

# パーティクルボードに関する研究 (II)

## シノキを原料としたパーティクルボード 製造試験 (予報)

岩 下 睦<sup>(1)</sup>  
石 原 重 春<sup>(2)</sup>  
松 田 敏 誉<sup>(3)</sup>

### I はじめに

本邦暖帯産のシノキはクリガン属に属し、分類学上スダジイとコジイの2種あるいは両者の中間的性質を有するニタリジイ(ハンスダ)などがあるが<sup>1)</sup>、四国・九州地区においてスダジイは海岸地帯に、またコジイは山間部の皆伐跡地に自生する雑木であり、従来特にコジイは利用の途の少ない低価値木材資源である。しかしてその蓄積は一般雑木中の4割を占めるといわれ、成長はきわめて早く、15年生で胸高直径約15cmにも達する(Photo. 1)。したがってこれらをパーティクルボード原料として利用した場合、資源的にはきわめてめぐまれているが、一般的にいつて材質は淡白色で堅く、割裂性に富み、比較的比重が高く、またタンニン分を多く含むといわれている。

この実験はコジイを用い材料の被削性、割裂性が小片製造にいかん影響するか。またかかる広葉樹の小片を熱圧する際にいかなる状態を呈するか、さらにはタンニン分などの化学的成分がボード材質におよぼす影響などについて検討し、パーティクルボード原料としての適否を判定する目的をもつておこなつたものである。

なおこの実験は愛媛県宇和島、大洲西地区におけるパーティクルボード工業立地条件調査の一部に属し、現地調査にあたり種々ご配慮を賜つた愛媛県林務課長大福喜子男氏、林野庁林産課仁賀定三技官に対し、また試料入手のご便宜をいただいた豊南工業株式会社越智通正氏に対し、衷心より感謝するとともに、今回の調査実験を行なうにあたり終始懇切なるご指導とご援助を賜つた田窪化学部長、米沢科長に対し、厚くお礼を申しあげる。

### II 実験方法

(1) 試料：供試原木は愛媛県宇和島地区産15年生のコジイ [*Castanopsis Thunbergii* (Makino) Hatusima, 比重0.54~0.59] で、林業試験場に設置されたシェービング・マシンおよびハンマー・クラッシャーにより Photo. 2 のごとき 0.2×1~3×20 mm の表層用小片と、0.5×3~6×40 mm の内層用小片を作製した。なお小片含水率の調整は熱風乾燥機を用いた。

(2) 成板条件：接着剤は尿素樹脂(プライアミン T.D.-511, 濃度50%)を用い、小片に対する含

(1)~(3) 林産化学部パルプ繊維板科繊維板研究室員

脂率は表層 11%, 内層 7%, 硬化剤 (Catalyst 376) 添加量は尿素樹脂接着剤溶液に対し 3% とした。接着剤塗付後の小片含水率は表層約 20%, 内層約 9% であつた。なお、ホーミングは内法  $45 \times 45$  cm の木枠中に小片を手によつて散布した (表層, 内層小片の全乾重量比は 1 : 2)。ボード比重は 0.8 (ボード厚さ 15 mm), および 0.6 (ボード厚さ 20 mm) とした。熱圧温度は  $140^{\circ}\text{C}$ , 熱圧時間 20 分, 圧縮圧はボード比重 0.8 の場合,  $35 \text{ kg/cm}^2$  (3 分),  $25 \text{ kg/cm}^2$  (3 分),  $20 \text{ kg/cm}^2$  (3 分),  $15 \text{ kg/cm}^2$  (3 分),  $10 \text{ kg/cm}^2$  (3 分),  $5 \text{ kg/cm}^2$  (5 分), ボード比重 0.6 の場合,  $25 \text{ kg/cm}^2$  (5 分),  $15 \text{ kg/cm}^2$  (5 分),  $10 \text{ kg/cm}^2$  (5 分),  $5 \text{ kg/cm}^2$  (5 分) とした。

