

B-4 森林の二酸化炭素吸収の評価手法確立のための大気・森林相互作用に関する研究
(7) 北東アジアのカラマツ生態系の炭素循環に関する研究

森林総合研究所

北海道支所育林部土壌研究室 松浦陽次郎

中華人民共和国 東北林業大学

(エコフロンティアフェロー) 石 福臣

平成12年度予算額 1,200千円 (国際交流研究)

[要旨]

北東ユーラシアに広く分布するカラマツ林生態系は、中国北東部にも広大な森林地帯を形成している。大興安嶺山脈に分布する、ダフリアカラマツ (*Larix gmelinii*) 林のバイオマス及び一次生産について気候ゾーンごとの特性を論じた。同じ林齢グループでは、地上部バイオマスは、南東部において大きく (若齢林では 85.37Mg ha^{-1})、一方、北部では全般的に小さかった (若齢林で 41.18Mg ha^{-1} 、壮齢林では 55.6Mg ha^{-1})。同じ植生型で比較すると、若齢林と壮齢林の地上部バイオマス及び一次生産のどちらも、老齢林より大きかった。また、地上部バイオマス及び一次生産について、大興安嶺の天然生カラマツ林と中国北東部のカラマツ人工林を比較した。最後に、地下部バイオマス及び一次生産について論じた。

[キーワード] カラマツ林, 中国東北部, 気候条件, バイオマス, 一次生産

1. はじめに

主にダフリアカラマツ (*Larix gmelinii*) からなる天然生カラマツ林は、中国北東部の大興安嶺山脈に広く分布している。この地域のカラマツ林は低温耐性を持ち、バイオマスと一次生産が高い (Zhou et al., 1991, Xu 1998)。Whittaker (1975) によれば、冷温帯地域の一次生産は約 $8\text{Mg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ と報告されている。しかし大興安嶺山脈の天然カラマツ林は、この値よりも比較的高い一次生産を持つと考えられる。カラマツ林生態系は炭素シンクと考えられ、特に大興安嶺山脈のような広大な地域に分布するカラマツ林は、 CO_2 の固定に大きな役割を持っていると考えられる。

2. 研究目的

近年、カラマツ林のバイオマスと一次生産の研究が、大興安嶺地域において行われた (Liu et al., 1994, Han 1994, Hong et al, 1994, Wang & Feng 1994, Xu 1998, Zhao 1996)。しかし、これらの大半が中国語で発表されるか、あるいはこの地域だけに焦点を当てているために、国際的な研究情報の交換が困難である。この問題を解決するため、この地域におけるバイオマス及び一次生産の変化パターンを明らかにする目的で、既存の文献に基づいたデータをとりまとめた。さらにこの地域の天然生カラマツ林と、東北部地域のカラマツ人工林との比較を行った。

3. 研究方法

大興安嶺のカラマツ林の気候区分は、Guan et al (1988) の区分を修正したものをを用いた。気候区は南東部 (SE), 中央部 (C), 北部 (N) に区分される (図1)。各気候区で、若齢林 (50 年以下), 壮齢林 (50 年以上 100 年以下), 老齢林 (100 年以上) に分類した。バイオマス及び一次生産のデータは、355 箇所の基準調査地における合計 1051 本の試料木から得た (Liu et al 1994)。

カラマツ林のタイプごとの比較研究は、大興安嶺の北東部に位置する塔河森林局 (北緯 52°09' ~53°23', 東経 123°20' ~125°07') で行われた。林床の種組成によってカラマツ林は次の 4 タイプに分類できる, ①カラマツ-草本林床群落, ②カラマツ-エゾムラサキツツジ群落, ③カラマツ-イソツツジ群落, ④カラマツ-コケ林床群落である。各森林タイプで地上部バイオマスと一次生産は、それぞれ若齢林, 壮齢林, 老齢林で測定され、合わせて 116 プロットで調査された (Zhao et al., 1996)。

カラマツ人工林のバイオマスと一次生産は、Zhangguangcai 張広才山脈地域の一部である Maoshan 猫儿山実験林 (北緯 45°21' ~45°25', 東経 127°31' ~127°34') で調査された (Ding et al., 1990)。

