

## 温暖化適応策導出のための長期森林動態データを活用した東アジア森林生態系炭素収支観測ネットワークの構築

### (2) 効果的な適応策導出に向けた長期観測ネットワークデータの活用と共有化の促進

独立行政法人森林総合研究所

森林植生研究領域 チーム長

佐藤 保

国際連携推進拠点 国際森林情報推進室

松浦陽次郎

平成 21～25 年度合計予算額 96,770 千円 (全課題分)

(うち、平成 25 年度予算額 17,107 千円 (全課題分))

#### [要旨]

本課題サブテーマでは、東アジア域での森林生態系の炭素動態研究の発展を図り、国内外の研究者間の成果情報の連携を強化することを目的とする。本課題のネットワーク専用のホームページを作成し、ネットワークを構成する試験地の沿革と調査データの公開を開始した (<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/EA-FDPN/>)。また、近年の温暖化に係る国際交渉において議論が集中している REDD の観点から本ネットワークのデータがどのように貢献できるかを検討した。本課題の試験地は、ヘクタール規模の毎木データを有しており、森林の炭素蓄積量のバラつきを予備的に把握するのに予備的なデータとなり得る。加えて、亜寒帯林（北方林）の研究の重要性が国際的に高まる中で、森林火災の発生頻度、害虫の大発生等の攪乱、炭素蓄積量に影響する要因の広域評価などについて、周極域の地域間比較の研究を進展させるために、日本が国際共同研究を進める意義について考察した。本課題のネットワークは東アジア広域を対象にしており、REDD+に代表される環境変動に対する国際的な取組に対しても有用なデータを関係者に提供できると考えられた。

#### [キーワード]

データ共有、データ公開、モニタリングデータ、地域間比較、問題共有

#### 1. はじめに

欧米各国はすでに気候変動による影響評価を目的に含む森林生態系観測ネットワークの構築を進めている。EU の枠組みでは、森林生態系の構造と機能を地域間比較するための長期モニタリングネットワーク（たとえば FunDivEURO）が構築されて、各国の共同研究が展開されてきた。また、熱帯地域に於いては、米国が Smithsonian Tropical Research Institute の主導で、熱帯域の森林を対象に動態観測ネットワークである SIGEO を構築している。一方、欧州の研究グループも、南米アマゾン流域の熱帯林試験地をネットワーク化した RAINFOR を設定し、流域内の 100 を超える試験地から得られた膨大なデータを解析して前世紀末からバイオマス量の増加が報告されている<sup>7)</sup>。これらネットワークによる研究成果は、学術誌や書籍に数多く公表され<sup>4,5)</sup>、科学的知見の向上のみならず、国際的な環境政策（たとえば IPCC や GEOSS など）への貢献も果たしている。これら成果はネットワークにより得られたデータを集約的かつ効率的に活用した解析によるもの

であり、個々の試験地単独のデータ解析からは導きがたいものである。SIGEO や RAINFOR での解析事例からも、ネットワークのデータを有効に活用できる仕組みが重要であることは明らかである。すなわち、データ取得者以外の第三者も含めたデータ共有を促進する取組みが必要となってくる。

## 2. 研究目的

本課題サブテーマでは、新たに組織したネットワーク (EA-FDPN) 内の試験地で取得されたデータの共有と利用を促進することを目的としている。すなわち、東アジア域での森林生態系の炭素動態研究の発展を図り、国内外の研究者間の科学技術の連携を強化することである。これら蓄積したデータを EA-FDPN 専用のホームページに公開し、国内外の研究者や技術者が利用できる環境を整えることを目的とする。また、本課題で得られた成果が今後の温暖化対策を考える上での有用性を考察する。

一方で本ネットワークの一部を構成する北東アジアの亜寒帯林については、熱帯域に比べて比較研究できる条件が限られており、北欧や北米などの研究と比較を進める必要がある。北東ユーラシアを含めた亜寒帯林の研究成果情報発信のために、25年度は、エストニアのタルトで開催された第56回国際植生学シンポジウムと、カナダのエドモントンで開催された第16回 IBFRA (国際北方林研究連合: International Boreal Forest Research Association) 大会で発表し、北方林研究の国際集会での成果発表を通じた最新の研究動向に関する情報収集を進めた。また、最近の北極域研究における新たな動きの中で、国立極地研が主催するシンポジウムでシベリア永久凍土地帯の研究成果を紹介し、大気、雪氷、凍土、生態系という分野間連携を目指した長期モニタリングのデータネットワーク構築促進を図った。さらに、既存の長期森林生態系観測グループによる先行研究との比較と北方林生態系の情報共有の促進を図ることを目的とした。

## 3. 研究方法

### (1) 本課題における情報発信と成果の国際貢献への可能性

本課題におけるネットワーク試験地にて所得したデータの公開状況を概説するとともに、すでにデータの公開を進めている国内外のネットワークに関連するホームページから、試験地の情報提示や取得データの公開方法を比較検討した。比較対象としたのは、1) CTFS/SIGEO、2) ForestPlot.net、3) The ORNL DAAC Net Primary Production (NPP) Database の3つのネットワークである。また、近年の温暖化に係る国際交渉において議論が集中している REDD の観点から本ネットワークのデータがどのように貢献できるかを検討した。

