

木目の図形的分析と木目パターン

正 会 員 岡 島 達 雄*
 正 会 員 若 山 滋**
 正 会 員 野 田 勝 久***
 正 会 員 小 西 啓 之****

1. 序 論

われわれは、木質材料を用いた空間において、落ち着いた、やすらぐ等のイメージを抱く。木材の持つ特質が柔らかな空間を形作り、自然素材による自然なイメージを付与すると考えられる。さまざまな装飾、色調によるデザインが可能な中であって、無垢の木材も含め、木目模様を施したさまざまな材質による内外壁材、天井・床材が多くみられ、好んで使用されている。人間にとって、視覚は、ほかの感覚と比べた場合、圧倒的に多くの情報をもたらす、生活上の依存度が高い感覚である。そのことを踏まえ、木材の視覚的情報源である木目模様を、あえて線現象としてとらえる。また、木目は必ずしも線としてのみの存在ではないが、線現象として抽象化し、パターン認識ができれば、そこに秘められたリズムやバランス、力感、および動感と線現象の関係が明らかになることを前提に、木目模様を永遠の魅力を保つものということにとどめず、繊細な美、簡潔化された美、生きものの息吹きを感じさせる直線現象や曲線現象としてみてゆく。

本研究は、木目に関する既存の文献や、生長過程を考慮し、木目模様を図形的に分析し、その特徴を明らかにした上で、数種のパラメータによる、連続的变化が可能な木目模様の作図を目的とする。

2. 木目を線模様としてとらえるための条件

2-1 非交差性

木目模様は、早材（春材）、晩材（夏材）の繰り返し、すなわち、形成層始原細胞の周期的な分裂による木部組織の肥大生長層が生長輪として現れたものである。また、通常、構造要素の幹軸に対する配列は平行、あるいは、らせん状であり、構造的に交差しない特徴をもっている。

増田は、プロッターにて作成した模擬木目模様（柎目）を提示し、イメージを問う実験を行い、交差角⁴¹⁾が小さくなるに伴い、「すっきりした」、「落ち着いた」がある、

* 名古屋工業大学 教授・工博、

** 名古屋工業大学 助教授・工博

*** 旭化成工業（株）・工修

**** 名古屋工業大学 大学院生

(昭和 61 年 4 月 11 日原稿受理)

「美しい」、「上品な」、「感じのよい」等のイメージになるという結果を出している²¹⁾。これより、木目模様の非交差性が、それらイメージの一因であるとして本研究では、非交差性を第一の前提にし、交差することのない連続な線模様のみを対象としていく。

2-2 規則性とゆらぎ

早ばつ、霜、気温の変動等の気候の影響により、木目形成の早材幅、晩材幅には、年ごとにゆらぎがある。増田の研究²¹⁾には、この幅ゆらぎがイメージに与える影響の考察がある。方法は、「眼に最も大きな刺激を与える図柄とは、ちらちらする図柄である。」との仮定から始まり、「ちらつき度」と「図柄における繰り返しの規則性の度合い」を数値化したパターン値を提唱し、図柄とイメージとの対応を計ったものである。その結果、パターン値の減少、すなわち、線幅および、線間隔が完全に規則的な平行線パターンから、線幅と濃淡および線間隔のゆらぎが大きい程、「豪華な」、「派手な」、「美しい」、「感じのよい」イメージとなり、「ちらつき」も小さくなることを明らかにしている²²⁾。

また、「規則性」と「ランダムさ」に関して、武者利光や筆者らのパワー・スペクトル密度による「ゆらぎ」の研究がある²³⁾。木材の木目模様および細胞壁の断面組織模様の濃淡スペクトル分析を行い、木目の美しさを探求している。それによると、木目模様は、意外性と期待性とを適度にもち、乱雑で疲れを与えることもなく、退屈にもさせない、濃淡分布をもち、目で見て非常に好ましい感じを与えているという。さらに、その濃淡分布のゆらぎが、心拍周期変動や、脳波の周波数変動のゆらぎ等の人体のリズムや、ほかのさまざまな自然のゆらぎ現象に近似することが「やすらぎ」を感じさせる原因だとしている。

