

樹皮剥皮性の年間変動

中 村 源 一 (1)

大 平 裕 (2)

は し が き

樹皮の剥皮性(むけやすさの程度)はドラム・パーカーやその他の機械的剥皮または手作業による剥皮の場合においても、重要な因子である。したがって、樹皮の剥皮性を定量的方法により表示することができるれば剥皮性に関係をもつと考えられる樹種・季節・伐採時期・伐採後の放置時間・水中貯材などの貯材方法または処理方法などの諸要因の関連性も明らかとなり、剥皮作業もより合理的な計画のもとに遂行することができるであろう。そこで樹皮の剥皮性の定量的方法について予備実験をかさねてきたが、WILCOX²⁾らにより開発された樹皮を剥離させるに要するトルク荷重、すなわち bark peeling resistance で剥皮性をあらわすことのできる bark peeling tester の考え方に基づいて試作した剥皮抵抗計を用い、剥皮性の季節的変動を約1か年にわたり試験したので、ここに報告する。

この試験に助言を与えられた前木材部長 小倉武夫氏、文献を教示された製材研究室長 鈴木 寧氏、供試木の選定などについて助力と便宜を与えられた実験林室長 三宅 勇氏、試験実施に助力された応用研究室 榎本光次郎氏、高橋一三氏に衷心より謝意を表する。

試 験 方 法

1) 剥皮抵抗計 この測定装置についてはすでに発表したとおりであるが¹⁾、筒鋸と打抜ポンチにより2つの同心円状に切りこまれた樹皮部分を、つめ金具によりトルク荷重を与え、この部分の樹皮が剥離するに要する最大荷重を測定する方法である(Fig. 1)。したがって、この最大値から樹皮と木質部の付着力は次式で計算することができる。以下樹皮の剥皮性をこの値であらわすこととし、単に樹皮付着力という。なお、樹皮厚さの厚い樹種は瓜金具の打込みの関係から、あらかじめ粗皮を除去したのち、試験のための所定の加工を行なった。

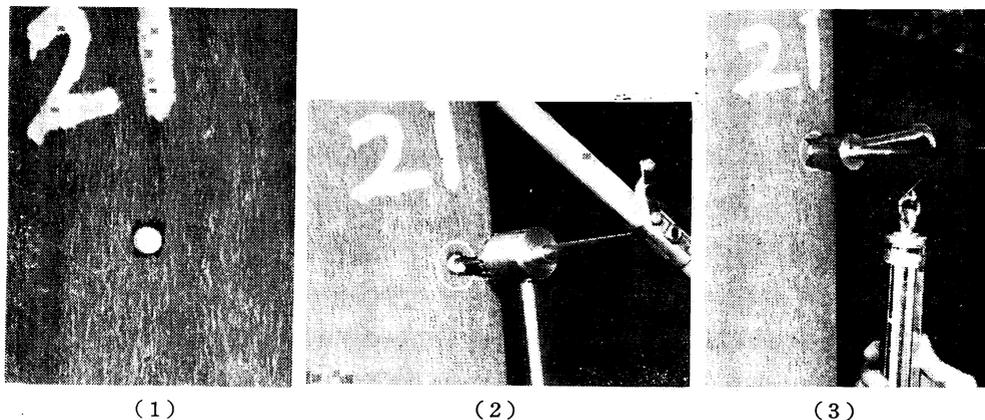
$$\tau = \frac{lT}{\pi(d_1^2 - d_2^2)/16d_1} = 1.96 T$$

τ : 樹皮付着力 (kg/cm²), d_1 : くりぬかれた樹皮の外径 3.0 cm, d_2 : くりぬかれた樹皮の内径 1.1 cm, l : トルク負荷を与えるアームの長さ 10.2 cm, T : 最大トルク荷重 (kg)

2) 供試木 供試木の樹種・形質・寸法などはチップ用材として普通に用いられている原料材と同じものを選択するのが実際上最も適切であると考えられたが、試験期間が長期にわたるため試験実行上より Table 1 に示される林業試験場構内の立木を対象とした。すなわち、針葉樹材 8 種、広葉樹材 30 種であり、このなかには外来種もふくみ樹種選択として不適当とも考えられたが、なるべく多数の樹種を対象と

(1) 木材部加工科長・農学博士

(2) 木材部加工科加工研究室員



- (1) 打抜きポンチで樹皮に円形の孔をあける。
- (2) 筒鋸により樹皮を円形に切る。
- (3) つめ金具を打込みトルク荷重を測定する。

Fig. 1 剥皮抵抗計による樹皮付着力の測定 (ハクウンボク)
View of measuring of bark peeling resistance.

Table 1. 供試木の種類
Species tested.

No.	和名 common name	学名 scientific name	No.	和名 common name	学名 scientific name
1	シラカシ	<i>Quercus myrsinifolia</i>	20	スギ	<i>Cryptomeria japonica</i>
2	ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i>	21	ハクウンボク	<i>Styrax obassia</i>
3	キハダ	<i>Phellodendron amurense</i>	22	ニセアカシア	<i>Robinia pseudo-acacia</i>
4	ヤツガダケトウヒ	<i>Picea kayamai</i>	23	モミ	<i>Abies firma</i>
5	ハリモミ	<i>Picea polita</i>	24	コブシ	<i>Magnolia kobus</i>
6	クヌギ	<i>Quercus accutissima</i>	25	ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i>
7	ミズキ	<i>Cornus contorovasa</i>	26	アオギリ	<i>Firmiana plataniifolia</i>
8	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	27	トチノキ	<i>Aesculus turbinata</i>
9	アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	28	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>
10	エノキ	<i>Celtis sinensis</i> var. <i>japonica</i>	29	クリ	<i>Castanea crenata</i>
11	ナナメノキ	<i>Ilex chinensis</i>	30	フウ	<i>Liquidambar formosana</i>
12	アメリカトネリコ	<i>Fraxinus americana</i>	31	イヌザクラ	<i>Prunus Buergeriana</i>
13	マテバジイ	<i>Pasania edulis</i>	32	サワラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i>
14	トガサワラ	<i>Pseudotsuga japonica</i>	33	クロマツ	<i>Pinus Thunbergii</i>
15	ウバメガシ	<i>Quercus phillyraloids</i>	34	イヌエンジュ	<i>Maackia amurensis</i> var. <i>Buergeri</i>
16	スダジイ	<i>Shiia Sieboldi</i>	35	シデ	<i>Carpinus carpinooides</i>
17	イスノキ	<i>Distylium racemosum</i>	36	サワグルミ	<i>Pterocarya rhoifolia</i>
18	トチュウ	<i>Eucomia ulmoides</i>	37	カツラ	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>
19	クスノキ	<i>Cinnamomum Camphora</i>	38	シマサルスベリ	<i>Lagerstroemia subcostata</i>