### (2) 周極域森林生態系研究での展開の可能性

北方林の森林動態および炭素動態の最新の研究動向を把握するために下記の3つの国際学会 (シンポジウム) と1つの研究集会に参加した。第56回国際植生学シンポジウムは、国際植生学連合 (IAVS: International Association for Vegetation Science) が主催し、2013年6月26日から30日にかけて、北欧エストニアの南東部の古都タルトで開催された。メインタイトルは、「植生パターンとそれらを形成するプロセス」と銘打たれ、ヨーロッパを中心とした森林植生の研究成果に触れることができた。

国際北方林研究連合（IBFRA）の大会は、ほぼ2年ごとに開催され、今回の第16回国際北方林研究連合（IBFRA）大会はカナダ・アルバータ州のエドモントンで、2013年10月7日から10日にかけて開催された。こちらの大会のメインタイトルは「危機にある北方林：北方林の科学から公共政策へ」とされていた。

3つめの国際シンポジウムは、東京立川にある大学共同利用機関法人、情報・システム研究機構、国立極地研究所が開催した第4回極域科学シンポジウムである（2013年11月12日から15日）。我々が参画したのは、「急変する北極気候システム及びその全球的な影響の総合的解明」というセッションである。

さらに、2014年2月14日と15日にアラスカ州フェアバンクスで開催された、ボナンザ・クリーク長期生態系研究プログラムに関する年次会合に出席した。

表7 代表的な森林動態ネットワークの特徴

	ネットワーク名			
	SIGEO	ForestPlot.net	ORNC DAAC NPP Database	EA-FDPN
管理母体	CTFS, Smithonian Tropical Research	University of Leeds他	NASA	森林総合研究所
対象地域	全球	南米（アマゾン）	全球	東アジア （中央シベリアおよび東南アジ ア）
対象森林	熱帯林および温帯林	熱帯林	寒帯林～熱帯林	亜寒帯林および熱帯林
サイト数	53	120以上 （長期観測試験地の場合）	65	7
代表的なサイト	BCI	Tapajos	La Selva	Tura/Paosh
収納データ	毎木データ、種リスト等	毎木データ	NPP集計データ	毎木データ等
申請方式	HPによる申請	HPによる申請 （User ID, Passwordが必要）	HPによる申請 （User ID, Passwordが必要）	申請を必要としない
申請に必要な情報	HP上でのデータの利用目的お よび解析方法の明示	各サイトの責任者へのデータの 利用目的および解析方法の明示	HP上でのデータの利用目的お よび解析方法の明示	申請は必要としないが、デー タを利用したことを明記するこ とを義務付ける

#### 4. 結果・考察

##### (1) 本課題における情報発信と既設のネットワークとの比較

まず本課題のデータ公開のあり方を考える上で参考にした海外の既設ネットワークの特徴を示す（表7）。

①CTFS/SIGEO (URL : <http://www.sigeo.si.edu>)

CTFS (The Center for Tropical Forest Science) - SIGEO (Smithsonian Institution Global Earth Observatories) は当初、熱帯林の動態観測用の長期大面積試験地のネットワークであったが、その対象域を温帯域にまで拡張して今日に至っている<sup>8)</sup>。その研究範囲は森林動態のみならず、炭素動態、多様性や森林機能への温暖化影響間で多岐に渡っている。Balo Colorado Island (BCI) や Pasoh などの 50ha 規模の試験地を含む 23 カ国 53 の試験地でネットワークが組織され、HP 上で毎木データなどが利用申請の上でダウンロードできる。

#### ②ForestPlot.net (URL : <http://www.forestplots.net/en>)

ForestPlots.net は森林インベントリデータの恒久的なリポジトリを目指して英国の Leeds 大学の研究グループが中心となって設立されたデータベースである。このデータベースには、アマゾン域の森林動態や現存量の長期モニタリングを目的とした RAINFOR (Rede Amazônica de Inventários Florestais)<sup>9)</sup> やアフリカの森林長期モニタリングを支援することを目的とした AfriTRON (The African Tropical Rainforest Observation Network)<sup>3)</sup> などのデータが含まれている。SIGEO 同様に利用申請の上で毎木データがダウンロードできる。

#### ③The ORNL DAAC Net Primary Production (NPP) Database

ORNL (The Oak Ridge National Laboratory) DAAC (Distributed Active Archive Center) は NASA の資金援助のもと、環境研究に有用な生物地球化学および生態学のデータを提供している。中でも NPP データベース (URL : [http://daac.ornl.gov/NPP/npp\\_home.html](http://daac.ornl.gov/NPP/npp_home.html)) は、すでに学術論文や報告書などで公表されたデータを中心に収録されている。1960 年代後半から 1970 年代前半にかけて行われた IBP (国際生物学事業計画) に関するデータを多く扱っているのも特徴のひとつである。各試験地の気象情報や計算済みの NPP のデータなどは申請なしにダウンロードできるものが多々ある一方で、毎木データなどの取得は利用目的を申請する必要がある。

