

# 秋田スギ丸太の天然乾燥と重量の減少経過

能代営林署 ○ 佐々木 正吾

## 1. はじめに

近年、木材の乾燥について業界及び使用者側からの要請が高まっている。このような状況の中で、時代のニーズに適応した製品を生産、または販売することに署と現場が一体となって取り組んでいる。

今までも葉枯らし材生産への取り組みや、最終貯木土場でのドライログ材の生産などについて検討を加え、多くの成果を得ている。また、昨年度は約700 m<sup>3</sup>、今年度は約1,000 m<sup>3</sup>の秋田スギ丸太の井桁方式によるはい積天然乾燥を行い、材質の向上及び販売対策にその成果を反映させている。

今後さらに秋田スギ丸太の販売を促進をするためには、正確なデータに基づいた乾燥良質材を提供する必要がある。このような考えに立ち、秋田スギ丸太の天然乾燥の試験を行った。

## 2. 研究の目的

スギ材の最大の用途は建築用材である。近年、生活様式や建築工法の変化から品質の安定した部材が求められており、その最大のねらいは部材の寸法安定化である。これは適切な乾燥材の提供によって可能となるものであるが、スギ材は難乾燥材とされていて人工乾燥コストが高く、このことがスギ材の利用と製材業の経営に負担をかけている。これらの問題点の解決方法の1つに天然乾燥による人工乾燥経費の軽減が挙げられる。

一方、生材含水率の高いスギ材は多量の水分を含んでおり、そのことが作業及び運搬経費効率の低下をもたらしている。また、過積載解消の点からも素材丸太の軽量化が必要であり、これらの点からも丸太の天然乾燥が必要である。

そこで本研究では、秋田スギ丸太を最終貯木土場で天然乾燥し、それによる含水率の低下と重量減少との把握を目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 材料丸太

表-1に示す能代営林署管内の3地域より、表-2に示すスギ素材丸太、合計54本を冬、春、夏の3シーズンに6本づつ伐採した。これらの丸太は72～83年生で、その丸太元口径は44 cm前後であった。

伐採時期は冬、春、夏の3回とした。その理由は、それぞれに異なった気候と、スギの季節的な生理活性の違いを考え、それに伴った含水率と重量の変化を見るためである。東北の冬は長く11月下旬には雪が降り、山村では翌年の4月中旬まで残雪があることから、2月中旬に伐採された丸太を冬季の調査木とした。また、4月下旬から5月初旬頃になって、本当に春が来たと感じる5月の連休明けに伐採された丸太を、春季の調査木とした。さらに、1年間で最も気温の高い時期である7月下旬から8月中旬までに伐採された丸太を夏季の調査木とした。

調査木を採取した林令は、72年生から83年生の高齢級のものであり（表-1）、将来はポスト天然秋田スギになるクラスものである。調査期間は伐採から6ヶ月間とし、その間の含水率と重量を測定した。また、伐採期間毎の調査木は6本ずつで、その内容は（表-2）のとおりである。調査木を選木した場所の斜度は、土上沢（111林班ろ小班）で10～25度、小掛沢（90林班い小班）と小入川沢（156林班ち小班）が共に10～20度であった。

表-1 調査時期と調査木の概況

伐採季節	調査期間	林況		林令
		産地	斜面方向	
冬	96.2.19～96.8.21	産地	琴丘町 土上沢	82年生
		斜面方向	北西	
春	96.5.8～96.11.25	産地	二ツ井町 小掛沢	72年生
		斜面方向	北東	
夏	96.7.29～97.1.20	産地	八森町 小入川沢	83年生
		斜面方向	南西	

表-2 調査丸太と測定事項

伐採季節	伐採立木本数	丸太本数	長級	径級範囲（末口）			測定事項
				一番玉	二番玉	三番玉	
冬	6本	18本	4.00 <sup>Ⅲ</sup>	40～36 <sup>Ⅲ</sup>	36～32 <sup>Ⅲ</sup>	32～30 <sup>Ⅲ</sup>	含水率・重量
春	6本	18本	4.00	38～36	34～32	30～28	含水率・重量
夏	6本	18本	4.00	38～34	34～32	30～28	含水率・重量

## （2）試験材の採取方法

選木された立木は、伐採季節（冬、春、夏）毎にそれぞれ6本とし、伐倒後すぐ集材した。それぞれの伐倒木から含水率と重量測定用の長さ4mの丸太試験材を3本つづ玉切りし、合計18本を直ちに最終貯木土場に搬入してその後6ヶ月間にわたって含水率と重量を測定した。また、丸太試験材の初期含水率を求めるために、山元土場で厚さ3cmの円盤をそれぞれの伐倒木から図-1に示すように4枚づつ採取した。6本の伐倒木から採取した合計24枚の円盤試料は、その場でビニール袋に入れて密封して持ち帰り、直ちに含水率を測定した。

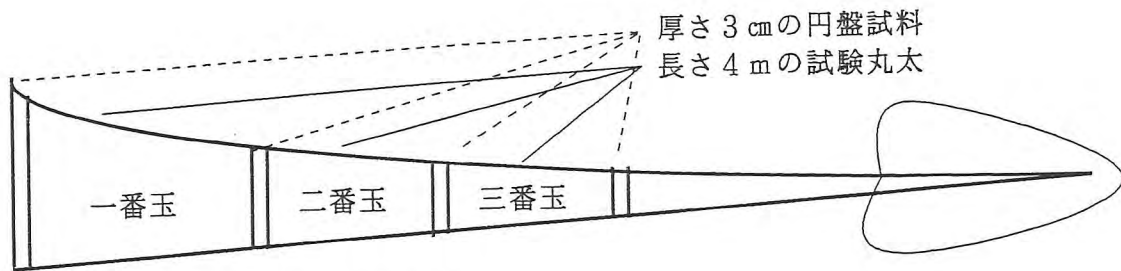


図-1 試料採取の方法

(3) 丸太試験材の重量変化の測定

各伐採季節毎に18本、合計54本の丸太試験材は、伐倒直後からその後6ヶ月間にわたって、1ヶ月毎に写真-1のようにしてクレーンスケールを用いて測定した。これらの丸太試験材は、樹皮つきの状態で高さ60cmの乾燥台の上に約40cm間隔で一列状に配置し天然乾燥させた(写真-2)。なお、丸太試験材のキズや樹皮脱落部分には、木工用ボンドで補修塗布をした。また、含水率と重量変化の他にも材面や木口割れの観察も行った。

