

羊ヶ丘実験林における 40 年生トドマツ, エゾマツ, アカエゾマツ人工林の 地上部バイオマス量と施肥の影響

森林総合研究所北海道支所 相澤 州平・伊藤 江利子・橋本 徹
 森林総合研究所九州支所 酒井 佳美
 森林総合研究所 鳥山 淳平
 京都大学大学院農学研究科 大澤 晃・藤井 創一朗

はじめに

森林総合研究所北海道支所羊ヶ丘実験林の土壌環境長期モニタリング試験林では、長期にわたる施肥による林木の成長と土壌の変化を追跡するため、1973年に植栽したトドマツ, エゾマツ, アカエゾマツ人工林に1978年以降継続して施肥を行っている。過去の調査により、施肥は初期成長を増加させるが、林冠が鬱閉して養分循環が一定になった後は施肥によって成長差は拡大しないとされている(2)。2003年にエゾマツ, アカエゾマツとトドマツの一部で間伐木を利用した地上部バイオマス調査が行われ、アカエゾマツの地上部バイオマス量は施肥区の方が大きいエゾマツでは施肥の効果がないこと、施肥の効果はある一定期間で現れ、それ以上の施肥は成長差を拡大しないことが示された(5)。2003年の間伐により個体の成長が促進されると考えられるが、成長量が増加した場合には再び施肥の効果が現れる可能性がある。また、施肥による成長差によって材密度に差が生じる可能性がある。40年生における各試験区の地上部バイオマス量を明らかにし、間伐後の成長に対する施肥の影響を検証するため、試料木の伐倒調査を行った。

試験地と方法

1) 試験地の概要

札幌市街地の南東端の丘陵に位置する森林総合研究所北海道支所構内の土壌環境長期モニタリング試験林で調査を行った。当試験林は林地肥培モデル実験林として設定され、1973年にトドマツ, エゾマツ, アカエゾマツ, 1974年にウダイカンバが植栽された。針葉樹は1.6m間隔の方形植え(3906本 ha^{-1})で、試験区のサイズはトドマツは15本 \times 11~12列(24m \times 18~19m), エゾマツ, アカエゾマツは10本 \times 10列(16m四方)である。樹種毎に4個の試験区が隣接し、施肥区と無施肥区が交互に設定された。1978年に施肥を開始し、6年間の施肥区(NPK6年区)と現在まで継続している施肥区(NPK区)がある。試験地の詳細は既報(1)の通りである。現在の施肥量と2013年までの合計の施肥量を表-1に示した。

2) 地上部バイオマス量調査

トドマツ, エゾマツ, アカエゾマツのNPK区と無施肥区(No.9, 8, 14, 15, 18, 19)において、2013年10月

表-1 現在の施肥量と2013年までの合計施肥量

トドマツ						エゾマツ・アカエゾマツ					
NPK区			NPK6年区			NPK区			NPK6年区		
N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
130	28	54				141	31	58			
4.5	1.2	1.7	0.7	0.2	0.3	4.8	1.3	1.8	0.7	0.2	0.3

上段: 現在 $kg\ ha^{-1}\ y^{-1}$, 下段: 合計 $Mg\ ha^{-1}$

表-2 調査対象試験区の樹高, 直径, 立木密度

トドマツ			エゾマツ				アカエゾマツ				
NPK	無施肥	2NPK6年	無施肥1	NPK	無施肥1	NPK6年	無施肥2	NPK	無施肥1	NPK6年	無施肥2
18.1	17.1	18.0	17.4	15.3	15.9	16.7	16.0	17.6	16.4	17.4	16.3
21.5	19.0	20.8	18.9	18.4	17.5	18.4	17.1	19.2	17.4	18.3	18.2
1975	2018	1563	2202	2344	2578	2344	2422	2383	2344	2422	2305

