

葉枯らしに関する研究 (第2報)

—木材含水率への影響—

菱 田 重 寿
前 川 滋
(現 県緑化センター)
大 野 浩 暉

要 旨

前報において、スギ22年生(林内)、スギ76年生(皆伐地)を対象として“葉枯らし(伐倒木の枝葉付き放置)”効果の有無については、木材含水率の面から検討を行った。今回は欠落していた秋開始の葉枯らしを実施した。その結果、効果的な葉枯らしを行うには、その期間に春季を含めることが必要と思われた。また、心材の含水率の減少を目的とした場合、低い気温で長期間葉枯らしを行うことが効果的だと思われた。さらに4季節の乾燥特性を利用して、気象条件から含水率の減少を予測することを試みた。しかし、予測可能な期間はせいぜい初期の1か月であった。

ヒノキについても間伐木を用いて枝葉付き伐倒の調査を行い、スギとヒノキの含水率減少の違いを調べた。その結果、両者はほぼ同じと言えた。また、木口が地面に接触している場合の影響について調べた。その結果、木口が地面に接触していると、樹高の高い位置で含水率が高くなる現象が見られた。葉枯らしを行う際には、その効果を高めるために木口を地面から離した方が良いと考える。

I はじめに

第I報のスギ林内での調査には、秋から“葉枯らし(伐倒木の枝葉付き放置)”を実施した調査がなかったので、今回追加調査した。そして、得られた4季節の調査結果をもとに、気象条件から枝葉付き伐倒木の含水率の減少を予測することを試みた。さらに、通常“葉枯らし”を行う際には、木口を地面から離すよう言われているが、わざわざ行う程の必要があるか否か、また、スギとヒノキを同時に行う場合、期間に樹種別の考慮が必要であるか否か検討した。

II 試験方法

1 試験地及び供試木

ヒノキ及びスギの両試験地とも、北向き斜面中腹にある間伐の少し遅れ気味の23年生の林分の林内である。なお、ヒノキの試験地は小尾根のやや

凸地にあり、スギの試験地はやや凹地にある。供試木の選択方法は、両林分とも、毎木調査から、間伐木の胸高直径区分を行い、その中から、ヒノキについては、大(14cm)、中(12cm)、小(10cm)の3段階の各径級から、スギについては、林分の中央の径級(16cm)から、それぞれ選んだ。供試木の各本数は、次項で述べる処理方法で異なるが、合計本数は、ヒノキを36本、スギを12本とした。なお、これらの内訳は、表-1に示すとおりである。

2 供試木の処理方法

ヒノキ及びスギについて、今回行った“葉枯らし”効果を比較する方法は、大別して、供試木にの次の処理を施した。すなわち、伐倒後に枝葉を全て付けたままの状態「枝葉付き」および、伐倒後に枝葉をすべて除去した状態「枝葉除去」の2

表-1 調査木及び処理、調査方法

樹種	林齢	場所	処 理			調 査 木				試料の採取法	測定位置
			種 類	処理内容	時 期	本 数	平 均 樹 高	平 均 胸 高 直 径	平 均 枝 下 高		
ヒノキ	年生	林内試験林	枝葉付き	山側伐倒 木口不接地	月 12-5	15	11.5	12.2	6.9	円板	(継続調査用) 樹高0.5、1.5、2.5 3.5m (樹高方向調査用) 樹高0.5、1、3、5 7m
			枝葉除去	山側伐倒 枝葉除去 木口不接地	"	6	11.8	12.3	6.5	"	
			枝葉付き	山側伐倒 木口不接地	10-3	15	12.0	12.9	6.1	"	
スギ	"	"	"	山側伐倒 木口不接地	10-4	6	14.9	16.6	8.1	成長錐	樹高 4m
			"	山側伐倒 木口不接地	"	6	14.8	16.4	7.8	"	

処理で、林内に放置した場合の材内の含水率の推移を調べた。なお、ヒノキ供試木は、「枝葉付き」と「枝葉除去」で行ったが、伐倒後の放置状態は両処理とも、木口（伐倒口）を地面から離れた状態（下接地処理）で行った。一方、スギについては、枝葉付き伐倒木の含水率の減少経過を把握することの他に、木口を地面から離すことの要否についても調べた。全て「枝葉付き」で行ったが、伐倒後の状態は、木口を地面に接触させたままの状態（接地処理）と接触しない状態（不接地処理）で行った。なお、（接地処理）とは、伐倒後、木口を約4分の1、土中に埋まる状態に土を盛った処理である。伐倒方向は、スギ、ヒノキとも山側とした。

3 木材含水率の測定

(1) 測定に供した試料の採取について

ヒノキ供試木は、根元から0.5 mの位置を起点に梢頭へ向け1 m間隔で順次採取した円板から、スギ供試木は、根元から4 mの位置に、内径10mmの成長錐をさし込み採取した材片から、それぞれ含水率を測定した。なお、ヒノキではとくに、同一調査木を定期的に継続して調べる材と、幹の位置（樹高方向）による、分布のちがいを調べる材に、供試木を2つに区分した。なお、これら供試木からの試料の採取は、継続調査用が、0.5~3.5 mの位置までの、計4カ所（1 m間隔）を伐倒

時、1か月後、3か月後、5か月後の4回に渡って行った。後者の樹高方向用については、伐倒時、1か月後、3か月後の3回に渡って、0.5~6.5mの位置まで1 m間隔で、計7カ所からそれぞれ同時に採取した。

(2) 測定方法について

含水率の測定は、ヒノキ、スギ両者とも、全乾法により行った。この際、樹皮の部分は除いた。なお、ヒノキでは、厚さ3 cmの円板を、樹皮、辺材、心材の各部に分け、辺材、心材別に含水率を求めた。辺材+心材の含水率はそれぞれの重量を合算して求めた。一方、スギは、成長錐で採取した試料を、現場で直ちに辺材と心材に区分し、ポリエチレン袋に入れて持ち帰り含水率を求めた。辺材+心材の含水率は、辺材部、心材部の面積比で加重平均して算出した。試料の採取に当たっては、採取穴の影響を避けるため、その都度、位置を10~20cm変え、試料採取後の穴は建築用油性コーキング材で雨水が入らないようふさいだ。なお、最終調査では、ヒノキと同様に、円板試料を採取し、同じ方法で含水率を求めた。

