

カラマツ—林分(東北地方)における回旋木理の現われ方

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	小沢, 勝治
巻/号	54巻8号
掲載ページ	p. 269-274
発行年月	1972年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

カラマツ一林分（東北地方）における回旋木理の現われ方

小 沢 勝 治*

Features in Spiral Grain of KARAMATSU (*Larix Kaempferi* SARG.)
from a Stand in Tohoku District

Katsuji OZAWA*

Summary: Variation in spiral grain of thirty larch trees taken from a seventy-year-old stand in Tohoku district was observed and discussed on the relation between the twisting angle and such factors as ring number from pith and ring width. Twisting angle of each growth ring in sample disks was measured by means of the splitting method. The sample disk was cut from a part 4m above the ground level of the stem.

The results are summarized as follows:

- 1) In the case of the spiral direction, the primary orientation of spiral growth in all sample tree trunks was S-spiral to the tree axis. On the other hand, Nejure-kaeshi or unwinding was found about 31 ± 4 growth ring from pith. The age in which the maximum twisting angle was reached in the primary orientation of spiral growth was calculated in the growth ring to be between two and nine from pith in 84% of all sample trees.
- 2) The variation curve of the average twisting angle with relation to ring number from pith in a stand is shown in Fig. 3.
- 3) A significant correlation was found between twisting angle and ring width and its regression equation was formularized in each of the two parts, juvenilewood and adultwood. (see Table 1 and Fig. 5) However, it may be said that ring width is not the essential factor that strongly influences the variation of twisting angle in a tree trunk.
- 4) In general, it may be said that the value of average twisting angle in juvenilewood is larger than that in adultwood, as is evident from the results of analysis of variance in Table 2.

要 旨: 東北地方の樹齢70年生林分から採取した30本のカラマツを用い、一林分における回旋木理の変異について調べ、回旋角と髓心からの年輪数、または年輪幅との関係について検討した。回旋角測定に用いられた供試円盤は各供試木において地上高4mの部位から採取された10cmの材であり、これらの円盤を用い各年輪（夏材部）ごとの繊維回旋角を割裂法によって求めた。

- 1) この林分におけるカラマツの幼型配向は例外なくS回旋であった。ねじれ返しは髓心から約 31 ± 4 年輪にみられた。また幼型配向において、回旋角が最大に達する年数は髓心から2~9年輪であり、全供試木のうち84%のものがそれに該当した。
- 2) 全供試木における髓心からの年輪数に伴う回旋角の変異曲線を求めた（図-3）。
- 3) 回旋角と年輪幅との間に有意な相関がみられた（表-1）。またその関係を全供試木について未成熟材部、成熟材部に分けて回帰直線式を求めた（図-5）。
- 4) 平均回旋角は、成熟材部より未成熟材部の方が大きいといえた（表-2）。

1. 緒 言

構造材としてのカラマツ材は、他の針葉樹材と比較して通直性、完満性、機械的性質などに優れながら反面、狂いやねじれおよび干割れなどが著しいために用材としての使用範囲が限定されやすい¹⁾。また、回旋木理は材の乾燥に伴いねじれ狂いを起こし丸太材や角材にあっては、その材の回旋方向に干割れを生ずることが知られて

いる²⁾。

カラマツ材の回旋木理に関する報告は今までにいくつかみられるが、その殆どは単木について樹幹内における回旋角の半径方向および樹軸方向の変動を調べたものであり³⁻⁷⁾、一林分としての回旋角の変動を検討した報告は少ない⁸⁾。

今回は、東北地方におけるカラマツ一林分をとりあげ、その林分から無作為に抽出された30本の供試木を

* 福島大学教育学部 Fac. of Edu., Fukushima Univ., Fukushima

用い、カラマツの繊維回旋が一林分の中でどのような変異を示すか、また生長の良否と平均回旋角との関係、さらに年輪幅と回旋角の相関について検討した。

本実験の遂行にあたって多大のご援助をいただいた福島営林署の方々、および試料の調整などに協力をえた本学三瓶義雄技官に対し深謝の意を表します。

2. 材料と方法

供試木としては、東北地方のカラマツ一林分（福島営林署管内前ヶ岳国有林、標高 760m、樹齢 70 年生）を選び、全幹集材によって土場に搬出されたものの中から無作為に抽出した 30 本を用い、各供試木について地上高 4.00m の部位から 11cm の円盤を採取した。採取した円盤は材長が 10cm になるように木口面を鉋削し、各年輪ごとの年輪幅および回旋角を測定するための供試円盤とした。図-1 に示すように各円盤における回旋角の測定方向は 4 方向とし、そのうち円盤において最も生長

