森林における温室効果ガス発生量へのフィードバック

① 森林生態系における一次生産と二酸化炭素収支

研究代表者

農水省 林野庁 森林総合研究所 北海道支所 育林部長 金澤 洋一

森林総合研究所	北海道支所	育林部	樹木生理研究室	森 茂太
〃	〃	〃	土壌研究室	松浦陽次郎
〃	東北支所	育林部	多雪地帯林業研究室	梶本 卓也
元森林総合研究所	北海道支所	育林部	(現龍谷大学)	大澤 晃
(委託先)	東京農工大学	農学部		小池 孝良

平成6-8年度合計予算額 20,450千円

(平成8年度予算額; 7,015千円)

〔要旨〕

東シベリアの連続永久凍土分布帯に成立したカラマツ森林ツンドラ生態系と、中央シベリアのカラマツ林生態系の、地上部・地下部現存量、土壌有機炭素・窒素集積量、C/N比、等の調査を行った。森林の現存量のうち約3~4割を地下部現存量が占め、細根量を考慮すると地上部現存量と地下部現存量はほぼ等しいと考えられた。このような現存量配分比は冷温帯域のカラマツ人工林、中央シベリアのアカマツ林においても見られず、連続永久凍土地帯のカラマツ林生態系に特有な現象であると考えられた。根系の成長は同一個体の側根でも同調せず、根の成長には林床の微地形が作りだす地温・水分環境が影響していると考えられた。過去の材積成長と林分レベルの機能量の関係が見いだされ、過去の機能量復元の手がかりとなる数学的な取り扱いの可能性が示唆された。

東シベリアのカラマツ森林ツンドラには、有機質土壌およびポドゾル性土壌は卓越せず、多くの土壌は土壌有機炭素に対して窒素集積量が比較的大きい特徴を持っていた。そのため周極域の土壌としてはC/N比が15以下の土壌が多かった。一方、中央シベリアのカラマツ林土壌と東シベリアの山岳森林ツンドラ土壌ではC/N比が20前後であり、他の周極域の土壌と類似していた。

高温・高二酸化炭素条件下で、シラカンバの生育実験を行った。その結果、ヤクーツク産のシラカンバの方が日本産よりも高二酸化炭素分圧下の順化適応能力が高かった。

一次生産物の地下部への配分、機能量復元に基づく過去の二酸化炭素と現在の二酸化炭素濃度の森林成長に与える影響の検出、潜在的に窒素集積量の大きい東シベリアの永久凍土における温暖化影響の発現機構など、今後の研究方向が示された。

〔キーワード〕 地上部・地下部現存量、土壌有機炭素、C/N比、永久凍土、カラマツ林生態系

## 〔研究成果報告〕

### 1. はじめに

地球温暖化の影響を最も大きく受けることが懸念されている北方の植物生態系のうち、東シベリアは永久凍土の連続分布域に森林及び森林ツンドラが周極域の中で唯一成立している地域である。この地域の主要構成樹種が落葉針葉樹のカラマツのみであることも、他の周極域のタイガ・森林ツンドラと大きく異なる特色である。

これまでの周極域北方林生態系の研究と温暖化予測研究の多くは、北米大陸の植物生態系に関するものであり、永久凍土の連続分布域ではない。そこで連続永久凍土の上に成立したこの地域の植物生態系の一次生産と二酸化炭素収支に関わる機能量の推定・評価は、永久凍土連続分布域の二酸化炭素シンク/ソース評価と周極域の植物生態系の温暖化影響予測に重要である。

### 2. 調査地域と研究方法

研究期間中、1994年度にはレナ川下流域（北緯72度—東経126度付近）の森林ツンドラの調査を行い、年輪成長パタンの解析、及び土壤炭素集積量の推定をした。海外旅費の不足のために、現存量調査は行っていない。これらの結果が東シベリアの森林ツンドラにどの程度普遍的に見られるのかを明らかにするために、1995年度はさらに東部のコリマ川低地帯（北緯69度—東経160度付近）の森林ツンドラと中央シベリアのタイガ（北緯64度—東経100度付近）で現存量推定と土壤炭素集積量推定を行った。また1996年度には、同様の調査を東シベリアの山岳森林ツンドラ地帯（北緯63度東経145度付近）で行い、連続永久凍土の分布域における一般的な傾向を検討した。