4 季節別乾燥特性の推定法

(1) 季節別含水率について

各季節の乾燥特性を比較し易くするため、初期含水率を同じにして比較することを試みた。第1報と今回の調査から、伐倒直後の含水率（以下、

初期含水率)と一定期間の枝葉付き伐倒木の放置によって減少した含水率との間にみられる、正の相関関係(直接回帰式)を利用して(表-4)、一定期間放置後の含水率を推定した。つまり、伐倒時の含水率をもとに、この式によって一定期間後に低下する含水率を算定し、初期含水率からこの値を差し引くことによって、一定期間放置後の木材含水率を求めることが出来る。この、(初期含水率)と一定期間に減少した含水率との関係式は、次のとおりである。

$$W_n = W_0 - W_{0-n}$$

$$W_{0-n} = a + bW_0$$

W_n : n か月後の含水率

W_0 : 初期含水率

W_{0-n} : W_0 が n か月間に減ずる含水率

a, b : 定数

(2) 気象条件と含水率について

スギの林内で調査された、4季節の枝葉付き伐倒木の含水率のデータを使い気象条件(気温、降水量、風速)と含水率減少量の関係を、重回帰式にあてはめ分析した。分析のにあたって、気象条件を説明変数、含水率を独立変数とした。さらに、気温、降水量、風速間の関係についても、単回帰式で分析を行った。また、気象観測値は、気象月報(日本気象観測協会東海支部発行)から、最寄りの鳳来観測値のデータを利用した。気温、降水量、風速の各値は、月平均値(期間内の旬平均値から算出)の積算値を使用した。

III 結果と考察

1 木材含水率の推移

(1) ヒノキについて

ア 伐倒直後の含水率

0.5m位置の平均含水率は、辺材部が、140% (115~173%)、心材部が、37% (34~43%)、(辺材+心材)部は、105% (85~132%)であった。

胸高直径と含水率との関係を調べた結果、径級

(10、12、14cm)による含水率の差は認められなかった。ちなみに、相関係数は、辺材部が、0.0034、(辺材+心材)部が、0.0270であった。

上記と同じ方法で、本年の10月と昨年の12月(以下、10月、12月)の伐倒直後の含水率調査結果から、季節による違いを調べたが、両者の平均含水率には、差は認められなかった。

イ “葉枯らし”処理法の違いと含水率:

「枝葉付き」と「枝葉除去」を比較した場合、辺材部の含水率の推移は、前者が急なのに対し、後者は、緩やかな下降線を描く。このことから、「枝葉付き」のほうが、辺材部の含水率を下げるには効果があると思われた。一方、心材部の含水率の推移には、両処理とも、ほとんど変化は見られなかった。

ウ 伐倒時期(季節)の違いと含水率

そこで、「枝葉付き」に関して、伐倒時期に視点を変えて、10月及び12月の伐倒木で比較してみると、伐倒後から、3か月あたりまでは、両者の含水率の推移の状態には、ほぼ同じ傾向がみられる。しかし、3か月経過以降からは、両者間の含水率の減少傾向に、差が見られるようになる。すなわち、10月の伐倒木の方が、乾燥の進みぐあいが遅くなる様に思われた。5か月後の両者の含水率の平均値の差を t 検定したところ、1%水準で有意な差が認められた。なお、こうした原因には、気温と湿度の関係が大きく影響しているものと思われる。ちなみに、4~5月の平均気温は14.9°C、2~3月は、6.8°Cであった。

「枝葉付き」とは「枝葉除去」の、木材含水率の推移は、表-2及び図-1に示した。

エ 樹高位置(幹の位置)の違いと含水率

「枝葉付き」の場合の、枝下部の含水率の状態を示したのが、図-2である。これによると、心材部の含水率は、樹高位置や放置期間(直後、1か月間、3か月間)が変わっても、ほとんど、バ

表-2 木材含水率測定結果

期 間	処 理	部 位	継 続 調 査								全 幹 調 査			
			伐倒時(H0.5m)		1か月後(H1.5m)		3か月後(H2.5m)		5か月後(H3.5m)		伐倒時 (H0.5m)	1か月後 (H1.5m)	3か月後 (H2.5m)	5か月後 (H3.5m)
			平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲				
1987.12 1988.5	枝葉付き	辺材	(153) 143	123~163	(121) 106	74~127	(81) 74	63~92	(51) 47	43~59	139	115	78	-
		心材	39	35~43	34	32~37	33	31~35	31	30~32	87	84	35	-
		全体	(111) 106	91~125	(95) 83	67~99	(66) 61	52~75	(44) 43	31~48	106	95	63	-
	枝葉除去	辺材	(147) 137	115~158	120	100~138	116	97~138	100	77~123				
		心材	36	35~37	35	33~36	33	32~35	31	30~33				
		全体	(107) 102	76~122	95	68~117	89	65~116	83	60~103				
1988.10 1989.3	枝葉付き	辺材	(145) 135	106~151	(125) 110	90~129	(88) 78	58~95	(78) 74	50~98	-	132	89	78
		心材	36	34~37	33	33	33	31~35	32	31~35	-	83	85	83
		全体	(111) 106	92~128	(103) 91	75~109	(72) 67	52~83	(66) 65	49~87	-	104	75	66

