

研究資料

山城試験地周辺森林における渓流水の水質

溝口 岳男・谷川 東子・平野 恭弘（森林環境研究グループ）

1. はじめに

当研究グループでは、都市近郊林における渓流水の水質形成機構を明らかにするため2000年から京都府南部（木津川市郊外）に位置する山城試験地において林外雨および渓流水のモニタリング調査を行ってきた。モニタリングサイトでの観測結果を広域評価につなげるためには、近隣の森林における渓流水の水質との比較・検討が必要なため、2005年7月19日、2006年7月4日、8月23日の3回にわたって試験地周辺の木津川市、井手町、和束町、宇治田原町の25ヶ所（図1、表）の森林内で渓流水を採取し、溶存無機成分を分析した。採取した渓流水のサンプルはpH（ガラス電極法）、電気伝導度（白金電極法）を測定した後にPTFEメンブレンフィルター（孔径0.45 μ m）でろ過し、イオンクロマトアナライザー（メトローム社 CompactIC761）により溶存無機イオン類の濃度を測定した。また、滴定によりアルカリ度を求め、そこから重炭酸イオン濃度を算出した。

2. 調査結果と考察

渓流水のpHの変異幅は、2005年は5.63～7.66（平均7.15）、2006年の7月（梅雨期）は5.92～7.92（平均7.04）、8月（梅雨明け後の少雨期）は5.68～7.92（平均7.07）であり、採取時期の影響は見られず、ほぼ同レベルであった（図2）。電気伝導度は、2005年は3.36～16.63 mS m⁻¹（平均7.74 mS m⁻¹）、2006年7月は3.20～14.37 mS m⁻¹（平均6.88 mS m⁻¹）、2006年8月で2.96～16.92 mS m⁻¹（平均7.80 mS m⁻¹）であり、多雨期に値が低くなる傾向が見られた（図2）。梅雨期の前後では溶存成分の濃度にも変化が見られたが、Na⁺、SO₄²⁻では梅雨明け後の濃度上昇が比較的明瞭なのに対し、Ca²⁺やNO₃⁻ではそうした傾向が不鮮明であり、また溪流によっても濃度変化の傾向が異なるケースが見られた。また、山城試験地を含む花崗岩地質上の溪流ではNa⁺と重炭酸性炭素濃度がそれぞれ平均9.8 mg L⁻¹、4.8 mg L⁻¹と堆積岩が母材のところ（平均5.1 mg L⁻¹、2.6 mg L⁻¹）に比べて全体に高かった。また、森林タイプ別に見ると、Mg²⁺濃度が針葉樹造林地の溪流（平均2.2 mg L⁻¹）では広葉樹林の溪流（平均1.2 mg L⁻¹）に比べて高い傾向が見られた。

調査した範囲においては山城試験地の溪流のpHはほぼ全体の平均値に近く、電気伝導度がやや平均値を下回った（図3）。また、一価の陽イオン（Na⁺、K⁺）の濃度は全体平均よりやや高い反面、二価の陽イオン・陰イオン（Ca²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻）の濃度が全体平均よりやや低かった（図4）。

本調査では、各溪流の流域面積や流量、土壌層厚、林齢等のデータがないため厳密な比較は困難であるが、土壌母材や植生の特性が渓流水の水質に反映されていること、また山城試験地の渓流水の水質は周辺の溪流の水質と比較して特異なものではないことが裏付けられた。

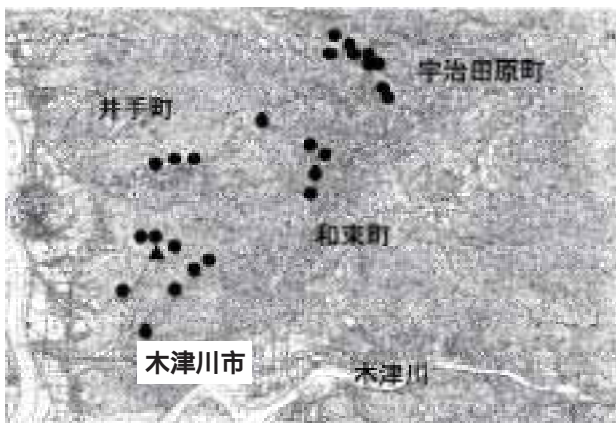


図1 渓流水広域多点調査地点
(はモニタリングサイト)