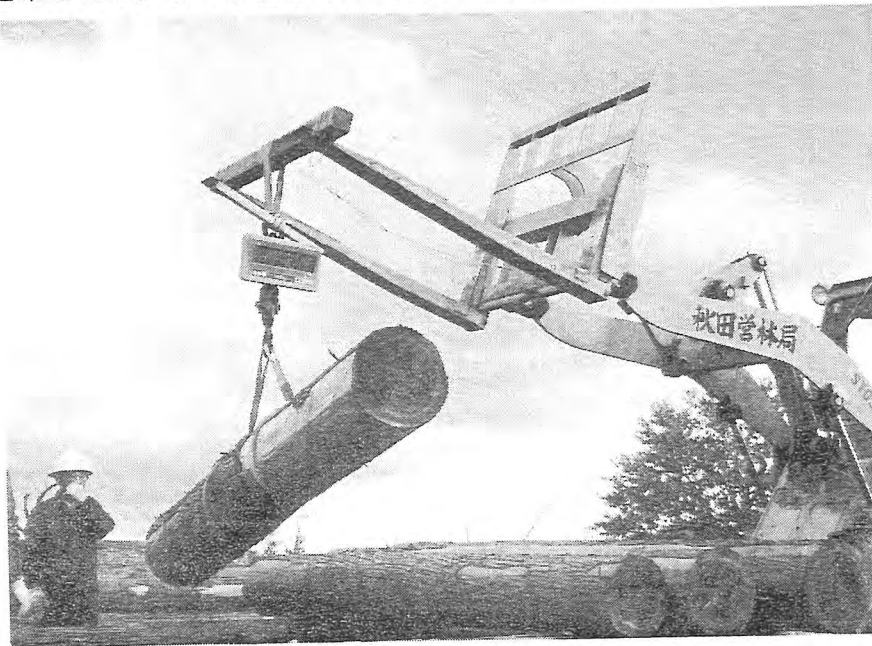


写真-1 丸太の重量測定

(4) 丸太試験材の含水率測定方法

伐倒及び玉切り直後に採取した円盤試料を写真-3のように素早く小試片に分割し、樹皮から髄までの含水率の半径方向分布(以下、含水率分布とする)と全体の含水率とを求めた。丸太試験材の天然乾燥試験中の含水率分布は、図-2のようにして採取した写真-4に示す板を、写真-3の場合のように分割して求めた。