アカマツ



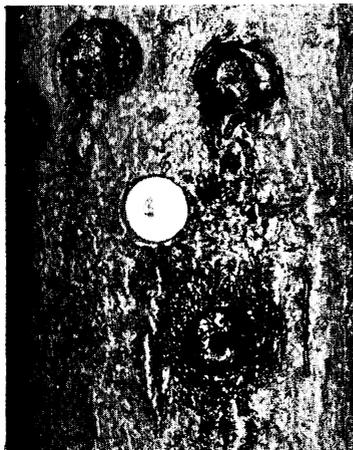
トガサワラ



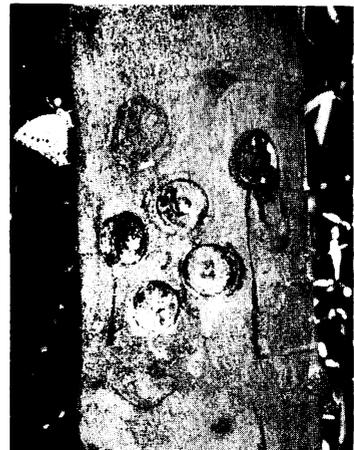
マテバジイ



クスノキ



キハダ



エノキ

Fig. 2 剥皮試験をほどこした立木の例 (試験後はカールスの発達が見える)

Some examples of trunk tested.

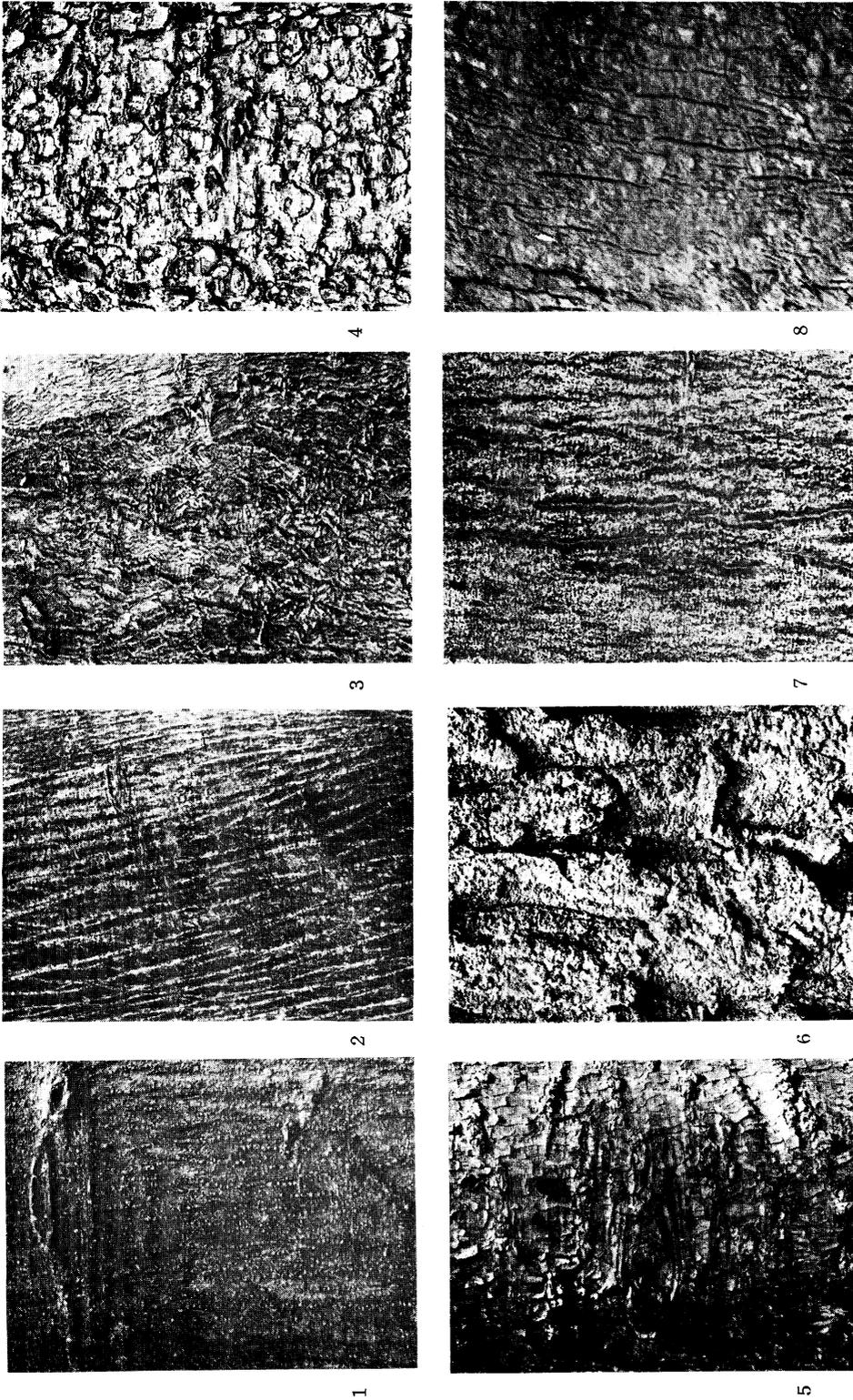


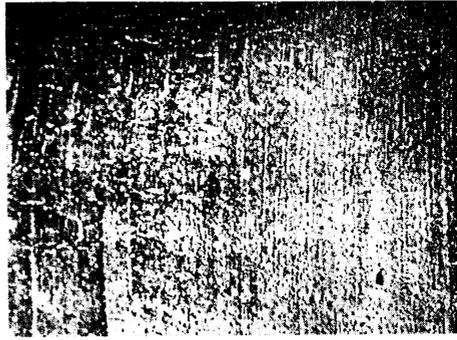
Fig. 3 各樹種の樹皮
Appearance of bark for each species.