のよい方向を (a) 側、生長の悪い方向を (c) 側とした。回旋角の測定は、割裂法 (Splitting method)^{8,9)} によった。測定結果において回旋方向を区別する必要がある場合のその表示は BURGER、大倉らに従った。回旋角は各年輪の夏材部を測定したものであり、また各円盤における 4 方向の各年輪の夏材部回旋角の総和を測定年輪数で除したものを各供試木の平均回旋角とした。

3. 結果および考察

供試木から採取した円盤のうち No. 3 および No. 17 の円盤では、年輪幅が 2.1cm にも及ぶ異常生長の材部が認められ、その部分の回旋角は Z 方向に最大度 28.7 を示したので異常材として扱い、平均回旋角などの算出にあたっては除外した。No. 15 は節のために年輪ごとの回旋角の測定ができなかった。

3.1. 年輪数と回旋角の関係

髄心からの年輪数に伴う回旋角の変異を 図-2 に示し

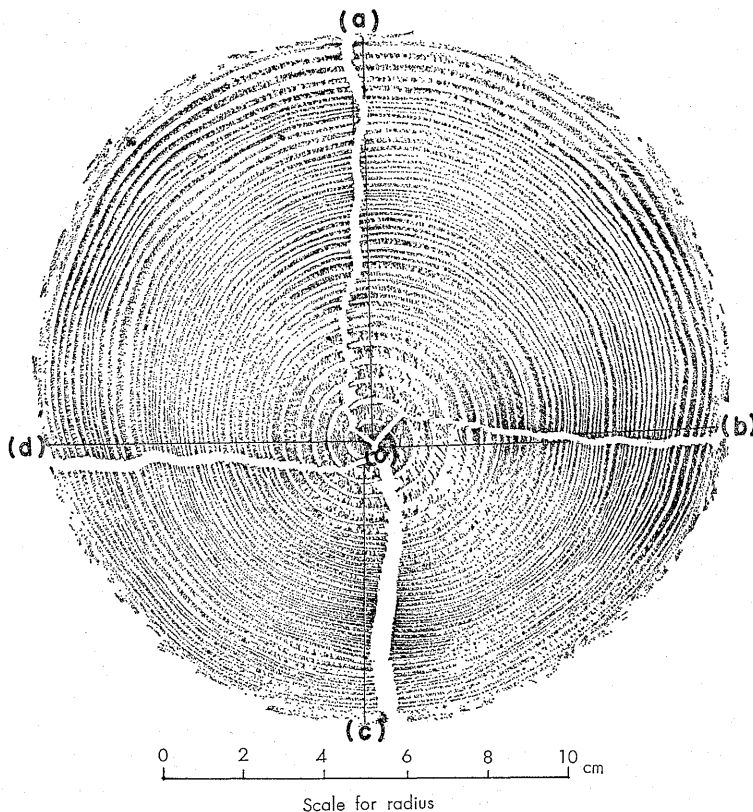


図-1. 供試円盤における回旋角の測定方法と木口面に現われた割裂曲線

Fig. 1. Explanation of each radial direction in measuring the twisting angle and feature of splitting curve on the cross surface (Tree NO. 27)

- (o) — (a): Direction of long radius on the sample disk
- (o) — (c): Direction of short radius on the sample disk

表-1. 供試木とその最大回旋角および各供試木における回旋角と年輪幅の相関

Table 1. Properties of tree, their maximum twisting angle and correlation coefficient between twisting angle and ring width in sample trees