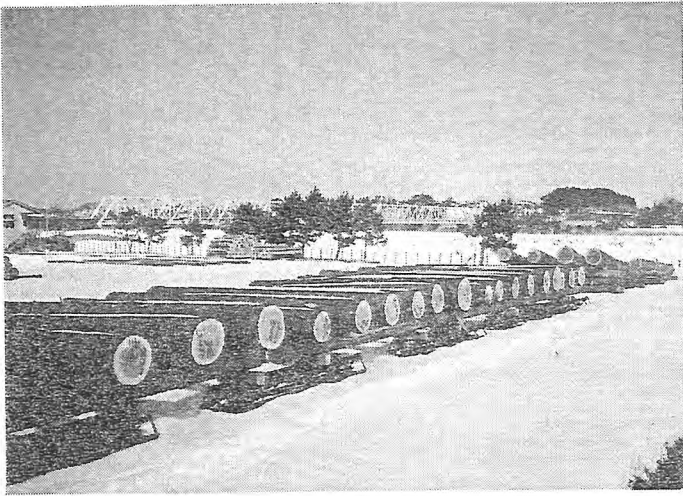


写真-2 丸太の乾燥風景

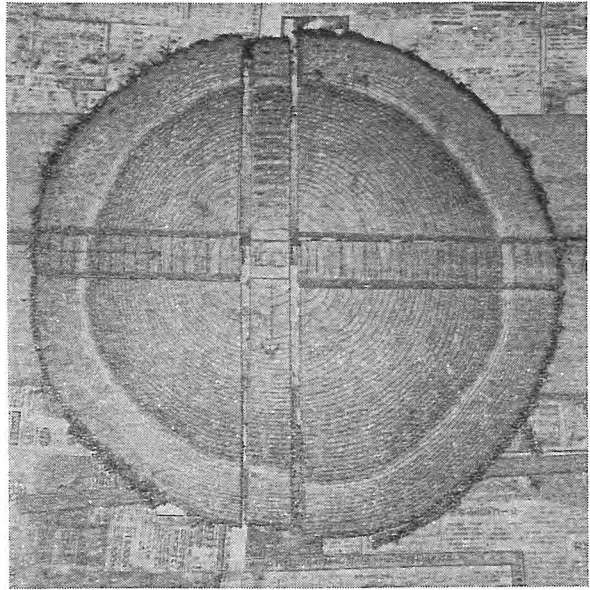


写真-3 含水率分布の試験片（伐倒直後）

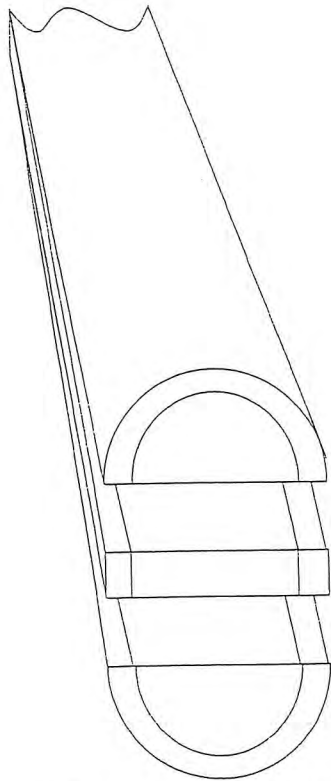


図-2 含水率分布の試料採取方法（乾燥中）

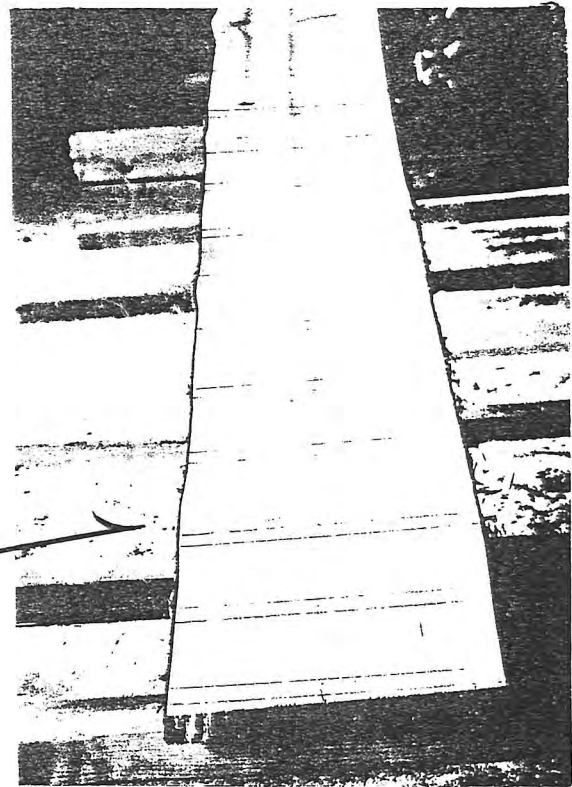
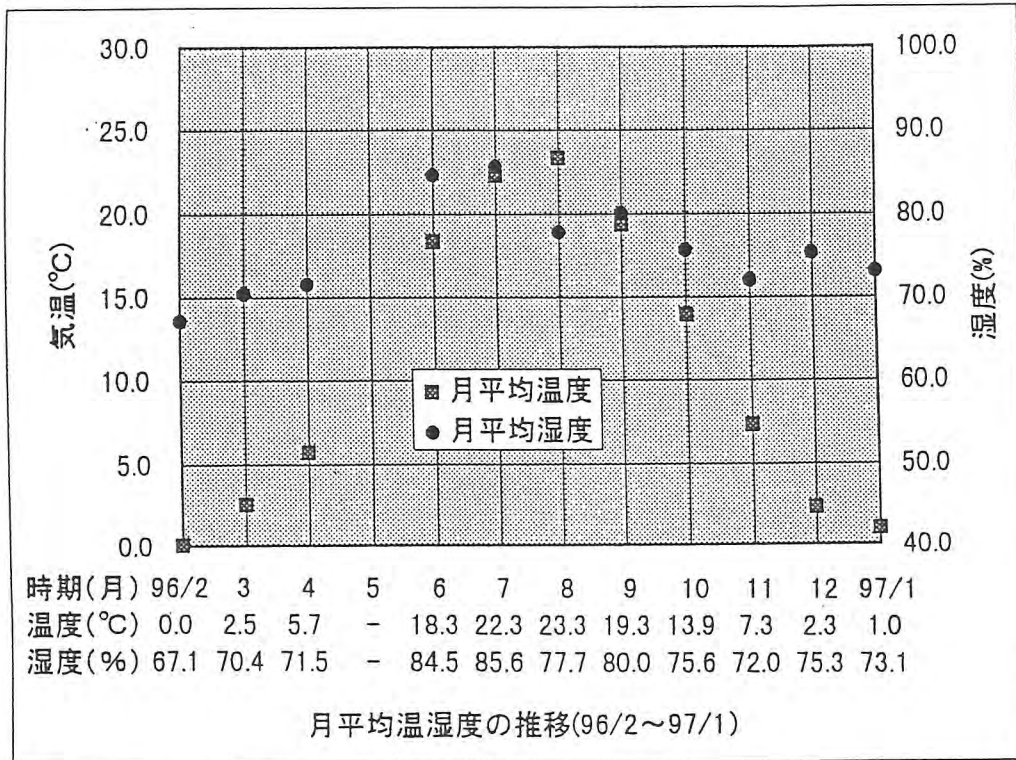


写真-4 含水率分布の試料

#### 4. 結果と検討

##### (1) 天然乾燥中の気候

研究を実施した能代市の年間月別平均気温を図-3に示す。月平均気温は2月の $0^{\circ}\text{C}$ から8月の $23.8^{\circ}\text{C}$ までの範囲を変化していた。これに追随して相対湿度は2月の $67\%$ から7月の $86\%$ の間を変化していた。本研究期間の高温期は6~9月の間で平均温度が約 $20^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度が約 $85\%$ であった。また、低温期は12~4月の間で平均温度が $0^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度が $70\%$ であった。高温期、低温期のそれぞれの平衡含水率は $18\%$ 、 $13\%$ であり、理論的には長期間の放置でそれぞれの平衡含水率まで乾燥可能であるが、今回の研究期間は6ヶ月間であるので、平衡含水率までには到達し得ない。



※ 96/4/23~96/6/7の間はセンサ故障のため測定できず

図-3 月別平均気温

(2) 丸太の重量の変化 (図-4 と図-5)

伐倒玉切り直後の丸太試験材の重量は、冬季伐採木の1番玉で450kg前後、2番玉300~350kg、3番玉250~300kgであった。これら冬季伐採木は6ヶ月の天然乾燥後に1番玉で約90kg、2番玉で約70kg、3番玉で約60kgの重量減少であった。ただし、番玉が異なっても減少率には大差はなかった。この季節の重量減少経過を見ると、天然乾燥開始後1~2ヶ月間はほとんどないが、4~5月の暖かい風の吹くころからしだいに増えた。しかし、その後、梅雨期に入ると重量減少は再び少なくなった。夏期に入り7月下旬から8月下旬までの1ヶ月間で大幅な減少量となった。

夏季伐採木の6ヶ月間の重量減少量は、1番玉で約100kg、2番玉で約90kg、3番玉約70kgに達した。ただし、最初の3ヶ月間に1、2番玉で約80kg、3番玉で約70kgの減少量があった。なお、春季伐採木はこの両者の中間的な傾向を示すが、2番玉の重量減少の程度が1及び3番玉に比べて大きかった。

各季節別に比較すると、最初の3ヶ月間では夏季伐採木の重量減少量が最も大きかったし、6ヶ月間の重量減少量では、春季伐採木が最も大きいことも判った。このことは、丸太の天然乾燥には気温の影響が大きいことを示している。

この結果、6ヶ月の天然乾燥後に冬季伐採木で元の重量の80%、春季伐採木で68%、夏季伐採木で73%の減少率となり、高温期が最も長い春季伐採木の重量減少が大きくなった。