#### ①地上部・地下部現存量

調査地に適宜方形区を設けて毎木調査を行い、各サイズを代表する5～7本の伐倒調査を行った。伐倒試料木は、葉・枝・樹幹に分けて生重を測定した後、サブサンプルと成長パターン解析のための円板試料を採取した。地下部は掘り取り調査に依った。各器官のアロメトリ関係を求め、毎木調査の結果から各個体の器官別重量を求めた。試料を日本に持ち帰った後、絶乾重量を求めた。

#### ②成長パターン解析

伐倒試料木及び成長解析試料木について樹幹解析をおこない、樹齢と成長パターンについては、成長曲線の乗り換え率を計算した。各個体について辺材中の年輪数を数え、樹齢との関係を求めた。また地上部の成長と地下部の成長の対応を年輪解析に基づいて行った。

#### ③土壤炭素集積量推定

レナ川下流域の森林ツンドラで7断面、コリマ川低地帯の森林ツンドラで4断面、中央シベリアのタイガで2断面、東シベリアのインディギルカ川上流域に広がる山岳森林ツンドラで1断面の土壤調査を行い、活動層と永久凍土最上部の試料採取を行った。日本に持ち帰った後、炭素・窒素の定量を行った。物質濃度・層厚・仮比重・細土率などから活動層中と土層1m内に集積した炭素・窒素量を推定した。

#### ④高温・高二酸化炭素条件下における光合成特性比較

現地調査とは別に、ヤクーツク郊外で採取した *Betula platyphylla* の種から発芽した実生を、大気二酸化炭素分圧下（36Pa）と約二倍（70Pa）の条件下で、高温処理（昼/夜：30/16℃）と低温処理（昼/夜：26/12℃）に分けて生育させ、光合成特性の測定を行った。

### 3. 結果

東シベリアの森林ツンドラ及び山岳森林ツンドラと、中央シベリアのタイガ生態系における調査結果を、各々の項目について以下に記す。

#### ①地上部・地下部現存量

調査した3林分の概要は次表に示すとおりである。

表-1 東シベリア・中央シベリアの調査林分概要.

調査地名	東シベリア		中央シベリア
	チェルスキー コリマ川低地)	オイミヤコン (インディギルカ川上流)	トゥラ (ニジニツク <sup>ア</sup> ス川上流)
位置	69N-160E	63N-145E	64N-100E
植生	森林ツンドラ	山岳森林ツンドラ	タイガ
立木密度(/ha)	1933	850	1910
林齢(yrs)	140 ~ 150	130 ~ 150	240 ~ 260
胸高直径(cm)	5.93	6.57	6.83
樹高(m)	4.31	4.46	5.57

伐倒試料木うち、平均サイズより大きい個体の年輪解析に基づく林齢は、東シベリアの森林ツンドラ及び山岳森林ツンドラの調査林分では、どちらも150年前後であった。一方中央シベリアの調査林分はやや古く、250年前後であった。インディギルカ上流部の山岳森林ツンドラは、樹木限界付近に位置し、3カ所ではカラマツの立木密度がもっとも低かった。調査地の立木平均胸高直径は、トゥラで6.83 cm、オイミヤコンの山岳森林ツンドラで6.57 cm、チェルスキーの森林ツンドラでは5.93 cmであった。平均樹高はいずれの調査地においても低く、タイガ地域のトゥラが5.57 mでもっとも大きかった他は、森林ツンドラと山岳森林ツンドラでは5 mに達していなかった。これらの調査林分における地上部・地下部現存量蓄積量を推定した結果、地上部の各器官と根系(直径0.5cmより太い根までを含む)の現存量は次表のようになった。

地上部と地下部をあわせたカラマツ森林ツンドラの現存量は、インディギルカ川上流部の山岳森林ツンドラでもっとも少なく、ヘクタールあたり9.9トンであった。コリマ川低地の森林ツンドラでは、26.6トン、中央シベリアのタイガでは34.4トンであった。現存量の各器官への配分比は、いずれの調査地においても幹がほぼ半分かそれ以上を占め、枝は約1割を占めていた。根系(直径0.5cm以上の根)の現存量は約3~4割を占めていた。この表-2では、細根量を含めない地下部現存量の値により、配分比を計算した。

中央シベリアのトゥラのタイガでは、根系の現存量調査の他に細根(直径0.5cm未満)の現存量推定を別に行った。それによると細根量はヘクタールあたり22.3トンとなり、地上部の現存量に匹敵していた。

細根量がかなりの量に達することは、東シベリアの森林ツンドラと山岳森林ツンドラにおいても同じと考えられ、細根量までを含めると、地上部現存量と地下部現存量はほぼ同じ蓄積量と考えられる。

