

スギのかくれ節による丸太外面の凹凸痕

加 納 孟⁽¹⁾

ま え が き

枝が枯れ落ちてから、幹の材部の年輪は、この節枝をつつんで成長し、しだいにこれを材中に巻き込んでいく。このとき、幹の材部の繊維走向は節のまわりで局部的に変化し、節枝の先端が材部に巻き込まれて、かくれ節となった後も、かなり長期間にわたって、その丸太外面に凹凸の痕跡をのこす。

本報では、スギ造林木において、丸太外面にあらわれるこの凹凸痕の大きさや形状について調査し、これらの痕跡が材中に存在するかくれ節の指標としての意味を検討した。

この研究は、すでに著者らが発表している「製材用原木としてのスギ造林木の品質」の研究の一部として実施されたものであるが、その取りまとめの結果が、この研究目標からややはずれるきらいがあったので、上記の報告から除いて別に取りまとめをおこなった。

測定観察に協力された林業試験場木材部物理研究室長蕪木自輔氏、北海道林産試験場副場長枝松信之氏（元林業試験場木材部製材研究室長）はじめ、林業試験場木材部材質研究室の多くの共同研究者の方々に厚く謝意を表する次第である。

観 察 の 方 法

観察した供試木は、奈良県吉野地方の民有林と福島県勿来地方の国有林におけるスギ造林木で、いずれも、保育形式による材質の特徴を調査するために採取したものであって、これらの地方の造林地のほぼ伐期に達している林分に標準地をもうけ、そのなかで直径階層ごとにそれぞれ2～4本の代表木を選定して伐倒したものである。

供試林分や供試木についての概要は Table 1 にしめす。

供試木を地上高 0.2m, 1.2m, 3.2m, ……と以下順次 2 m おきに玉切り、この玉切り材を Fig. 1 にしめすようなみかん割り調査法によって、幹の材部に内包されている節枝の縦断面をつくって観察した。この幹材中に内包されている節枝について、節枝の形態と剥皮した丸太外面の状態との関係をしるために、節枝軸を延長した丸太外面位置の表面の凹凸痕の状態をその程度によって、次のように分類観察した。

- (a) 丸太外面が全く平滑なかくれ節
- (b) 丸太外面の凹凸痕が不明りょうで、内包する節枝の存在を確認できないかくれ節
- (c) 丸太外面の凹凸痕が明りょうで、内包する節枝の存在が確認できるかくれ節
- (d) 丸太外面に露出している節枝

また、この丸太外面の凹凸痕については、Fig. 2 にしめすように、凹痕についてはその深さ、凸痕についてはその高さと凹凸痕の材軸方向の幅を測定した。

(1) 木材部材料科長・林学博士

Table 1. 供試林分および供試木の概要
Description on the sample plots and sample trees.

産 地 Sample plot	林 齢 Tree age	保 育 経 過 Number of establishment, pruning and thinning treatment	供試木番号 Sample tree No.	胸高直径 Breast height diameter (cm)	樹 高 Height (m)	枝下高 Clear length (m)
奈良県川上村 民有林 Private forest at Yoshino district in Nara Pref.	60 年 60 years of age	植栽本数約 10,000 本/ha	8	29.5	23.5	14.0
		伐期立木本数 980 本/ha	14	30.5	24.4	14.1
		幼齢時から弱い間伐を繰返す	17	26.4	20.9	12.9
		枝打を実行する	18	20.9	20.1	15.3
		Number of establishment:	28	25.6	22.8	15.5
		About 10,000 trees per hectare.	31	33.1	24.8	11.5
		Number of trees at the final cutting:	35	26.6	23.0	14.3
		About 980 trees per hectare. Repeated pruning is practiced. Light thinning is frequently practiced from early stage.	44	22.3	21.5	15.0
		平 均 Average		20~33	22.6	14.1
福島県勿来地 方国有林 National forest at Nakoso district in Fukushima Pref.	54 年 54 years of age	植栽本数約 3,000 本/ha	10	27.9	20.6	11.8
		伐期立木本数約 730 本/ha	15	26.4	21.1	11.7
		寺崎式B種間伐	17	29.9	24.7	14.5
		枝打はしない	24	35.2	25.9	13.0
		Number of establishment:	31	31.5	24.0	13.5
		About 3,000 trees per hectare.	36	27.2	22.0	13.4
		Number of trees at the final cutting: About 730 trees per hectare.	37	28.5	23.7	14.1
		Pruning is not practiced, thinning is practiced by TERAZAKI's formula.	49	42.2	27.3	14.5
		平 均 Average		26~42	23.7	13.3