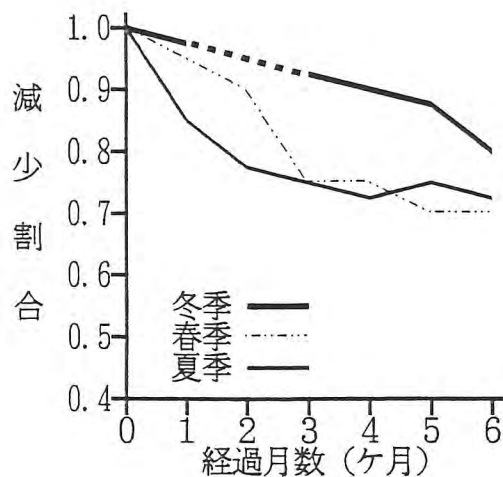
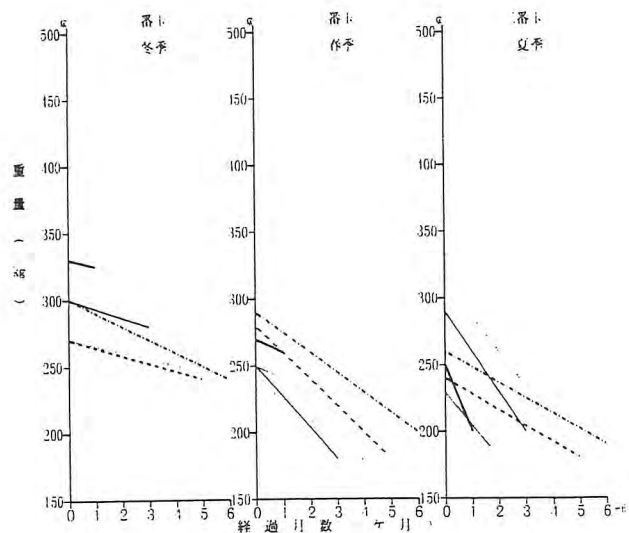
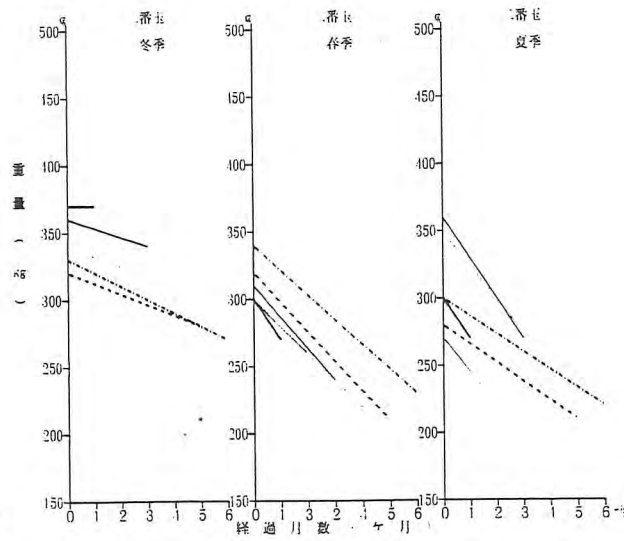
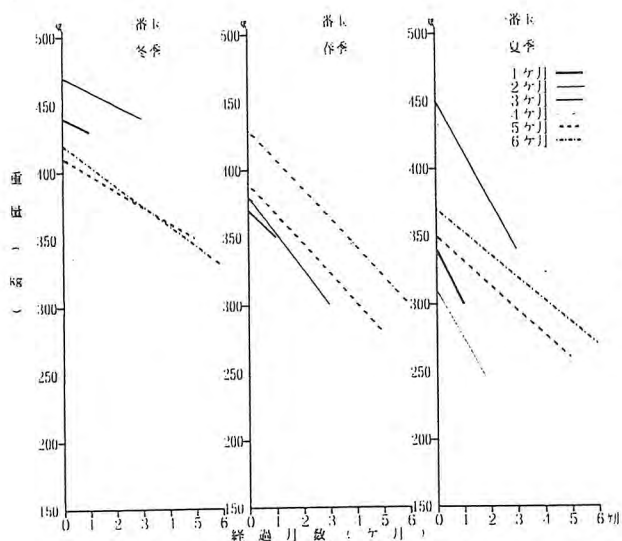


図-4 丸太の玉別重量変化

図-5 丸太の重量変化

(3) 丸太の乾燥経過 (図-6 と図-7)

先ず、生材含水率は1番玉のそれが一番高く100~160%、2番玉で90~130%、3番玉で90~110%を示し、幹の末にいくほど生材含水率が低くなっていた。各季節毎に最初の2ヶ月間を比較すると、夏季伐採木の乾燥速度が最も大きく1ヶ月で約25%、2ヶ月で約30%低下した。また、各季節を通じて乾燥速度は3番玉が最大で、1番玉が最も遅い結果になった。

さらに、各季節別の1番玉を比較して見ると、3ヶ月間で10~40%の含水率低下が認められ、冬季伐採木で約10%、春季伐採木で約30%、夏季伐採木で約40%であった。2番玉、3番玉も同様な傾向を示したが、全体的には夏季伐採木よりも春季伐採木の乾燥が早く、含水率低下も大きかった。また、6ヶ月間の天然乾燥後に冬季伐採木は平均で70~80%、春季伐採木は平均で60~70%、夏季伐採木は平均で70~80%まで含水率が低下した。