9



10



11



12



13



14



15



16

Fig. 3

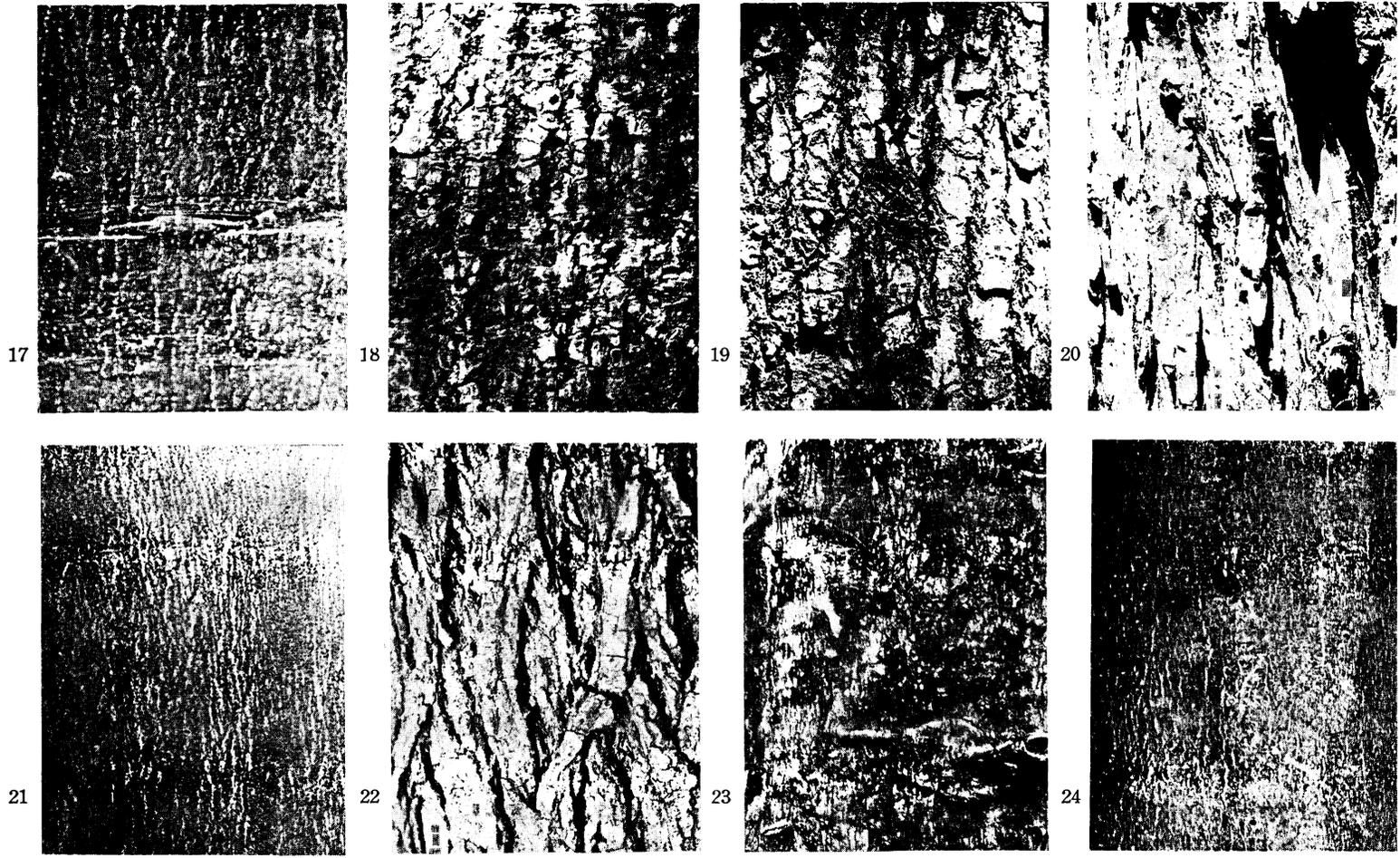
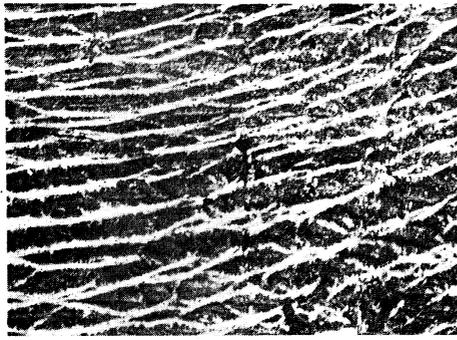


Fig. 3



28



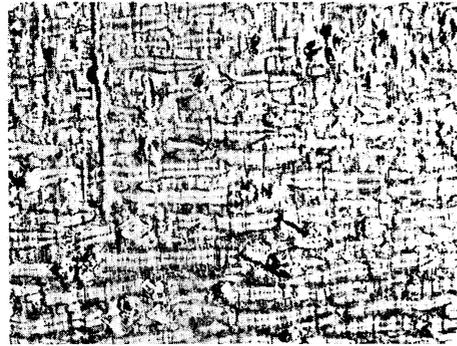
32



27



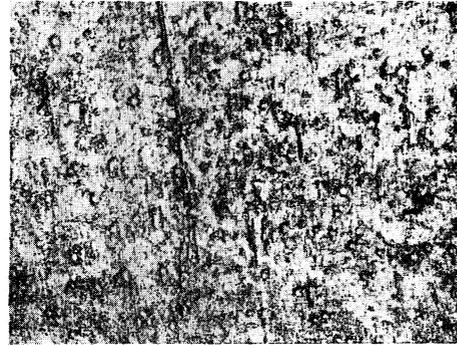
31



26



30

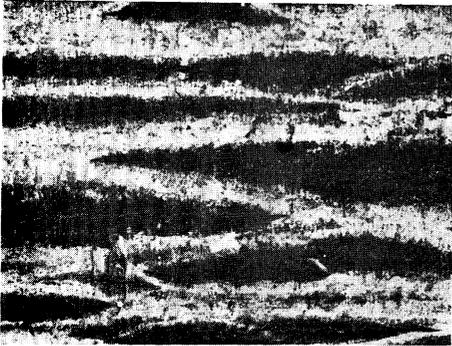


25



29

Fig. 3



35



38



34



37

Fig. 3



33



36

し平均的に結果を論ずることが、より普遍的であろうと考えたからである。

3) 試験方法 さきに述べた立木38種類について昭和37年4月26日より第1回の試験を行ない、次後約1か月の間隔で昭和38年3月29日まで11回にわたり試験を継続した。この方法は1立木の胸高付近で樹皮付着力を測定し、剥皮して損傷を与えた部分は接木蠟を塗布し、病虫害などを防ぐようにした。2回目の試験からは前回の試験箇所付近で同様に樹皮付着力を測定するようにし、毎回の測定数は多いほど真の値が得られることは当然であるが、実行上できがたいので1回の測定とした。Fig. 2はこのようにして測定を行なった立木の幹の表面状態の一例である。