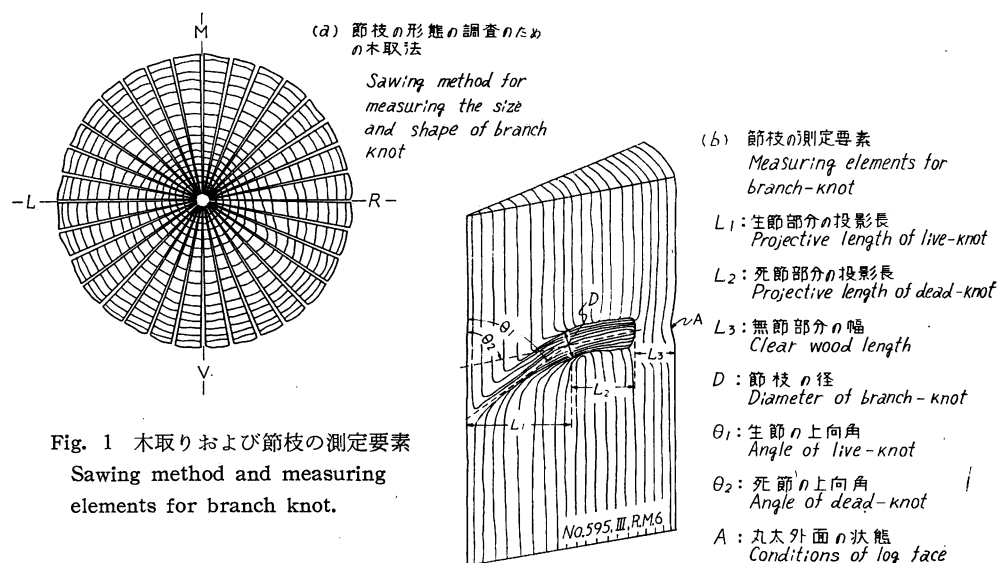


Fig. 1 木取りおよび節枝の測定要素
Sawing method and measuring
elements for branch knot.

また、これらの凹凸痕については、その誘因となっている節枝について、その節枝径、節枝が枯死してから巻き込みに要するまでの年輪数、節枝の先端から丸太外面までに堆積されている無節部分の年輪数を測定し、これらの相互関係を検討した。

調 査 結 果

(1) 丸太外面の状態によって分類した節枝のあらわれかた

丸太外面にあらわれる凹凸痕の状態で分類した節枝の出現率を、階層べつの供試木群についてもとめ Table 2 にしめた。

これから、丸太外面が全く平滑なかくれ節は、観察した節枝数にたいして吉野スギ 62.9%、勿来スギ 45.5%であり、外面に露出している節枝は、吉野スギ 15.9%、勿来スギ 32.8%で、保育形式の異なる2つの産地のスギ林木

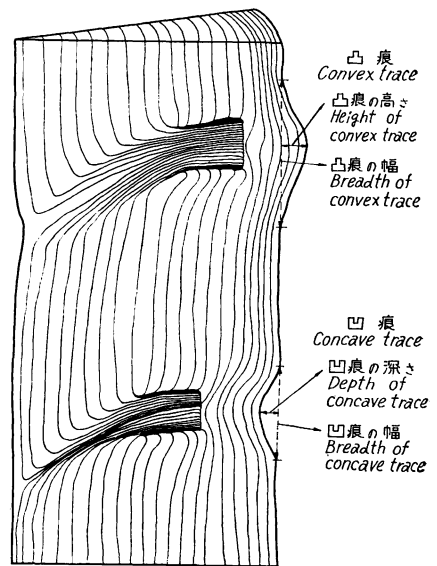


Fig. 2 節枝による丸太材面の凹凸痕
Convex or concave traces on log face caused by intergrown knot.