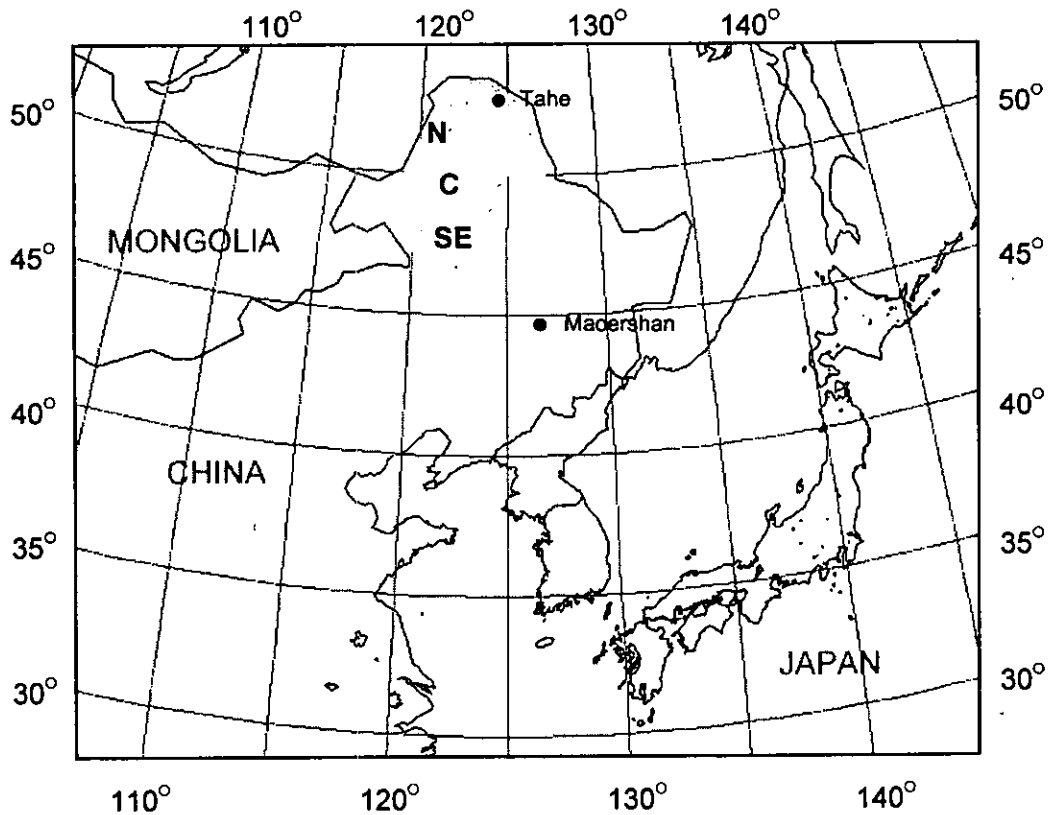


図1. 中国東北部のカラマツ林の調査地域

4. 結果・考察

同じ林齢グループでは、気候条件が北から南に向かって良好になるに従い、バイオマスと一次生産も北から南になるにつれて増加した（表1）。若齢林の場合、南東部（SE）ではバイオマスが 85.37 Mg ha^{-1} に達し、この値は北部（N）の若齢林グループのほぼ2倍であった。同様の結果は壮齢林でも見られ、中部（C）ではバイオマスが 72.34 Mg ha^{-1} であった。

表2に示すように、地上部一次生産にも同様の傾向があり、気候条件が北から南に向かって良好になるに従い増加していた。

表1. 大興安嶺の気候区分ごとのカラマツ林における地上部（器官別）バイオマス

林齢グループ	気候区分	平均樹齢	バイオマス (Mg ha^{-1})				
			幹	樹皮	枝	葉	合計
若齢	N	34	29.14	5.94	4.38	2.35	41.81
	C	29	39.81	7.94	6.39	2.60	56.74
	SE	29	63.63	9.00	8.95	3.79	85.37
	平均		44.19	7.63	6.57	2.91	61.31
壮齢	N	55	38.82	7.80	5.91	3.09	55.62
	C	54	52.17	9.42	7.85	2.90	72.34
	平均		45.50	8.61	6.88	3.00	63.98