表-2. 東シベリア・中央シベリアのカラマツ林生態系における  
器官別の現存量とその配分比 (%)。

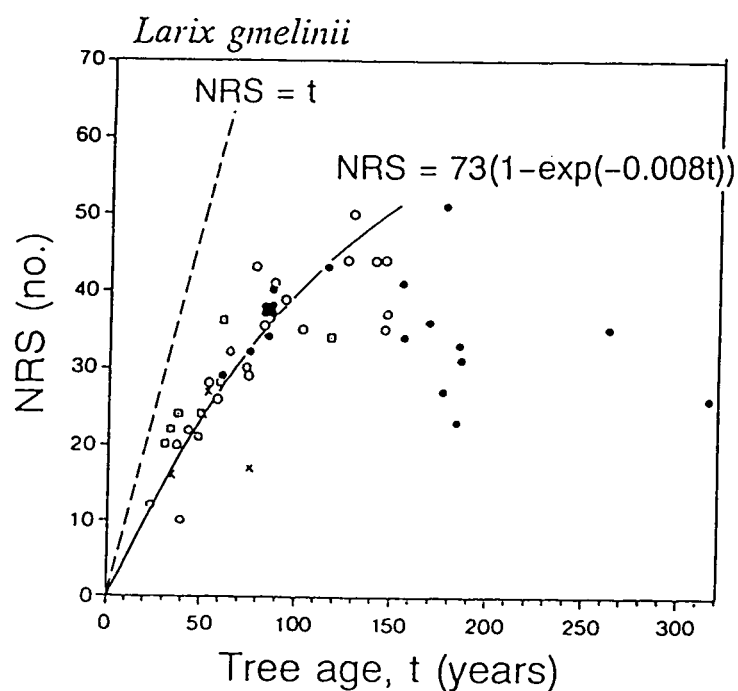
調査地名	東シベリア		中央シベリア
	チェルスキー コリマ川低地)	オイミヤコン (インディギルカ川上流)	トゥラ (ニジニツングースカ川上流)
現存量 (ton/ha)			
幹	11.9 (44.7)	6.1 (61.5)	18.1 (52.6)
枝	3.2 (12.0)	0.9 (9.0)	3.2 (9.3)
葉	0.9 (3.5)	0.2 (1.9)	1.0 (2.9)
地上部計	16.0 (60.2)	7.2 (72.4)	22.3 (64.8)
根系	10.6 (39.8)	2.7 (27.6)	12.1 (35.2)
林分合計	26.6 (100 %)	9.9 (100 %)	34.4 (100 %)

②成長パタン解析

これまで東シベリアの森林ツンドラで得られた樹幹試料の樹齢と辺材中の年輪数の関係を求めたところ、樹齢0～200年までの関係が、以下のような回帰式で近似できることが明らかになった。

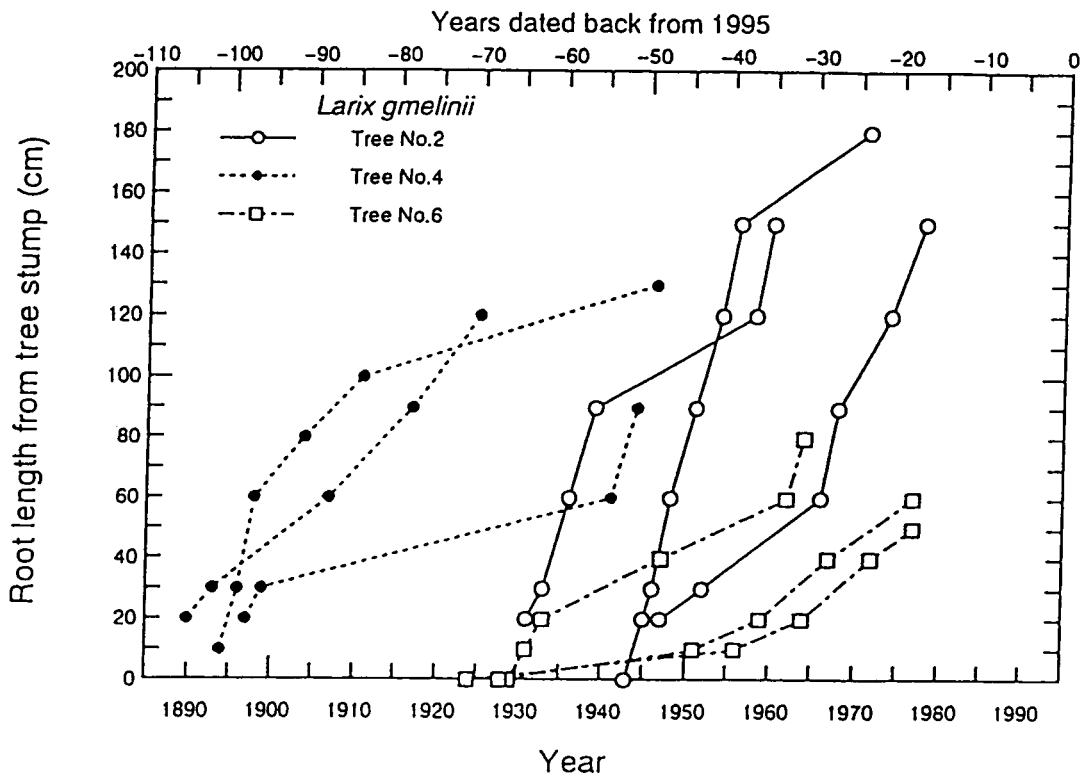
$$NRS (\text{辺材中の年輪数}) = 73 \times (1 - \exp(-0.008t)), \quad t: \text{樹齢}$$