Table 2. 丸太外面の状態によって分類した節枝の出現率
Relation of branch knot conditions of log face.

産 地 Sample plot	供試木群 Breast height diameter classes	丸 太 外 面 の 状 態 Conditions of log face								節枝総数 Total number of branch knots
		全く平滑なかくれ節 Completely flat		凹凸が不明りょうなかくれ節 Slightly flat		凹凸が明りょうなかくれ節 Uneven		露出している節 Visible kont		
		Number of knots (N)	Relative frequency (%)	Number of knots (N)	Relative frequency (%)	Number of knots (N)	Relative frequency (%)	Number of knots (N)	Relative frequency (%)	
吉 野 YOSHI-NO	上層木群 Dominant trees	501	32.5	145	17.0	78	9.1	126	14.8	853
	中層木群 Intermediate trees	704	45.7	134	12.5	39	3.6	193	18.0	1,074
	下層木群 Codominant trees	336	64.4	66	12.6	49	9.4	70	13.4	522
	計 Total	1,541	62.9	345	14.1	166	6.8	389	15.9	2,449
勿 来 NAKO-SO	上層木群 Dominant trees	305	48.6	89	14.2	31	4.9	203	32.3	628
	中層木群 Intermediate trees	559	43.8	213	16.7	102	8.0	402	31.5	1,276
	下層木群 Codominant trees	255	20.0	57	10.2	41	7.4	203	36.6	556
	計 Total	1,119	45.5	359	14.6	174	7.1	808	32.8	2,460

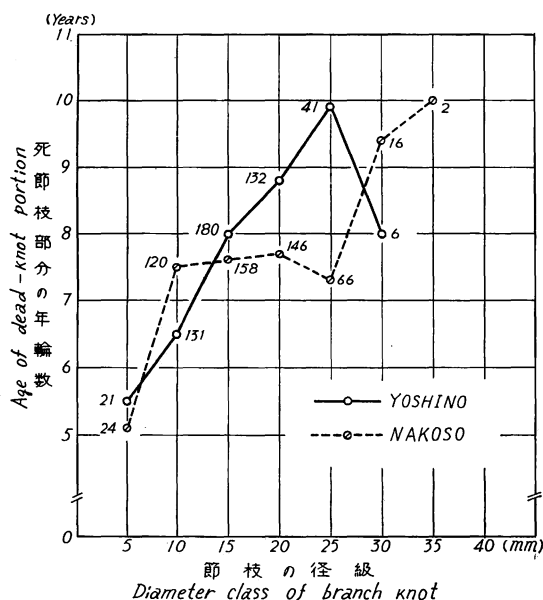


Fig. 3 節枝の径級と死節枝部分の年輪数
Relation of age of dead-knot portion
to diameter class of branch knot.

が、この部分の巻き込みに要する年輪数は同一の節枝径級のものにおいてもかなり著しい変動をしめし、出現した節枝径級の範囲でその死節部分の年輪数は 0~42 年にわたって変動しているが、各節枝径級べつの平均値はおよそ 10 年以下であった。

これから、スギ造林木について枝が枯死した後に、その巻き込みに要する年数は、例外的には非常に長期間を要するものもあるが、平均値ではほぼ 10 年以下のものであり、節枝径級の小さいものほどその死節の巻き込みに要する年輪数も小さいことになる。

(3) 凹凸痕のあらわれかた

丸太外面の状態によって分類観察した節枝のうち、凹凸痕の明りょうなかくれ節について、その節枝径べつに凹痕または凸痕のあらわれかたをもとめて Table 3 にしめす。