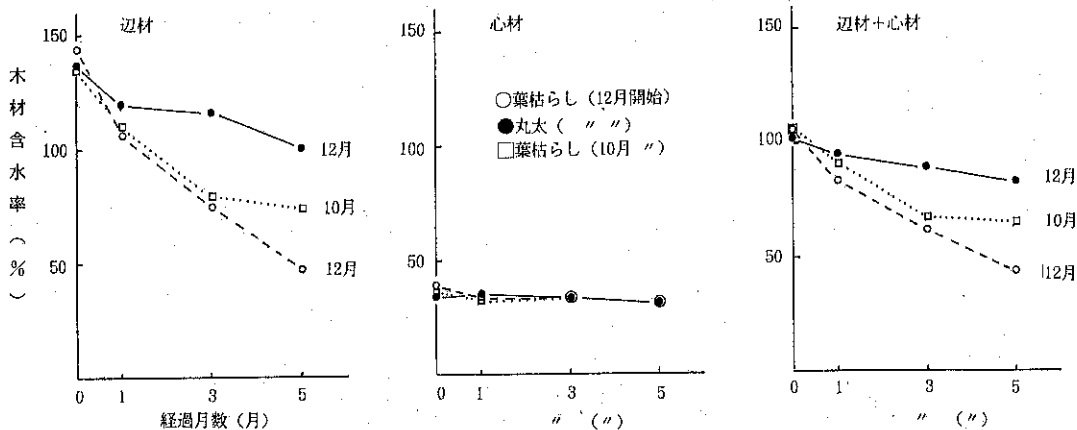


図-1 木材含水率の推移

ラツキはみられない。

一方、辺材部の含水率についてみると、「枝葉付き」の期間に関しては、差があり、伐倒直後が、樹高位置にかかわらず、最も高く、時間の経過とともに、低くなる。ちなみに、伐倒直後、1か月後、3か月後の含水率は、それぞれ、140、110、80% (各3本の平均) 前後の値となった。

含水率を、枝葉付き伐倒木放置の期間別に、垂直分布でみると、辺材部については、伐倒直後及び1か月の供試木では、樹高の中間部の含水率に幾分高い傾向がみられるが、3か月後には、樹高位置にかかわりなく、ほぼ一定の値(80%)にお

ちつた。こうした結果から、伐倒木を枝葉付きにすることによって、枝下樹幹部の含水率は、およそ同歩調で減少し、辺材の含水率が80%になる頃には辺材部の位置の差が無くなるように見られる。

一方、(辺材+心材)部の含水率は樹高上部にいくに従って高くなる傾向がみられた。このように、樹高につれて全体の含水率が高くなるのは、樹幹の上部程、辺材部の占める割合が高いためと思われる。

オ 含水率の測定方法と測定誤差:

一本の調査から、一定間隔で、“円板”を順に

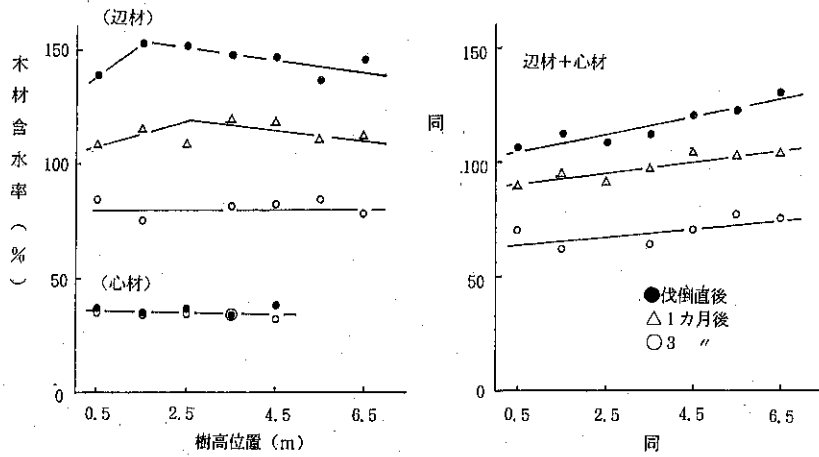


図-2 木材含水率の推移 (樹高位置別、ヒノキ、林内)

表-3 木材含水率測定結果 (平均値)

処 理	部 位	成長錐試料 (調査時期別)						円板試料 (4月採取、樹高位置別)				
		10月	11月	12月	1月	2月	4月	0.5m	1.0m	3.0m	5.0m	7.0m
木 口 非接地	辺材	119	92	73	67	58	49	48	50	51	54	57
	心材	111	100	80	74	66	67	66	64	53	55	45
	全体	118	94	77	69	61	52	53	54	52	54	56
木 口 接 地	辺材	115	93	75	65	56	49	49	51	59	64	73
	心材	110	92	74	80	59	54	69	63	45	40	40
	全体	114	92	75	66	57	51	56	56	56	60	69

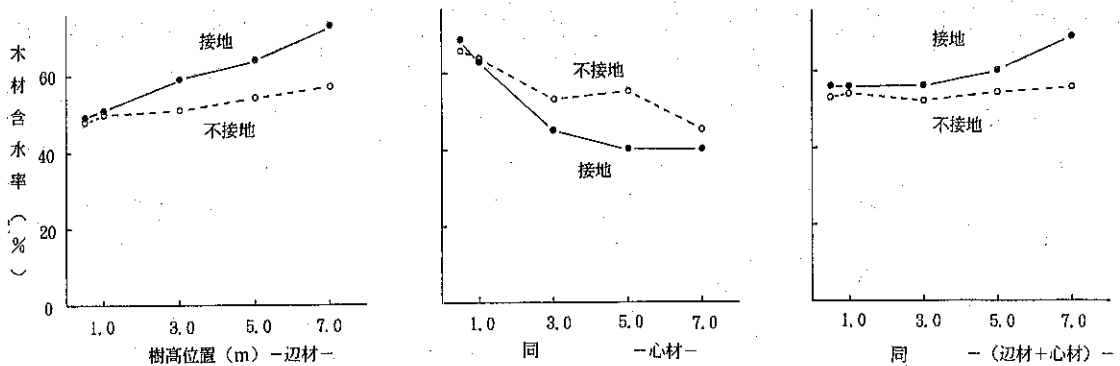


図-3 枝葉付き伐倒木6ヵ月後の樹高方向別含水率 (スギ、林内)

切り取りながら行う、今回の含水率の測定値方法には、誤差が生ずることが考えられる。この原因としては、採取試料の位置（樹高）の違いによる影響（図-2参照）と採取間隔（1m）が考えられる。

ちなみに、前者に関しては、樹高0.5mと1.5mとの間に辺材、全体ともに有意な差はないが、強いて見積もれば辺材では10%程、全体では、5%程の誤差が生じると思われる。

後者については、1m間隔に試料を、順次取っていくことによって、木口（伐倒口）からの距離が短くなり、これに伴って、樹幹材積も減少することから、過剰の乾燥が予測される。この点に関して、表-2に示すとおり、全幹で調査した含水率の値は、継続で調査した値より少し高い傾向が読みとれる。しかし、月ごとに平均値の差をt検定したところ有意な水準で差は認められなかった。