供試木番号 Tree NO.	樹高 Height (m)	胸高直径 D.B.H. (cm)	年輪数 Annual ring NO.	平均年輪幅 Av. ring width (mm)	回 旋 角 Twisting angle (degree)			回旋角と年輪幅の相関係数 Correlation coefficient between twisting angle and ring width		
					Av.	S-max.	Z-max.	All ring	1~15	16~
1	18.5	22	53	1.8	3.69	9.1	1.2	0.024	-0.191	0.189
2	17.5	18	56	1.4	2.53	5.6	5.2	0.160	0.001	-0.175
3	15.1	18	56			5.7	26.5			
4	15.5	18	54	1.4	2.58	6.0	6.7	-0.547**	0.042	-0.332*
5	16.8	20	54	1.5	3.35	7.3	6.3	0.479**	0.363	-0.149
6	18.8	24	58	1.9	2.20	7.1	4.3	-0.201	-0.013	-0.446**
7	17.5	26	52	2.0	2.77	4.9	6.7	-0.315*	0.436	-0.518**
8	16.1	22	51	1.8	2.02	5.7	5.4	0.605**	0.708**	0.095
9	14.8	18	56	1.4	1.72	5.1	2.8	0.426**	0.236	-0.227
10	14.9	16	51	1.3	2.64	5.8	6.0	-0.754**	-0.702**	0.029
11	16.1	16	54	1.3	2.80	6.9	2.4	0.742**	0.315	0.317*
12	16.9	24	53	1.9	2.41	6.3	0.9	0.699**	0.633*	0.362*
13	15.4	14	53	1.1	3.48	5.3	9.4	-0.473**	0.486	-0.609**
14	16.8	20	53	1.7	3.31	5.9	8.4	-0.609**	-0.146	-0.631**
15	11.5	16	54	1.3		8.5	6.3			
16	19.5	32	56	2.4	3.06	7.8	1.5	0.314*	0.668**	-0.069
17	17.0	22	53			6.3	28.7			
18	17.6	24	56	1.9	3.81	6.6	10.4	-0.228	0.800**	-0.442**
19	17.6	22	56	1.7	3.54	6.7	9.7	0.478**	0.703**	0.061
20	17.7	24	56	1.8	1.56	3.9	3.9	-0.632**	0.338	-0.862**
21	17.5	24	53	2.1	1.71	5.5	3.1	0.692**	0.391	0.567**
22	18.1	28	55	2.2	2.49	6.1	5.8	0.384**	0.538*	0.074
23	18.5	28	54	2.2	2.77	7.4	7.9	0.442**	0.450	-0.061
24	16.2	22	53	1.8	2.04	5.6	4.9	0.275*	0.629*	-0.229
25	16.	22	54	1.8	2.88	7.2	3.3	0.841**	0.732**	0.617**
26	18.3	24	53	1.9	2.08	4.1	7.5	0.613**	0.753**	-0.204
27	15	22	49	1.7	1.49	5.3	1.4	0.633**	0.536*	0.442**
28	13.	14	48	1.3	3.02	7.1	6.3	-0.325**	0.687**	-0.672**
29	17.4	20	52	1.6	2.13	5.2	4.6	-0.339*	0.904**	-0.593**
30	14.4	14	53	1.6	2.96	4.2	8.2	0.713**	0.752**	0.364*

*: Significant at 5% level

**: Significant at 1% level

た。図から明らかのように、供試木はもとより同一円盤においても方向によりその回旋角は著しく異なったが、すべての供試木において幼型配向¹⁰⁾は例外なくS回旋であった。また年輪数の増加に伴う回旋角の変動を全供試木について求め、平均値と標準偏差(±2σ)によりこの林分の回旋角の変異曲線として示したものが図-3である。これによれば、標準偏差は幼齢時よりも壮齢時において大きい、全供試木とも幼齢時には年輪数の増加に伴って回旋角は増大し、ある一定の年数で最大に達し、以後漸減して回旋方向の転換すなわち“ねじれ返し”を示すことが分かる。幼型配向において回旋角が最大になる年数は、最小2年輪で最大25年輪であったが、全供試木の84%のものは2~9年輪内で回旋角は最大値を示した。またねじれ返しがみられた年数は、早いもので7年輪、遅いものにあつては56年輪でもみられなかったが、この林分におけるねじれ返し年齢は27~35年位

であると考えられる。なお各供試木における最大回旋角および平均回旋角については表-1に示した。

試供木の生長の良否と回旋角およびねじれ返し年齢との関係を明らかにするために、供試木を直径により3つに区分けしその平均回旋角、ねじれ返し年齢を比較したが、いずれも有意差が認められなかった。このことは、同一林分内で樹齢がほぼ同じであれば、樹幹における平均回旋角は直径の大小により左右されるものではなく、また生長の速いもの(優勢木)は生長の遅いもの(劣勢木)に比べてねじれ返しが遅れるとは限らないことを意味している。

次に供試木間の平均回旋角の有意差または幼齢時に形成された材部すなわち未成熟材部(髓心から15年輪までを未成熟材部とみなした)と、成熟材部(16年輪以上)の平均回旋角の有意差などを明確にするために分散分析を行なった。その結果を表-2に示したが、これに