辺材と個体葉量には高い相関を持つアロメトリが成り立つので、いくつかの数学的な仮定の下に、大面積森林火災跡に更新した同齢林分における、ある時間  $t$  の林分葉量・純生産量・林分呼吸量の推定が可能になる。



カラマツ (*Larix gmelinii*) の  
樹齢と辺材中の年輪数の関係。

地上部の成長と地下部の成長の対応関係を明らかにするために、中央シベリアのトゥラにおいて、試料木3本の主要な側根の伸長パターンの解析を行った。カラマツの根系は、夏季に融解する永久凍土の上部（活動層）のおよそ30cmまでの深さに分布し、樹幹を中心に水平方向に長いものは3m以上にも達していた。これらの根系は永久凍土が存在するために下方への伸長が妨げられ、そのかわりに不定根由来の側根が樹幹を中心に伸びていた。根の伸長パターンは、同一個体のほぼ同時期に発生した側根間においても同調していなかった。さらに個体間でも伸長パターンは異なっていた。側根の平均年伸長速度は0.3~11.5cmであった。



ツラ調査林分のカラマツ試料木3本 (No.2,4,6) のおもな側根における伸長成長パターン

### ③ 土壌炭素・窒素集積量

レナ川下流域及びコリマ川低地の森林ツンドラ土壌、インディギルカ川上流域の山岳森林ツンドラ土壌、中央シベリアのカラマツ林タイガ土壌、計14断面について土壌調査を行い土壌有機炭素及び・窒素集積量を推定した。

これらの森林ツンドラ生態系について、植生-土壌の対応関係はおおよそ以下のようにまとめることができた。(i) レナ川下流域に広範に広がるやや湿潤~適潤な平坦面に成立した森林ツンドラでは比較的厚い堆積腐植層をともなう Pergelic Cryaquepts, (ii) レナ川下流域に広く見られる

残丘状のクリオプラネーション斜面に成立したやや乾生な森林ツンドラでは Pergelic Cryorthents 及び Pergelic Cryochrepts, (iii) コリマ川低地帯に代表される湿潤～適潤な立地の森林ツンドラには Pergelic Cryaquepts, および湿地ツンドラに Pergelic Cryohemists と Pergelic Ruptic-Histic Cryaquepts が分布していた。すなわち東シベリアの森林ツンドラでは、有機質土壌が広範には出現しなかった。有機質土壌は湿地ツンドラとなったサーモカルスト湖沼群とその周辺に分布し、このことは、北米大陸に広範に見られる湿地帯の森林ツンドラとその土壌とは対照的な相違点である。インディギルカ川上流部の樹木限界付近の山岳森林ツンドラ土壌は Pergelic Cryorthents, 中央シベリアのカラマツ林タイガ土壌は Pergelic Cryochrepts であった。以上のように、東シベリアの森林ツンドラ及び山岳森林ツンドラ土壌、中央シベリアのタイガ林土壌の主要な土壌タイプは Inceptisols と Entisols に分類される土壌であり、有機質土壌やポドゾルではない。

土壌に集積した有機炭素 (SOC : soil organic carbon) 量と全炭素量, 及び土壌の C/N 比は次表に示すとおりである。

表-3. 東シベリアの森林ツンドラ, 山岳森林ツンドラ土壌, 及び中央シベリアのタイガ土壌における土壌有機炭素 (SOC), 全炭素 (TN) 集積量と土壌の C/N 比.