このような同一調査木を木口から順次切り取って（1m間隔）いく方法による誤差は、無視してもよいと推測される。

(2) スギについて

ア 枝葉付き伐倒木に於ける、（接地処理）と（不接地処理）の比較

枝葉付き伐倒木の、接地、不接地両処理の樹高4mの位置の木材含水率の推移は、辺材、心材、（辺材+心材）の各部とも、ほぼ同じ傾向であった（表-3）。接地と不接地の平均含水率の有意差の検定（t検定）を行ったが、いずれも有意な差は認められなかった。

また、樹高方向の含水率の状態は図-3のとおりである。全体的に木口が接地している方が含水率は高く、しかも、樹高の位置が高くなる程両者の差は大きくなる傾向がみられる。辺材（辺材+心材）の樹高7mでの含水率はそれぞれ16%、13%であった。また、反対に心材では不接地の方が

全体的に高く、5mの高さでは15%の差がある。しかし、いずれも有意な差は認められなかった。

最終調査（伐倒から6カ月後）では、成長錐の他に円板でも、試料を採取し、両者の含水率を、（接地処理）と（不接地処理）の面から比較し、チェックを行った。なお、円板試料の採取位置は、当初から成長錐で採取してきた。樹高4mの位置は外した。従って3mと5mの位置の平均値を使って、成長錐を用いて得られた樹高4m位置の含水率をチェックした。

この結果、（接地処理）した辺材部のみに、5%の有意水準で、平均値に差がみられ（t検定）、成長錐による試料の方が過少な値を示す結果となった。

以上の結果を総合すると、明言は出来ないが、「枝葉付き伐倒木」の場合、伐倒口が地面に接している（接地処理）では、その影響として根元近くでは（不接地処理）との差が生じ無くても、樹幹上部にいくに従って徐々に含水率が上昇し、差が生ずることが窮われる。従って根元の方が（せいぜい樹高5mまで）の材を利用する場合は大きな影響を受けないが、それ以上高い位置では、木口接地の影響を受ける恐れがある。

イ 伐倒時期（季節）の違いと含水率

枝葉付き伐倒木の、伐倒開始時期（前回報告の春、夏、冬開始に、今回の秋開始の結果を加えた）と、含水率の月別推移について比較を行った。この結果、伐倒直後の含水率（以下、初期含水率）と含水率減少量との関係を、季節別に回帰式にまとめたのが、表-4である。得られた回帰式の約半数には、有意な相関（ほとんどが、正の相関）があった。このことから、初期含水率が高い程、その後の含水率の減少量は、大きいと言うことが全般的に言える。

表-4 初期含水率(x)と含水率減少量(y)の関係(林内)

処理期間	経過月数	回帰式 (y = a + b x) と相関係数 (r)															
		辺材					心材					全体					
		n	a	b	r	備考	n	a	b	r	備考	n	a	b	r	備考	
枝葉付き	61.8 ~ 62.2	1	6	-27	0.48	0.66	-	6	16	0.11	0.36	-	6	-27	0.48	0.65	-
		2	6	-66	0.74	0.94	*	6	-16	0.50	0.80	+	6	-72	0.81	0.92	**
		3	5	-131	1.39	0.89	*(No.73)	4	-10	0.37	0.98	*(No.73)	5	-104	1.24	0.80	+(No.73)
		4	6	-59	0.87	0.87	*	6	-35	0.76	0.96	**	6	-72	1.00	0.85	*
		5	5	-70	1.03	0.97	** (No.59)	4	2	0.29	0.77	-(No.69)	5	-76	1.08	0.92	*(No.69)
		円板6	6	-59	0.79	0.87	*	6	-22	0.55	0.90	*	6	-64	0.84	0.89	*
	61.12 ~ 62.6	1	5	-89	0.74	0.88	*	5	-12	0.20	0.86	+	5	-72	0.68	0.79	-
		2	5	-56	0.77	0.98	**	5	9	0.07	0.27	-	5	-28	0.54	0.84	+
		3	5	-97	1.28	0.99	**	5	-3	0.28	0.78	-	5	-62	1.00	0.94	*
		4	5	-42	0.95	0.97	**	5	-5	0.47	0.91	*	5	-27	0.81	0.99	**
		5	5	46	0.22	0.34	-	5	-13	0.56	0.84	+	5	13	0.45	0.56	-
		円板6	5	-56	1.06	0.99	**	5	-23	0.76	0.99	**	5	-48	1.00	0.99	**
	62.5 ~ 62.12	1	6	-45	0.76	0.59	-	6	23	-0.07	0.43	-	6	-22	0.51	0.61	-
		2	6	-21	0.77	0.97	**	6	12	0.12	0.51	-	6	-2	0.54	0.93	**
		3	6	-28	0.78	0.76	+	6	-4	0.42	0.64	-	6	-10	0.59	0.83	*
		4	6	50	0.18	0.28	-	6	-2	0.48	0.81	*	6	31	0.31	0.58	-
		5	5	-25	0.91	0.77	-(No.311)	5	-2	0.44	0.74	-(No.311)	5	7	0.64	0.76	-(No.311)
		円板7	6	-22	0.85	0.89	*	6	-6	0.49	0.80	+	6	6	0.55	0.77	+
	S63.10 ~ H1.4	1	12	-11	0.30	0.24	-	12	6	0.08	0.29	-	12	-5	0.24	0.32	-
		2	"	-25	0.58	0.43	-	"	10	0.21	0.72	**	"	16	0.21	0.29	-
		3	"	-10	0.52	0.52	+	"	9	0.22	0.68	*	"	5	0.37	0.58	*
		4	"	-2	0.53	0.54	+	"	2	0.42	0.71	**	"	12	0.39	0.61	*
		5	"	-50	1.00	0.83	**	"	5	0.41	0.71	**	"	-8	0.64	0.75	**
		円板6	"	-63	1.05	0.62	*	"	-7	0.63	1.88	**	"	-42	0.88	0.75	**

() はスミルノフの方法で棄却した調査木

表-4の回帰式を使って、材の各部ごとに、ほぼ平均的な初期含水率(辺材180%、心材100%、辺材+心材150%)の条件で季節ごとに、両者の

関係を算定し、結果を、表-5ならびに図-4に示した。

表-5 回帰式を使って求めた含水率(%)