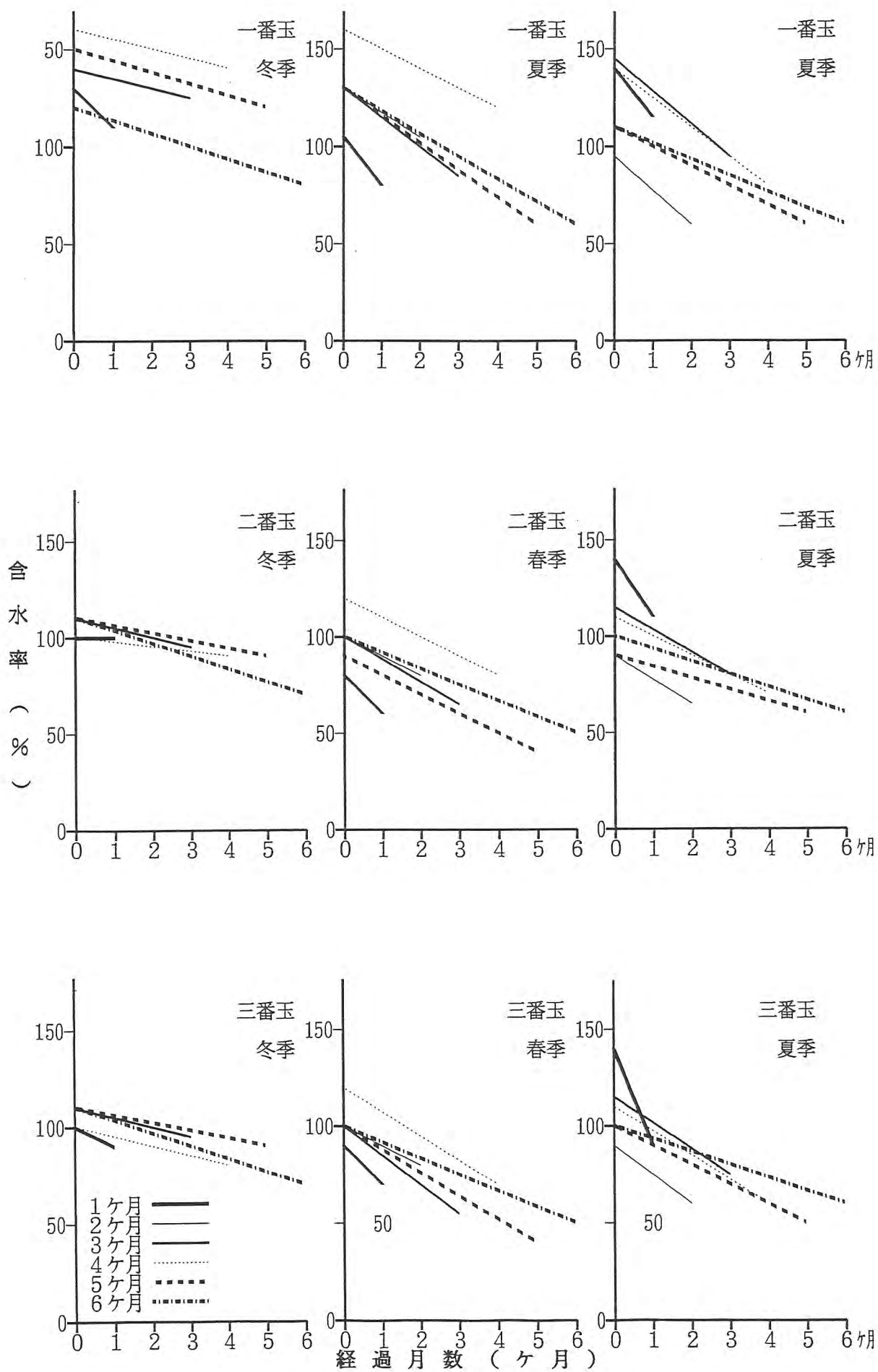


図-6 丸太の玉別含水率変化

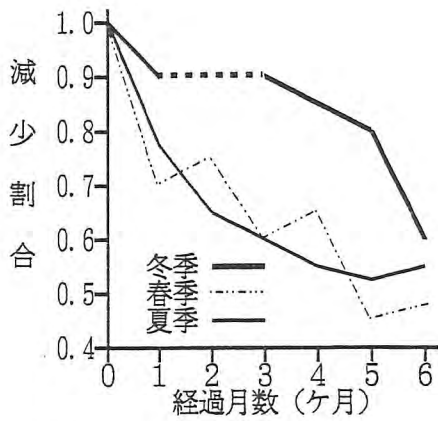


図-7 丸太の含水率変化

(4) 丸太の含水率分布の変化

スギ丸太には、辺材と心材との間に白線帯（移行材）と呼ばれる不透水層があると言われ、この部分の生材含水率は他の部分より低い傾向がある。供試した丸太試験材の生材含水率は、一般に辺材含水率が200%以上の高含水率を示し、心材でも約150%であった。これに対して、白線帯部分の含水率は60~80%と低い値を示した。

このような丸太試験材を、樹皮をつけたままで最終貯木土場で6ヶ月間の天然乾燥を行ったの結果、白線帯を除いた部分の含水率は、冬、春、夏季伐採木のいずれも大幅に低下した。図-8にその一例を示す。冬季伐採木では、最初の3ヶ月間には丸太の中心付近の水分がわずかに低下するのみで、含水率分布に大きな変化が見られないが、

その後の3ヶ月間の気温の上昇に伴って、丸太の辺材と心材の含水率が低下した。その結果、6ヶ月間の天然乾燥で平均含水率は70~80%になった。

春季伐採木では、最初の3ヶ月間に辺材と中心付近の含水率低下とが著しいが、その後の3ヶ月間には大きな低下が見られない。この理由は、天然乾燥開始後3ヶ月程、経過すると秋季の秋雨期間に入るためである。夏季伐採木では、乾燥開始から3ヶ月間の辺材部の含水率低下が著しいが、心材及び白線帯（移行材）部分ではそれが見られない。6ヶ月間経過後でも同様なことが言え、夏季伐採木の乾燥の主体は辺材部分の含水率低下に負うところが大きいことがわかる。丸太の天然乾燥で特徴的なことは、白線帯（移行材）の含