以上のことより線間隔のゆらぎ、規則性についても検討の対象とする。

2-3 線現象としての木目模様

1) 柎目と縞

日本の建築、特に、手をかけた和風住宅や書院には、檜や杉「四方柎」、「二方柎」が用いられる。また、木目

柄のアレンジが施される中であってもなお、和室の杉柾（風）天井だけは需要が減らないことを考慮し、柾に通ずる縞をみてゆく。

平行な垂直線の配列である縦縞は、幾何学図形として最も基本的で、シンプルな形ではあるが、自然の中にも落下する雨や滝、林立する杉林や竹藪など近いものを見る。これらには、身が引締まるような緊張感と、ある種の爽やかさがあり、その美しさが貴ばれ好まれている²⁴⁾。

2) 板目と円錐曲線

柾目を縞としてとらえるならば、板目とは何に相当するであろうか。直観的に、放物線や双曲線などの円錐曲線が思い当たる。円錐曲線は、力学上、光学上、いたるところで使用され、自然界のさまざまな現象の形態としても豊富に存在する²⁵⁾。多くの建築材料が直線材、平面材として提供され、また施工難易度と経済性から、建築設計は多くの場合直線と平面とですすめられる。その中で板目模様の曲線は直線や平面との対照的な存在としても魅力を持つと思われる。

3) 形態感情と心理学的な線現象としての木目

フリーハンドで描かれる線は、曲線形や、外へふくらむ図形とともに、有機的であり、暖かい感じがする²⁶⁾。反対に、幾何学的な直線形や内へそりこむ図形は、冷めたい感じがする。この点木目の線は、フリーハンドに相当し、有機的で、暖かさを有するのであろう。また、板目や、その他の空に見られる流れるような曲線は、柔らかさや暖かさを与えると思われる。

次に、相称性、非相称性に関して考える。相称性とは、各要素が左右、上下などシンメトリーに画面に配置されることをいう。相称性は、静的均衡を備え、構成は整えられているので、変化をつけリズムを与えることにより、やすらぎを加味する必要がある。非相称性は、動的バランスにより造形構成がなされなければ、やすらぎや、やわらぎが与えられない。木目模様は、相称性と非相称性とももち、年輪幅間隔のゆらぎのリズムと、構成のバランスがほどよく、やすらぎ、やわらぎを感じさせるのであろう。

また、小林²⁷⁾によれば、日本の風土には、簡潔化、単純化に美感と快感を求める精神があるという。それは、つつましかで、あっさりしており、爽やかで、清く、はっきりした「さやけさ」を求める心があるからであり、意味のつかめない「あいまいさ」に対して不安を感じ、意味のつかみやすい「はっきりした」ものが安心感を抱かせ、覚えやすさを大にする社会認知の心理による。つまり、意味づけ、ものの認知における快・不快が部分の鮮明化と省略化を自然に行うことによる精神である。さらに、日本人の美意識の中には、極端さを嫌い、和を求め、偏らない安らぎを求める心があるという。デザイン

としての木目模様は、ほかの抽象柄にない「木目」という意味をもち、しかも、簡潔な線の集まりであり、線間隔のゆらぎと濃淡による適度なリズムとバランスをもつ、和の模様なのであろう。

3. 木目模様の作成方法

3-1 木材の構造と成長過程

1) 木材の構造²⁸⁾

木材には、物理的、機械的性質が異なる繊維方向、半径方向、接線方向の3方向、横断面、柾目面、板目面の3つの断面が存在する。(図-1)

2) 樹木の生長²⁸⁾

木目模様が生長論であることを考えれば、当然のこととして、樹木の生長過程を追う必要がある。樹木の生長には、一次生長（伸長生長）と二次生長（肥大生長）とがある。

木材は、3方向のそれぞれが、連続的な変化を有する組織で形成される。線模様として現れる木目のみならず微視的な構造においても、各方向に連続な線が存在するといえる。細胞オーダーから部材オーダーまで、異なる視角オーダーのパターンで構成されている。

3) 樹木の形状

樹木の形状は、樹種やその樹木の生育環境などによって変化するものであるが、一般的には、順調に生育した樹木の幹の中心線は直線状と見ることができる。この樹木の梢端より底面に向かって樹幹のほぼ中心を貫く仮想曲線を幹曲線という。幹曲線の形は各種条件により、一様ではないが、一般的には、図-2のように直線、放物線、ナイル放物線の組み合わせとみることができる。樹幹の断面を円と仮定すれば、樹幹は、幹曲線が幹軸を中心に1回転したとき得られる回転体と考えることができるから、幹の形は、円錐、放物線体、円柱、ナイロイドの重積したものとみなすことができる。