これからあきらかなように、吉野、勿来産材とも、節枝径 15mm 以下のものには凸痕より凹痕の出現がおおく、節枝径が 16mm をこえるとこれと逆に凹痕より凸痕の出現率がたかくなっている。また、凹凸痕の明りょうなかくれ節について、枝の枯死した後、その巻き込みに要した年輪数のあらわれかたをもとめて Table 4 にしめす。これからあきらかなように、死節の巻き込みに要する年輪数が 10 年以上のものは凹痕より凸痕の出現率がたかく、死節の巻き込みに要する年輪数が 10 年以下のものでは、逆に凸痕より凹痕の出現率がたかくなっている。しかし、巻き込みに要する死節部分の長さで凹凸痕の関係は Table 5 にしめすように、この部分の長さで凹凸痕のあらわれかたには一定の傾向はみとめられないようにおもわれる。

また、凹凸痕の明りょうなかくれ節について、地上高によるそのあらわれかたをくらべて Table 6 にしめす。これからあきらかなように、吉野、勿来産材とも地上高 12m 以下の範囲においては、概して、

のあいだに著しい差異が認められたが、凹凸痕の明りょうなかくれ節として観察されたものは、いずれも約 14%，凹凸痕の不明りょうなかくれ節として観察されたものは、いずれも約 7% で、保育形式の異なる産地間にあっても、ほとんど近似した比率をしめしている。

(2) 枯死した節の巻き込みに要する年輪数

節枝が枯死した後に、死節枝の部分の巻き込みに要する年輪数と節枝径級との関係をしめるために、各節枝径級べつに死節枝の部分の平均年輪数をもとめて Fig. 3 にしめす (Fig. 3 で図中の数字は各節枝径べつに観察した節枝数をしめす)。

これから、枯死した節枝を巻き込むのに要する平均年輪数は、ほぼ、その節枝径に比例して変化する傾向が認められている

Table 3. 節枝径級べつ凹凸痕のあらわれかた
Relation of frequencies of concave or convex
traces to diameter class of branch knot.

節枝径級 Diameter class of branch knot (mm)	凹 痕 Concave traces				凸 痕 Convex traces			
	吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO		吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO	
	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)
～ 5	8	4.2	14	6.5	3	1.9	3	2.1
6～10	54	28.6	66	30.6	36	23.1	15	10.7
11～15	79	41.8	68	31.5	41	26.2	30	21.4
16～20	44	23.3	52	24.1	56	35.9	49	35.0
21～25	3	1.6	13	6.0	35	22.4	31	22.1
26～30	1	0.5	3	1.4	5	3.2	9	6.4
31～35	—	—	—	—	—	—	2	1.4
36～40	—	—	—	—	—	—	1	0.7
計 Total	189	100.0	216	100.0	156	100.0	140	100.0

Table 4. 死節部分の巻き込みに要する年輪数と凹凸痕のあらわれかた
Relation of frequencies of concave or convex traces
to number of annual rings of dead knot portion.

死節の巻き 込みに要す る年数 Number of annual rings of dead knot portion	凹 痕 Concave traces				凸 痕 Convex traces			
	吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO		吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO	
	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)
～ 2	6	3.2	11	5.1	8	5.1	6	4.3
3～ 4	36	19.0	42	19.4	19	12.2	17	12.1
5～ 6	52	27.5	56	25.9	32	20.5	33	23.5
7～ 8	57	30.1	48	22.2	24	15.4	29	20.7
9～10	20	10.6	35	16.2	21	13.5	26	18.6
11～12	10	5.3	17	7.9	13	8.3	7	5.0
13～14	2	1.1	4	1.9	13	8.3	11	7.8
15～16	4	2.1	1	0.5	6	3.8	6	4.3
17～18	2	1.1	2	1.0	9	5.8	1	0.7
19～	—	—	—	—	11	7.1	4	2.8
計 Total	189	100.0	216	100.0	156	100.0	140	100.0

Table 5. 死節部分の長さと凹凸痕のあらわれかた
Relation of frequencies of concave or convex
traces to length of dead knot portion.