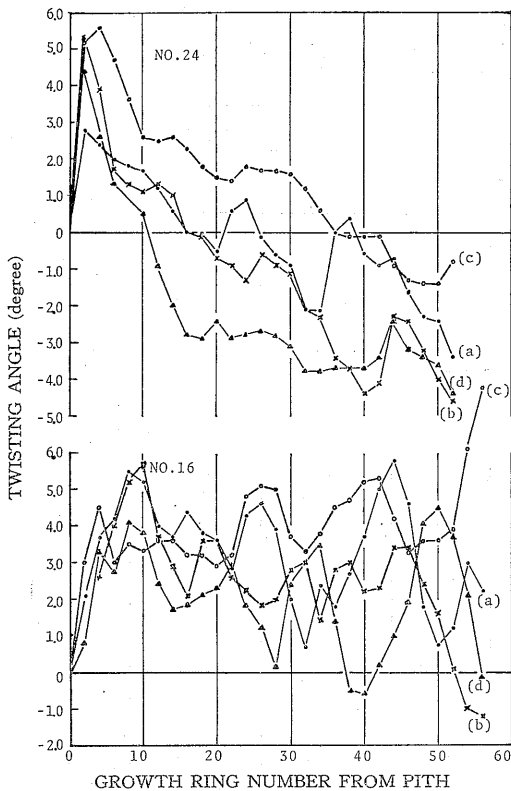


図-2. 供試木 No. 16 および No. 24 における回旋角の年輪数に伴う変動と材の方向による差異

Fig. 2. Variation of twisting angle in relation to ring number from pith to bark in two sample trees

よれば平均回旋角は供試木間に有意差が認められ、また危険率1%で未成熟材部の平均回旋角は成熟材部の平均回旋角より大きいといえた。全供試木における未成熟材部、成熟材部の総平均回旋角およびその95%信頼限界は、それぞれ $2.98^{\circ} \pm 0.34^{\circ}$ 、 $2.50^{\circ} \pm 0.32^{\circ}$ であった。

また供試円盤において生長のよい(a)側と、生長の悪い(c)側の平均回旋角の間には有意差がみられなかったが、供試木 No. 1 と No. 21 を除外して検定すると、危険率10%で有意差が認められ、(a)側より(c)側の平均回旋角が大きいといえた。このことについては今後、林分および供試木をかえて比較検討したい。

樹幹における回旋角の半径方向の変動については、個体、部位、方向によりバラツキがみられるが、一般的には髓心からの距離による変動よりも、髓心からの年輪数による影響の方が大きい。また70年生位のカラマツの樹幹における構成繊維の配列は、樹軸に対して内部ではS回旋、外部ではZ回旋である一種の交叉螺旋体を形成

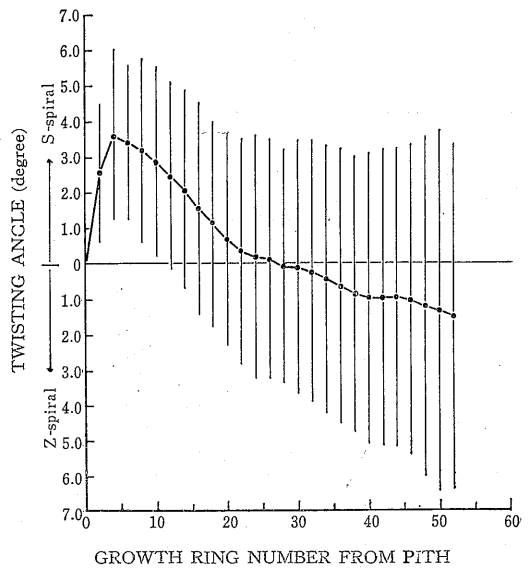


図-3. 髓心からの年輪数に伴う回旋角の変動 (全供試木)

Fig. 3. Variation in average twisting angle and its standard deviation in relation to ring number from pith in all sample trees

表-2. 回旋角についての分散分析表

Table 2. Analysis of variance for spiral grain in a stand

要因 Factorial effect	平方和 S. S.	自由度 D. F.	不偏分散 M. S.	分散比 F.
供試木間 Sample tree (A)	34.12	24	1.422	1.86*
未成熟材部と成熟材部間 Juvenilewood and adultwood (B)	18.49	1	18.490	24.23**
長径方向(a)と短径方向(c)間 Direction in wood (C)	0.85	1	0.850	1.11
(A)と(B)の交互作用 Interaction between (A) and (B)	29.02	24	1.209	1.58
(B)と(C)の交互作用 Interaction between (B) and (C)	1.34	1	1.340	1.76
(A)と(C)の交互作用 Interaction between (A) and (C)	33.33	24	1.389	1.82*
誤差 Error	57.20	75	0.763	
合計 Total	174.35	99		