上記の他ネットワークでのデータ公開への取り組みを参考に、本課題専用の HP にて各試験地の毎木データを中心に一般公開を開始した。URL は以下の通りである。

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/EA-FDPN/datasets/datasets-index.html>

データ公開は試験地ごとにまとめられており、利用者のためにデータの構造などの解説を加えている (図 10)。データフォーマットは、特定のソフトウェアでの使用を想定せず、CSV 形式で提供することとした (図 11)。また、データの使用に関しては、事前申請の形式は取らず、解析などにデータを利用した旨を論文中に明記することを求めることとした。

今後の課題として、公開データの利用を促進が挙げられる。そのために、国内外の研究者と更なる共同研究を進めるとともに、成果発信を通じて本ネットワークの知名度を上げる必要がある。

#### (2) 本課題取得データの温暖化対策への有用性の検証

Home Information Sites Datasets Events Links

**East Asia Forest Dynamics Plots Network**

EA-FDPN: Project for Network

### Semangkok

**Tree Census Data**  
The Semangkok plot is 6-ha, rectangle shape with 200 m X 300m. All living trees larger than 5 cm in DBH (diameter at breast height) have been censused since 1993 (Niyama et al, 1999a, 1999b; Rahman et al, 2002).

Figure 1. Plot layout of the 6-ha plot. Contour interval is 10 m.

**Data Set**  
This data file contains one tree census data (csv format).

**File Format**  
This data file contains following data

Label	Type	Explanation
ID #	Numeric	Identification number for each tree
P20	Character	Location of sub-plot (20 m X 20 m in each).
P10	Character	Location of quadrant (10 m X 10 m in each) within each sub-plot.
Tag Number	Character	ID number of plant.
Species	Character	This is plant species name.
Girth_1993	Numeric	Recorded in cm at February 1993.
Comments_1993	Character	Indicate some irregular conditions at tree census.

**Download Data Set File**  
• [semangkok\\_census1993.csv](#) (255 KB)

If you used this data set in a publication, please cite this web as follows:  
Niyama, K. and Abd Rhaman (2014) Tree Census Data 1993: Semangkok, Datasets, Available on-line [http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/EA-FDPN/] from Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Japan.

**References**

- Niyama, K., Rahman, A.K., Kimura, K., Tange, T., Iida, S., Quah, E.S., Chan, Y.C., Azizi, R. and Appanah, S. (1999a) Design and Methods for the Study on Tree Demography in a Hill Dipterocarp Forest at Semangkok Forest Reserve, Peninsular Malaysia, Research Pamphlet 123, Forest Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Niyama, K., Rahman, A.K., Iida, S., Kimura, K., Azizi, R. and Appanah, S. (1999b) Spatial patterns of common tree species relating to topography, canopy gaps and understorey vegetation in a hill dipterocarp forest at Semangkok forest reserve, Peninsular Malaysia, Journal of Tropical Forest Science 11: 731-745.
- Rahman, A.K., Niyama, K., Ripin, A., Appanah, S. and Iida, S. (2002) Species assembly and site preference of tree species in a primary seraya-ridge forest of Peninsular Malaysia, Journal of Tropical Forest Science 14(3): 287-303.

[Back to "Semangkok" toppage](#)  
[Back to "Datasets" toppage](#)

Copyright (c) 2010 [Forestry and Forest Products Research Institute](#) All rights reserved.  
e-mail: EA-FDPN\_admin@ffpri.affrc.go.jp

Home Information Sites Datasets Events Links

**East Asia Forest Dynamics Plots Network**

EA-FDPN: Project for Network

### Lam Se Buy

**Tree Census Data**  
The Lam Se Buy plot is rectangle shape with 30 m X 150 m. All living trees larger than 4 cm in DBH (diameter at breast height) have been censused since 2005 (Yoneda et al. 2011).

Figure 1. Plot layout of the plot. Contour interval is 1 m. Elevation indicate relative ground height.

**Data Set**  
This data file contains five tree census data (2005, 2006, 2007, 2008, 2009) (csv format).

**File Format**  
This data file contains following data

Label	Type	Explanation
SPN	Numeric	Location of sub-plot (10 m X 10 m in each). See location of each sub-plot in Figure 1.
TNO	Character	ID number of plant.
X	Numeric	X coordinate within the plot, ranges from 0 to 30 m, number go from east to west.
Y	Numeric	Y coordinate within the plot, ranges from 0 to 120 m, number go from north (river) to south (inland).
Z	Numeric	Relative ground height within the plot. Base point (0,0) is defined as 0 m.
Species	Character	This is plant species name.
DBH_2005	Numeric	Recorded in cm at July 2005. Dash mark indicates no DBH record due to small size.
DBH_2006	Numeric	Recorded in cm at July 2006. Dash mark indicates no DBH record due to small size.
DBH_2007	Numeric	Recorded in cm at July 2007. Dash mark indicates no DBH record due to small size.
DBH_2008	Numeric	Recorded in cm at July 2008. Dash mark indicates no DBH record due to small size.
DBH_2009	Numeric	Recorded in cm at July 2009.
Connection	Character	Indicate multiple stems of same individual.