なお成板枚数は比重 0.8 のボード 9 枚, 比重 0.6 のボード 3 枚であるが, 材質試験には前者 3 枚, 後者 2 枚を使用した。

(3) 材質試験方法: 材質試験はすべて, JIS A 5908 (1957) の規格によつた。試験片の個数は厚さ 15 mm, 比重 0.8 ボードの場合, 曲げ試片 15 個, 比重・含水率 18 個, 剝離抵抗, 木ねじ保持力, 吸湿率各 9 個であり, 厚さ 20 mm, 比重 0.6 のボードの場合, 曲げ試片 10 個, 比重・含水率 12 個, 剝離抵抗, 木ねじ保持力, 吸湿率各 6 個である。

### Ⅲ 実験結果ならびに考察

#### (1) 試料の準備

##### (a) 小片切削

シノキは一般に乾燥時には堅いといわれているが, 実験に使用したコジイは気乾比重約 0.58 でスダジイよりも低いので, 特に生材時非常に切削しやすく, シェービング・マシンのナイフの耐用時間は針葉樹 (アカマツ) より約 20% 長くなり, 切削消費電力もアカマツより少なかった。しかし, スダジイの気乾比重は 0.68<sup>1)</sup> であり, 切削状態も当然異なることが予想されるので, 別途検討する必要がある。なおパーティクルボード用原木はあらかじめ剥皮を行なうが, シノキは生材の場合比較的剥皮しやすい特徴を有する。

##### (b) 小片二次破碎

シェービング・マシンにより切削された小片は厚さと繊維方向の長さが規正されているが (Photo. 3), ボードに使用するためにはさらにハンマー・クラッシャーにより二次的に破碎し, 繊維方向にそつて繊維に直角方向に分離せしめ, 小片形状を試料の項に述べたときものにしなければならない。

一般に広葉樹小片は破碎する際に繊維が折れやすいのが普通であるが, シノキは繊維方向の割裂性がきわめて大であるため, かかる破碎の場合には非常に有利となり, 特に表層小片はアカマツとほぼ同様に理想的な小片が得られた。内層小片の場合, クラッシャー・スクリーンが適当でなかつたことと, 小片厚さが大になると裏割れがでてくるため, この実験では繊維が折れたものが多かつたが, 一部別の二軸型<sup>2)</sup>の破碎機により試験した結果, 繊維が折れない良好な小片が得られ, 実用上の見とおしは明るいと考えられる。

小片製造の歩止りは Table 1 のとおりで, 生材時の絶対重量および原木重量を規準にした歩止りを示す。この表からは内層小片の方が小片形状が大きいためか, やや歩止りが良いようである。数字的に不足分は切削厚さ調整時の厚さむらの部分を除いたものおよび飛散したものである。

なお小片乾燥, 接着剤塗付, ホーミングの工程ではほかの針葉樹材となら変わるところはなかつた。

第1表 小片製造の歩止り  
Table 1. Raw material loss in particle preparation

小片種類 Particle type	原木 (生材) Raw material (green wood) kg	小片化直後 (生材) Particle immediately after shaving (green wood) kg	二次破碎および篩別後 (生材) Particle after reduction and screening (green wood) kg		乾燥後小片 [同含水率 %] Particle after drying [moisture content] kg
			可使用小片 (2mm 目以上) Above 9 mesh	微粉 Fine	
Face particle	21	19.25 (91.3%)	15.55 (74.0%)	2.1 (10.0%)	7.9[4.1]
Core particle	41	37.4 (91.2%)	33.1 (80.8%)	0.3 (0.7%)	16.7[3.0]

注 Note: ( ) は原木重量を規準にした場合の歩止り。  
( ): Percentage based on weight of raw material.