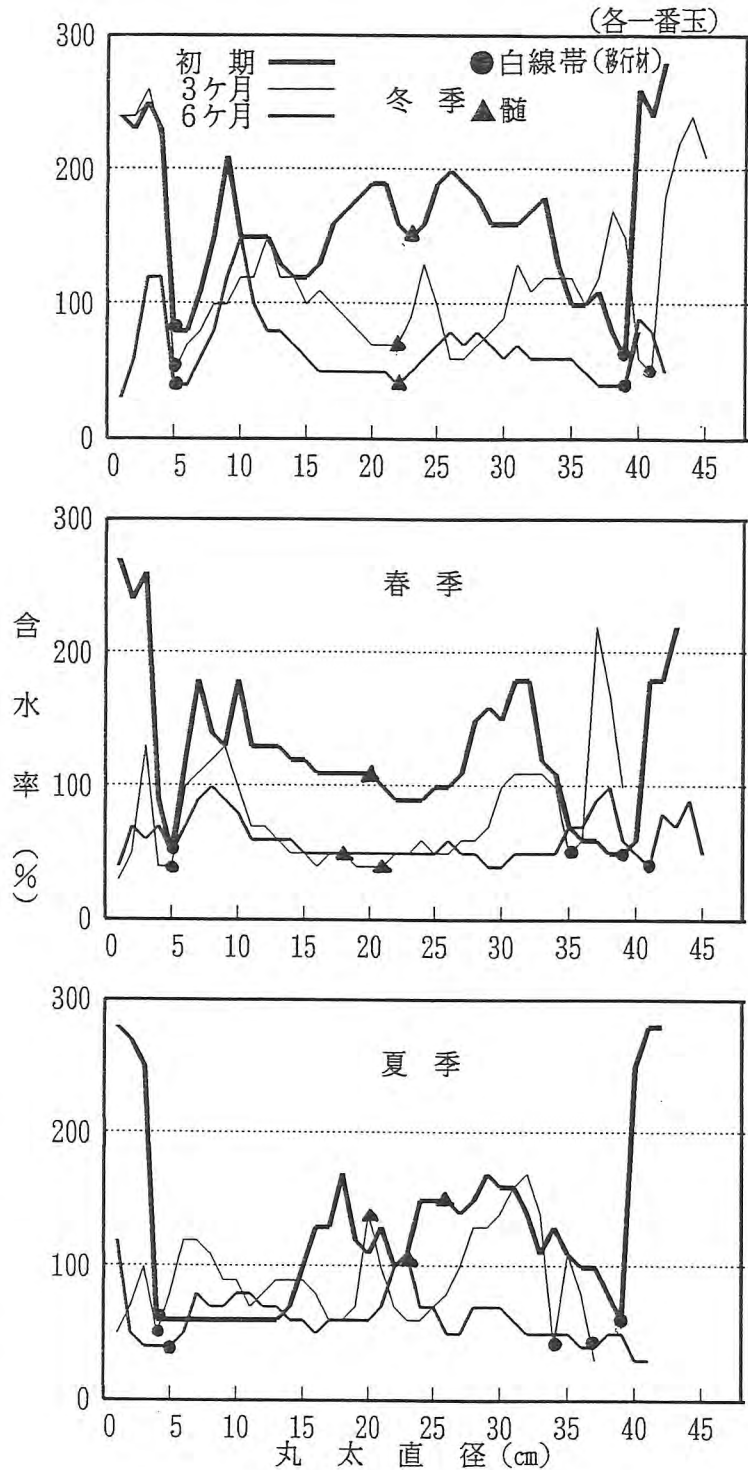


図-8 丸太の含水率分布の変化



水率が期間中ほとんど変化しないことである。心材含水率は、この期間に大幅な低下を示し、水分が表層へ移動していることを示唆するが、それにもかかわらず移行材の含水率が変化しないことは興味深い。

## 5. まとめ

国産針葉樹建築用材の乾燥や運搬などのコスト低減を目的に、秋田スギ素材丸太の最終貯木土場における天然乾燥を試み、以下の結果を得た。

- ①元口直径が約44cmのスギ丸太は、6ヶ月間で約100kg軽くなり、運搬や取り扱いの上で非常に有利になる。
- ②伐採直後の3ヶ月では、夏季伐採木の重量減少量が最大であるが、6ヶ月間を通すと、春季伐採木のそれの方が大きい。
- ③6ヶ月間の重量減少率は、冬季伐採木で約20%、春季伐採木で約32%、夏季伐採木で約27%であった。
- ④この径級のスギ丸太の平均含水率は90~160%で、末にいくほど低くなっていた。
- ⑤これを最終貯木土場で天然乾燥すると、冬季伐採木は平均含水率で約120%が70~80%、春季伐採木は約120%が60~70%、夏季伐採木は約120%が70~80%まで低下した。従って、乾燥コストの大幅な低減が期待できる。
- ⑥高温期の乾燥の主体は辺材であるが、中心付近の水分の周辺への移動も盛んに生じ、丸太の周辺から内部まではほぼ平均的に含水率を下げる事ができた。一方、白線帯（移行材）の内側部分は乾燥しにくい。このことは、製材に際して木取りの方法が、製材の乾燥上重要なポイントになることを示している。

以上の結果から、最終貯木土場において秋田スギ丸太の天然乾燥を行う場合には、気温の高い季節をいかに有効に利用するのがポイントとなる。

## 6. 謝辞

本研究の遂行にあたり、当署の関係職員はじめ、秋田県立農業短期大学木材高度加工研究所の皆様、また、試料採取に貴重な時間を費やしていただいた東北木材株式会社等、多くの方々のご指導とご協力に心から感謝する。

表-3 丸太の重量と含水率の経過値 (玉別)

重量 (kg)  
含水率 (%)

玉 順	調査事項	経過月数	天 然 乾 燥 経 過						備 考	
			1	2	3	4	5	6		
一番玉	重 量	初 期	437		474	501	407	417		
		乾燥後	427		443	457	353	333		
	平均含水率	初 期	127.0		(139.8)	164.3	148.1	121.2)		推定値
		乾燥後	107.9		124.1	141.1	115.2	76.6		
二番玉	重 量	初 期	370		360	338	317	334		
		乾燥後	365		337	311	277	270		
	平均含水率	初 期	102.3		(107.8)	104.6	113.9	106.6)		推定値
		乾燥後	100.1		94.6	88.2	86.9	67.0		
三番玉	重 量	初 期	325		300	274	268	294		
		乾燥後	321		276	245	237	236		
	平均含水率	初 期	99.6		(112.0)	100.8	111.0	106.2)		推定値
		乾燥後	91.6		95.0	79.6	86.5	65.5		
月数別 平均値	重 量	初 期	377		378	371	331	348		
		乾燥後	371		352	338	289	279		
	含 水 率	初 期	113.3		(120.0)	123.1	124.3	113.1)		推定値
		乾燥後	100.4		105.8	104.7	97.2	70.1		

春伐採

玉 順	調査事項	経過月数	天 然 乾 燥 経 過						備 考	
			1	2	3	4	5	6		
一番玉	重 量	初 期	371	381	384	417	387	433		
		乾燥後	347	346	303	341	281	302		
	平均含水率	初 期	104.7	131.9	130.3	159.9	127.1	129.0		
		乾燥後	80.1	102.6	84.7	115.1	62.7	62.6		
二番玉	重 量	初 期	297	296	305	297	321	342		
		乾燥後	272	264	239	216	212	231		
	平均含水率	初 期	82.2	100.9	101.0	124.7	94.6	98.6		
		乾燥後	61.7	81.6	65.5	82.0	44.6	48.5		
三番玉	重 量	初 期	265	251	253	243	275	290		
		乾燥後	256	226	179	176	179	197		
	平均含水率	初 期	86.4	103.2	98.0	116.3	95.0	102.2		
		乾燥後	66.4	82.0	55.4	73.0	43.5	54.7		
月数別 平均値	重 量	初 期	311	309	314	319	328	355		
		乾燥後	292	279	240	244	224	243		
	含 水 率	初 期	97.5	120.2	117.4	142.2	114.9	118.8		
		乾燥後	70.0	89.7	69.6	91.7	50.9	55.7		