表2. 大興安嶺の気候区分ごとのカラマツ林における地上部（器官別）一次生産

林齢グループ	気候帯	平均樹齢	一次生産 ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)				
			幹	樹幹	枝	葉	合計
若齢	N	34	2.26	0.38	0.30	2.35	5.29
	C	29	3.57	0.61	0.51	2.60	7.29
	SE	29	4.86	0.58	0.63	3.79	9.86
	平均		3.56	0.52	0.48	2.91	7.48
壮齢	N	55	1.48	0.25	0.20	3.09	5.02
	C	54	2.59	0.40	0.37	2.90	6.26
	平均		2.04	0.33	0.29	3.00	5.64

カラマツの群落タイプ別にバイオマス蓄積と一次生産を比較すると、カラマツ-草本林床群落は4タイプの群落の中でバイオマスと一次生産の値がともに高く、カラマツ-エゾムラサキツツジ群落が次いで高かった。カラマツ-イソツツジ群落とカラマツ-コケ林床群落では、どちらの値も小さかった。同じ群落タイプで比較すると、老齢林のバイオマスは高いが一次生産は低かった。例えばカラマツ-イソツツジ群落では、バイオマスは $140.72 \text{ Mg ha}^{-1}$ に達する林分もあったが、その一次生産力は最も低かった (3.51 Mg ha^{-1})。この結果は、カラマツ林の成長は成熟段階以後には減少することを示している（表3）。

表 3. 異なるカラマツ群落タイプごとの地上部バイオマスと一次生産

群落	林齢グループ	平均樹齢	バイオマス(Mg ha ⁻¹)					一次生産(Mg ha ⁻¹ yr ⁻¹)
			幹	樹皮	枝	葉	合計	
カラマツ-草本林床	若齢	28	53.35	6.22	3.00	1.83	64.40	4.17
	壮齢	58	117.7	14.16	11.50	3.76	147.12	6.43
	老齢	136	127.05	11.54	12.52	2.90	154.01	4.10
	平均		99.37	10.64	9.01	2.83	121.84	4.90
カラマツ-エゾムラサキツツジ	若齢	32	53.9	5.97	2.66	1.78	64.31	3.81
	壮齢	63	102.3	12.49	8.85	3.40	127.04	5.51
	老齢	142	125.4	15.26	16.52	3.84	161.02	5.06
	平均		93.87	11.24	9.34	3.01	117.46	4.79
カラマツ-イソツツジ	若齢	34	62.7	7.29	3.27	2.17	75.43	4.42
	壮齢	60	71.5	7.97	4.71	2.25	86.43	3.73
	老齢	152	119.35	9.79	9.04	2.54	140.72	3.51
	平均		84.52	8.35	5.67	2.32	100.86	3.89
カラマツ-コケ林床	若齢	34	45.1	3.93	2.62	1.08	52.73	2.68
	壮齢	60	101.75	12.08	8.51	3.30	125.64	5.48
	老齢	171	92.4	10.88	9.29	2.86	115.43	3.58
	平均		79.75	8.96	6.81	2.41	97.93	3.91

図 2 は全調査区のデータの集計結果である。若齢林と壮齢林では高い個体密度が保たれ、壮齢林のピーク値は 2300 木 ha⁻¹ に達する。しかし個体密度は老齢林では急激に減少し、1000 木 ha⁻¹ 程度になる。若齢林や壮齢林ではカラマツ林のバイオマスは増加傾向にあるが、全般に成熟段階後は 100~150Mg ha⁻¹ の範囲を推移する (図 2)。地上部一次生産に関しては若齢林及び壮齢林で急激な増加が起こり、平均値はおよそ 5.0Mg ha⁻¹ であった。一方、森林の成熟段階後に地上部一次生産はわずかに減少し、4.0Mg ha⁻¹ yr⁻¹ を下回っていた。

ダフリアカラマツは中国東北部の主要造林樹種であり、植栽面積は東北部の全人工林面積の 3 分の 2 にものぼる。人工林に関する調査は Maoershan 猫儿山実験林で行われた (Ding 1990)。林齢 33 年のカラマツ人工林における地上部バイオマスは 113.6Mg ha⁻¹ で、一次生産は 7.25Mg ha⁻¹ yr⁻¹ であった (表 4)。この成長速度は、大興安嶺の中部 (C) 地域にみられる天然生カラマツ林とほぼ同じであった。一方、この値は南東部 (SE) よりも低かった (表 1、2)。