経過月数	5~12月			8~2月			10~4月			12~6月		
	辺材	心材	全体	辺材	心材	全体	辺材	心材	全体	辺材	心材	全体
0	180	100	150	180	100	150	180	100	150	180	100	150
1	88	84	95	121	73	105	137	86	119	136	98	120
2	62	76	71	113	66	100	101	69	103	97	84	97
3	68	62	71	61	73	68	96	69	89	47	75	62
4	98	54	72	82	59	72	87	56	79	51	58	55
6	41	58	47	65	69	64	50	54	62	94	57	69
6*	49	57	61	97	67	83	54	44	60	45	47	48

*は円板試料

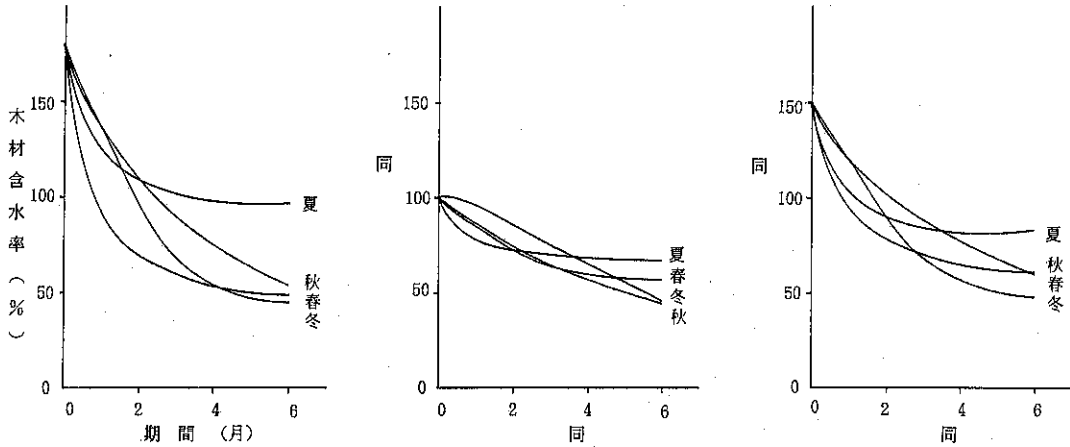


図-4 枝葉付き伐倒木の木材含水率減少の季節比較 (スギ小径木、林内)

図の曲線は、円板試料から得た含水率の実測値をとくに勘案し、フリーハンド法により描いた。その図から次のことが推察される。

(辺材)

枝葉付き伐倒木の林内放置開始初期の乾燥の速さは5月>8及び10月>12月の順であるが、2か月経過する頃から順位の変更が生じ、3か月経過する頃から5及び12月>10月>8月の順となった。とくに8月開始では乾燥速度が極端に落ちる特徴がみられる。

(心材)

枝葉付きで1か月放置後における乾燥の速さを比較すると8月>5及び10月>12月の順であり、2か月経過する頃から順位が入れ替わり始める。3か月経過後には、5及び10月>8及び12月となり、半年後には10及び12月>5月>8月の順となった。心材の乾燥は辺材に比べ長期を要し、条件としては比較的低い気温が適すると思われる。また心材の乾燥には林外よりも、葉の傷みが遅い林内の方が適すると考えられる。

(全体)

最初の1か月間の乾燥の速さは5月>8月>10

及び12月であるが、この場合も2か月経過する頃から順位が入れ替わり、3か月経過する頃には5及び12月>8月>10月の順序となり、半年後には12月>5、10月>8月の順となった。10月から葉枯らしを行う場合、含水率が減少していく曲線は最も緩やかであり、軽量化を目的とする場合一番効率の悪い時期と言える。従って1~2か月という比較的短い林内放置期間であれば5月、8月、3~4か月の期間であれば5月、12月伐倒するのが合理的と思われる。

(3) スギとヒノキの比較

スギとヒノキについて、両者の含水率の減少の速さ(10月、12月伐倒、枝葉付き)を比較した。

ヒノキについては前述の回帰式の相関が低いため、その推定値は用いず、実測値を使った。スギについてはヒノキの伐倒時の含水率を回帰式に代入し、含水率を得た(表-6)。一定期間後(初期、1か月後、3か月後、5か月後)のスギ、ヒノキが対応する含水率を図上に落とした(図-5)。なお、5か月後のスギの含水率は、この月の回帰式はないので4か月後と6か月後の平均値を用いた。

表-6 スギとヒノキの枝葉付き伐倒木の含水率減少の推移

心辺別	開始時期	樹種	期間			
			0月	1月	3月	5月
辺材	10月	スギ	135	105	75	61
		ヒノキ	135	110	79	74
	12月	スギ	143	126	57	48
		ヒノキ	143	106	74	47
辺材 + 心材	10月	スギ	106	86	62	54
		ヒノキ	106	91	67	65
心材	12月	スギ	106	106	62	47
		ヒノキ	106	83	61	43

スギは回帰式をつかっただの推定値、ヒノキは実測値

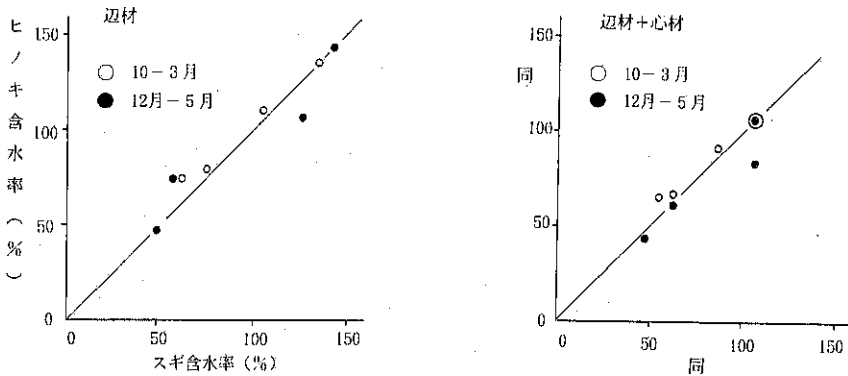


図-5 スギとヒノキの葉枯らしによる含水率減少の速さの比較

1か月後のスギの含水率は回帰式が適切でないためか、スギ、ヒノキの含水率を同じくする直線からはずれた。しかし、全体的にみれば点はその線付近にあり、乾燥の速さは同じとみてよいと思われる。従って、放置期間をスギ、ヒノキ別に考慮する必要はないと考えられる。