試験結果と考察

1. 剥皮された樹皮の形状

一般に樹皮は形成層輪を介して木質部につながり、組織上内樹皮(韌皮)と外樹皮(粗皮)に分けられる。形成層は分裂機能を有する薄膜の細胞が単層または3層よりなり、普通その厚さは 24μ 以下といわれる³⁾。形成層の細胞分裂により外側に形成される篩部は樹種により、その構造にかなりの差異があり、したがって内樹皮の主要部分をなすコルク組織・コルク皮層および外樹皮や皮目なども樹種により性状が全く異なる。外樹皮の外観はしたがって樹種固有の様相を呈し、供試木について、これを示せば Fig. 3 のようである。

剥皮抵抗計は上述した機能を持ち、特につめ金具は樹皮のなかに打ち込まれて樹皮にトルク荷重を与えるため、樹皮の最も弱い層が破壊されることになる。この最弱層は普通膜壁のうすい形成層輪であり、特に形成層活動が始まるいわゆる樹液流動の時期にはいちじるしく弱くなるため、形成層部分より樹皮は

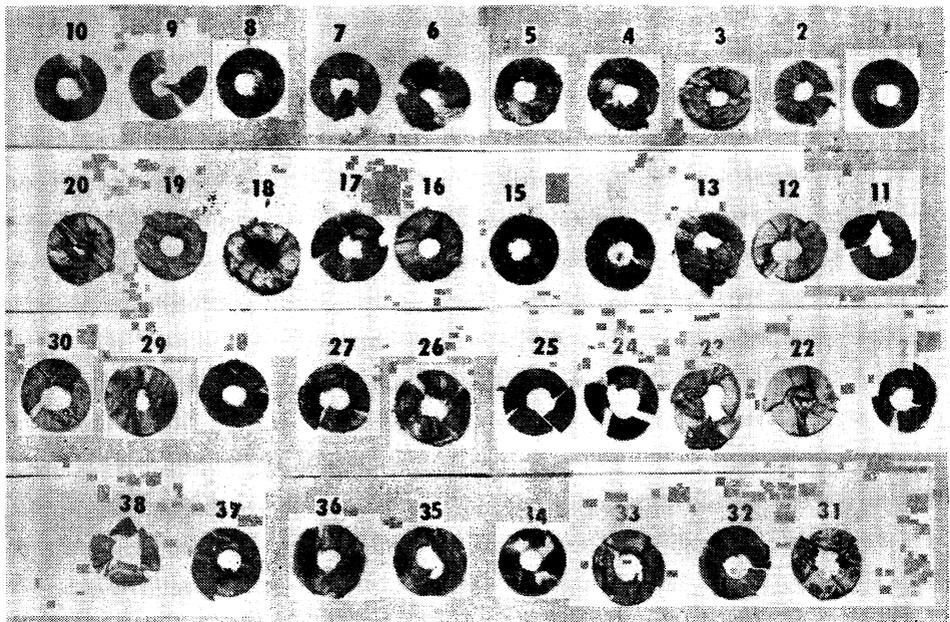


Fig. 4 (1) 7月3日(第4回試験)に測定したときの各樹種の剥皮された樹皮の状態
(番号は供試木番号(Table 1)を示す)

View of bark disc removed of each species for 4th test (July 3, 1962)