*: Significant at 5% level
** : Significant at 1% level

していると考えるべきであろう。

3.2. 回旋角と年輪幅の相関

樹幹の半径方向における回旋角の変動の支配的因子は、髓心からの年輪数であることはすでに述べたが、他方回旋角と年輪幅の間にも有意な相関がみられた。各供

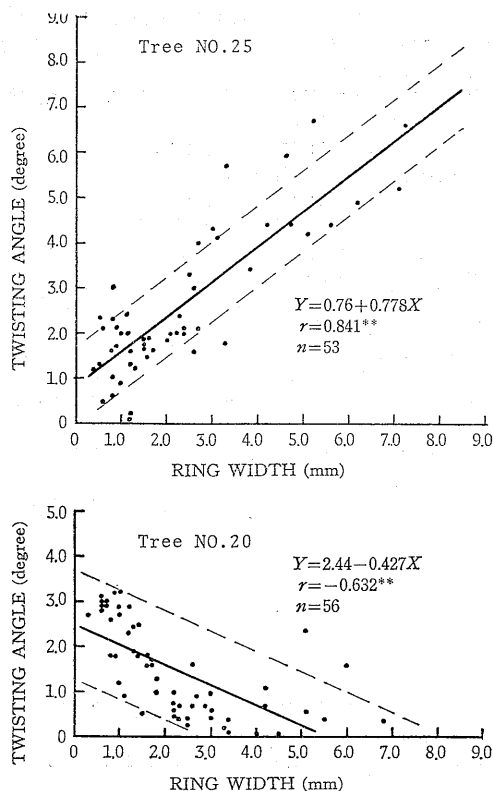


図-4. 供試木 No. 20 および No. 25 における回旋角と年輪幅の関係

Fig. 4. Relation between twisting angle and ring width in two sample trees

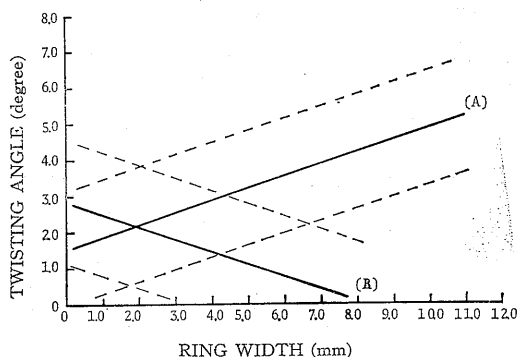


図-5. 未成熟材部 (1~15) および成熟材部 (16~) における回旋角と年輪幅の相関

Fig. 5. The linear relationship between twisting angle and ring width in two parts (juvenile wood and adult wood), in all sample trees

(A): Juvenile wood (1~15)
 $Y=1.51+0.343X$ $r=0.330^{**}$ $n=404$
 (B): Adult wood (16~)
 $Y=2.80-0.337X$ $r=-0.166^{**}$ $n=1041$

試木について樹齢を考慮せずに供試円盤の (a) 側について年輪幅と回旋角の相関係数を求め、全年輪、1~15 年輪、16 年輪以上の 3 つに分けて表-1 に示した。供試木の中で相関の高い代表的なものを選び図-4 に、また全供試木において未成熟材部、成熟材部それぞれについて回帰直線式および不偏分散の平方根を求め図-5 に示した。未成熟材部と成熟材部に分けて相関をみると、未成熟材部では正の相関を示すものが多く、成熟材部では、正負両方あらわれるが負の相関が多いようである。次に図-5 において、供試木や未成熟材部 および成熟材部の違いを考慮せずに回旋角と年輪幅の関係の求めると、相関係数 $r=0.115^{**}$ ($n=1445$, 危険率 $\alpha=0.01$ のときの r の限界値 $r(\phi, \alpha)=0.068$) となり、その回帰直線式は、 $Y=2.12-0.135X$ となった。