調査地	立地環境	SOC	TN	C/N	n
		----( kg/m <sup>3</sup> )----			
森林ツンドラ土壌					
レナ川下流域	適潤～湿性 (平坦面)	64.6	3.02	21.4	3
	やや乾性 (斜面)	21.6	1.60	13.5	4
コリマ川低地帯	やや湿潤 (平坦面)	15.3	1.22	12.6	2
	過湿な湿地ツンドラ周辺	59.5	2.15	27.6	2
山岳森林ツンドラ土壌					
インディギルカ川上流部	樹木限界 (斜面)	21.6	1.15	18.8	1
カラマツ林タイガ土壌					
中央シベリア	適潤 (平坦面及び斜面)	12.8	0.621	20.6	2

土壌有機炭素 (SOC) 及び全窒素 (TN) の集積量は、立地環境によって大きな差があった。しかしながら、やや乾性～やや湿潤な森林ツンドラ土壌では土壌有機炭素集積量に対する全窒素集積量が比較的大きく、土壌の C/N 比は 12～13 であった。一方湿性環境の森林ツンドラ土壌と湿地ツンドラ土壌では土壌有機炭素集積量が大きく、それに対して全窒素集積量が少ないために土壌の C/N 比が 20 を越えていた。インディギルカ川上流部の山岳森林ツンドラの土壌では、これらの中間の C/N 比となっていた。

中央シベリアのタイガ土壌では、東シベリアの森林ツンドラ土壌のように大きな土壌有機炭素集積量はみられず、森林ツンドラ土壌の土壌有機炭素集積量の下限值に近い集積量となっていた。さらに、全窒素は相対的に集積量が小さく、その結果土壌の C/N 比が 20 を越えていた。

④高温・高二酸化炭素条件下におけるカラマツの光合成特性比較

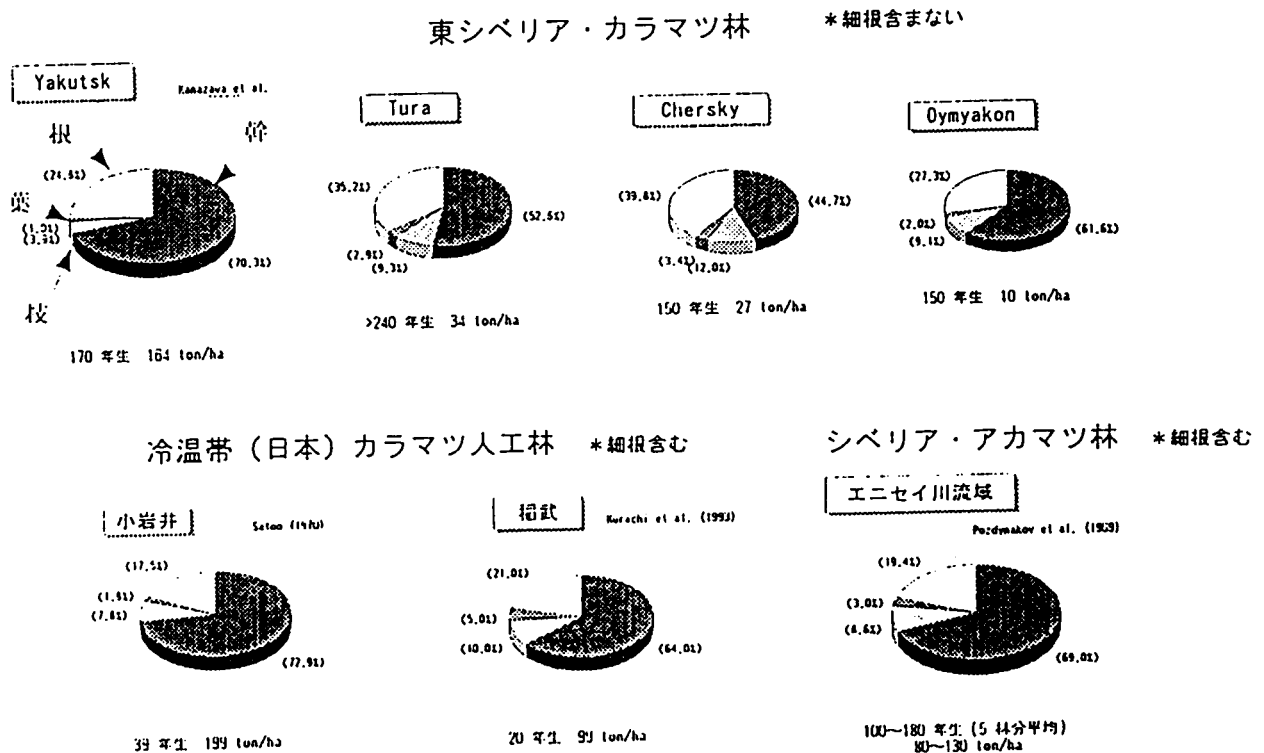
ヤクーツク産のカンバのカルボキシレーション効率が低温処理の場合も高温処理の場合も、大気と同じ二酸化炭素分圧下と二倍の分圧下では大きな差が見られなかったのに対して、日本のシラカンバではそれぞれの温度処理の高二酸化炭素条件下で、著しい低下が見られた。単位窒素濃度当たりの純光合成速度は、ヤクーツク産日本産ともに、高二酸化炭素分圧下で高まった。ヤクーツク産のカンバの方が日本のシラカンバよりも、高二酸化炭素分圧下における順化適応能力は高かった。