ただ、現実には一般にスギの方が含水率は高い。従って(辺材+心材)の全体の初期含水率をスギ150%、ヒノキ106%として、比較した(図-6)。

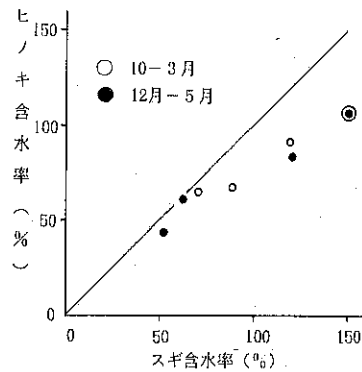


図-6 スギとヒノキの葉枯らしによる含水率減少の速さの比較 (辺材+心材)

なお、スギの含水率は上記同様、回帰式による。図から含水率が60%になる頃、葉枯らしの期間にして3~4か月で、両者の含水率は、ほぼ同じになることが読みとれる。

このことから秋から冬、あるいは冬から春にかけて3~4か月間の葉枯らしを行う場合問題はないが、それにより期間が短い場合、多少含水率に差があることを考慮しなければならない。

2 枝葉付き伐倒木の乾燥の速さと気象条件の関係—スギ—

(1) 一定期間の葉枯らしに伴う初期含水率からの含水率減少量(調査木個々のデータを使用)と気温、降水量、風速を説明変数とする重回帰分析

を行ったが、得られた回帰式は表-7のとおりである。

有意な水準で相関が認められたのは最初の1か月の辺材のみであった。期間が長くなる程相関は薄れていく傾向がみられる。また係数をみると気温、風速には負うものも多く、降水量については反対に正のものが多い。従ってこれらの回帰式を用いて含水率の減少を予測することは不適当と思われる。

次に気温と風速の2つの説明変数を用いて相関を調べた(含水率は調査木の平均値を用いた)。その結果は表-8のとおりとなった。この場合も比較的相関が高いのは最初の1か月であった。

表-7 重回帰分析結果(3説明変数—気温、降水量、風速)

部 位	係数	1 か 月		2 か 月		3 か 月		4 か 月	
		値	(有意水準)	値	(有意水準)	値	(有意水準)	値	(有意水準)
辺 材	a ₀	261	0.36 (*)	172	0.31	-11	0.08	-49	0.10
	a ₁	-2.41		-1.75		0.12		0.27	
	a ₂	0.072		0.137		0.018		0.001	
	a ₃	-140.3		-38.1		13.3		17.9	
心 材	a ₀	37	0.30	200	0.10	180	0.22	75	0.13
	a ₁	-0.09		-1.62		-1.20		-0.38	
	a ₂	0.006		0.057		0.072		0.055	
	a ₃	-16.3		-51.0		-32.3		-7.8	
全 体	a ₀	131	0.27	157	0.26	12	0.06	-21	0.06
	a ₁	-0.77		-1.53		0.05		0.22	
	a ₂	0.039		0.113		0.015		0.001	
	a ₃	-67.0		-34.8		7.7		12.5	

(注) 1. 回帰式: $y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3$ x_1 : 月平均気温の積算値(°C)
 x_2 : 降水量の積算値(mm) x_3 : 月平均風速の積算値(m/秒)
 2. (*): 有意水準5%

表-8 重回帰分析結果(2説明変数—気温、風速)

部 位	係数	1 か 月		2 か 月		3 か 月		4 か 月	
		値	(有意水準)	値	(有意水準)	値	(有意水準)	値	(有意水準)
辺 材	a ₀	27	0.86	-58	0.30	-42	0.81	-47	0.99 (*)
	a ₁	1.46		0.95		0.40		0.28	
	a ₂	-12.7		28.2		20.0		17.6	
心 材	a ₀	19	0.96 (*)	103	0.44	43	0.01	27	0.59
	a ₁	0.20		-0.50		-0.04		0.11	
	a ₂	-6.4		-22.7		-2.9		1.7	
全 体	a ₀	0	0.91	30	0.26	-14	0.74	-24	0.99 (*)
	a ₁	1.39		0.68		0.30		0.24	
	a ₂	4.9		19.3		13.2		13.0	

(注) 1. 回帰式: $y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$ 、 x_1 : 月平均気温の積算(°C)、 x_2 : 降水量の積算値(m/秒)
 2. (*): 有意水準5%

さらに気温、降水量、風速それぞれについて相関を調べた。その結果は表-9のとおりである。この場合も比較的相関が高いのは最初の1か月であり、気温については有意な水準で正の相関が認められる。

枝葉付き伐倒木の乾燥の因子として、上記の気象因子の他に葉そのものの蒸散能力が挙げられる。放置期間の経過とともにその能力は低下し、乾燥速度に大きな影響を及ぼすものと思われる。

今回行った分析からでは枝葉付き伐倒木の含水率の減少の予測は難しく、せいぜい最初の1か月と思われる。しかも係数の正負から判断すると気

温を用いた単回帰が適切と思われる。ちなみに、計算すると表-10のようになった。

(2) 上記の気象を因子とする回帰分析結果から1年の全期間に適用することには無理があり、従って図-4を利用して、年間を通じて含水率の推移を表す図を作製し、予測することを試みた。各部分の図から1か月後、2か月後、4か月後、6か月後の線上の数値を読みとり、それを測定時期(月)と対応させて図に落とし、その点を経過期間ごとにフリーハンドにより滑らかな曲線で結んだ。辺材、心材、全体(辺材+心材)別に作図した(図-7、図-8、図-9)。