死節部分の 長さ Length of dead knot portion (mm)	凹 痕 Concave traces				凸 痕 Convex traces			
	吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO		吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO	
	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)
0	2	1.1	1	0.5	5	3.2	1	0.7
1~5	18	9.5	11	5.1	15	9.6	5	3.6
6~10	64	33.9	41	19.0	44	28.2	22	15.7
11~15	53	28.0	39	18.1	35	22.4	19	13.6
16~20	27	14.3	35	16.2	25	16.0	32	22.9
21~25	12	6.3	36	16.7	14	9.0	20	14.3
26~30	8	4.2	23	10.6	3	1.9	16	11.4
31~35	1	0.5	10	4.6	7	4.5	6	4.3
36~40	4	2.1	11	5.1	3	1.9	7	5.0
41~45	—	—	1	0.5	—	—	5	3.6
46~50	—	—	3	1.4	2	1.3	4	2.9
51~55	—	—	—	—	—	—	3	2.1
56~60	—	—	3	1.4	1	0.6	—	—
61~	—	—	2	1.0	2	1.3	—	—
計 Total	189	100.0	216	100.0	156	100.0	140	100.0

Table 6. 地上高べつ凹凸痕のあらわれかた
Relation of frequencies of concave or convex
traces to height in trees.

地上高 Height in trees (m)	凹 痕 Concave traces				凸 痕 Convex traces			
	吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO		吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO	
	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)
0~3	2	1.1	8	3.7	2	1.3	1	0.7
3~6	14	7.4	18	8.3	9	5.8	21	15.0
6~9	40	21.2	31	14.4	29	18.6	56	40.0
9~12	39	20.6	61	28.2	73	46.8	43	30.7
12~15	71	37.6	67	31.0	39	25.0	14	10.0
15~18	23	12.2	31	14.4	4	2.6	5	3.6
計 Total	189	100.0	216	100.0	156	100.0	140	100.0

Table 7. 無節部分の長さと凹凸痕のあらわれかた
Relation of frequencies of concave or convex
traces to length of clear wood portion.

無節部分の 長さ Length of clear wood portion (mm)	凹 痕 Concave traces				凸 痕 Convex traces			
	吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO		吉 野 YOSHINO		勿 来 NAKOSO	
	出現数 Number of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)	出現数 of knots (N)	出現率 Relative frequency (%)
0	1	0.5	16	7.4	6	3.8	6	4.3
1~5	8	4.2	14	6.5	20	12.8	17	12.1
6~10	19	10.0	25	11.6	29	18.6	19	13.6
11~15	27	14.2	30	13.9	29	18.6	28	20.0
16~20	26	13.7	33	15.3	34	21.8	27	19.3
21~25	18	9.5	29	13.4	17	10.9	12	8.6
26~30	22	11.6	24	11.1	8	5.1	6	4.3
31~35	16	8.4	5	2.3	3	1.9	8	5.7
36~40	19	10.0	14	6.5	2	1.3	10	7.1
41~45	11	5.8	—	—	1	0.6	—	—
46~50	7	3.7	10	4.6	2	1.3	4	2.9
51~55	3	1.5	4	1.9	2	1.3	—	—
56~60	5	2.6	5	2.3	2	1.3	1	0.7
61~	7	3.5	6	3.3	1	0.6	2	0.7
計 Total	189	100.0	216	100.0	156	100.0	140	100.0

凸痕の出現がたかく、地上高 12mm 以上の範囲では凹痕の出現がたかくなる傾向がみとめられた。

節枝の巻き込みが終わった後、その外側に堆積される無節部分の長さと凹凸痕のあらわれかたとの関係をもとめて Table 7 にしめす。これから、この無節部分の長さが吉野産材では 25mm 以下、勿来産材では 20mm 以下のものには凹痕より凸痕の出現率がたかく、無節部分の長さがこれより大きくなると凸痕よりしだいに凹痕の出現率がたかくあらわれてくる傾向をしめす。