表 広域多点調査地点の概要

測点	標高	母岩	植生	備考
1	89	花崗岩	広葉樹	山城試験地
2	89	花崗岩	広葉樹	山城試験地となり沢
3	154	花崗岩	広葉樹	
4	166	花崗岩	広葉樹	
5	103	花崗岩	スギ、ヒノキ	
6	133	花崗岩	広葉樹	
7	146	花崗岩	スギ	
8	150	花崗岩	広葉樹	山城公園
9	326	堆積岩	スギ、ヒノキ	
10	326	堆積岩	スギ、ヒノキ	
11	297	堆積岩	スギ、ヒノキ	
12	293	堆積岩	広葉樹、ヒノキ	
13	293	堆積岩	広葉樹、ヒノキ	
14	262	堆積岩	ヒノキ	神副、寸林
15	247	堆積岩	広葉樹	
16	221	堆積岩	スギ、ヒノキ	鎌岩橋
17	196	堆積岩	スギ、ヒノキ	御倫山の水
18	188	堆積岩	ヒノキ	
19	214	堆積岩	ヒノキ	
20	225	堆積岩	ヒノキ	
21	308	堆積岩	ヒノキ	玉川
22	357	堆積岩	スギ、ヒノキ	
23	373	堆積岩	スギ、ヒノキ	道沿い溪流、和束町
24	386	堆積岩	スギ、ヒノキ	
25	403	堆積岩	スギ、ヒノキ	

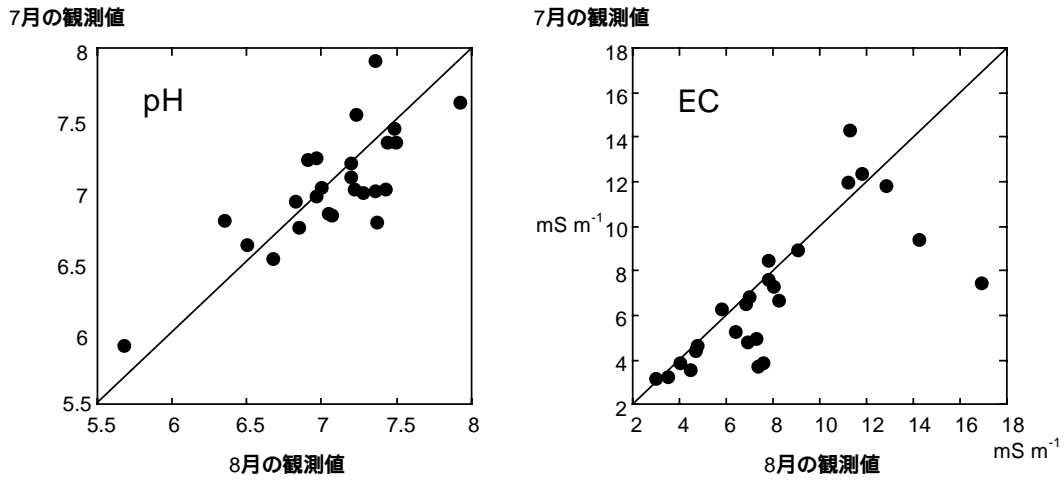


図2 2006年の観測値に基づく多雨期前後の渓流水のpH、ECの対比

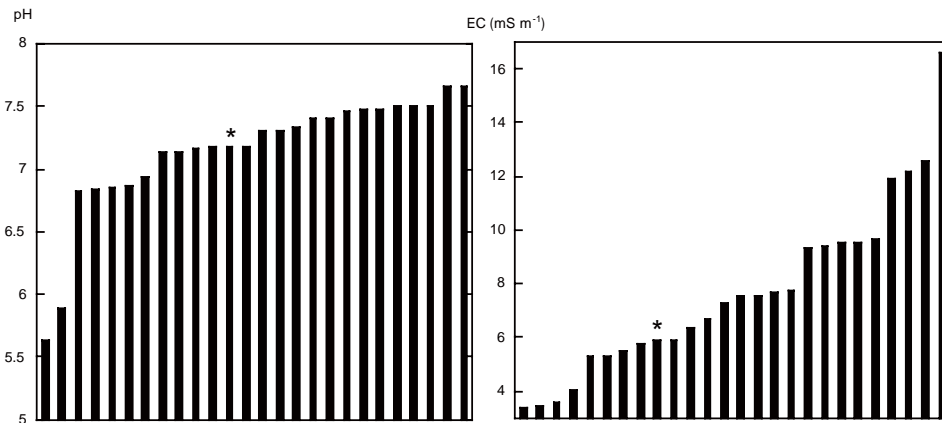


図3 2005年の測定値に基づく山城試験地およびその周辺の渓流水のpHおよびEC（電気伝導度）
（測定値の低い順にソート。モニタリングサイトの数値はアスタリスクで表示。）