4. 考察

①地上部・地下部現存量

これまでに行われた北半球の周極域における北方林生態系の研究では、その多くが地上部現存量の測定のみに限られている。また、中央・東シベリアのカラマツ林生態系のような大面積落葉針葉樹林は他の周極域には存在しないので、本研究における測定値が地上部と地下部をあわせて推定した唯一の研究例である。

中央・東シベリアのカラマツ林生態系で得られた地上部と地下部への現存量配分比を、他の北方森林生態系と比較したものが次の図である。



東シベリアカラマツ林と他の森林生態系における現存量配分比の比較

第一期において行った、東シベリアのヤクーツク郊外におけるカラマツ林生態系の測定値では、現存量が 164 ton/ha で、およそ 7 割が地上部の幹の重量であった。細根を含まない根系は全体の

約四分の一を占めていた。細根の推定値はヘクタールあたり68トンに達していたので、もしこれを考慮すると地上部と地下部の現存量比率はほぼ1:1となる。これは、中央シベリアのカラマツ林タイガの測定において、細根の現存量を含めるた場合、地上部と地下部の現存量比率が1:1にほぼ等しかったのと同様である。

このような現存量配分比率は、永久凍土の連続分布域のカラマツ林生態系に特有のものであるのか、または窒素などの栄養元素獲得のために植物が示した環境条件への適応であるのかは不明である。しかしながら前掲図に示したように、日本の冷温帯におけるカラマツの若齢人工林の研究では、細根までを含めても根系の現存量比率が全体の約2割程度であることから、永久凍土分布域におけるカラマツの環境条件への適応であると考えられる。また、北方林の細根現存量までを測定したロシアの研究では、永久凍土の連続分布域からははずれたヨーロッパアカマツの測定例だが、やはり根系の現存量は全体のおよそ2割である。

中央・東シベリアのカラマツ林生態系が永久凍土の連続分布域であることと、カラマツが落葉針葉樹であること（つまり針葉は貯蔵器官としては機能しないこと）などが、本研究で得られたような、カラマツ林生態系の現存量配分比率に影響していると考えられた。

## ②成長パタン解析

辺材中の年輪数と個体の樹齢との関係、過去にさかのぼって推定した直径と乾材積成長速度との関係などから、林分レベルの炭素動態モデルを構築することが可能になりつつある。多くの研究にみられる温暖化の将来予測は現在のパラメータからの推定であるが、本方法は、かつて二酸化炭素濃度が現在より低かった時代の林分成長と、現在の二酸化炭素濃度における林分成長とを比較することにより、二酸化炭素濃度上昇が森林の成長に与える影響を検出することができる。これについては、第三期の主要な研究目的として今後3年間取り組むこととなっている。

これまでの研究から、永久凍土の連続分布域のカラマツ林では地下部の現存量比率が大きい傾向があると考えられる。地下部への配分比率と環境要因の関係を今後は解明する必要がある。根の伸長を決定する要因にはいくつか考えられるが、永久凍土地帯においては根系の分布する活動層表層の地温分布と水分条件がアースハンモックなどの微地形によって大きく左右される。側根の伸長パターン解析の結果から、同一個体内においても側根伸長の同調性は明瞭ではない。また、伸長速度にも大きなばらつきがあることも明らかになった。今後は微地形の違い（マウンドとトラフ）が水分・地温・窒素の無機加速度などに及ぼす影響を明らかにするとともに、これらの要因と側根の伸長成長との関係を検討する。