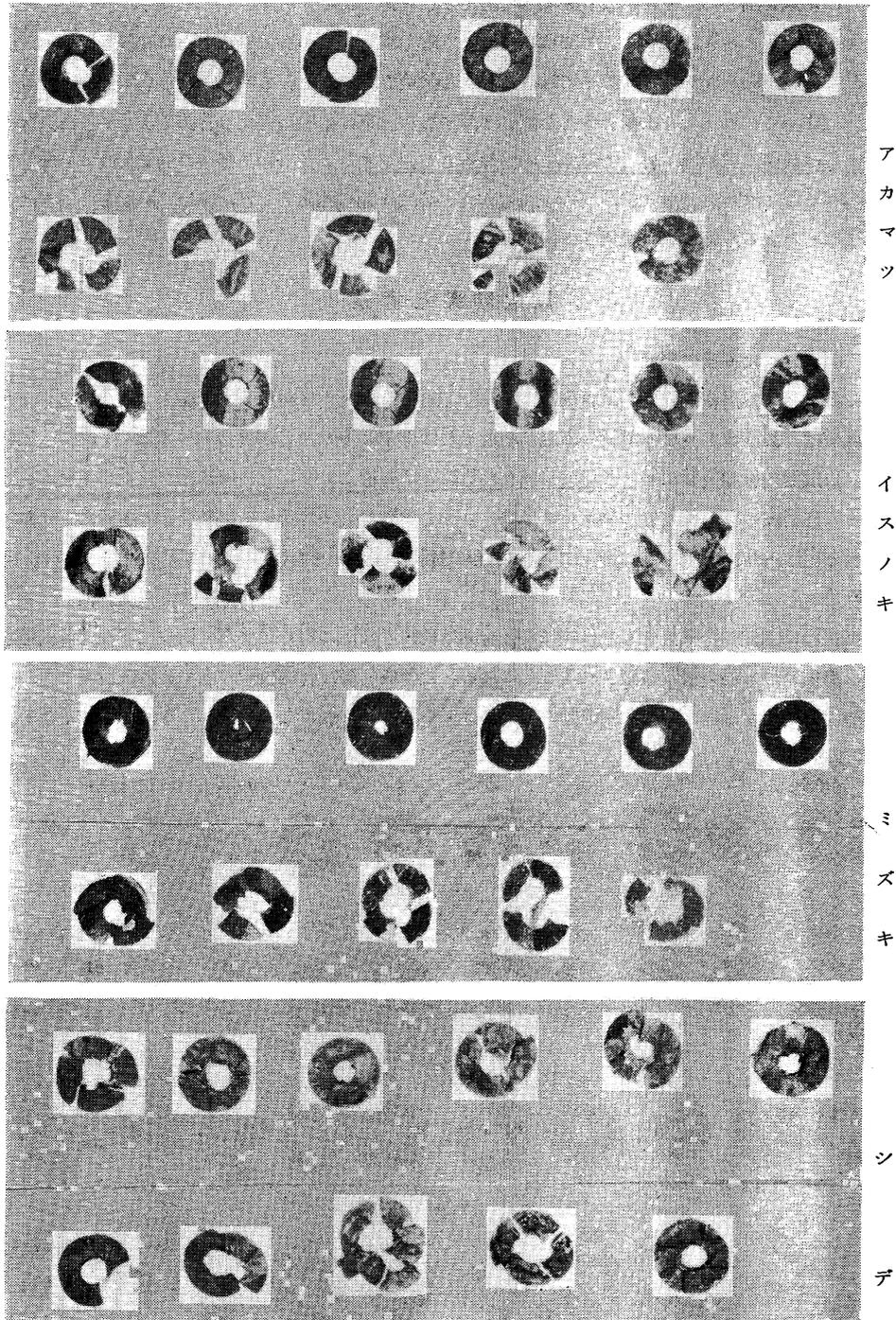


Fig. 4 (2) 毎回の試験ごとの剥皮された樹皮の状態の例
左上より横に第1回試験より測定月日ごとに剥皮された樹皮の状態を示す。

View of bark disc removed of some species from 1st test
(April 26, 1962) to 11th test (March 29, 1963).

ほとんど完全な円形をなして剥皮される。しかし、つめ金具がある曲率をもつ樹皮に打ち込まれること、打込法により打込深さに多少のむらが生じやすいことなどのために予期される形状に剥皮されないこともおこる。樹液流動期をすぎた活動休止期においては形成層輪の強さが増大し、内樹皮部分で局部的に破壊され、剥皮された樹皮は完全な円形にならないでバラバラになる傾向がある。年間を通じて剥皮抵抗計により剥皮された円形の樹皮部分の数を示せば Fig. 4(1), 4(2) のようである。このように形成層輪より剥皮されないで樹皮組織が破壊される場合は、もちろん厳密な意味で樹皮付着力をあらわすものではないが、ここでは比較する便宜上からこの場合についても一応剥皮抵抗として計算することとする。Fig. 4 にみられるように剥皮性の年間変動はこのような剥皮抵抗計により剥皮された樹皮の形状が、円形をなすか、そうでないかによっても判断することができ、このことは、上述したように経験的に知られるとおり、樹液流動期には円形となり活動休止期には樹種にもよるが円形に容易に剥皮されない場合が多い。これらのことと関連し、観察または測定された主要事項をあげると次のようである。

(1) 樹皮の厚さ 全供試木の樹皮厚さは 1.2 mm から 10.3 mm におよび、樹種により異なる。樹皮厚さの小さい樹種は剥皮抵抗計による剥皮試験はかなりの熟練を要する。

(2) 樹皮の含水率 全供試木の樹皮の含水率は季節により異なるからであろうが、4 月末の測定によれば 30~130% の範囲に及ぶ。各樹種の含水率は樹皮厚さとともに Table 2 に示されるとおりである。

(3) 年間を通じたこの試験の結果、剥皮の状態より推定して形成層より木質部 (秋材) が形成される時期は 10~11 月ごろとみとめられた。なお、このことは樹木生理上さらに精密な観察が今後のぞまれる。

Table 2. 供試木の胸高直径、樹皮の含水率・厚さ
Diameter in breast height, moisture content and thickness of bark of tree tested.

供 試 木	胸高直径 cm	樹皮の 含水率 (%)	樹皮厚さ mm	供 試 木	胸高直径 cm	樹皮の 含水率 (%)	樹皮厚さ mm
1 シ ラ カ シ	19.2	63.7	3.6	20 ス ギ	26.3	40.0	—
2 ム ク ノ キ	12.9	150.0	2.6	21 ハ ク ウ ン ボ ク	13.0	84.0	1.7~3.7
3 キ ハ ダ	14.7	118.0	4.5~5.9	22 ニ セ ア カ シ ア	17.0	30.0	5.6
4 ヤ ツ ガ ダ ケ ト ウ ヒ	13.4	116.0	4.4~5.0	23 モ ミ	11.3	58.2	—
5 ハ リ モ ミ	8.3	82.2	3.2~4.0	24 コ ブ シ	8.4	133.2	2.1~4.2
6 ク ス ギ	25.6	32.2	—	25 ケ ヤ キ	27.7	35.0	1.8~2.5
7 ミ ズ キ	17.5	100.0	3.3~3.4	26 ア オ ギ リ	25.0	91.8	10.0
8 エ ゴ ノ キ	14.7	100.2	6.4~6.5	27 ト チ ノ キ	20.2	93.0	3.5
9 ア カ マ ツ	34.0	75.0	6.0~6.1	28 ア カ メ ガ シ ワ	14.6	106.2	3.2~3.4
10 エ ノ キ	15.2	36.7	3.0	29 ク リ	13.8	57.8	5.0~6.3
11 ナ ナ メ ノ キ	25.0	72.8	2.9~3.0	30 フ ウ	13.0	95.0	3.1~3.4
12 ア メ リ カ ト ネ リ コ	40.0	40.0	2.5	31 イ ヌ ザ ク ラ	18.5	95.7	4.9~6.0
13 マ テ バ シ イ	19.1	49.0	3.6	32 サ ワ ラ	24.0	80.0	2.9
14 ト ガ サ ワ ラ	15.3	105.0	3.6~5.6	33 ク ロ マ ツ	26.5	89.0	5.4
15 ウ バ メ ガ シ	14.5	31.2	4.8~5.0	34 イ ヌ エ ン ジ ュ	23.7	109.8	7.2~7.8
16 ス ダ シ イ	42.0	47.7	3.5~5.8	35 シ デ	29.0	66.6	4.6~5.2
17 イ ス ノ キ	18.7	67.0	4.8	36 サ ワ グ ル ミ	35.0	80.7	6.8~10.3
18 ト チ ュ ウ	26.6	133.2	3.4	37 カ ツ ラ	28.2	91.0	4.6~5.0
19 ク ス ノ キ	18.0	81.6	10.3	38 シ マ サ ル ス ベ リ	33.0	80.0	1.2~1.4

2. 樹皮付着力の年間変動

各樹種の樹皮付着力を測定月日ごとに示せば Table 3 のようである。1つの樹種について樹皮付着力の年間変動をみると、測定値のばらつきがかなりみられるが、おおむね4月より樹皮付着力は急減し5～6月ごろ最低値を示し、その後は徐々に増大して2月ごろに最高値を示す傾向がうかがわれる。全供試木を針葉樹材、常緑広葉樹材および落葉広葉樹材に分けて、測定月日ごとの樹皮付着力の平均値をプロットすれば Fig. 5 に示すようである。この図からも全く同様のことが明らかになるが、次の考察ができる。

(1) 樹皮付着力の最大値と最小値の差は針葉樹材が最小で、常緑広葉樹材がこれに次ぎ、落葉広葉樹

Table 3. 各供試木の年間の樹皮付着力
Bark peeling resistance for each species on each date tested.