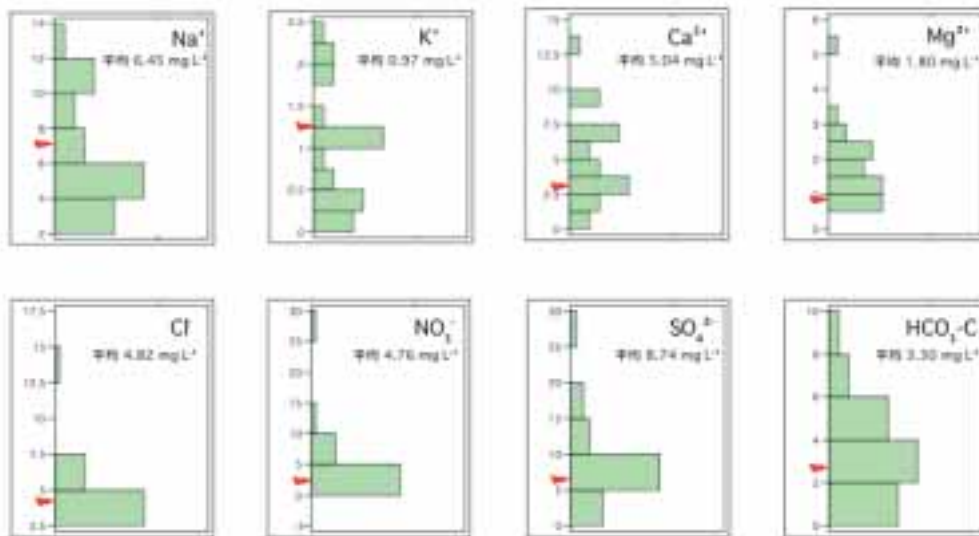


図4 2005年の測定値に基づく山城試験地およびその周辺の渓流水の無機イオン濃度のヒストグラム
（矢印で示されているのが山城試験地の渓流の数値）

アカマツ - スギ・ヒノキ複層林の成長

- 地獄谷収穫試験地定期調査報告 -

田中 邦宏・野田 巖（森林資源管理研究グループ）

1. 試験地の概要

地獄谷アカマツ天然林その他択伐用材林作業収穫試験地は、奈良森林管理事務所管内、奈良市高畑町地獄谷国有林17林班わ小班に所在する。本試験地はヒノキ択伐林誘導区（ヒノキ誘導区）・スギ択伐林誘導区（スギ誘導区）・自由施業区の3試験区からなり、面積はそれぞれ0.2648、0.3446、0.3556haである。海拔高400～450m、傾斜角10～35°の南東向き斜面に位置し、土壌は洪積層砂壤土のB_B～B_D型である。1923年、推定46年生のアカマツ天然生林を択伐したあと、1924年にヒノキ・スギを補植した。初期保育は下木林齢14年生までの間に下刈りが6回、つる切りが5回、除伐が1回である。試験は1940年（上木林齢63年生、下木林齢17年生）、大阪営林局調査課（当時）によって開始され、以後5～9年間隔で成長量調査が反復されてきた。17、42、69年生時（下木林齢、以下同じ）に択伐を実施、53～54年生時にヒノキ・スギの補植を再度行った。

2007年10月、調査計画に基づき第12回目の定期調査（下木林齢85年生）を行った（写真）。調査項目は胸高直径・樹高・寺崎式樹型級区分の毎木調査である。また、ヒノキ・スギの樹下植栽木、および天然更新による広葉樹類についても、胸高直径が5cmに達しているものは逐次個体識別のうえ測定対象に加えた。今回調査までに確認されている広葉樹としては、アラカシ・アカガシ・カゴノキ・カエデ類・クリ・クロモジ・コシアブラ・シキミ・シラカシ・スタジイ・ソヨゴ・ハイノキ・ヒサカキ・ミズナラ・ヤマモモ・リョウブ・タラノキなどがある。