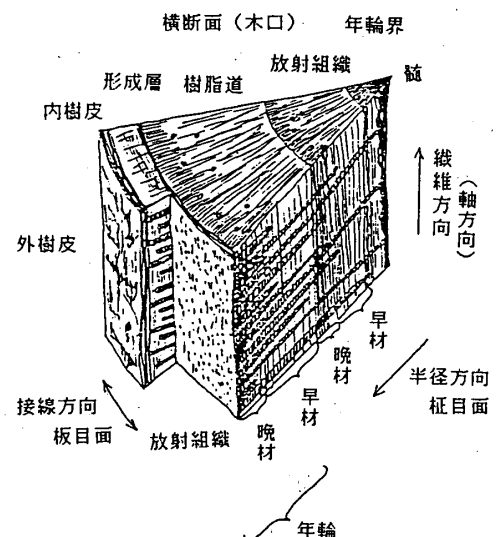


図-1 樹幹材の断面

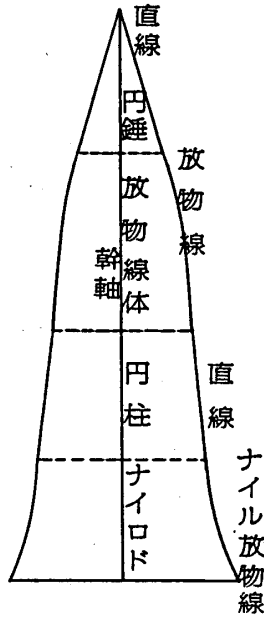


図-2 樹木の形状

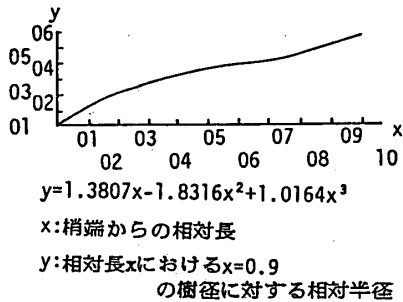


図-3 相対幹曲線

図-3は、最小二乗法により、吉野地方で採取したスギ伐倒木の標本から求めた相対幹曲線であるが、今後、図形的分析には、この相対幹曲線を用いる¹⁰⁾。

3-2 多種多様な木目模様

1) 年輪幅の操作とデータ

年輪幅の変動は、実際の年輪幅データ¹¹⁾(図-4)を基にして、それを等間隔、さらに規制を加えた数列の間隔、逆にランダムな間隔がとれる操作をする。

2) 板目模様のゆらぎ

板目模様における曲線のゆらぎは、生長論のゆらぎより生ずる。そこで、ゆらぎを段階的に与える方法として、振幅係数(A)と振動数(B)をパラメータとする正弦波をゆらぎとして採用する。(図-5)

(A) 振幅係数：樹心距離 R (生長半径) に対する振幅の大きさ (正弦波の波高)

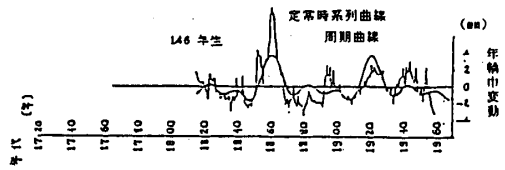
(B) 振動数：生長輪での振動回数

3) 木取りと切断面操作

製材木取りは、木目模様の現れ方の要因のひとつである。大別して、板目と柵目の2つになるが、図形的に木目を表現するためには、木取りの詳細を調べ、それに合った木目模様の作成を行う。

$$\hat{Y}(t) = 10.620 - 95.189 \times 10^3 (t-1886) - 0.11 \times 10^3 (t-1886)^2 + 0.032 \times 10^3 (t-1886)^3$$

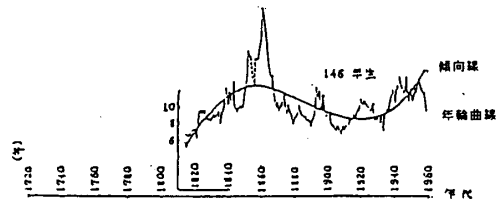
1814 < t < 1959 (year), $\hat{Y}(t)$: (mm)



各供試木の年輪曲線から傾向線を差し引いた定常時系列曲線と周期曲線のあてはめ

$$\hat{y}(t) = 0.91 + 5.11 \cos 6(t-1813) - 12.66 \sin 6(t-1813) - 13.24 \cos 12(t-1813) - 3.48 \sin 12(t-1813) - 4.81 \cos 18(t-1813) + 8.82 \sin 18(t-1813)$$