**Download Data Set File**  
• [lamsebuy\\_census1.csv](#) (46 KB)

If you used this data set in a publication, please cite this web as follows:  
Tabuchi, R., Patanaponpaiboon, P. and Pongpam, S. (2014) Tree Census Data 2005-2009: Lam Se Buy, Datasets. Available on-line [http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/EA-FDPN/] from Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Japan.

**References**

- Yoneda, R., Pongpam, S., Sano, M., Tabuchi, R. and Patanaponpaiboon, P. (2011) Forest structure and species composition of seasonal flood forest along the Se Buy River in Yasothorn Province, Northeast Thailand. Journal of Agroforestry and Environment 5:89-93.

[Back to "Lam Se Buy" toppage](#)  
[Back to "Datasets" toppage](#)

Copyright (c) 2010 [Forestry and Forest Products Research Institute](#) All rights reserved.  
e-mail: EA-FDPN\_admin@ffpri.affrc.go.jp

図 1 0 本課題ホームページでのデータ公開画面

左 : Semangkok 試験地の毎木データの説明

右 : Lam Se Buy 試験地の毎木データの説明

①長期継続観測が温暖化研究に果たす役割 ～第一回国際ワークショップの成果～

2010年10月7～8日に本課題の参画研究者および海外研究機関の共同研究者を招へいして、国際ワークショップ“Forest Dynamics and Carbon Monitoring in Forest Ecosystems in East Asia

ID #	P20	P10	Tag number	Species	Girth, 1993	Comments, 1993
13	1 A01	a1	DGY282	Macaranga hos	67	
14	2 A01	a1	DGY281	Macaranga hos	30.2	
15	3 A01	a1	DGY283	Alstonia angust	131.5	
16	4 A01	a1	DGY287	Palauquum sem	47.1	
17	5 A01	a1	DGY284	Meesa ramentis	18	
18	6 A01	a1	DGY286	Meesa ramentis	20.1	
19	7 A01	a2	DGY272	Paysonia lucida	49.7	climber
20	8 A01	a2	DGY271	Bridelia purpur	19	
21	9 A01	a3	DGY283	Timonius wallic	32.8	
22	10 A01	a3	OP21	Vitex longisepe	18.5	
23	11 A01	a3	DGY280	Artocarpus niti	29.9	
24	12 A01	a3	DGY259	Meesa ramentis	27.3	
25	13 A01	a3	DGY256	Macaranga hos	41.3	
26	14 A01	a4	DGY251	Aporosa micros	23	
27	15 A01	a4	OP41	Santiria griffith	17.3	
28	16 A01	a4	DGY254	Garcinia strovi	82.5	
29	17 A01	a4	LG486	Garcinia strovi	65	
30	18 A01	a4	DGY248	Hemialium long	41.5	climber
31	19 A01	b1	DGY278	Shorea lepros	35	
32	20 A01	b1	DGY285	Xerospermum i	18.7	
33	21 A01	b1	DGY288	Castanopsis lu	61.1	
34	22 A01	b1	DGY287	Castanopsis lu	92.9	
35	23 A01	b1	DGY286	Castanopsis lu	90.3	
36	24 A01	b2	DGY292	Dacryodes roe	26.3	
37	25 A01	b2	DGY294	Vitex longisepe	62.6	
38	26 A01	b2	DGY285	Pimelodendron	15.8	
39	27 A01	b2	DGY300	Scaphium maci	146.5	correct
40	28 A01	b2	DGY301	Dialium stalye	144.5	
41	29 A01	b2	DGY302	Dacryodes rup	25.9	
42	30 A01	b2	DGY303	Dacryodes rup	24.8	
43	31 A01	b2	DGY293	Vitex longisepe	17.5	
44	32 A01	b2	DGY297	Pentace tripter	27.6	
45	33 A01	b3	DGY279	Cinnamomum z	23.5	
46	34 A01	b3	DGY281	Callerya atron	16.2	
47	35 A01	b4	DGY309	Artocarpus intr	24.2	
48	36 A01	c1	LG485	Xanthophyllum	38.1	
49	37 A01	c1	DGY232	Shorea parvifo	24.5	
50	38 A01	c1	DGY233	Shorea curtali	18.6	
51	39 A01	c1	DGY244	Quercus gamel	27.6	
52	40 A01	c1	OP20	Nephelium maii	18.9	
53	41 A01	c1	DGY239	Cinnamomum z	95.8	correct
54	42 A01	c1	DGY231	Vitex longisepe	22.4	
55	43 A01	c1	DGY236	Shorea parvifo	19	
56	44 A01	c2	OP42	Scaphium maci	23.6	
57	45 A01	c2	DGY208	Diospyros sum	22.3	
58	46 A01	c3	DGY228	Vitex longisepe	33.7	
59	47 A01	c3	DGY227	Shorea curtali	17	