(2) 熱 圧

一般に広葉樹材の特徴として熱圧の際、小片の compressibility が小であるが、シノキもその例にもれず、針葉樹に比較し、圧縮速度<sup>9)</sup>は小さい。すなわち比重 0.8 の場合の圧縮速度 (プレスの加圧速度<sup>9)</sup> 20 mm/s) は約 0.8 mm/s、比重 0.6 の場合は約 1.5 mm/s であり、アカマツの大体同様な条件におけるものに比較して 1/2 以下である。このように規正厚さに達するまでの時間が多くかかることは当然ボード材質に影響を与えるものと思われる。したがって小片の compressibility の点からは小片厚さがある程度薄く、たとえば表層小片は 0.1 mm、内層小片は 0.3~0.4 mm くらいに削る必要があろう。

また比重 0.8 のボードを熱圧した場合、ジュラルミン当板に表面小片 (特に裏面) が非常に付着しやすかつた。これはあるいはシノキ材のタンニン分の作用とも考えられ、実際作業において困難を生ずる問題であり、さらに検討を要する。

(3) 材質試験結果

材質試験の結果は Table 2 に示すとおりであるが、比重 0.6 の場合曲げなどの強さに比較し、剥離抵抗がきわめて低い。これは前述のごとく小片の compressibility が小さいため接着性が低下したものであり、原料比重が高い場合の一般的な欠点が顕著にあらわれたものであろう。しかるに同じ小片を用いた比重 0.8 のボードの場合は初期圧縮圧が高いため (35 kg/cm<sup>2</sup>)、compressibility 小なるものも良く圧縮さ

第2表 シノキ-ボード材質試験結果  
Table 2. Effects of specific gravity on the properties of chinquapin particle board

比 重 Specific gravity	厚 さ Thickness mm	含水率 Moisture content %	曲げ強さ Bending strength kg/cm <sup>2</sup>	曲 げ ヤング率 Young's modulus × 10 <sup>4</sup> kg/cm <sup>2</sup>	剥離抵抗 Tensile strength perpendicular to surface kg/cm <sup>2</sup>	木ねじ保持力 Wood screw holding power kg	吸湿率 Hygrosco-picity %	吸湿厚さ増加率 Thickness expansion %
0.60 (0.01)	20.21 (0.06)	10.6 (0.2)	289 (33)	3.5 (0.3)	1.6 (0.6)	55.2 (6.2)	2.5 (0.4)	1.2 (0.3)
0.80 (0.04)	15.15 (0.05)	10.3 (0.2)	502 (50)	5.7 (0.5)	6.2 (0.9)	79.0 (6.1)	1.9 (0.3)	1.4 (0.3)
JIS A 5908 (1957) No. 1 Standard		<12	>200	—	>2.5 (No. 3) >1.5)	>40	<3	<3

注 Note: ( ) は標準偏差 Standard deviation.

第 3 表 アカマツ-ボード材質試験結果  
Table 3. The properties of AKAMATSU particle board

比重 Specific gravity	厚さ Thickness mm	含水率 Moisture content %	曲げ強さ Bending strength kg/cm <sup>2</sup>	曲げヤング率 Young's modulus × 10 <sup>4</sup> kg/cm <sup>2</sup>	剥離抵抗 Tensile strength perpendicular to surface kg/cm <sup>2</sup>	木ねじ保持力 Wood screw holding power kg	吸湿率 Hygroscopicity %	吸湿厚さ増加率 Thickness expansion %
0.81 (0.04)	15.00 (0.06)	8.9 (0.3)	483 (44)	5.6 (0.4)	2.2 (0.5)	63.9 (6.0)	2.6 (0.2)	2.5 (0.6)

注 Note: ( ) は標準偏差 Standard deviation.