上段: 樹高 m, 中段: 胸高直径 cm, 下段: 立木密度 本 ha^{-1}

21~24日に伐倒調査を行った。試料木はサイズの異なる個体を各区5本選定した。伐倒直後に幹, 葉付の生枝, 枯枝に分けて生重を測定し、一部を持ち帰って乾重を測定した。生枝の試料は乾燥後に葉と枝に分けてそれぞれの乾重を測定した。持ち帰った試料の乾重と生重の比を試料木の各部の生重に乗じて試料木の幹, 枝, 葉, 枯枝の乾重を求めた。試料木の D^2H (D: 胸高直径, H: 樹高)と各部位の乾重の関係式を求め、毎木調査で得られた各個体の D^2H から各個体の各部位の乾重を計算し、試験区毎の地上部バイオマス量を推定した。

3) 毎木調査

胸高直径の毎木調査は2013年10月2日に行った。最新の樹高毎木調査は2010年に行った。2013年の樹高は、樹種毎に試料木の2010年の樹高と伐倒時の樹高の関係式を用いて2010年の樹高から推定した。

結果と考察

1) 2013年の樹高

試料木の2010年の樹高と伐倒時の樹高の関係は、施肥の有無にかかわらず樹種毎に同一の回帰直線で表すことができた。この関係式を2010年の樹高毎木調査結果に適用して2013年の各個体の樹高を推定した。試験区毎の樹高、胸高直径の平均値と立木密度を表-2に示した。

2) 地上部バイオマス量の推定

試料木の幹乾重と D^2H の関係は、施肥の有無にかか

Shuhei AIZAWA, Eriko ITO, Toru HASHIMOTO (Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), Sapporo 062-8516), Yoshimi SAKAI (Kyuusyu Research Center, FFPRI, Kumamoto 860-0862), Jumpei TORIYAMA (FFPRI, Tsukuba 305-8687), Akira OSAWA, Soichiro FUJII (Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606-8502) Above-ground biomass and influence of fertilization in 40-years-old plantations of *Abies sachalinensis*, *Picea jezoensis* and *Picea glehnii* in Hitsujiokaoka Experimental Forest.

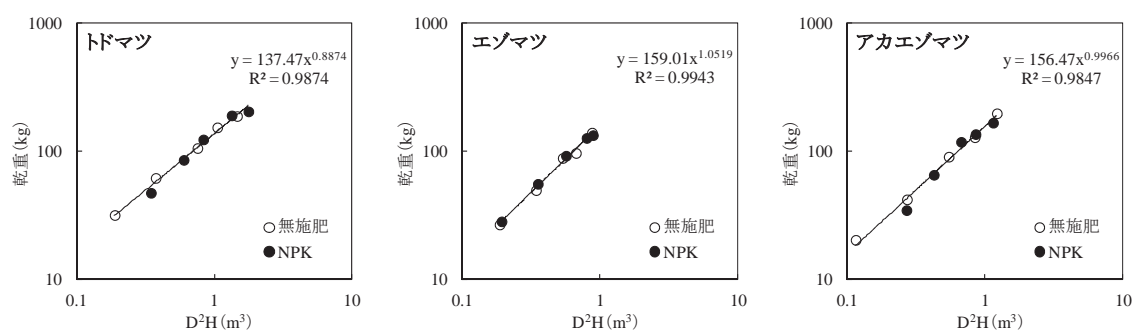


図-1 樹種毎の試料木の D²H と幹乾重の関係

わらず樹種毎に同一の回帰直線で表された (図-1)。D²H は材積に比例すると考えられるため、材積と幹乾重の関係は施肥の影響を受けていないといえる。したがって、施肥の有無により成長に差が生じてても、材密度は影響を受けないと考えられる。樹種毎に試料木の D²H と幹乾重の関係式を求め、この関係式を毎木調査結果から得られた各試験区の毎木の D²H に適用して試験区毎の幹現存量を計算した。同様の方法により、試験区毎の枝、葉、枯枝の現存量を計算した。試料木の D²H と枝、葉、枯枝の乾重の関係は幹に比べてばらつきが大きかった。試験区毎の地上部バイオマス量を表-3 に示した。幹の現存量はトドマツでは NPK 区が無施肥区より大きく、アカエゾマツでは NPK 区、NPK 6 年区が無施肥区より大きかった。エゾマツでは NPK 6 年区が最大で、NPK 区より大きな値を示す無施肥区があるなど、一定の傾向が認められなかった。トドマツ、アカエゾマツは施肥により幹現存量が増大し、エゾマツでは施肥の効果がなかったと考えられる。幹現存量は樹種間の差が小さかった。枝、葉の現存量の大小関係は幹と同様であった。枯枝の現存量は樹種内の大小関係は幹と同様であったが、樹種により現存量が異なり、アカエゾマツ>エゾマツ>トドマツの順であった。枯枝現存量の差は、枯死した枝が幹に付着している時間の差を反映していると考えられる。