写真 地獄谷収穫試験地 ヒノキ誘導区
（2007年11月9日撮影）

2. 調査結果と考察

第12回定期調査の結果を表1に示した。2002年5月、奈良森林管理事務所によりマツノザイセンチュウ被害木の伐倒駆除が行われたが、その際の伐倒駆除木も今回調査時点の枯損木として計上してある。本試験地は1979年頃よりマツノザイセンチュウ病によるアカマツの枯損が目立つようになった。特にヒノキ誘導区・スギ誘導区は42年生時アカマツに対して材積割合で約50～60%の強い択伐を実施したこともあって、現在アカマツはヒノキ誘導区・スギ誘導区では消失、自由施業区に材積混交割合で2.5%を残すのみとなっている。自由施業区での最近6年間の材積枯損率は75.1%であり、前回調査時と比較して被害がさらに進行していた。

1924年の補植木は、ヒノキ誘導区・スギ誘導区においてはアカマツの疎開に伴って旺盛な材積成長を示すようになっている。ヒノキ誘導区は85年生現在、おおむねヒノキの純林となっているが、これを紀州地方ヒノキ林分収穫表と比較してみると、最近6年間の連年成長量は立木密度の高さもあってI等地の2倍強となっている。ただし、平均樹高はアカマツの被圧下にあったためⅢ等地程度の水準にとどまっている。スギ誘導区はスギの混交率が大きくなっているが、スギとヒノキをあわせた総成長量・連年成長量はヒノキ誘導区と大差はなかった。自由施業区は試験地設定当初の択伐率が小さく、42年生まで600本/ha程度のアカマツ上木が残存していたため、ヒノキ・スギ下木の成長が抑制されていた。85年生時点のスギ・ヒノキの幹材積純総成長量は430.2m³/haであり、ヒノキ誘導区・スギ誘導区の6割程度に過ぎない。しかし、スギとヒノキを合わせた連年成長量は17.0m³/haで、ヒノキ誘導区・スギ誘導区と大差はなかった。

本調査時点での進界成長木（今回新たに測定対象となった立木；DBH 5cm）本数は、3試験区でそれぞれ4、84、110本/haであった（表2）。いずれの試験区においてもヒノキの進界量は枯損量を大きく下回り、小径木本数の減少が

見られた。特にヒノキ誘導区では57本/haの枯損量に対し進界量は0であった。3試験区における小径木本数の減少の原因としては、林分密度・幹材積合計の上昇に伴う林内相対照度の低下のほか、一部でササの繁茂の影響(写真)も考えられる。スギ誘導区・自由施業区の進界成長木にはヒノキの他、コシアブラ・ヒサカキ、シキミなどの広葉樹が見られた。アカマツの進界成長木は皆無であった。

本試験地は地獄谷石仏等の文化財に近接し、試験地中心を横断する歩道がハイキングコースでもあるため、景観上の配慮が必要となっている。伐出条件は良好であるため、今後弱度の択伐的な密度調整を反復しつつ、ヒノキ・スギを主体とした複層林の成長データを蓄積して行く方針である。なお、次回定期調査は2013年秋に予定している。

表1 地獄谷収穫試験地の第12回定期調査の結果(下木林齢85年生)

試験区	樹種	残存木					枯損木				
		本数	平均樹高	平均直径	胸高断面積	材積	本数	平均樹高	平均直径	胸高断面積	材積
		(本)	(m)	(cm)	(m ²)	(m ³)	(本)	(m)	(cm)	(m ²)	(m ³)
ヒノキ 択伐林 誘導区	アカマツ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ヒノキ	680	19.4	29.5	54.73	586.4	57	12.0	12.2	0.71	5.3
	スギ	19	17.5	36.5	2.99	31.2	-	-	-	-	-
	モミ	8	14.0	46.4	2.17	22.3	-	-	-	-	-
	広葉樹	60	11.5	16.2	1.98	15.5	4	4.7	16.1	0.08	0.2
	合計	767	18.7	28.8	61.88	655.4	60	11.6	12.4	0.79	5.5
スギ 択伐林 誘導区	アカマツ	-	-	-	-	-	3	27.4	60.4	0.83	9.2
	ヒノキ	464	16.3	24.1	27.81	279.5	49	7.7	8.5	0.30	1.4
	スギ	276	19.9	32.7	31.19	334.1	9	5.3	5.9	0.02	0.1
	モミ	3	24.4	44.2	0.45	5.3	-	-	-	-	-
	広葉樹	119	8.9	12.0	2.43	17.8	9	8.7	10.3	0.10	0.7
	合計	862	16.5	25.3	61.89	636.8	70	8.3	10.6	1.26	11.4
自由 施業区	アカマツ	14	18.3	34.5	1.37	10.7	25	21.5	42.0	3.57	32.2
	ヒノキ	759	12.6	17.6	26.52	233.6	67	6.8	7.9	0.36	1.4
	スギ	301	16.2	24.6	18.99	171.4	11	7.1	7.5	0.05	0.2
	モミ	3	16.0	49.3	0.54	4.2	-	-	-	-	-
	広葉樹	96	10.1	11.9	1.24	7.4	3	9.9	8.5	0.02	0.1
	合計	1173	13.4	19.2	48.65	427.2	107	10.4	15.9	3.99	33.9