## ③土壌炭素・窒素集積量

第一期と第二期を通じて、東シベリアのカラマツ林タイガ及び森林ツンドラ生態系の土壌特性が、従来考えられていたような他の周極域に分布する土壌とは大きく異なっていることが判明した。すなわち第一期においては、北緯60度を越えているにもかかわらず永久凍土の活動層に炭酸塩集積を呈する土壌が広範に分布すること、土壌の有機炭素集積量の範囲は大きい、土壌のC/N比が8~13と低い範囲に収斂することなどが明らかになった。そして第二期の調査では、北方域の森林ツンドラ土壌の炭素・窒素集積量の範囲は大きい、多くの森林ツンドラ土壌のC/N比が9~15であり、20を越えるのは湿性環境下の森林ツンドラ及び湿地ツンドラ土壌で



あることが明らかになった。

これらの知見を総合的に考察すると、東シベリアのカラマツ林タイガ及び森林ツンドラ生態系の土壌特性と土壌有機炭素・窒素集積量の集積パターンは以下のように考えることができる。タイガと森林ツンドラの土壌の母材は一般的に大河川の堆積物であり、岩礫を全く含まない細粒質の有機炭素含有量の高い堆積物である場合が多い。活動層の表層にワタスゲ群落やミズゴケ群落の厚い未分解腐植が存在する過湿な立地環境をのぞけば、土壌の性質はこのような大河川の堆積物の性質に大まかに規定されるといえる。

現在の気候条件も他の周極域に比較して厳しい大陸性気候であるばかりでなく、東シベリアが過去少なくとも4万年間氷床下になかったこと、大型草食獣の生息する寒冷ステップと乾燥地土壌が広域に発達していたことなど、かつて氷床下にあり、土壌発達が氷河の後退・消滅以後に開始した他の周極域とは、土壌特性を規定する要因が東シベリアでは全く異なる。過去の氷床の最大発達時期に氷河末端あるいは周氷河地域に位置したと考えられる中央シベリアの調査地点と、同時期に局所的な山岳氷河が存在したと考えられるインディギルカ川上流部の調査地点では土壌母材が岩屑質であり、他の周極域の土壌と類似した20前後のC/N比であった。

ユーラシア大陸北東部に広がるカラマツ林生態系が、現在の気候の違いだけではなく、過去の地史的要因の違いによって、土壌特性と温暖化の影響を受ける土壌有機炭素・窒素集積量のパターンが他の周極域の生態系とは大きく異なっていると考えられた。

#### ④高温・高二酸化炭素条件下の光合成特性

ヤクーツク産のカンバでは、高二酸化炭素下における順化適応が日本産カンバより明瞭に現れた。栄養塩類の影響はこの測定では取り入れていない。温暖化影響のひとつに無機化を促進する環境条件の好転が考えられるので、前述したような東シベリア森林ツンドラ土壌の集積量からみた特性とあわせると、森林ツンドラ生態系の二酸化炭素収支は温暖化のもたらす環境条件しだいで大きく変化すると考えられる。

## 5. まとめ

第二期の3年間に行った東シベリアの森林ツンドラと中央シベリアのタイガの調査から、ユーラシア大陸北東部に広がるカラマツのみからなる連続永久凍土分布帯の森林ツンドラ生態系に関して、いくつかの興味深い知見が得られた。

東シベリアのカラマツ林生態系ではタイガにおいても森林ツンドラにおいても、地下部現存量への配分比率が現存量のおよそ3～4割に達し、他の森林生態系に比較して大きいことが明らかになった。この比率は細根量を含めるとさらに大きくなると考えられる。森林生態系の純生産量の細根への配分量の問題など、北方森林生態系の炭素収支を解明する上で重要なポイントである。

林分レベルの炭素収支推定と温暖化影響評価については、林分の過去の機能量（成長・呼吸など）を推定することによって、過去の二酸化炭素濃度下の森林と現在の二酸化炭素濃度下の森林との違いを検出できる可能性がある。林分の機能量復元については、第三期に継続して研究推進をする。