1814 < t < 1959 (year), $\hat{y}(t)$: (1/10mm)



各供試木の地上高0.6メートルにおける4方向の和を時系列にした年輪曲線および傾向線

図-4 傾向線と周期曲線

$$R \times \{1 + A \times \sin(B \times \theta)\}$$

ゆらぎ

R: 操作前樹心距離 a: 振幅
r: 操作後樹心距離 B: 振動数
A: 振幅係数 b: 振動回数

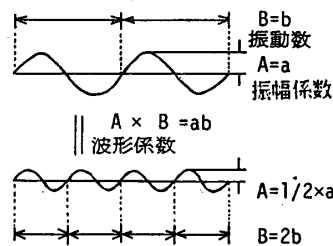
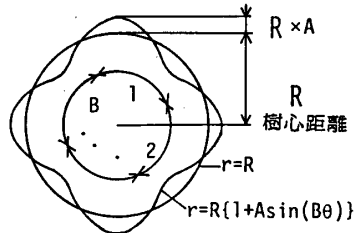


図-5 生長輪のゆらぎ

a) 樹心部削除¹²⁾

樹心は髓に近い部分で、樹種により異なるが、およそ直径3~6cm部分をいい、強度的に弱く、製材では欠点とみなされる。また、割れ、反りなどの狂いを避けるためにも、樹心を除くことが原則であり、樹心部の切断模様を除外する。

b) 板目木取り法¹³⁾

板幅の中心と板目面の中心が不一致な板は、狂いやすく(図-6・B)、見苦しい不良な木取りとされ、板目木取り法は、板幅の中心と板目面の中心線が一致すること

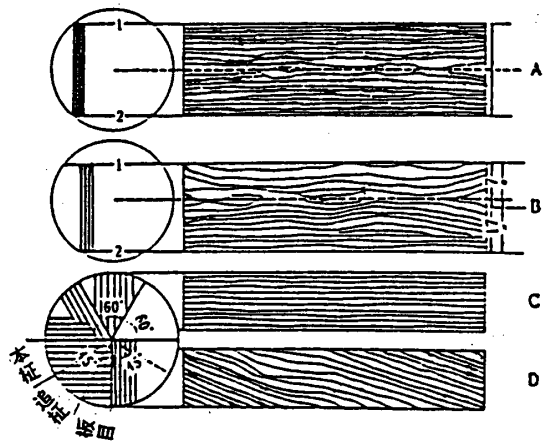
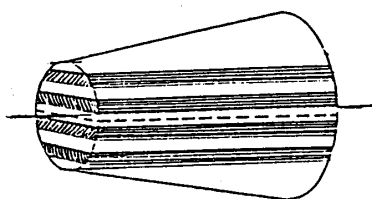
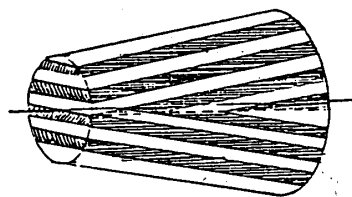


図-6 木取り法



①中心定規



②側面定規

図-7 中心定規と側面定規

(図-6・A)が基本条件となっている。

c) 柁目木取り法^{文12)}

板目面は意匠的に尊ばれるので、要求される柁目は、図-6・Cのごとく、材線に平行に年輪が直線に走り、年輪幅は1cmの区間に5~8本位入り、年輪の走向角度が材面に対して30度以内とされている。図-6・Dのような、目切れ、年輪の線が曲っているものは、価値のないものとされている。

d) 中心定規と側面定規と切断面角度^{文14)}

中、大径の丸太で、末口と元口の径が極端に違った場合、以下の2とおりのひき方が考えられる(図-7)。

①中心定規：ひき面を中心軸と平行にとる。

②側面定規：ひき面を材面と平行にとる。

一般に①が多く採用されるが、外周部材の繊維方向が傾斜する欠点があり、②の方法は高級となる。

4. 木目模様作成の方法とプログラム

4-1 木目模様作成の方法

前章までの木目作成条件を満たし、木目模様の段階的図形操作を可能にするために、手段として、コンピュー

ター(名古屋工業大学情報センター HITAC M-170)を利用する。利用に際し、縦断面形には実際のデータを基に相対幹曲線を充て、横断面形には、神宮杉の年輪幅曲線による年輪幅を持った同心円を考えて、これを樹木と想定する。この幹軸まわりの相対幹曲線の相似回転体を切断した時の切り口模様を扱ってゆく^{文15)}。