図 1 1 Semangkok 試験地の公開毎木データの一例

データは CSV 形式で保存されており、該当箇所をクリックすることによりダウンロードすることが可能となっている。

-Findings from Forest Dynamics Network-”をメルパルク東京にて開催した。この国際ワークショップには、森林総合研究所の研究者に加え、国内外の共同研究者および一般参加の研究者の総勢 42 名の参加があった。本課題のネットワークを構成する試験地からそれぞれ研究発表があり、長期観測データを元にした森林動態および炭素蓄積の地域間の変動などの討議を行った。海外から招聘した研究者は、6 カ国（ロシア、タイ、マレーシア、インドネシア、カンボジア、ベトナム）8 名であり、東アジア広域を対象とした有意義な議論を持つことができた。具体的には火事や津波などの自然撓乱に対する森林生態系の変動は、短期間では把握しきれないものもあり、長期継続観測が重要であることが Ranong および Bukit Soeharto 試験地の報告から再認識された。

## ②長期継続観測が森林炭素蓄積量推定に果たす役割 ～第二回国際ワークショップの成果～

2013 年 12 月 2～3 日に本課題の参画研究者および海外研究機関の共同研究者を招へいして、国際ワークショップ“Monitoring of Forest Ecosystems: Where Do We Stand?”を東京大学生産技術研究所にて開催した。本ワークショップは、科学技術振興機構・地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) 研究課題「アマゾンの森林における炭素動態の広域評価」と共同で開催し、森

林総合研究所の研究者に加え、国内外の共同研究者および一般参加の研究者の総勢 45 名の参加があった。本課題のネットワークを構成する試験地からそれぞれ研究発表があり、上述のワークショップ同様に長期観測データを元にした森林動態および炭素蓄積の地域間の変動などの討議を行った。

### ③温暖化交渉など国際的な枠組みへの貢献

REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in Developing countries) として知られている取り組みは、森林減少および劣化に伴う温室効果ガス排出量の削減努力に対して資金的なインセンティブを与えるというものであり、今後の重要な取り組みのひとつと考えられている。2007 年の COP13 以降は「森林保全、持続可能な森林管理、森林炭素貯留量の増加」を加えて REDD+ (レッド・プラス) と呼ばれるようになり、UNFCCC COP14 以降の国際交渉の場では+ (プラス) の部分を含めた議論が進められている<sup>6)</sup>。これら国際交渉の中で REDD+ の重要性は増すばかりであるが、技術的および制度的に克服すべき問題が多い。森林減少が抑制されていることをどのような手法で把握するのも大きな問題である。REDD+ を実行するためには、衛星情報と地上調査を組み合わせた手法が中心となるが、森林劣化を衛星では把握することは困難であり解決すべき問題も多い。

炭素蓄積量を把握する一つの手法として固定試験地群による継続観測 (いわゆる Permanent Sampling Plots; PSP) を用いる方法がある<sup>2)</sup>。PSP を用いて高い精度で森林の炭素蓄積量を推定するためには、森林タイプの適切な階層化とそれら階層ごとに十分なサンプル数が確保される必要がある<sup>1,2)</sup>。各森林タイプがどの程度の炭素蓄積量が存在し、かつどの程度バラつくのかを把握することで、許容された推定誤差に抑えるためのサンプル数を求めることが可能となる。一方でこのような計算が可能なデータを保有している国や地方は多くないのも実情である。本課題の試験地は、ヘクタール規模の毎木データを複数回分有しており、森林の炭素蓄積量のバラつきを予備的に把握するための予備的なデータとなり得る。本課題のネットワークは東アジア広域を対象にしており、上記 REDD+ の取組に対しても有用なデータを関係者に提供できるものであり、今後もそのために継続観測の環境整備を続けていく予定である。

(3) 周極域の森林生態系研究の展開の可能性 ～今後の亜寒帯林モニタリング発展のために～  
本課題で、亜寒帯林の長期モニタリング観測サイトとして研究を実施してきた中央シベリアのサイトは、北緯 64 度東経 100 度に位置し、永久凍土の連続分布域に成立したカラマツ林生態系である。このカラマツ林生態系は、およそ北緯 58 度以北から 71 度付近までの南北幅、東経 90 度から 165 度付近に達する東西幅で、北東ユーラシア永久凍土の連続分布域に成立している。年降水量は 200～350 ミリ程度しかなく、一方で気温の年較差は 100℃に達する地域であり、森林が成立する気候条件としては地球上では最も厳しい条件である。そこに成立する森林は、落葉という生活型をとる針葉樹林生態系で、常緑針葉樹林生態系が優占する他の北方林地帯、北米大陸や北欧・ユーラシア西部の高緯度地域と際だって異なる特徴である。両生態系には森林生態系の炭素収支の季節変動や地上部・地下部現存量の蓄積量に大きな違いがある。永久凍土分布の有無や常緑性／落葉性という優占樹種の違いが、温暖化の影響で森林の炭素収支にどのように影響するかを検出できる長期モニタリング体制が必要である。各地域の森林生態系の特性

がどこまで解明され、研究体制がどのようになっているのか、また国際共同研究への枠組みの可能性の有無を検討した。

#### ① 56回国際植生学シンポジウム、第16回国際北方林研究連合大会、第4回極域科学シンポジウムにおける情報発信

我々がロシア科学アカデミー・スカチェフ森林研究所との共同研究で拠点としてきた中央シベリアのサイトは、日本の他にもドイツ、オランダ、アメリカの研究グループが訪れ、様々な研究展開をしている。しかしながら2003年頃からのロシア政府の方針転換によって、科学研究活動に際しての試料採取や試料持ち出しはほぼ全面的に禁止された。我々の研究成果は、全面禁止となる以前からのデータ蓄積と試料を保持しているため、貴重な研究成果とデータ蓄積がなされていると言える。