表-9 単回帰分析結果

因子	部位	1 か 月			2 か 月			3 か 月			4 か 月		
		係 数		相関係数 (有意水準)	係 数		相関係数 (有意水準)	係 数		相関係数 (有意水準)	係 数		相関係数 (有意水準)
		a	b		a	b		a	b		a	b	
気 温	辺 材	4	1.78	0.92	41	0.32	0.40	60	0.01	0.03	70	0.02	0.06
	心 材	7	0.36	(*) 0.97	23	0.00	0.00	28	0.02	0.03	38	0.08	0.23
	全 体	9	1.28	(*) 0.95	37	0.25	0.40	53	0.04	0.18	63	0.04	0.21
降 水 量	辺 材	17	0.075	0.67	34	0.060	0.84	51	0.018	0.68	65	0.010	0.34
	心 材	11	0.012	0.55	23	0.001	0.02	14	0.028	0.58	23	0.032	0.82
	全 体	19	0.052	0.68	32	0.046	0.83	47	0.015	0.80	59	0.010	0.43
風 速	辺 材	131	-67.9	-0.91	69	- 6.6	-0.20	30	7.1	0.52	23	8.2	0.65
	心 材	33	-14.0	(*)-0.97	35	- 4.3	-0.29	36	- 1.7	-0.06	54	- 2.0	-0.11
	全 体	98	-47.3	-0.92	61	- 5.6	-0.22	40	3.5	0.36	36	5.0	0.53

(注) 1. 回帰式 $y = a + bx$ 気温: 月平均の積算値(°C)、降水量: 降水量の積算値、風速: 月平均の積算値(m/秒)
2. (*): 有意水準5%

表-10 回帰式(気温因子)による含水率減少量の推定値と実測値-初期1か月-

期 間 (月)	材		材		全 体	
	推定値	実測値	推定値	実測値	推定値	実測値
8-9	50	43	16	16	42	38
12-1	11	6	8	8	14	12
5-6	40	47	14	15	34	39
10-11	24	27	11	12	23	24

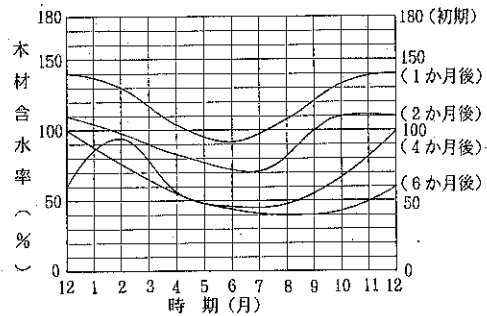


図-7 枝葉付き伐倒木の実施時期別木材含水率の推移(スギ小径木、林内)
-辺材部-

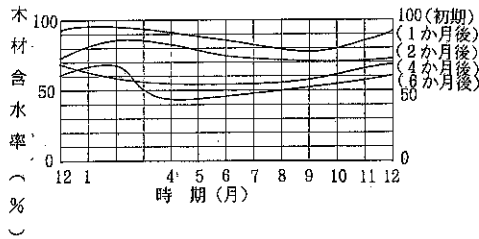


図-8 枝葉付き伐倒木の実施時期別木材含水率の推移 (スギ小径木、林内)

— 心材部 —

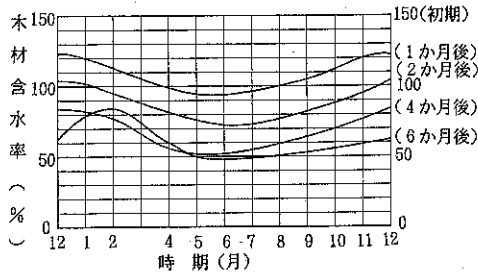


図-9 枝葉付き伐倒木の実施時期別木材含水率の推移 (スギ小径木、林内)

— (辺材+心材)部 —

例えば全体の初期含水率が、150%の場合、図-9から仮に3月から枝葉付きで林内に放置すれば150%の含水率が1か月後の4月には、100%、2か月後の5月には70~80%まで低下することが読みとれる。さらに、4か月後の7月、半年後の9月にはそれぞれ50~60%、50%となる。

IV おわりに

枝葉付き伐倒木の林内での乾燥経過を、年間通じて把握することを試みた。

その結果、気象因子ではせいぜい最初の1か月を予測できるだけであった。従って、初期の含水率と一定期間の枝葉付き放置によって減少する含水率との間に正の相関関係(直線回帰式)があることを利用して、一定の初期含水率の場合の含水率減少の予測図を作成した。

また、枝葉付き伐倒木の含水率の減少には、スギとヒノキの間に差があるか否か検討したとこ

ろ、ほぼ同じような乾燥推移をたどることが解った。従って図-7、8、9は初期含水率を変え、別途作成することによりヒノキにも適用が可能と考えられる。

なお、スギでの調査は成長錐による試料で行ったため、前述したように実際の含水率を示していない。その点については今後修正していきたい。

最後に、取りまとめにあたり第1報同様、データの統計分析、電算プログラムの作成に多大な御指導を賜った、元当場(現所)経営利用課長、石川和男氏(現、国土防災技術名古屋支店勤務)に対し、深く感謝の意を表します。

V 参考文献

- 1 菱田重寿ら：葉枯らしに関する研究(第1報) 林セ報告No.25 1988
- 2 石川 馨ら：分散分析法 日科技連1967
- 3 奥野忠一ら：多変量解析法 日科技連1971

附表-1 含水率測定結果 (ヒノキ)

樹種 (林齢)	場所	期間	処理	調査木 No.	含水率 (経過月数別)															
					辺材				心材				全体							
					0月	1月	3月	5月	0月	1月	3月	5月	0月	1月	3月	5月				
ヒノキ (23年生)	試験林 (林内)	1987.12 }	枝葉付き	1	135	96	61	31	39	35	32	32	108	73	52	31				
				3	144	127	92	59	38	34	34	31	104	92	67	47				
				6	163	74	68	47	43	33	32	29	125	67	61	44				
				36	123	111	63	50	35	32	31	31	91	91	56	47				
				47	160	123	90	54	42	37	35	31	114	99	75	48				
				51	131	105	69	43	37	32	32	30	95	77	55	38				
				平均	143	106	74	47	39	34	33	31	106	83	61	43				
				1988.5 }	枝葉除去	5	147	138	137	123	35	33	32	30	122	117	116	103		
		7	127			120	110	97	37	34	32	32	100	100	92	89				
		13	149			127	128	118	37	34	33	30	111	103	98	94				
		37	115			100	97	77	36	34	33	31	86	77	75	68				
		52	158			131	124	107	36	34	32	33	119	104	90	83				
		55	124			104	99	80	37	36	35	32	76	68	65	60				
		平均	137			120	116	100	36	35	33	31	102	95	89	83				
		1988.10 }	枝葉付き			1988.3	8	151	121	84	72	37	33	35	32	123	103	74	69	
				9	125		90	58	50	37	33	33	31	99	79	53	49			
				16	142		111	88	89	36	33	32	31	103	88	69	71			
				41	106		90	61	57	34	33	31	33	92	75	52	50			
				48	146		117	87	75	36	33	34	32	104	90	71	62			
				54	139		129	95	98	36	33	33	33	115	109	83	87			
				平均	135		110	79	74	36	33	33	32	106	91	67	65			