東シベリアでは、土壌特性、とりわけ炭素・窒素の集積パターンには、他の周極域とは大きな違

いがあり、常緑針葉樹優占の周極域生態系とは温暖化影響の発現の仕方が異なる可能性が示唆された。潜在的に窒素集積量が他の周極域より相対的に多いことが、温暖化した場合に森林生態系にどのような影響を与えるかの解明が今後の課題となる。

#### 〔国際共同研究などの状況〕

東シベリアの森林及び森林ツンドラでは植物の生育時期が短く、6月下旬から8月中旬までに野外調査を行う必要がある。現行のように野外調査開始時期が7月下旬から8月上旬に食い込むと、植物生態系の諸機能量の推定評価を行うのが難しい。また、効率的に野外データを得るためには、4人・3週間の野外調査旅費が最低限必要である。さらに中央・東シベリアでは、調査に適した地点に移動する手段はヘリコプターに頼らざるを得ないが、近年はヘリコプターのチャーター費用の高騰が著しく、現在の予算規模では典型的な森林生態系の選定が困難である。山岳森林ツンドラや北方の森林ツンドラ調査を充実させるために、ヘリコプターの利用が不可欠である。

東シベリアの現地調査に際しては、ロシア科学アカデミー・シベリア支部・ヤクーツク生物学研究所の研究者との共同調査を行い、現地移動などに協力を得ている。現地入域にはサハ共和国・自然保護省からの許可を得ており、植物体・土壌の分析試料に関する持ち出し料を植物保護局に支払っている。中央シベリアの現地調査についても、同様の協力をロシア科学アカデミー・シベリア支部・スカチェフ森林研究所から得ている。

ドイツのバイロイト大学の研究グループが、エニセイ川付近の非連続永久凍土地帯で組織的な長期森林動態調査を開始している。この研究グループは、ヤクーツク地方においてヘリコプターを駆使して研究サイトの選定を行い、20人の研究者が延べ50日のフィールドワークを行った。これまでに研究例のない連続永久凍土地帯の調査をいち早く始めた日本側にも、長期的・組織的な研究戦略が求められる。

I G B Pでは、NES (Northern Eurasian Study) を組織し、ユーラシア大陸北東部の生態系研究の重要性を指摘している。さらに国際的な呼びかけを行って、北方ツンドラ生態系から冷温帯タイガ生態系までをカバーするトランセクト長期研究を提唱している。

#### 〔研究発表の状況〕

##### 学会発表

松浦陽次郎 他(1996)

東シベリア、コリマ低地の森林ツンドラ土壌の炭素・窒素集積量。  
第43回日本生態学会, 1996.3

梶本卓也 他(1996)

東シベリア・コリマ川流域の樹木限界付近におけるカラマツ林の現存量と成長。  
第43回日本生態学会, 1996.3

松浦陽次郎 他(1997)

中央～東シベリアの永久凍土地帯における土壌 C/N 比の特徴  
第44回日本生態学会, 1997.3

論文発表

○ Koike, T. et al. (1996).

Comparison of the photosynthetic capacity of Siberian and Japanese birch seedlings grown in elevated CO<sub>2</sub> and temperature. *Tree Physiology* 16, 381-385.

Osawa, A. et al. (1995).

Synchronized cyclicity in growth shift events of northern circumpolar coniferous trees, with an analysis of the effects of anthropogenic tree cutting on tree growth at Kholda Yurakh, Siberia. Proc. 3rd Symposium on the joint Siberian permafrost studies, 168-171pp.

Matsuura, Y. & Efremov, D.P. (1995).

Carbon and nitrogen storage of soils in a forest tundra area of northern Sakha, Russia. Proc. 3rd Symposium on the joint Siberian permafrost studies, 97-101pp.

Kajimoto, T. et al. (1997).

Above- and below-ground biomass of *Larix cajanderi* stand near the northern tree limit, eastern Siberia. Proc. 4th Symposium on the joint Siberian permafrost studies, (in press).

Matsuura, Y. et al. (1997).

Carbon and nitrogen storage of soils in Plakhino site, Kolyma lowland. Proc. 4th Symposium on the joint Siberian permafrost studies, (in press).

Kajimoto, T. et al. (1997).

Above- and below ground biomass and annual production rates of a *Larix gmelinii* stand near Tura in central Siberia. Proc. 5th Symposium on the joint Siberian permafrost studies, (in press).

Matsuura, Y. et al. (1997).

Carbon and nitrogen storage of mountain forest tundra soils in central and eastern Siberia. Proc. 5th Symposium on the joint Siberian permafrost studies, (in press).