4-2 プログラムの概略

1) 縦横断面形の選択

本プログラムには図-8に示すように縦断面形には4種類、横断面形には5種類の型を設け、それぞれの組み合わせによる擬似樹木を想定した。横断面形は146年生(J1)、147年生(J2)、191年生(J3)、201年生(J4)の神宮杉データとダ円形(J5)の5種類である。今回の作図には、146年生神宮杉データ(J1)と相対幹曲線(JJ1)の組み合わせを使い、一部201年生神宮杉データ(J4)を検討した。また、柁目としての縞模様には、円柱形(JJ4)を使用した。

2) 年輪幅の操作

a) 実存データ：3-2で述べた神宮杉の年輪曲線を使った年輪幅

b) 等間隔：実存データによる、平均年輪幅に統一した等年輪間隔

c) 数列的間隔：平均年輪幅を基本に、これに数列的係数を乗じ、規則的な幅変動をさせたもの。

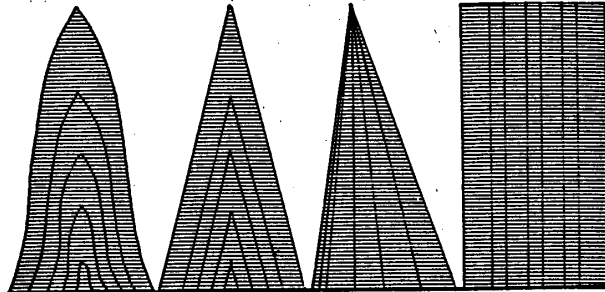
d) ランダム：混合型合同法による乱数を用い不規則に幅変動させたもの。年輪幅の平均は基本の平均年輪幅と同じになるように設定。

3) 木取りの操作

木取りの操作に関しては4つのパラメータを用いたが今回は、切断面高さ(HC=5m)、切断面の位置(PC=5cm)は固定させ、切断面角度(β)板目面中心軸移

縦断面形 JJ

1 相対幹曲線 2 相似円スライ体 3 頂点一致円スライ体 4 円柱



横断面形 J

1~4 神宮杉データ 5 ダ円

図-8 縦横断面形

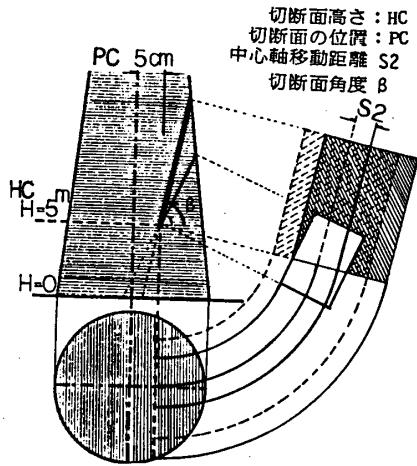


図-9 木取りの操作

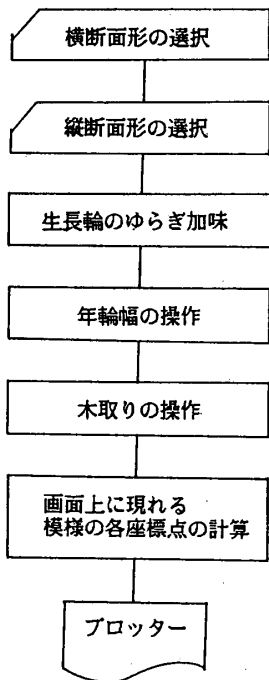


図-10 作成のフローの概略図

動距離 (S2) を段階的に変化させた (図-9)。

ここで、作成のフローの概略を図-10 に示す。

5. 作成木目模様

生長輪のゆらぎ、年輪幅の変動、切断面角度および、中心軸移動を基本的操作をして、各パラメータを変化させ木目模様を表1-4 のように作成した。

1) 生長輪のゆらぎと木目模様 (表-1)

パラメータ, J=1; JJ=1; HC=5(m); PC=5(cm); BETA=80°; S2=0(cm) を固定し、振幅係数 (A), 振動数 (B) を段階的に変え、よく似た模様は除き、連続的に木目模様に変化するように選択した。No. 8 は No. 7 の年輪幅を等間隔にしたものである。