測定月日 供試木	昭37年	5.14	6.5	7.3	8.3	8.24	10.1	11.9	12.20	昭38年	3.29	平均
	4.26									2.27		
32 サ ワ ラ	0.8	0.6	1.2	2.7	1.6	2.7	1.8	1.6	2.7	2.7	2.0	1.85
20 ス ギ	2.7	1.0	1.2	2.0	3.1	3.3	3.1	2.6	2.7	2.7	2.0	2.40
5 ハ リ モ ミ	1.7	2.6	1.6	3.1	3.5	2.6	2.6	2.7	3.1	3.1	2.4	2.65
14 ト ガ サ ワ ラ	3.1	1.2	1.4	2.4	2.9	3.5	2.4	2.4	4.7	5.5	—	2.95
4 ヤ ツ ガ ダ ケ ト ウ ヒ	1.8	1.2	1.6	3.3	3.3	3.9	2.4	3.7	3.1	6.3	2.4	3.00
33 ク ロ マ ツ	3.1	1.6	1.6	2.6	2.7	2.9	3.5	3.5	5.5	6.3	3.3	3.32
9 ア カ マ ツ	5.3	1.7	1.0	3.9	4.1	3.7	2.9	3.9	3.9	4.9	2.4	3.42
23 モ ミ	2.7	4.9	2.6	3.9	4.3	4.2	4.4	—	—	—	—	3.57
針葉樹材 平均	2.65	1.85	1.53	2.99	3.19	3.35	2.89	2.91	3.67	4.50	2.40	2.90
19 ク ス ノ キ	5.1	1.3	2.9	2.6	2.0	2.7	1.6	2.5	4.3	3.6	2.8	2.85
1 シ ラ カ シ	5.7	5.5	5.5	3.9	3.1	1.2	1.6	5.5	—	5.5	4.3	4.18
16 ス ダ ジ イ	9.8	1.5	3.3	3.6	4.2	5.1	3.3	3.7	3.0	7.8	3.3	4.41
15 ウ バ メ ガ シ	3.5	3.2	3.2	4.7	5.8	—	—	—	5.8	6.1	3.1	4.43
17 イ ス ノ キ	1.0	5.8	4.0	1.0	1.5	5.4	8.8	7.5	8.2	8.2	6.6	5.27
13 マ テ バ ジ イ	3.5	7.6	4.3	7.3	6.1	8.2	9.4	8.4	11.1	8.2	3.1	7.01
11 ナ ナ メ ノ キ	7.1	6.6	6.8	6.4	6.6	5.9	8.8	8.4	8.8	8.7	6.7	7.34
常緑広葉樹材平均	5.10	4.50	4.30	4.21	4.19	4.75	5.58	6.00	6.87	6.87	4.27	5.10
31 イ ヌ ザ ク ラ	0.7	0.9	0.9	0.9	1.2	1.6	1.9	3.9	4.7	5.2	1.7	2.14
37 カ ツ ラ	5.1	1.3	0.4	0.9	3.3	3.1	3.9	6.2	2.8	2.1	2.9	2.93
27 ト チ ノ キ	4.5	0.9	0.9	1.8	1.8	2.6	3.6	4.5	4.3	4.7	2.9	2.95
28 ア カ メ ガ シ ワ	1.3	1.4	1.3	1.8	2.6	3.9	4.3	5.6	7.4	—	1.6	3.12
3 キ ハ ダ	4.3	1.1	1.6	3.2	2.8	2.7	2.9	4.3	4.3	4.4	3.6	3.20
29 ク リ	4.6	1.1	1.6	0.9	3.9	3.9	4.4	4.7	3.9	4.7	1.9	3.23
22 ア カ シ ア	4.5	5.1	1.7	2.8	3.1	3.2	3.6	3.5	4.5	—	3.5	3.55
24 コ ブ シ	2.6	1.6	0.9	2.1	2.9	4.3	5.1	6.1	6.6	9.8	3.5	4.13
38 シ マ サ ル ス ベ リ	4.5	1.6	1.5	4.2	3.1	3.3	3.6	3.8	9.6	9.6	2.7	4.31
35 シ デ	5.1	0.9	0.5	2.5	3.5	3.9	5.8	5.6	5.6	12.2	3.1	4.42
21 ハ ク ウ ン ボ ク	3.1	3.1	1.6	2.9	2.9	3.0	—	3.2	8.3	10.6	6.2	4.49
36 サ ワ グ ル ミ	5.3	1.7	0.9	4.1	4.9	4.9	4.3	7.4	7.8	7.8	1.0	4.55
18 ト チ ュ ウ (杜仲)	8.6	4.3	0.9	4.5	3.2	5.8	4.5	5.6	3.9	6.2	2.9	4.58

Table 3. (Continued)