国際植生学シンポジウムでは、北欧の森林研究者の発表が多くあり、それらの亜寒帯林では、永久凍土が分布していないことから、温暖化と森林成長の関係、粗大有機物の分解に関心が集まっていた。非凍土地帯の亜寒帯森林生態系の長期モニタリングサイトとして、北欧諸国との研究連携は重要である。これらの国々の研究者にとっては、永久凍土の連続分布域に森林が成立していること自体が驚きであり、比較研究に興味を示された。凍土と非凍土という環境の違いが長期的な気候変動にどのように反応するかは、炭素収支のモデル構築にも重要な意味を持つ。

国際北方林研究連合の大会では、アメリカ合衆国政府の予算不成立の時期と重なり、アメリカから参加予定の多くの研究者の発表がキャンセルされたが、カナダの研究発表では、乾燥した夏の影響と害虫の発生（トウヒを食害するキクイムシ、ポプラの葉肉を食害するハモグリバエなど）の関係、虫害による立ち枯れと森林火災時の延焼拡大、粗大有機物における炭素蓄積量の評価、などが注目されていた。

カナダの森林研究のほとんどが、国の基幹産業である林業地帯に集中しているのは否めないが、一方ではカナダ北西準州やユーコン準州に分布する、永久凍土の不連続域に広がる常緑針葉樹林の亜寒帯林生態系の研究が重要であることは認識されており、日本チームが展開してきた北西準州ウッドバッファロー国立公園の研究成果は注目されていた。また、この大会で我々が発表した、永久凍土の凍土面と森林の現存量蓄積の関係は、中央シベリアやアラスカ内陸部で、ほぼ同じ現象が見られることに注目が集まった。北方林の長期モニタリング観測サイト数は少ないが、シベリア、アラスカ、カナダをネットワークで連携させていくことが今後は重要である。

国立極地研究所は、日本の極域研究を担う大学共同利用機関として位置づけられているが、実質的には南極観測事業を主として担ってきた経緯があり、高層大気、雪氷、海洋生物の分野の研究者は多くいても陸域生態系の研究は、南極大陸、スバル諸島、カナダ北極海諸島などの極沙漠生態系のみであった。ツンドラや北方林を含む北極域の陸域生態系を長期に渡って観測する体制が、極地研には無かった。2011年度から北極域の気候変動と全球的な影響の解明に向けた事業が開始され、我々が中央シベリアで継続してきたモニタリングデータも注目されている。海洋、海氷、凍土、雪氷などの多岐にわたる研究成果の情報とともに、陸域の分野では北方森林生態系に関する知見は、ようやく情報共有が始まった段階である。

これらの国際学会（シンポジウム）において、北欧諸国、ロシア、アメリカ、カナダの研究グループは、自国の領土に分布している北方林生態系の研究に主力を投入するため、他地域の北方



林との比較研究をする余裕は無いのが現状のようであった。日本の研究グループは、凍土の分布を考慮した北方林が、自国の中には見いだせないで、必然的に当該諸国との共同研究を進めることにならざるを得ない。それがかえって、生態系間の比較研究を進展させることになった。長期モニタリングサイトの観測ネットワークを拡充していくことが必要であり、今後も、アジアの最北に広がるカラマツ林生態系の長期モニタリングサイトとしての意義は大きく、欧米の北方林研究者から注目されるであろう。

## ②アラスカの長期生態系研究 (LTER) との共同研究

アラスカ大学フェアバンクス校では、極域生物学研究所 (Institute of Arctic Biology) が中心となって、1970年代後半から、アラスカ内陸部の森林生態系研究の成果を次々に発信してきた。今日、長期モニタリングサイトとして有名なボナンザ・クリークとカリブポーカー・クリークは、どちらも1980年代中頃から長期生態系研究 (LTER ; Long-Term Ecological Research) の観測拠点として整備され、様々な生態学的研究が展開されてきた。2014年の年次会合では、森林生態系の長期モニタリングサイトの原点に立ち返って、森林生態系とその中に生息する生物間の相互作用、特に大型草食獣が森林の遷移や構造に及ぼす影響評価、微生物群集と植物の関係、森林と水界 (池沼と河川) をつなぐ栄養段階に関する研究等、それらの研究成果と今後の研究方針が議論された。

アラスカ内陸部の森林では、狩猟対象としての大型草食獣の個体群管理、個体群調節の研究が行われてきたが、長期に渡る樹木の被植影響と種組成に及ぼす草食獣の長期影響モニタリングは十分ではなかったという。さらに、森林火災の頻度の変動と気候変動の因果関係と草食獣個体群の変動、植食性昆虫の大発生に伴う森林成長の減退等、炭素蓄積に関わる基礎的な知見の整理・共有が議論された。