(注) 1. 円板試料による
2. 測定位置は0、1、3、5か月後それぞれ地上高0.5、1.5、2.5、3.5mの位置

附表-2 含水率測定結果 (スギ)

樹種 (林齢)	場所	期間	処 理	調査木 No.	辺 材							
					成 長 す い				円 板			
					10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	4 月	4 月	
スギ (23年生)	試験林 (林内)	1988. 10 }	枝葉付き (木非接地)	2	128	103	94	82	77	55	62	
				20	122	97	80	69	56	46	50	
				55	129	89	57	63	51	46	46	
				74	112	89	72	69	63	48	58	
				89	102	74	64	52	48	51	46	
				87	119	99	73	67	53	48	53	
				平均	119	92	73	67	58	49	53	
		1989. 4	枝葉付き (木接地)	15	106	69	50	48	44	36	36	
				28	122	84	75	79	69	47	61	
				58	111	93	89	66	50	63	76	
				77	102	100	74	70	56	52	77	
				82	126	121	76	61	57	51	70	
				88	122	88	83	66	57	46	48	
				平均	115	93	75	65	56	49	61	

(注) 測定位置は成長いす試料では樹高4m付近、円板試料では3m、5mの平均

附表-3 枝葉付き伐倒木の含水率減少量と気温、降水量、風速 (スギ、林内)

伐倒 時期	期間	葉 枯 ら し 期 間 1 月					同 2 月											
		含水率減少量 (%)			気温 ℃	降水量 mm	風速 m/秒	含水率減少量 (%)			気温 ℃	降水量 mm	風速 m/秒					
		辺材	心材	全体				辺材	心材	全体								
8 月	1986	47	38	46	26	177	1.2	同左	18	-3	14	47	309	2.4				
	8.7	54	37	52					66	61	65							
		73	14	60					79	39	65							
	9.4	9	15	15					31	17	33				10.7	56	25	52
		68	26	56					-5	24	-9							
		5	-34	-2														
12 月	1988	-13	6	-8	4	102	1.8	同左	25	12	22	9	147	3.5				
	12.16	-5	11	1					45	32	44							
		17	-6	33					60	6	49							
	1987	3	8	4					29	12	26				3.2	57	16	50
		1.26	29	19					28									
5 月	1987	63	12	48	20	425	1.4	同左	81	16	66	42	560	2.7				
	5.9	27	12	26					56	21	50							
		93	26	77					101	45	88							
	6.12	46	13	36					53	20	43				7.10	77	10	65
		11	27	12					67	45	62							
		42	-1	34														
10 月	1988	25	15	26	11	39	1.5	同左	34	18	33	16	85	2.9				
	10.24	25	6	18					42	58	40							
		40	22	37					72	33	65							
	11.19	23	18	23					40	17	36				12.23	38	30	36
		28	-5	19					46	32	38							
		20	13	20														

(注) 1. 気温、風速は月平均の積算値、降水量は月降水量の積算値
2. 気象数値は日本気象協会東海本部気象月報による

心材							全体						
成長すい						円板	成長すい						円板
10月	11月	12月	1月	2月	4月	4月	10月	11月	12月	1月	2月	4月	4月
61	46	43	39	34	37	36	119	93	86	74	68	52	59
173	167	115	107	79	103	59	129	111	89	76	62	55	51
82	60	49	47	40	35	34	121	84	56	60	48	44	44
67	49	50	42	43	37	36	103	80	67	63	59	45	54
83	88	53	58	43	58	37	97	78	61	54	46	53	43
200	187	168	150	154	129	121	138	118	100	88	80	64	68
111	100	80	74	66	67	54	118	94	77	69	61	52	53
92	77	53	43	35	39	34	104	70	51	47	42	37	36
151	106	107	114	76	119	55	129	90	83	88	71	64	60
87	91	52	67	63	36	46	108	93	84	66	52	59	72
44	37	33	34	32	32	31	90	86	60	60	49	47	68
126	105	97	88	93	54	51	126	117	81	67	71	52	66
157	134	102	135	52	45	35	125	94	88	69	56	46	47
110	92	74	80	59	54	42	114	92	75	66	57	51	58

期 間	同			3 月			同			4 月			
	含水率減少量 (%)			気 温	降 水 量	風 速	含水率減少量 (%)			気 温	降 水 量	風 速	
	辺 材	心 材	全 体	℃	mm	m/秒	辺 材	心 材	全 体	℃	mm	m/秒	
同左 11.6	9	19	25	60	375	3.8	同左 12.4	49	18	42	69	387	5.4
	65	43	62					97	81	95			
	-	-	-					97	38	92			
	111	10	94					84	3	80			
	82	9	75					79	19	76			
	-2	-20	-7					-7	11	-9			
同左 3.26	35	18	31	17	449	5.2	同左 4.24	57	23	48	30	544	6.8
	68	14	55					76	53	72			
	93	10	76					95	15	79			
	50	46	49					71	54	66			
	94	31	86					107	59	94			
同左 8.7	83	19	66	68	1013	3.9	同左 9.11	77	48	73	94	1046	5.3
	31	22	32					68	26	60			
	93	57	85					66	70	67			
	56	22	46					57	21	46			
	80	29	72					98	45	89			
	56	124	62				66	124	72				
同左 1989 1.18	46	22	45	21	253	4.2	同左 2.22	51	27	51	27	453	5.7
	53	66	53					68	94	67			
	66	35	61					78	42	73			
	43	25	40					49	24	44			
	50	25	43					54	40	51			
	52	50	52				68	46	58				