れ、接着力が向上し、剥離抵抗がきわめて大になっている。

そのほか曲げ、木ねじ保持力なども非常に強くなっており、比較的高比重の原料を使用し、切削片により三層ボードを造る場合は原料比重以上の比重のボードを成板しなければならないことを示している。一般に広葉樹ボードは針葉樹ボードに比較し、同じボード比重において曲げ強さなどの材質がおとるとされているが<sup>4)</sup>、アカマツを用い、大体において同様な製造条件にて成板したボードの材質試験結果 (Table 3) と比較すると、曲げ強さ、曲げヤング率において有意差はないが、全般的にコジイ-ボードの方がまきついている。特に剥離抵抗はアカマツの場合、ボード比重を増加せしめたために、かえって低下したような結果となり、コジイの場合ときわめて対称的になった。この原因については不明であるが、さらに原料比重対ボード比重と材質の関係を検討する必要がある。

またコジイの比重 0.8 のボードの木ねじ保持力は 79 kg にも達し、これは素材ナラの木ねじ保持力<sup>5)</sup> にひつてきし、シノキの高比重ボードは木ねじをボードに直接たてて十分使用に耐えることを示している。

なお、比重 0.8 のボードの厚さは 15 mm であるが、熱圧時間を 20 分としたため、いくぶん熱圧時間が長くなっており、熱圧時間と材質の関係についても今後検討する必要がある。

#### (4) タンニン成分の影響

大量にタンニンを含有する樹種は pH が低いため接着剤の早期固化等のため接着性を阻害するといわれているが<sup>6)</sup>、シノキの場合もある程度タンニンを含有しており<sup>7)</sup>、これが接着性能を低下せしめるのではないかと予想された。したがって比重 0.6 のボードの剥離抵抗が弱いことから、あるいはタンニンの影響ではないかとも考えられたが、比重 0.8 のボードにおいて前述のごとくきわめて高い値が得られたので、コジイの場合はタンニン含量が少ないため (一般にコジイよりスダジイの方がタンニン含量が多いとされている<sup>1)</sup>)、接着性に対し、ほとんど影響しないのではないかと思う。

しかし生材小片を鉄製容器に接した部分に、わずかであるが黒変したものがある。これは明らかにタンニン鉄を生じており、生材時鉄製容器を用いることは極力さげなければならない。

またタンニンは水に可溶性のため材の入手時期により、たとえば梅雨時の採材の場合、あるいは水中貯木の有無などによりタンニンがボード材質にいかの影響するか、さらには熱圧の項に述べたごとく当板に小片が付着しやすかつたことがタンニンの影響であるかどうかなど、さらに今後の検討にまたなければならない。

## IV おわりに

パーティクルボード原料としてコジイを用いて基礎的製造試験を行ない、小片製造、熱圧、材質試験を通じ、大体において良好な結果が得られた。特にボード外見も淡白色であり、ボード比重を高くした場合にきわめて高い強度を示すことがわかつたので、今後最適ボード比重の決定、熱圧時に当板に小片が付着する欠点、あるいはタンニンの問題等が解決されれば、コジイを原料とするボードは比重をある程度高め、木ねじ保持力の強いボードという特徴を強く打ち出しうると考えられる。

なおシノキは、はじめに述べたごとくコジイのほかにもスタジイも含まれており、従来これらは区別をつけずに利用されている場合も多いので、樹種の差異がボード製造上におよぼす影響について検討する必要がある。

したがって、今後さらに以上の問題点の解決をはかると同時に、ある程度大量の試料を用いる中間工業試験を行ない、シノキを原料とするボードの適切な製造規準の確立をはかる必要が認められた。

## 文 献

- 1) 小林弥一・須川豊伸：本邦産クリガシ属樹材の識別に関する研究，林試研報，118，(1959) p. 139～178
- 2) 岩下 睦・松田敏誉：パーティクルボードに関する研究資料 (I)，合板工場廃材を利用せるパーティクルボード，特に小片製造方法について，林試研報，113，(1959) p. 153～162
- 3) 岩下 睦・松田敏誉・石原重春：パーティクルボード熱圧における小片含水率の影響，木材工業，14，8，(1959) p. 376～382
- 4) KLAUDITZ, W: Inst. f. Holzforschung, Braunschweig, Ber., 25, (1952)
- 5) 岩下 睦：パーティクルボードの木ねじ保持力，木工生産，4，5，(1960) p. 34～37
- 6) JOHNSON, E. S.: Wood Particle Board Handbook, (1956)
- 7) 米沢保正・菊地文彦・宮崎鑑吾・香山 彊・高野 勲・宇佐見国典：パルプ材に関する研究，林試研報，82，(1955) p. 29～44