中央シベリアのカラマツ林生態系の長期モニタリングサイトでは、隣接する地域で2013年8月に小規模な森林火災が発生した。共同研究を開始した1994年から19年間の間に、観測サイト周辺では1994, 1996, 2003, 2008, 2013年と5回にわたり夏季の小規模森林火災に遭遇している。カラマツの食葉性昆虫の大発生は検知していないが、生育期間の乾燥状態、無降雨期間の長さ、落葉時期のズレ等の長期観測サイトの記録は、北方林の地域間比較に重要である。

このような記載的データの蓄積は、たとえば、東南アジアの熱帯降雨林におけるフタバガキ科樹木の大量一斉開花の引き金となる、冬季の乾燥と低温がどれくらいの頻度で起こっているのかな等を知る上で、とても重要な知見となる。

## 5. 本研究によって得られた成果

本課題では、気温と乾湿の環境傾度を基準にした森林区分により、東アジアの代表的な森林植生をほぼ網羅した観測ネットワークである EA-FDPN を組織してモニタリングを継続してきた。森林動態に関するこのような広域なネットワーク化は東アジアでは類を見ないものであり、長期観測により得られる科学的意義も大きいものと期待される。本課題による情報発信やデータ共有化の促進は、我が国のみならず東アジア諸国の研究環境の向上に貢献できると考えられる。

亜寒帯林については、北東ユーラシアの永久凍土連続分布域に成立したカラマツ林生態系の研

研究成果を、国際学会（シンポジウム）などの場で継続的に発信してきた結果、日露の共同研究成果は高い評価を受けた他に、他の北方林地域との比較研究を推進するためのネットワーク構築が期待されている。地域間の森林生態系特性の比較をするためには、同じ手法で採られた信頼できるデータの蓄積が不可欠である。本研究によって得られた北東ユーラシアのカラマツ林の知見は、北米アラスカ内陸部やカナダ北西準州の永久凍土不連続分布域のトウヒ林と共通する現象が見出された。また、森林地帯には凍土が分布しない北欧諸国の研究成果との違いも明瞭になり、周極域の森林生態系比較にも大きく貢献することが期待される。

## 6. 引用文献

- 1) Gibbs HK, Brown S, Niles JO, Foley JA (2007) Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environmental Research Letters* 2: 045023 (045013pp)
- 2) Kiyono Y, Saito S, Takahashi T, Toriyama J, Awaya Y, Asai H, Furuya N, Ochiai Y, Inoue Y, Sato T, Sophal C, Sam P, Tith B, Ito E, Siregar CA, Matsumoto M (2011) Practicalities of non-destructive methodologies in monitoring anthropogenic greenhouse gas emissions from tropical forests under the influence of human intervention. *JARQ* 45: 233-242
- 3) Lewis SL, Sonké B, Sunderland T, Begne SK, Lopez-Gonzalez G, van der Heijden GMF, *et al.* (2013) Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society B.* 368(1625):20120295.
- 4) Losos EC, Leigh Jr. EG (2004) The growth of a tree plot network. *In Tropical Forest Diversity and Dynamism* (eds. Losos EC, Leigh Jr. EG). The University of Chicago Press, Chicago, pp 3-7
- 5) Malhi Y, Phillips OL (2005) *Tropical Forests and Global Atmospheric Change*. Oxford University Press
- 6) 松本光朗 (2010) REDD+の科学的背景と国際議論. *森林科学* 60: 2-5
- 7) Phillips OL, Higuchi N, Vieira S, Baker TR, Chao K-J, Lewis SL (2009) Changes in Amazonian Forest Biomass, Dynamics, and Composition, 1980-2002. *In Amazonia and Global Change* (eds. Keller M, Bustamante M, Gash J, Dias PS). Geophysical Monograph Series: American Geophysical Union, pp 373-387.
- 8) Rubinoff I, Bermingham E, Lydear C, Davies S (2007) Smithsonian Institution Global Earth Observatories. *In The Full Picture*. GEO, Geneva, pp 82-84
- 9) Talbot J, Lewis SL, Lopez-Gonzalez G, Brienen RJW, Monteagudo A, Baker TR *et al.* (2014) Methods to estimate aboveground wood productivity from long-term forest inventory plots. *Forest Ecology and Management* 320:30-38.

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表 (学術誌)

①Lin CC, Kassim AR, Vanderbilt K, Henshaw D, Melendez-Colom EC, Porter JH, Niiyama K,