3) 幹現存量の 2003 年以降の増加量

田中ら(5)が 2003 年に行った地上部バイオマス量調査では、エゾマツ、アカエゾマツの幹現存量の大小関係は 2013 年と同様であった。2003 年から 2013 年までの 10 年間の幹現存量の増加量は、雪害により本数が減少したトドマツ 6 年施肥区を除いては、樹種、施肥の有無によらずほぼ一定で、80 Mg ha⁻¹ 前後であった (表-3)。エゾマツ、アカエゾマツの 2013 年の幹現存量の差は 2003 年以前の成長差がそのまま保たれており、2003 年以降 10 年間の施肥により差が拡大しなかったといえる。

当試験地において施肥は初期の成長を促進するが、ある程度成長した後の施肥はその成長差を拡大しないことが指摘されている(2,5)。40 年生における幹現存量の解析でも同様の結果であった。2003 年の間伐後の成長に対して施肥の効果が認められない原因として、当試験地では土壌養分が成長の制限因子になっていない可能性が考えられる。また、エゾマツ、アカエゾマツの 2003 年の間伐が 15~25% の下層間伐であったた

表-3 試験区毎の地上部バイオマス量

樹種	処理	試験区	幹	枝	葉	枯枝	幹増分*
トドマツ	NPK	No.9	245	26.7	23.3	11.3	データなし
	無施肥2	No.8	197	18.7	17.4	9.1	データなし
	NPK6年	No.7	180	18.3	16.5	8.3	10
	無施肥1	No.6	212	19.6	18.4	9.8	82
エゾマツ	NPK	No.14	195	25.1	20.2	20.0	79
	無施肥1	No.15	205	26.3	21.2	21.2	81
	NPK6年	No.16	218	30.8	24.3	21.9	82
	無施肥2	No.17	187	24.2	19.4	19.3	80
アカエゾマツ	NPK	No.18	253	36.6	34.3	36.4	82
	無施肥1	No.19	204	28.0	26.6	29.9	67
	NPK6年	No.20	239	34.4	32.2	34.5	68
	無施肥2	No.21	208	27.8	26.7	30.5	86

単位は Mg ha⁻¹ *: 2003年から2013年までの幹増加量

め、上層木の競争緩和には効果がなく、間伐によって施肥が効果を与えるような成長増加が起こらなかった可能性も考えられる。そのほか、施肥により表層土壌は酸性化しているため(3,4)、施肥の効果と酸性化による負の効果が拮抗している可能性も考えられる(5)。長期の施肥が森林の成長にあたる影響を明らかにするためには、植栽木の成長と土壌のモニタリングを継続していくことが必要である。

引用文献

- (1) 相澤州平・伊藤江利子・橋本徹・阪田匡司・酒井寿夫・田中永晴・高橋正通・松浦陽次郎・真田勝 (2012) トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツおよびウダイカンバ人工林の 37 年間の成長経過と施肥の影響。北森研 60 : 93-99.
- (2) 真田 勝・大友玲子・真田悦子 (1995) トドマツ肥培林の成長と当年葉の養分濃度—施肥 17 年間の養分濃度の変動—。日林論 106 : 223-224.
- (3) 真田 勝・大友玲子・真田悦子 (1997) 林地肥培林における表層土壌の変化—植栽から 20 年のモニタリング—。日林論 108 : 201-202.
- (4) 高橋正通・真田 勝・松浦陽次郎・尾根澤久枝 (1999) 北方常緑針葉樹の人工林発達に伴う土壌交換性塩基の動態。日林学術講 110 : 525.
- (5) 田中永晴・酒井佳美・酒井寿夫・石塚成宏・松浦陽次郎・高橋正通・小野賢二 (2004) 25 年間連年施肥がエゾマツおよびアカエゾマツの地上部バイオマス量にあたる影響。日林学術講 115 : 514.