樹種	総林木					79年生時残存木		幹材積純成長量			
	本数	平均樹高	平均直径	胸高断面積	材積	本数	材積	総成長量	総平均成長量	連年成長量	連年成長率
	(本)	(m)	(cm)	(m ²)	(m ³)	(本)	(m ³)	(m ³)	(m ³ /年)	(m ³ /年)	(%)
アカマツ	-	-	-	-	-	-	-	179.7	2.1	-	-
ヒノキ	736	18.9	28.1	55.45	591.7	736	486.0	652.3	7.7	16.7	3.1
スギ	19	17.5	36.5	2.99	31.2	19	25.9	32.1	0.4	0.9	3.1
モミ	8	14.0	46.4	2.17	22.3	8	17.2	22.3	0.3	0.8	4.2
広葉樹	64	11.1	16.2	2.06	15.7	60	12.5	19.1	0.2	0.5	3.6
合計	827	18.2	27.6	62.67	660.9	823	541.6	905.4	10.7	19.0	3.2
アカマツ	3	27.4	60.4	0.83	9.2	3	8.7	214.0	2.5	-1.4	-33.3
ヒノキ	514	15.5	22.6	28.12	280.9	502	221.0	319.9	3.8	9.8	3.9
スギ	284	19.5	31.9	31.22	334.2	284	276.4	411.7	4.8	9.6	3.2
モミ	3	24.4	44.2	0.45	5.3	3	3.4	11.4	0.1	0.3	7.3
広葉樹	128	8.9	11.9	2.53	18.5	55	13.5	18.9	0.2	0.7	4.6
合計	932	15.9	24.2	63.15	648.1	847	522.9	975.9	11.5	19.0	3.3
アカマツ	39	20.3	39.3	4.93	42.9	39	32.0	158.8	1.9	-3.5	-16.6
ヒノキ	827	12.1	16.8	26.87	235.0	793	174.3	244.4	2.9	9.9	4.8
スギ	312	15.8	24.0	19.04	171.6	307	128.6	185.8	2.2	7.1	4.8
モミ	3	16.0	49.3	0.54	4.2	3	3.0	4.2	0.0	0.2	5.4
広葉樹	98	10.1	11.8	1.26	7.5	28	1.7	7.4	0.1	1.0	21.0
合計	1280	13.1	18.9	52.64	461.1	1170	339.6	600.6	7.1	14.6	3.8

注) ヘクタール当たり。成長率はPressler式による。

表2 第12回定期調査における進界成長木本数

試験区	アカマツ	ヒノキ	スギ	モミ	広葉樹	合計
ヒノキ択伐林誘導区	0	0	0	0	4	4
スギ択伐林誘導区	0	12	0	0	73	84
自由施業区	0	34	6	0	70	110

注) ヘクタール当たり。

多雪地帯のスギ人工林における利用間伐と間伐直後の成長について

- 六万山収穫試験地調査報告 -

田中 邦宏・野田 巖（森林資源管理研究グループ）

1. 試験地の概要

六万山スギ人工林皆伐用材林作業収穫試験地は、石川県石川郡白峰六万山国有林55林班の小班に所在する。「多雪地帯のスギ人工林の成長量、収穫量およびその他の統計量を収集するとともに林分構造の推移を解明する」ことを目的として、1962年8月に設定された。林相はスギ一斉人工林、調査区面積は0.2ha、標高930~970m、平均傾斜約20°の南西向き斜面に位置し、土壌型はB_{D(a)}である。本試験地の北東25km、標高478mの白川のアメダスデータによると、最近10冬の平均最深積雪深は191cmであった。本試験地との標高差を考えると、この試験地の平均最深積雪深は白川アメダスの値より大きいと推測され、典型的な多雪地帯と考えられる。本試験地の履歴を以下に示す。