- Yagihashi T, Tan SA, Lu SS, Hsiao CW, Chang LW, Jeng MR (2011) An ecoinformatics application for forest dynamics plot data management and sharing. *Taiwan Journal of Forest Science* 26(4): 357-369
- ②佐藤保、清野嘉之 (2012) 森林減少. 『森林のバランス』(森林立地学会編)、東海大学出版会、東京、pp28-38.
- ③Niiyama K, Takyu M, Kawarasaki S, Ogawa M, Sato T, Masaki T (2012) Long-Term Monitoring of Natural Forests and Their Database (Forest Dynamics Database: FDDDB) Constructed by the Forestry and Forest Products Research Institute, Japan. *In The Biodiversity Observation Network in the Asia-Pacific Region* (eds. Nakano S, Yahara T and Nakashizuka T). Springer, Tokyo, pp217-227.
- ④山下聡、岡部貴美子、佐藤保 (2013) 森林生態系における生物多様性と炭素蓄積. *森林総合研究所研究報告* 12(1):1-21.
- ⑤Noguchi K, Dannoura M, Jomura M, Awazuhara-Noguchi M, Matsuura Y (2012) High belowground allocation in an upland black spruce (*Picea mariana*) stand in interior Alaska. *Polar Science* 6(1): 133-141.
- ⑥Ichii K, Kondo M, Lee YH, Wang SQ, Kim J, Matsuura Y. et al. (2013) Site-level model-data synthesis of terrestrial carbon fluxes in the CarboEastAsia eddy-covariance observation network: toward future modeling efforts. *Journal of Forest Research* 18(1):13-20.
- (2) 口頭発表
- ①Sato T (2009) EA-FDPN: New network of forest dynamics and carbon storage in East Asia. *Local Conservation and Sustainable Use of Swamp Forest in Tropical Asia*. 2009年12月. Ranong, Thailand.
- ②佐藤保 (2011) 長期森林動態データを活用した東アジア森林生態系炭素収支観測ネットワーク (EA-FDPN) の構築. *森林総合研究所REDD研究開発センター平成23年度第1回公開セミナー講演要旨集*:45. 2011年9月. 東京.
- ③Sato T (2012) EA-FDPN: plots network for forest and carbon dynamics from Siberia to equatorial zone. *Workshop on Diversity, Disturbance Regime and Function of East Asian Forests*. 2012年3月. つくば市.
- ④Sato T (2012) Research and development of forest carbon monitoring methodologies for REDD+. *WG3: FOREST CARBON TRACKING (FCT)*. The 5th GEOSS Asia-Pacific Symposium. 2012年4月. 東京.
- ⑤Morishita T, Matsuura Y, Kajimoto T, Osawa A, Zyryanova OA, Prokushkin AS (2013) CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O dynamics of a *Larix gmelinii* forest in continuous permafrost region of Central Siberia. *3rd-International Symposium on the Arctic Research Abstract* pp36. 2013年1月. 東京.
- ⑥Matsuura Y, Morishita T, Noguchi K (2013) Permafrost depth, forest floor, and forest biomass accumulation of upland black spruce stands in Interior Alaska.

3rd-International Symposium on the Arctic Research Abstract pp36. 2013年1月. 東京.

- ⑦Noguchi K, Matsuura Y, Sparrow S, Hinzman LD (2013) Fine root biomass of black spruce at stands with different depth of permafrost table. 3rd-International Symposium on the Arctic Research Abstract pp36. 2013年1月. 東京.
- ⑧Matsuura Y (2013) Boreal forests and permafrost types: Reconsideration of doughnut-ring. 56th-International Associations of Vegetation Science Symposium. 2013年6月. Tartu, Estonia
- ⑨Matsuura Y, Kenzo T, Tanaka-Oda A, Noguchi K, Morishita T, Osawa A (2013) Pattern of black spruce stand structure developed at north-facing slope on Caribou Poker Creek, Interior Alaska. 16th International Boreal Forest Research Association Conference 2013年10月. Edmonton, Canada
- ⑩Matsuura Y, Osawa A, Prokushkin AS, Hinzman L, Finer L, Pensa M (2013) Comparative study on Ecological Characteristics among Circumpolar Forest Biomes. The 4th Symposium on Polar Science. 2013年11月. 東京.

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

- ①佐藤保 (2010) 環境省研究プロジェクト「長期森林動態データを活用した東アジア森林生態系炭素収支観測ネットワークの構築」の紹介. 海外の森林と林業 77: 15-19.
- ②Sato T (2010) EA-FDPN: New network of forest dynamics and carbon storage in East Asia. Proceedings of Local Conservation and Sustainable Use of Swamp Forest in Tropical Asia. 17-23.

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

①2009年5月の第一回J-BONワークショップの森林分科会の中で、BONに関する国内の取組みの一例として本課題のネットワークを紹介した。

②2009年7月のアジア太平洋地域における生物多様性観測のネットワーク (AP-BON) 国際ワークショップにおいて“Monitoring deforestation and forest degradation for REDD may contribute to forest biodiversity monitoring and vice versa”と題する講演を行い、その中で本課題のネットワークを紹介し、情報提供をおこなった。

③本ネットワークを構成するSemangkok試験地におけるマレーシア森林研究所 (FRIM) との共同研究の結果の一部が同研究所により監修された気候変動と森林に関する報告書 “The Role of FRIM in Addressing Climate-Change Issues” に掲載された。

④2013年12月2～3日に本課題の参画研究者および海外研究機関の共同研究者を招へいして、国際ワークショップ“Monitoring of Forest Ecosystems: Where Do We Stand?”を東京大学生産技術研究所にて開催した。本課題で二回目となる国際ワークショップでは、長期観測データを元にした森林動態および炭素蓄積に関する解析結果を用いて地域間の変動などの討議を行った。

⑤環境省環境研究総合推進費S-9課題「アジア地域における森林生態系および生物多様性の劣化が生態系の機能・サービスに及ぼす影響の定量的解明」の中で機能形質評価を実施するにあたり、本課題から熱帯季節林の森林構造データを提供した。