供試木	測定月日	昭37年	5.14	6.5	7.3	8.3	8.24	10.1	11.9	12.20	昭38年	3.29	平均
		4.26									2.27		
30 フウ		7.4	3.3	4.6	3.9	3.9	3.6	2.6	5.2	6.2	7.8	3.5	4.72
2 ムクノキ		5.5	1.1	3.7	2.3	2.7	2.9	5.5	7.8	7.7	8.7	4.6	4.77
34 イヌエンジュ		4.9	2.3	3.6	3.9	4.5	4.8	4.9	7.1	6.3	9.2	2.3	4.89
6 クヌギ		8.1	2.3	3.6	3.9	3.9	7.8	6.4	3.9	7.8	5.9	1.9	5.04
8 エゴノキ		2.7	3.1	0.9	2.9	5.2	4.2	6.2	7.8	8.4	9.2	7.0	5.23
10 エノキ		1.1	1.0	1.3	3.7	8.9	9.1	9.4	9.1	8.4	7.8	1.5	5.57
7 ミズキ		3.3	3.2	2.9	4.1	4.9	4.9	8.8	8.4	8.1	9.6	4.1	5.65
12 アメリカトネリコ		8.2	3.9	3.9	3.5	6.4	6.4	7.8	7.1	7.5	7.8	3.9	6.03
26 アオギリ		10.9	3.3	2.9	2.9	3.5	3.9	10.2	8.6	12.5	—	6.3	6.50
25 ケヤキ		7.1	7.8	2.9	5.8	6.6	8.4	10.3	7.4	7.8	5.8	5.2	6.82
落葉広葉樹材平均		4.93	2.45	1.96	3.02	3.90	4.44	5.45	5.95	6.71	7.47	3.38	4.47
総平均		4.48	2.70	2.29	3.23	3.80	4.26	4.91	5.37	5.98	6.74	3.39	4.29

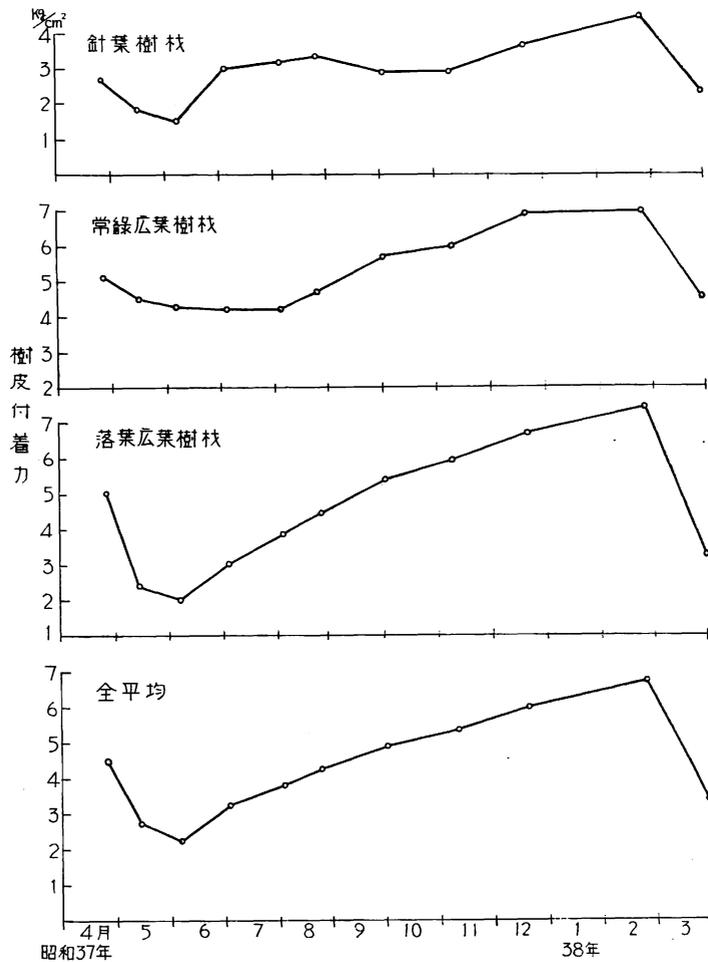


Fig. 5 樹皮付着力の年間変動 Seasonal variation of bark peeling resistance.

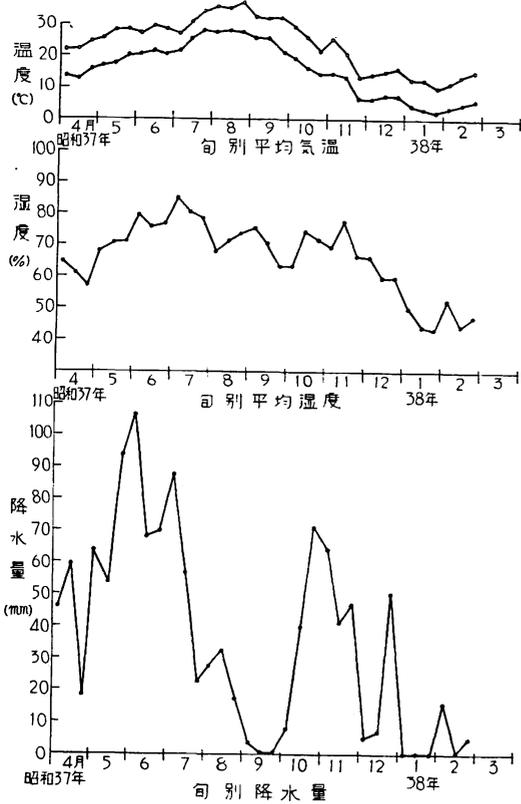


Fig. 6 試験期間の旬別平均気温、湿度および降水量
Temperature, relative humidity and rain
fall amount for testing period.

年間平均を算出し (Table 3), この値で樹種の剥皮性をあらわす index とし, 5.0 kg/cm² 以上を最も剥皮の困難な樹種, 4.0~4.9 kg/cm² を剥皮困難な樹種, 3.0~3.9 kg/cm² を剥皮が比較的容易な樹種, 2.9 kg/cm² 以下を剥皮の容易な樹種として区分すれば, 次のようである。

最も剥皮の困難な樹種

エゴノキ, ナナメノキ, マテバジイ, イスノキ, エノキ, アメリカトネリコ, ミズキ, ケヤキ, アオギリ, クスギ

剥皮困難な樹種

シラカン, ウバメガン, スダジイ, ハクウンボク, トチュウ, コブシ, フウ, イヌエンジュ, シデ, サワグルミ, シマサルスベリ, ムクノキ

剥皮が比較的容易な樹種

ヤツガダケトウヒ, アカマツ, モミ, クロマツ, アカシア, アカメガシワ, クリ, キハダ

剥皮の容易な樹種

ハリモミ, トガサワラ, スギ, クスノキ, トチノキ, イヌザクラ, カツラ, サクラ

材は最大であった。このことからいえば, 樹皮付着力の年間変動は落葉広葉樹材が最も大きく, 針葉樹材は変動が比較的少で, 常緑広葉樹材はこの中間であるといえる。

(2) 樹皮付着力の消長は樹木生理上の樹液流動活動の盛衰に符合することは, この結果からも実証することができた。したがって樹皮付着力の年間変動は樹木の生育する地理的位置・緯度により異なるであろうし, その他気候・活力・寸度などにも影響されることは推察できる。この試験期間の年間の旬間気温 (最大・平均)・湿度・降水量を示すと Fig. 6 のようである。