2) 切断面角度、板目面中心軸移動と木目模様 (表-2)

パラメータ, J=1; JJ=1; HC=5(m); PC=5(cm); A=0 (ゆらぎを入れない) を固定し、横に、切断面角度

表-1 生長輪のゆらぎと作成木目模様

A	1/500	1/100	1/50	1/10	1/9	1/7	1/5
100	11		14	16			
50	5	12	13	15			
20		6	7	8			
10		1	2	9			10
5					3	4	

表-2 切断面角度、および板目面中心軸移動と作成木目模様

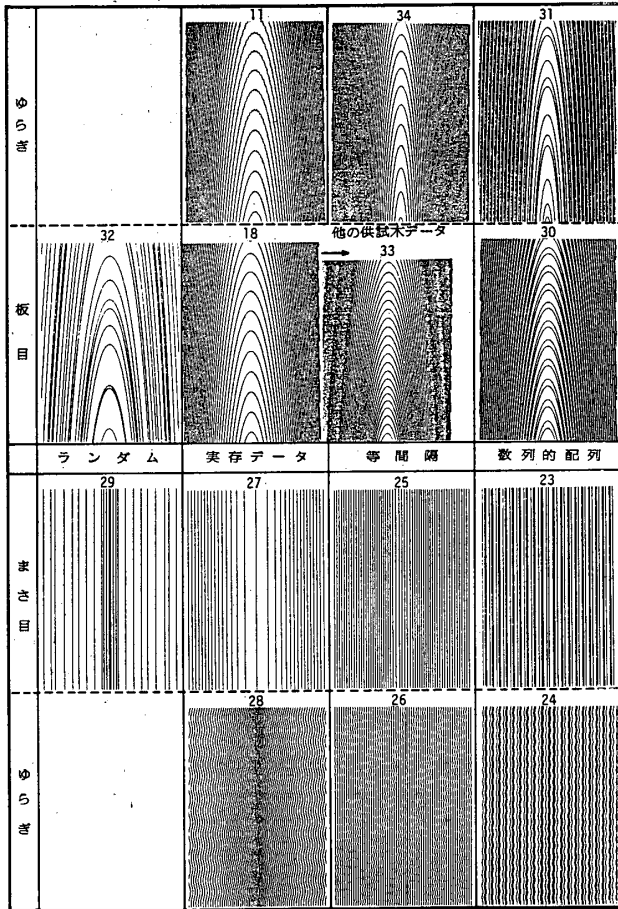
β	89.9 (°)	80	70	50	30
S2	17	18	19	20	21
0 (cm)					22 ゆらぎ
5		35			
10		36			
15		37			

表-3 生長輪ゆらぎの位相逆転と作成木目模様

6	38	2	39
---	----	---	----

の変化、縦に中心軸距離の変化をさせたものを示す。No. 22 は、No. 21 に A=1/500, B=100 のゆらぎを加えたものである。

表一4 年輪幅の操作と作成木目模様



3) 生長輪のゆらぎの位相変化と木目模様 (表一3)

実際の生長輪は前年生長輪とはほぼ同形でゆらぐものがあるが、変化に富む木目模様の作成ということで、生長輪のゆらぎの位相をずらしたものである。

No. 38 は、No. 6 の位相を -180° , $+180^\circ$ と、年ごとに位相を変化させたものである。No. 39 は、No. 2 の位相を -90° , $+90^\circ$ と年ごとに位相を変化させたものである。

4) 年輪幅の操作と提示木目模様 (表一4)

板目に関しては、パラメータ、 $J=1$; $JJ=1$; $HC=5$ (m); $PC=5$ (cm); $BETA=80^\circ$; $S2=0$ を固定し、1 段目には、 $A=1/500$, $B=100$ でゆらぎを加えたもの、2 段目には、ゆらぎのないもの ($A=0$) を示す。

柾目に関しては、パラメータ、 $J=1$; $JJ=4$; $HC=5$ (m); $PC=5$ (cm); $BETA=90^\circ$; $S2=0$ を固定し、3 段目には、ゆらぎのないもの、4 段目には正弦波^{註1)}によりゆらぎを加えたものを示す。

左右には年輪幅を変動させたものを示す。

数列的配列は、平均年輪幅に係数 (1/4, 1/2, 1, 2) を 4 年周期で乗じて年輪幅を規則的に変動させたものである。No. 30, 31 は係数 (1, 2) を 2 年周期で乗じた年輪幅である。No. 33 は、 $J=4$ (神宮杉, 201 年生の年輪幅データ) としたものである。