夏伐採

玉 順	調査事項	経過月数	天 然 乾 燥 経 過						備 考	
			1	2	3	4	5	6		
一番玉	重 量	初 期	343	310	451	436	346	374		
		乾燥後	301	241	343	320	259	270		
	平均含水率	初 期	137.7	93.5	146.8	141.6	112.7	113.2		
		乾燥後	113.1	57.8	95.2	83.5	60.5	62.7		
二番玉	重 量	初 期	299	272	358	351	277	301		
		乾燥後	265	219	267	254	206	218		
	平均含水率	初 期	140.4	89.2	114.1	109.1	91.5	99.6		
		乾燥後	111.4	66.8	79.9	66.2	56.3	58.3		
三番玉	重 量	初 期	248	229	286	311	238	259		
		乾燥後	203	176	204	213	177	188		
	平均含水率	初 期	136.3	91.8	116.0	107.5	96.1	102.0		
		乾燥後	91.1	58.8	73.7	64.9	53.4	59.7		
月数別 平均値	重 量	初 期	297	270	365	366	287	311		
		乾燥後	256	212	271	262	214	225		
	含 水 率	初 期	137.0	93.0	135.8	128.5	107.1	109.6		
		乾燥後	105.9	61.1	83.5	72.2	57.0	60.4		

重量調査表

96  
2月19日伐採 (土上沢111<sup>ろ</sup>・82年生)

丸太 番号	径級	搬入時 当月	2回目 当月	3回目 当月	5月17日 3回目との差 搬入時との差 当月	6月13日 4回目との差 搬入時との差 当月	7月15日 5回目との差 搬入時との差 当月	8月21日 6回目との差 搬入時との差 当月	9月18日 7回目との差 搬入時との差 当月							
1-1	38	437	427	10												
1-2	36	370	365	5												
1-3	32	325	321	4												
2-1	38	474	473	1	443	30	31									
2-2	34	360	358	2	337	21	23									
2-3	30	300	295	5	276	19	24									
3-1	38	501	499	2	471	28	30	457	14	44						
3-2	34	338	335	3	317	18	21	311	6	27						
3-3	30	274	271	3	253	18	21	245	8	29						
4-1	36	407	404	3	381	23	26	370	11	37	353	17	54			
4-2	32	317	315	2	298	17	19	290	8	27	277	13	40			
4-3	30	268	267	1	255	12	13	249	6	19	237	12	31			
5-1	40	453	449	4	429	20	24	422	7	31	406	16	47	372	34	81
5-2	36	343	342	1	328	14	15	324	4	19	309	15	34	284	25	59
5-3	32	302	301	1	288	13	14	286	2	16	273	13	29	253	20	49
6-1	36	381	378	3	355	23	26	344	11	37	327	17	54	293	34	88
6-2	34	324	322	2	306	16	18	299	7	25	285	14	39	256	29	68
6-3	32	285	282	3	265	17	20	258	7	27	245	13	40	218	27	67
7-1	36	494	489	5	462	27	32	451	11	43	429	22	65	394	35	100
7-2	32	364	360	4	338	22	26	331	7	33	315	16	49	284	31	80
7-3	28	301	297	4	275	22	26	267	8	34	250	17	51	225	25	76
8-1	40	647	642	5	608	34	39	594	14	53	569	25	78	519	50	128
8-2	38	477	470	7	438	32	39	429	9	48	407	22	70	364	43	113
8-3	36	453	449	4	423	26	30	413	10	40	394	19	59	353	41	100

参考、以下斜度を付けて重量調査だけした。(約15度)

(約30度)

# 重量調査表

96  
5月8日伐採(小掛沢90<sup>12</sup>・72年生)

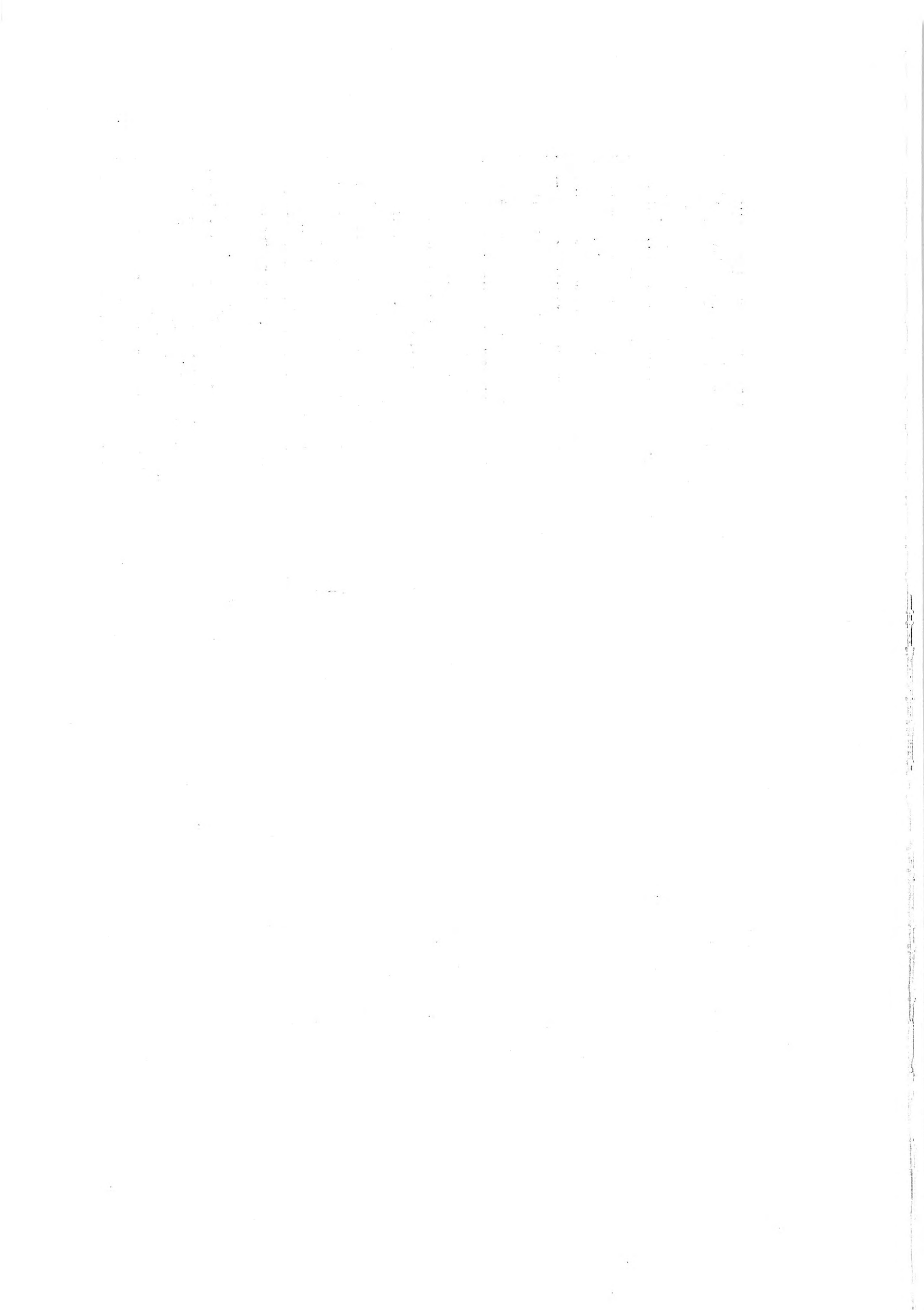
丸太番号	径級当月	搬入時	2回目当	6月13日	3回目	7月15日	4回目	8月21日	5回目	9月20日	6回目	7回目	11月14日
			月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月
			月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月
			月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月
			月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月
1-1	38	371		24									
1-2	34	297		25									
1-3	32	265		9									
2-1	36	331			346	22	35						
2-2	32	296			264	17	32						
2-3	28	251			226	14	25						
3-1	36	384			340	21	44	303	37	81			
3-2	32	305			269	17	36	239	30	66			
3-3	28	253			205	21	48	179	26	74			
4-1	36	417			383	21	34	354	29	63	341	13	76
4-2	32	297			256	21	41	226	30	71	216	10	81
4-3	28	243			209	17	34	185	24	58	176	9	67
5-1	38	387			348	29	39	302	46	85	285	17	102
5-2	34	321			264	26	57	229	35	92	216	13	105
5-3	30	275			224	24	51	192	32	83	180	12	95
6-1	38	433			381	24	52	335	46	98	316	19	117
6-2	34	342			286	25	56	251	35	91	237	14	105
6-3	30	290			244	21	46	214	30	76	204	10	86
7-1	40	474			430	26	44	391	39	83	372	19	102
7-2	34	378			338	21	40	303	35	75	289	14	89
7-3	30	296			262	17	34	235	27	61	226	9	70
8-1	40	519			477	29	42	432	45	87	413	19	106
8-2	36	393			343	27	50	306	37	87	292	14	101
8-3	32	329			288	23	41	255	33	74	243	12	86