表 4. Zhagguancai 張広才山脈の Maoershan 猫儿山における人工林のバイオマスと一次生産

平均樹齢	地上部バイオマス(Mg ha ⁻¹)					一次生産(Mg ha ⁻¹ yr ⁻¹)
	幹	樹皮	枝	葉	合計	
33	93.84	8.36	8.66	2.76	113.62	7.25

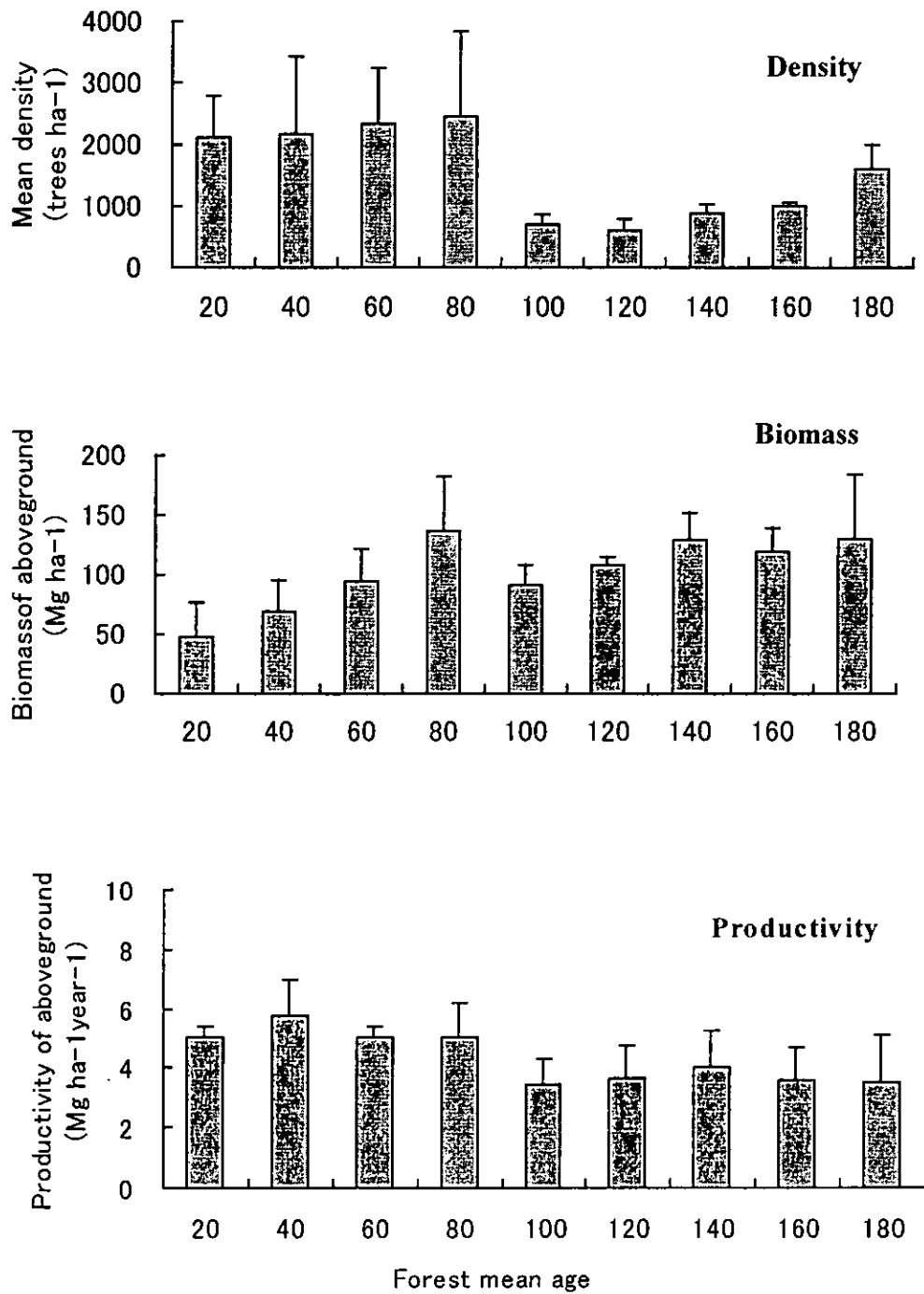


図2. カラマツ林の個体密度，地上部バイオマス，一次生産と林齢の関係

5. 本研究により得られた成果

南西から北東方向にそびえる大興安嶺山脈では緯度で南北 8 度の差があり、温度と降水量の気候傾度が生じている。そのため、上記の南東部 (SE) - 中部 (C) - 北部 (N) では、森林構造とバイオマス蓄積は大きく異なっている。地上部一次生産に関して、カラマツ林生態系は気候条件に敏感に反応していることがわかる。南東部 (SE) の地上部一次生産は $9.86 \text{ Mg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ に達するが、北部 (N) の地上部一次生産はわずかに $2.68 \text{ Mg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ であった。

地下部バイオマスの正確な推定は、研究例がほとんど無いために現段階では難しい。大興安嶺山脈地域の地下部バイオマスと一次生産に関する研究は、ほとんど進んでいない。Han (1994) の報告によれば、カラマツ-シラカンバ林の地下部バイオマスは約 5.74 Mg ha^{-1} (全バイオマスの 19.86%)、一次生産は $0.38 \text{ Mg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ (全一次生産の 14.78%) であった。Ding et al. (1990) の報告では、Maoershan 猫儿山実験林における、ダフリアカラマツ人工林の地下部バイオマスが約 28.70 Mg ha^{-1} (全バイオマスの 21.42%)、一次生産は $1.20 \text{ Mg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ (全一次生産の 14.6%) であった。将来の研究には、大興安嶺地域の地下部バイオマスと一次生産に注目して研究を進める必要がある。

6. 引用文献

- Ding, B. et al. (1990) Studies on biological productivity of artificial forests of Dahurian larch plantation. *Acta phytoecologica et geobotanica sinica*, **14**(37): 226-236. (in Chinese)
- Guan, Y. et al. (1988) Zoning of original larch forest productivity of the Daxingan forestry administration Bureau in Inner Mongolia autonomous region, Beijing Forestry University, Beijing. (in Chinese)