(3) WILCOX²⁾の実験によれば Syracuse (アメリカ)においては birch, maple, aspen の樹皮付着力は4月20日より急激に低下し6月ごろ最低値となり, さらに急激に増大する傾向となっており, この試験とはほぼ同様の結果が示されている。なお, 同氏は樹木生理上からこの現象を説明している。

3. 樹種と樹皮付着力

樹皮付着力の支配的因子は季節であることは明らかとなったが, 樹種別に樹皮付着力の

あ と が き

樹皮の剥皮性を、試作した剥皮抵抗計により樹皮付着力の年間変動を試験した結果、常識的に知られるように4月末より樹液流動の開始期に樹皮付着力は急激に小となり、5～6月ごろ最低値となり、次後漸増し12～2月ごろの活動停止期には最大値を示す傾向が明らかにされた。なお形成層輪より容易に剥皮される時期はおおむね4月末より8月までであって、この期間は剥皮作業に最も適した時期といえる。また樹種別にみれば剥皮に難易の差があり、一般的にいえば針葉樹材は広葉樹材に比べ樹皮付着力が小さい。

なお、さらに各地域ごとの多数の樹種を対象にし、樹皮付着力を試験し樹木生理上より、この現象が統一的に解明されることがのぞまれる。

文 献

- 1) コバノヤマハンノキ研究班：コバノヤマハンノキ材の利用に関する試験，林試研報，143，p. 181，(1962)
- 2) WILCOX, CZABATOR, GIROLAMI: Seasonal variations in bark-peeling characteristics of some adirondack pulpwood species. *J. of Forestry*, 52, 5, p. 338, (1954)
- 3) PEREM, E.: Review of literature on bark adhesion and methods of facilitating bark removal. *Pulp and paper* (Reprint), (1958)
- 4) STEWART, C.M.: Status of cambial chemistry, *TAPPI*, 40, 4, p. 244, (1957)
- 5) PAUL, B.H.: Peeling bark from winter-cut timber. *Wood Products*, (1931) (3)より引用

Seasonal Variation in Bark Peeling Characteristics of Some Species in Japan.

Gen-ichi NAKAMURA, Yutaka ÔHIRA

(Résumé)

The adherence of bark to wood has a significant bearing on debarking efficiency, whether done by debarking machines, such as drum-barker, or by hand. The quantitative measurement of bark-peeling resistance is desirable to determine the best natural peeling season for each species and also to establish the proper relation of conditions such as period of log storage, falling season for pulp chip material, and so on.

The measuring device was made as a result of preliminary tests on bark peeling resistance. It is similar to the bark peeling tester which was designed and developed by WILCOX (State University of New York College of Forestry, Syracuse).

This paper describes the variation of bark peeling resistance throughout the year of 38 species, comprising 8 species of conifer trees and 30 species of hardwood trees growing in our experiment station.

Measuring method of bark peeling resistance. The following measuring method was used (Fig. 1). The first operation when using the bark peeling tester is to remove a plug from the bark (diameter - 11mm) by means of a punch. Next, the increment borer is centered in the hole and screwed into the trunk. Then the hole saw (diameter 30mm) with suitable handles is placed on the protruding shaft of the increment borer to cut into the bark with a rotary motion. After removing the hole saw, a torsion bar with four claws is forced into the bark and is

aligned on the protruding shaft of the borer. The spring balance is then placed in the notch at the end of the torsion bar and a pull force by hand is given in a downwards direction. The reading of the spring balance at the time of bark slippage is recorded as the peeling resistance.

These tests were made at breast height of trunk every month throughout one year. Some examples of tested trunks are shown in Fig. 3.

The results of these tests can be summarized as follows :

1. The bark removed with the tester is generally destroyed in the weakest part, approximately in the cambium region. Especially at the time of cambium reactivation the bark is removed in the shape of a circular disc. After sap-flowing season, all bark removed by the tester shows irregular shape or flakes. Some examples of shape of bark removed with the tester throughout the year are illustrated in Fig. 4 (2). The reading of the spring balance does not always indicate the true value of peeling resistance, as for instance in the case of bark destruction despite sap flow in the cambial zone. To compare the bark peeling resistance results the following formula was used.

$$\tau = \frac{lT}{\pi (d_1^4 - d_2^4) / 16d_1}$$

where, τ : bark peeling resistance (kg/cm²), d_1 : outer diameter of bark disc 3.0 cm, d_2 : inner diameter of bark disc 1.1 cm, l : length of torsion bar (span) 10.2 cm, T : max pull force (kg).

2. Months values of peeling resistance for each of the 38 species are given in Table 3. Peeling resistance curves in Fig. 5 show plotted mean values for conifer trees, deciduous trees, ever-green trees and also for all species tested. These curves show a relatively fast decrease in resistance to peeling in late April and early May, which drop continues until about May, June. After these months, resistance to peeling gradually increases until Dec., Jan. when maximum resistance to peeling is attained. This tendency corresponds with activities of the cambium, and is comparatively similar to the test results obtained by WILCOX. There is a marked time lag, however, between softening of the cambium and division in the cambium.

3. All species tested may be classified according to their bark peeling properties as shown by their mean values of peeling resistance throughout the year.

a) The most difficult species for bark peeling, $\tau > 5\text{kg/cm}^2$.

Styrax, Ilex, Pasania, Distylium, Celtis, Fraxinus, Cornus, Zelkova, Firmiana, Quercus.

b) Difficult species for bark peeling, $\tau = 4.0 \sim 4.9\text{kg/cm}^2$.

Shiia, Eucomia, Magnolia, Liquidamber, Maackia, Carpinus Pterocarya, Lagerstraemia, Aphananthe, Some kind of Quercus, Styrax.

c) Average species, $\tau = 3.0 \sim 3.9\text{kg/cm}^2$.

Picea, Pinus, Abies, Robinia.

d) Easy species, $\tau < 2.9\text{kg/cm}^2$.

Pseudotsuga, Cryptomeria, Chamaecyparis, Cinnamomum, Aesculus, Prunus, Cercidiphyllum, Some kind of Picea.