1947年7月	新植（3,000本/ha）	1972年9月	第3回調査（25年生）間伐
1948年7月	補植（300本/ha）	1977年9月	第4回調査（30年生）間伐
1948、1950~1954年	下刈（各年1回）	1982年9月	第5回調査（35年生）間伐
1956年9月	つる切り	1987年9月	第6回調査（40年生）間伐
1957年5月	枝払い	1992年9月	第7回調査（45年生）
1957年11月	除伐	1997年10月	第8回調査（50年生）
1958年5月	倒木起こし	2002年10月	第9回調査（55年生）
1962年8月	試験地設定、第1回調査（15年生）	2005年	（58年生）間伐
1967年9月	第2回調査（20年生）間伐		

収穫試験地の調査計画に基づき、2007年9月に第10回調査（60年生）を行った（写真）。調査内容は、胸高直径・樹高・枝下高・寺崎式樹幹級区分の毎木調査である。

2. 調査結果と考察

第9回調査後の2005年に本数間伐率46%、材積間伐率58%で間伐が実施され、640m³/haが収穫された。従来、同試験地では、主に被害木や劣勢木を対象に間伐が行われてきたが、今回は優良木を中心とした利用間伐であった（図1）。

本試験地における多くの残存木で「根元曲がり」や「やにさがり（積雪の沈降圧による枝の蛇行）」など、雪圧害の影響と思われる状況が確認された。また、間伐後の豪雪により残存木のうち本数割合で8%、材積割合で5%が幹折れ被害を受けて枯損していた。

胸高直径と樹高の成長過程を図2に示した。胸高直径・樹高とも標準的な伐期齢である45年生を超えても成長を継続していた。しかし、2005年の間伐後は、胸高直径・樹高とも成長率が低下している。林分が高齢化したためとも考えられるが、利用間伐により成長率の高い優良木が伐採された影響が大きいと思われる。

立木本数の経年変化（図3）および幹材積の経年変化（図4）を見ると、今回の間伐率の高さがわかる。

連年成長量及び成長率の経年変化（図5）を見ても、45~55年生にかけてほぼ横ばいであった成長率が大幅に低下している。これも、利用間伐が影響していると考えられる。



写真 六万山収穫試験地（2007年9月27日撮影）

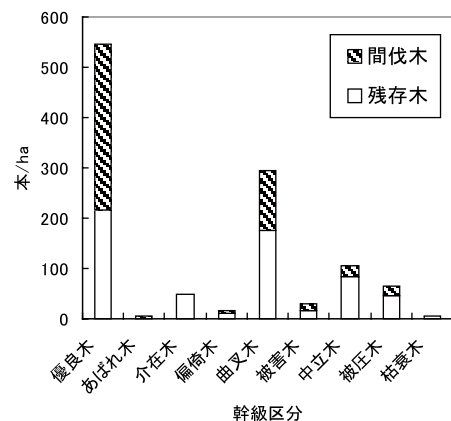


図1 間伐木と残存木の幹級区分

図6には相対幹距を示した。相対幹距とは、林木の平均樹幹距離（平均幹距）と林分の上層木の平均樹高との比であり、林分密度の尺度として用いられる。ここで、今回の解析において残存木は全て上層木とした。今回の間伐により林分密度は弱度間伐区から中庸度間伐区に相当する密度水準となった。

図7には直径階別本数分布を示した。胸高直径分布が14cmから58cmと、胸高直径階で44cmもの幅があった。このように直径階が広がっているのは、これまでの間伐の影響と思われる。