(4) 凹凸痕の深さまたは高さ

節枝によって生ずる丸太外面の凹凸痕のうち、凹痕についてはその深さ、凸痕についてはその高さを測定したが、これらの凹凸痕については、その丸太外面で節枝の存在が確認できる程度に明りょうなものとやや不明りょうなものに区分し、凹凸痕の深さまたは高さの出現状態をもとめて Fig. 4 にしめた。これから丸太外面における凹凸痕の程度によって分類した凹痕の深さ、または凸痕の高さの頻度曲線は、吉野産材では約 2 mm、勿来産材では約 3 mm の付近で互に交差しており、節枝の存在が確認できる程度に明りょうな丸太外面の凹凸痕は、その深さまたは高さが約 2~3 mm 以上にあたっていることになる。

(5) 丸太外面の凹凸痕と無節部分の年輪数と長さ

丸太外面の状態によって、凹凸痕の明りょうなかくれ節と不明りょうなかくれ節に分類し、それぞれの凹凸痕に対応する節枝の無節部分の年輪数について、その出現状態をもとめて Fig. 5 にしめす。これから、凹凸痕の明りょうなかくれ節と不明りょうなかくれ節について、その無節部分の年輪数の頻度曲線

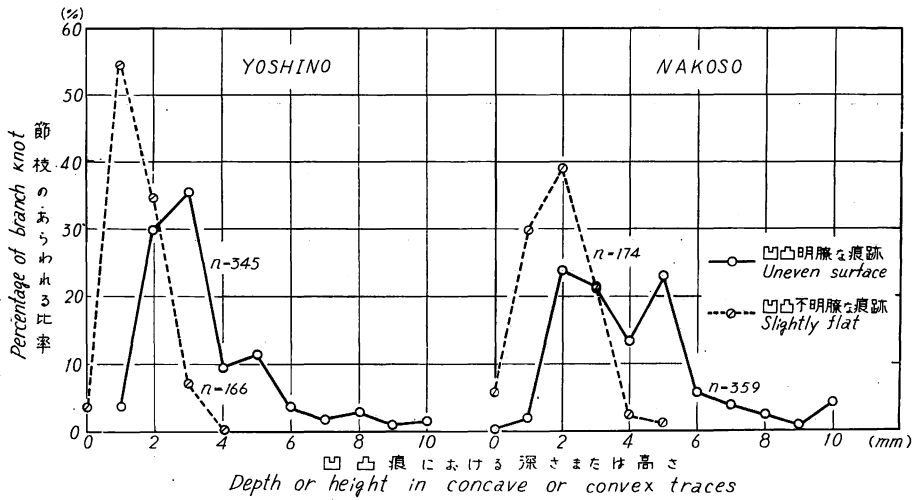


Fig. 4 節枝による丸太材面の凹凸痕の深さまたは高さの出現頻度
Difference of frequency diagrams of depth or height in concave or convex traces between uneven and slightly flat surface.