カラマツ材における回旋角と年輪幅の相関については、大倉・鳥山⁴⁾、中川⁵⁾、重松・安本⁶⁾、小沢⁷⁾らの報告があるが、その結果は必ずしも一致していない。回旋角と年輪幅の相関について、幼齡時に形成された材部で殆ど供試木において正の相関がみられた理由としては、髓心から 10~15 年輪までの年輪幅の半径方向の変動が、幼型配向における回旋角の年輪数の増加に伴う変異曲線とほぼ一致することによって考えられる。すなわち幼齡時における樹幹の回旋型⁸⁾は図-2~3 にみられるように SI~SIV 型であり、壯齡時にはねじれ返しを生じ SV 型となるために、未成熟材部では正の相関に、また成熟材部では負の相関になるため、筆者ら⁷⁾がすでに報告したようにこれらの関係は回旋型を無視しては論じえないのである。換言すれば年輪幅は、回旋角の変動を左右する支配的因子ではないとみるべきであろう。

その他、各供試木の総平均回旋角と各因子 (樹高、胸高直径、枝下高、平均年輪幅など) の間の相関を求めたが、有意な相関は見出せなかった。

4. 結 言

東北地方のカラマツ一林分から無作為に抽出された供試木を用い、一林分における回旋角の変動を調べた。回旋角の半径方向における変動についてみると、回旋角には個体、方向により相当なバラツキがみられるがこの林分における年輪数に伴う回旋角の変異曲線 (図-3) を求めることができた。幼型配向において回旋角が最大になる年数は、おおむね 2~9 年輪目であり、この年数は林地の状態により著しく変動するものではないと考える。

また本実験に用いた供試木のうち 27 本は正常回旋材¹⁰⁾というべきものであって、 $\pm 10^\circ$ 以内のねじれは正常な生長をしたカラマツ材には常にあらわれると考えら

れるし、異常生長が認められた No. 3 および No. 17 においては正常材に比べ回旋角も著しく大きいので、異常回旋材として区別するのが妥当であろう。

この林分におけるねじれ返し年齢は、 31 ± 4 年輪であったが、このねじれ返しが現われる年齢は、立地条件により変動することが予想されるので、他の林分を調べ林分におけるねじれ返し年齢と地位などの関係について明確にしたいと考える。

回旋角と年輪幅の相関については、樹齢を無視すればその相関は低い、未成熟材部と成熟材部に分けて相関を求めると、未成熟材部において相関が高いことが分かった。しかしながら年輪幅の広狭は、回旋角の変動に影響する支配的因子ではないと考えるべきであろう。

引用文献

1) 加納 孟・中川伸策・斉藤久夫・小田正一：カラマツの用

- 材品質について(第1報). 林試報告 162: 1~44, 1964
 2) 大倉精二・小沢勝治: 木材のねじれ狂い(第2報). 木材誌 8: 105~108, 1962
 3) 大倉精二: 樹幹における繊維回旋の現われ方. 信大農学部紀要 8: 59~100, 1958
 4) ———・鳥山清美: 樹木の回旋性について(第1報). 信大農学術報告 1: 28~31, 1951
 5) 塩倉高義・渡辺治人: カラマツ材の品質に関する基礎的研究(第1報). 農学集報 13: 99~103, 1968
 6) 重松頼生・宮本善次: 回旋木理と収縮率の樹幹内分布. 第19回日林中部支講: 92~94, 1970
 7) 小沢勝治: 回旋木理について(第2報). 産業技術教育学会誌 14: 67~70, 1971
 8) 中川伸策: カラマツ材の繊維傾斜のあらわれかた. 第21回木材学会大会研究発表要旨: 40, 1971
 9) 小沢勝治: 針葉樹の回旋性について. 日林誌 53: 368~371, 1971
 10) 大倉精二: 回旋生長の原因について. 信大農学部演習林報告 2: 1~65, 1960

(1972年5月1日受理)

日本林学会大会講演集

第79回

定価 2000 円 (送料 100)

第81回

定価 2500 円 (送料 140)

第82回

定価 2800 円 (送料 140)

日本農学進歩年報 (林学部門抜刷)

11号

価 150 円 (送料込)

12号

価 150 円 (送料込)

14号

価 200 円 (送料込)

16号

価 350 円 (送料込)

17号

価 350 円 (送料込)

18号

価 350 円 (送料込)

19号

価 350 円 (送料込)

日本農学賞受賞論文要旨 (昭和42~47年度)

価各300円 (送料込)

日本農学会シンポジウム発表要旨 (昭和41~47年度)

価各300円 (送料込)

林学関係大学卒業生名簿 (明治35年~昭和36年)

価 100 円 (送料実費)

本誌専用綴込合本用ファイル (12冊綴込用)

価 150 円 (送料実費)

(日本林学会)