今後も引き続き、利用間伐後の成長データを得るため調査を継続していく。次回調査は2012年秋季（65年生）を予定している。

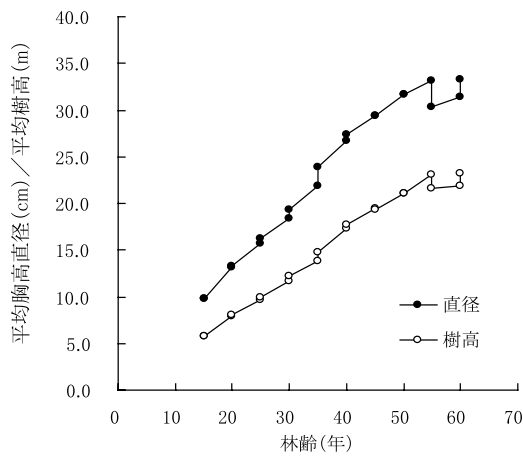


図2 直径及び樹高の経年変化

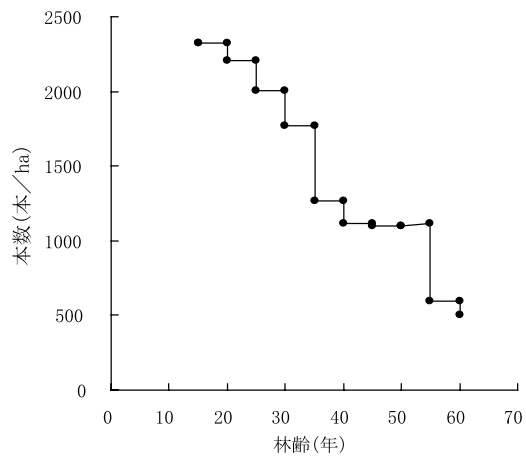


図3 立木本数の経年変化

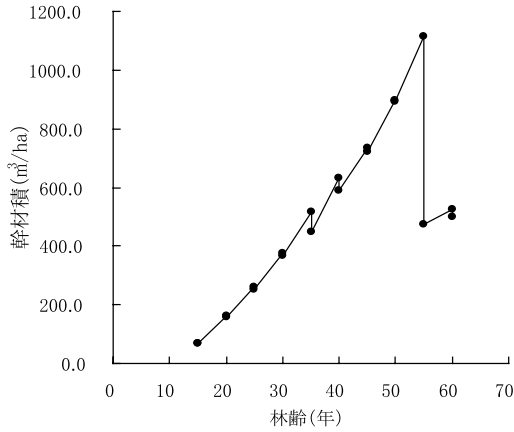


図4 幹材積の経年変化

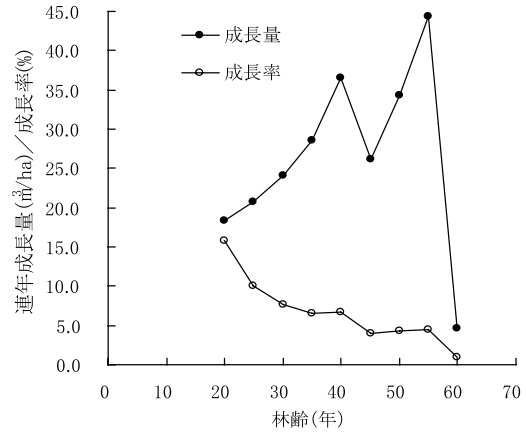


図5 連年成長量及び成長率の経年変化

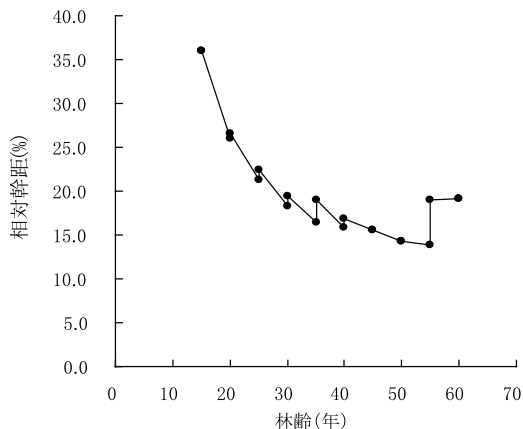


図6 相対幹距の経年変化

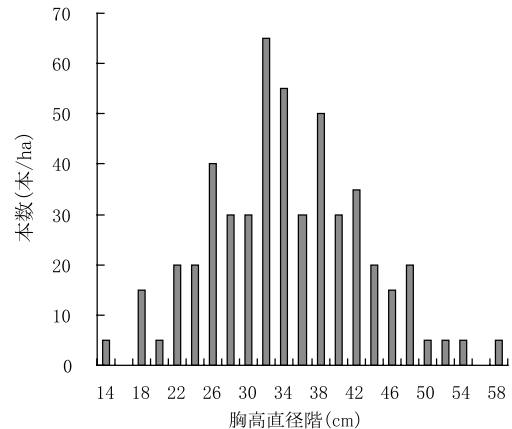


図7 直径分布 (2007年)