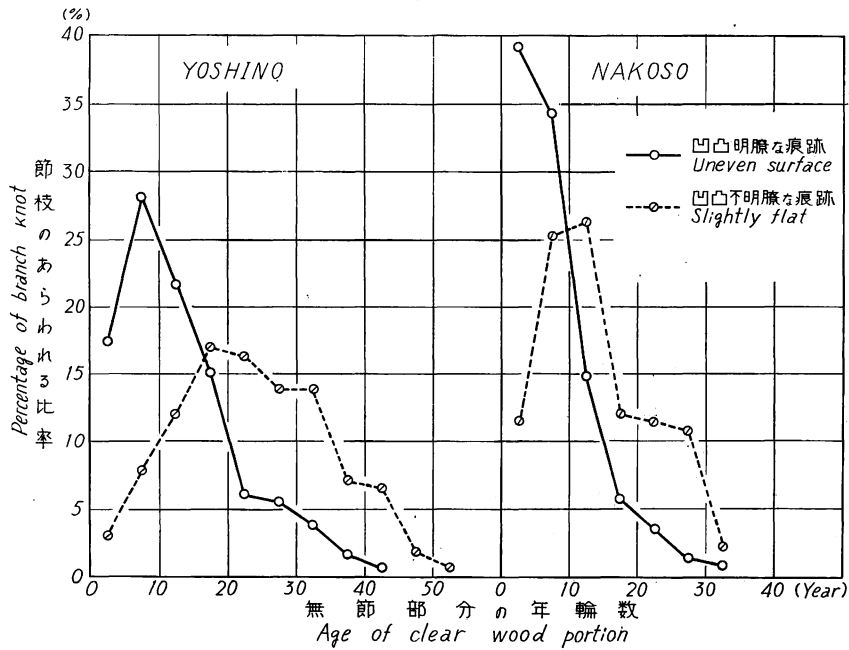


Fig. 5 丸太材面の状態べつにくらべた無節部分の年輪数の出現頻度
Difference of frequency diagrams of age of clear wood portion between uneven and slightly flat surface.

は、吉野産材では 15～20 年、勿来産材では約 10 年で互に交差し、無節部分の年輪数がこれ以上になると丸太外面の凹凸痕はしだいに不明りょうになり、節枝の存在が確認しがたくなる傾向をしめしている。また、この関係を無節部分の長さについてくらべて Fig. 6 にしめすが、この出現状態は吉野、勿来産

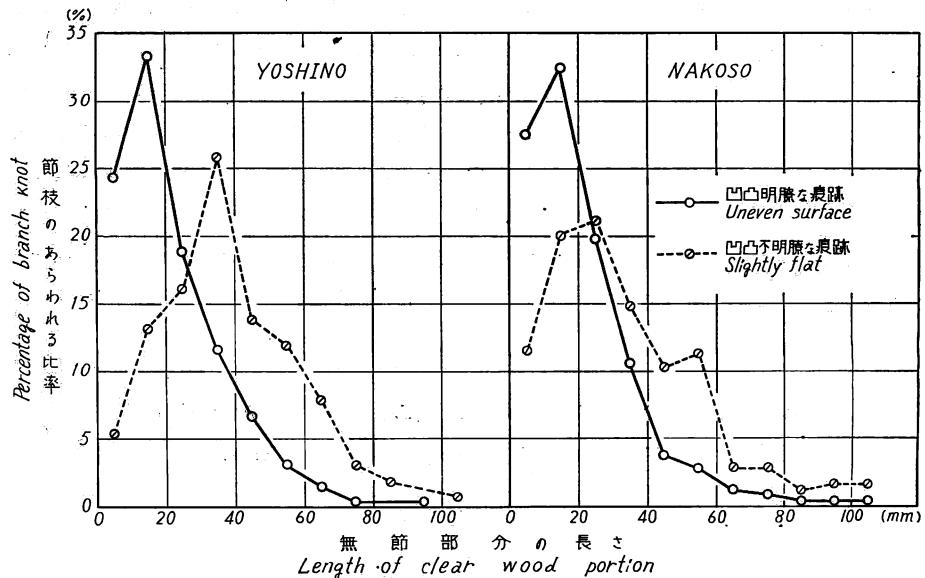


Fig. 6 丸太材面の状態べつにくらべた無節部分の長さの出現頻度
Difference of frequency diagrams of length of clear wood portion
between uneven and slightly flat surface.

材とも 20~25mm で交差し、無節部分の長さが約 20~25mm 以上のものでは、凹凸痕が不明りょうになり、節枝の存在が確認しがたくなるものがおおい。

摘 要

かくれ節には、丸太外面にのこっている枝痕によって、ある程度まで外観で判別できるものもあるが、スギの枝痕によるこの丸太外面の凹凸痕の大きさが、かくれ節の大きさや形状について指標的な意味をもつかどうかを検討した。

観察の結果、節枝径の大きいものや枝の巻き込みが終わった後に堆積される無節部分の短いものには概して凸痕を形成する傾向があり、この意味から丸太外面の凸痕は凹痕より、かくれ節による材質の低下が著しいものと判断されるようである。