6. 結 論

木目模様である重要な特徴として非交差性であること、線間隔の変動が意外性と期待性とを適度に持つ有機的な線模様であることを挙げる事ができた。

次に、木目模様を表現するいくつかのパラメータを抽出することができた。さらに、それらパラメータを連続的に変化させ、各種各様の木目模様を表現できる作成プログラムを考え出し、プロッターにて描かせることができた。

謝 辞

卒業論文として本研究を担当された堀田典子氏、専門的見地からご教示いただいた名古屋大学農学部教授・竹村富男博士、京都大学農学部助教授・増田 稔博士に厚くお礼申し上げます。

なお、本研究の一部は、文部省科学研究費(総合研究 A)によったものであることを記し、謝意を表します。

註

- 1) 交差角は 0° から 90° まで変化し、交差角が 0° のとき直線は平行線をつくり、 90° のとき格子状になる。
- 2) No. 26 は、振幅 0.5 mm, 振動数 30 の正弦波である。No. 28 は、振幅 1.0 mm, 振動数 10 の正弦波である。No. 24 は、振幅 2.0 mm, 振動数 20 の正弦波である。

参考文献

- 1) 増田 稔：木材および各種内装材料の視覚特性、特に、パターンの数量化に関する研究、昭和 57 年度科学研究費補助金研究成果報告書
- 2) 増田 稔：木目模様その他のパターンの数量化に関する研究—特に、ちらつきに基づくパターンの数量化、について、材料別冊第 32 巻第 359 号、昭和 58 年 8 月、pp. 893~898
- 3) 武者利光：ゆらぎの世界—自然界の 1/f ゆらぎの不思議、講談社、1982 年 3 月
岡島達雄、久保哲夫、野田勝久、藤林和照：縞パターンのスペクトル分析と心理効果、日本建築学会論文報告集第 356 号、昭和 60 年 10 月
- 4) 吉田光邦、近藤信彦、近藤 豊、片岡仁左衛門：別冊日本の文様 3、縞・格子、光琳社出版、1978 年 3 月、p. 13
- 5) かたちのデータファイル、デザインにおける発想の道具箱、高橋研究室編、彰国社、1983 年 5 月、p. 89
- 6) 藤澤英昭、杉山明博監修：平面意味の造形 29 ユニット、鳳山社、昭和 58 年 4 月、pp. 112~115
- 7) 小林重順：建築デザイン心理学 発想のトレーニング、彰国社、1977 年 10 月
- 8) 改訂 3 版 木材工業ハンドブック、丸善、1982 年 6 月
- 9) 渡辺治人：木材理学総論、農林出版、1978 年 3 月
- 10) 大隅真一ほか：森林計測、養賢堂
- 11) 堀場義平：神宮スギの年輪幅について 年輪幅の時系列分析、三重大学農学部学術報告、1975 年 12 月
- 12) 小西千代治：木材工業 Vol. 34-3 製材木取りについて
- 13) 長岐義蔵：木材工業 Vol. 34-9 秋田天然スギ製材の木取り

- 14) 小西千代治：木材工業 Vol.34-2 製材木取りについて
15) HITAC プログラムプロダクト 汎用図形出力ルーチン

集 GPSL/GPSL-S 機能編-第1分冊

SYNOPSIS

UDC : 691.11 : 72.011

A GEOMETRICAL ANALYSIS OF THE GRAIN OF WOOD AND GENERATING ITS PATTERNS

by **TATSUO OKAJIMA**, Dr. of Engr., Prof. of Nagoya Inst of Tech., **SHIGERU WAKAYAMA**, Dr. of Engr., Assoc. Prof. of Nagoya Inst. of Tech., **KATSUHISA NODA**, Engr., of Asahi Chemical Industry Co. Ltd. and **HIROSHI KONISHI**, Graduate Student of Nagoya Inst. of Tech. Members of A. I. J.

In a woody space, we feel at ease and calm. On visual effect, patterns of the grain of wood is often used to interior walls, ceilings and so on.

The objects of this study are the following;

- (1) Considering of the grain of wood as geometrical stripe patterns and making clear its visual characteristics.
- (2) Generating a system of stripe patterns of the grain of wood, that are able to vary continuously with every change of parameters.