- Han, M. (1994) A study on biomass and net primary production in a Dahurian larch birch forest ecosystem. In Zhou, X. eds., Long-tem research on China's Forest ecosystems. NEFU Press, Harbin, 451-458. (in Chinese)
- Hong, Q. et al. (1994) Growth of natural larch forests in Tahe of Daxinan Mountains. *Journal of Northeast Forestry University*, **20**(2): 92-97. (in Chinese)
- Liu, Z. et al. (1994) A study on the biomass and productivity of the natural *Larix gmelinii* forests. *Acta phytoecologica sinica*, **18**(4): 328-337. (in Chinese)
- Wang, L. and L. Feng (1994) Biomass of herbage larch forest with variable density in Daxingan Mountain. In Zhou, X. eds., Long-tem research on China's Forest ecosystems. NEFU Press, Harbin, 459-464. (in Chinese)
- Whittaker, R. H. and G. E. Likens (1975) Primary productivity of the biosphere. 305-328. Springer-Verlag.
- Xu, H. (1998) Da Hinggan Ling Mountains forests in China. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Zhao, H. et al. (1996) On forest growth of Northern slope of Daxinan Mountains. *Journal of Northeast Forestry University*, **24**(6): 1-8. (in Chinese)
- Zhou Y. et al. (1991) The Vegetation of Daxingan Mountains in China. Science Press, Beijing. (in Chinese)

[国際共同研究等の状況]

中国大陸の森林変化および土壌の炭素集積量についてはアメリカをはじめとする欧米諸国の関心の的である。アメリカ農務省 USDA の森林局では、中国科学院地理科学資源研究所と共同で、

森林－土壌炭素集積マップの作成を進めている。植生構成の連続性が高い日本も中国との共同研究を推進する必要がある。

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表 (学術雑誌)

①石福臣・松浦陽次郎：北方林業, 53,100-102 (2001)

中国大興安嶺におけるダフリアカラマツ林のバイオマスと一次生産

②石福臣・松浦陽次郎：日本林学会北海道支部論文集, 49,54-56 (2001)

中国東北部におけるイチイ (*Taxus cuspidata*) 林の構成及び更新の解析

(2) 口頭発表

無し

(3) 出願特許

無し

(4) 受賞等

無し

(5) 一般への公表・報道等

無し