観察結果のおもなものは次のとおりである。

- (1) 丸太外面で凹凸痕の明りょうなかくれ節の頻度は約 14%，不明りょうなかくれ節の頻度は約 7% で、保育形式の異なる産地間のスギについて、ほとんど近似した比率をしめした (Table 2)。
- (2) 枯死した節枝の巻き込みに要する平均年輪数は、その節枝径級とほぼ比例した変化をしめす (Fig. 3)。この巻き込みに要する年輪数は、各節枝径級べつに著しく変動するが、その平均値はおよそ 10 年以下である。
- (3) 丸太外面における節枝による凹凸痕のあらわれかたをみると、節枝径級が約 15mm 以下のものには、凹痕の出現率がたかく、これ以上の節枝径級のものには凸痕の出現率がおおい (Table 3)。
- (4) 死節枝の巻き込みに要する年輪数が 10 年輪以上のものには、凸痕の出現率がたかく、巻き込みの年数がこれより小さいものは、概して凹痕の出現率がたかくなっている (Table 4)。

(5) 節枝によって生ずる丸太外面の凹凸痕のあらわれかたを地上高べつにみると、地上高 12m 以下の範囲においては、概して凸痕の出現率がたかく、12m 以上では凹痕の出現率がたかい (Table 6)。

(6) 無節部分の長さが、約 20mm (勿来産材) ~ 25mm (吉野産材) 以下のものに、凸痕の出現率がたかく、これより無節部分の長さが大きくなると凹痕の出現率がたかくなっている (Table 7)。

(7) 丸太外面にあらわれる凹凸痕によって、節枝の存在が明りょうに確認できるものの程度は、凹凸痕の深さまたは高さが約 2 ~ 3 mm 以上であり (Fig. 4)、このような凹凸痕の明りょうなくれ節の無節部分の年輪数の限界は、勿来産材では約 10 年、吉野産材では 15 ~ 20 年で、これより無節部分の年輪数が大きくなると凹凸痕はしだいに不明りょうになり、節枝の存在は判別が困難になる (Fig. 6)。

Concave or Convex Traces on Sugi (*Cryptomeria japonica*)

Log Face caused by Over-grown Branch Knot.

Takeshi KANO

(Résumé)

In this report we describe the concave and the convex traces on the log face of Sugi caused by the over-grown branches and discuss the possibility of using these traces as an indicator to describe the size and the shape of the knots, not discernable directly from the outside. It was observed that the branches with larger diameter or with shorter clear wood portion generally tend to cause convex trace on the log face. Therefore, the convex trace is an indication to grade the logs poorer in quality than the concave trace.

(1) The relative frequency of the distinct traces and that of the barely visible traces are about 14% and about 7% respectively. In this respect, there is no significant difference found between the logs from two localities (Table 2).

(2) The period indicated by the average number of annual rings required to over-grow the dead-knot portion is almost proportional to the diameter class of branch knots (Fig. 3). And also the period above mentioned of those diameter classes of branch knots varies widely with each other, but then the average number of annual rings to show the period of each diameter classes is fewer than about ten.

(3) Knots with the diameter less than about 15 mm cause more frequently concave traces than convex traces on log face (Table 3).

(4) Concave traces occur more frequently when the number of rings required to over-grow the dead knot portion is fewer than 10.

(5) Convex traces occur more frequently in the portion below 12 m in height above ground (Table 6).

(6) Convex traces occur more frequently when the breadth of clear wood portion over-grown the dead knot is narrower than about 20 mm (in NAKOSO Sugi) and 25 mm (in YOSHINO Sugi).

(7) The traces visible on log face are 2 ~ 3 mm in depth (concave traces) and in height (convex traces) (Fig. 4).

And in these visible traces, the number of the annual rings of clear wood portion is fewer than about 10 in NAKOSO Sugi and 15 ~ 20 in YOSHINO Sugi respectively. Above these numbers, with increasing number of the annual rings, traces became increasingly difficult to find.