以下斜度を付けて重量調査だけした。(約1.5度)  
(約3.0度)

96  
7月29日伐採(小入川沢156<sup>b</sup>・83年生)

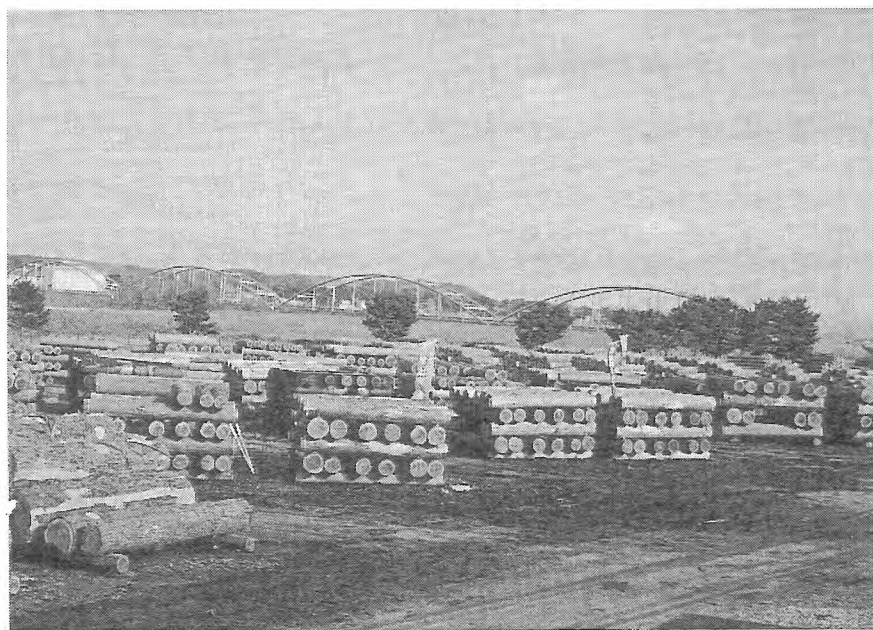
重量調査表

丸太 番号	径級	搬入時 当月	2回目 当月	8月21日 前回の差	3回目 当月	9月20日 前回の差	4回目 当月	10月21日 前回の差	5回目 当月	11月14日 前回の差	6回目 当月	12月16日 前回の差	7回目 当月	1月17日 前回の差					
1-1	34	343	301	42															
1-2	32	299	265	34															
1-3	28	248	203	45															
2-1	34	310	265	45	241	24	69												
2-2	30	272	237	35	219	18	53												
2-3	28	229	192	37	176	16	53												
3-1	36	451	391	60	359	32	92	343	16	108									
3-2	32	358	307	51	280	27	78	267	13	91									
3-3	28	286	240	46	215	25	71	204	11	82									
4-1	38	436	377	39	344	33	72	329	15	87	320	9	96						
4-2	34	351	299	52	272	27	79	260	12	91	254	6	97						
4-3	30	311	258	53	232	26	79	220	12	91	213	7	98						
5-1	34	346	296	50	270	26	76	259	11	87	252	7	94	249					
5-2	32	277	235	42	215	20	62	204	11	73	200	4	77	197					
5-3	28	238	202	36	183	19	55	177	6	61	172	5	66	169					
6-1	36	374	320	54	291	29	83	278	13	96	271	7	103	268					
6-2	32	301	255	46	233	22	68	223	10	78	217	6	84	215					
6-3	28	259	222	37	201	21	58	194	7	65	189	5	70	185					
参考、以下斜度を付けて重量調査だけした。(約15度)																			
7-1	44	496	417	79	378	39	118	357	21	139	348	9	148	341	7	155	343	+2	153
7-2	38	380	319	61	290	29	90	280	10	100	274	6	106	271	3	109	271	0	109
7-3	32	338	291	46	268	23	69	257	11	80	252	5	85	247	5	90	248	+1	89
(約30度)																			
8-1	42	464	403	61	372	31	92	354	18	110	346	8	118	338	8	126	339	+1	125
8-2	40	368	308	60	280	28	88	266	14	102	260	6	108	252	8	116	254	+2	114
8-3	34	327	277	50	255	22	72	245	10	82	239	6	88	234	5	93	236	+2	91



# 写真集

平成八年度 業務研究発表用



能代営林署