## Studies on Particle Board (II)

## Chinquapin wood as a raw material for particle board (Preliminary)

Mutsumi IWASHITA, Shigeharu ISHIHARA and Toshiyo MATSUDA

## (Résumé)

Chinquapin wood in Japan, especially Kojii [*Castanopsis Thunbergii* (MAKINO) HATUSIMA] is generally low quality material which is seldom utilized as a lumber. This wood is hard and more cleavable, and contains little or much tannic acid. But in the southern part of Japan there are a great number of growing stock of Kojii, and as its growth is very fast, diameters of logs become about 15 cm within ten to fifteen years of age (Photo. 1). The wood of these

young trees has a relatively high density (about 0.54~0.59) and is light coloured—yellowish white.

This experiment deals with the effects of hardness and cleavability of these materials on particle preparation, compressibility on hot pressing process, and tannic acid on gluing ability.

The experimental preparatory conditions are as follows:

The dimension of particles are  $0.2 \times 1 \sim 3 \times 20$  mm for surface layer and  $0.5 \times 3 \sim 6 \times 40$  mm for core (Photo. 2). The binder is urea resin and the resin content of particles is 11% at surface layer and 7% at core in oven dry condition. The structure of the board is three layers. Ratio of surface to core particles in dry basis is 1:2. The area of board is  $45 \times 45$  cm. The thicknesses of board are 15 and 20 mm for 0.8 and 0.65 in specific gravity respectively. The temperature of hot press plate is 140°C. The pressing time is 20 minutes. The initial pressures are  $35 \text{ kg/cm}^2$  and  $25 \text{ kg/cm}^2$  for 0.8 and 0.65 in specific gravity respectively. The pressure after the initial stage is applied by the step-down system.

Laboratory results obtained are summarized as follows:

(1) Although chinquapin wood is rather harder in low moisture content, Kojii used for this experiment, especially green wood, is easy to cut in the shaving operation, and the life of the shaving knives used on Kojii wood is about twenty percent longer than that in soft wood (*Pinus densiflora* S. et Z.).

(2) When the particles pass through a hummer mill to improve the uniformity in the board, generally, in the case of hardwood, the particles crushed are broken in a direction perpendicular to the fiber and the dimensions of them are somewhat irregular. But Kojii wood gives more slender and unbroken particle, because of high cleavability of this wood.

(3) The compressive deformation rate of board in the hot press is lower than that of softwood, the same as in other hardwoods, because of low compressibility of particles.

(4) The physical and mechanical properties of Kojii board are shown in Table 2. In the case of 0.6 in specific gravity, tensile strength perpendicular to the surface is extremely low, but when the board density is higher, all properties of Kojii board are much improved when subjected to high pressure in the hot press. These results indicate that the density of board must be higher than that of raw material.

(5) From these results it can be considered that the effect of tannic acid on gluing ability is not discerned in Kojii board.



Photo. 1 15年生コジイ林木  
The standing tree of Kojii (fifteen years of age)



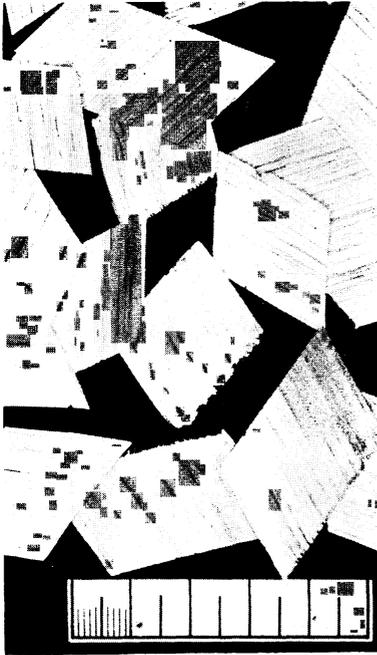
(Face)



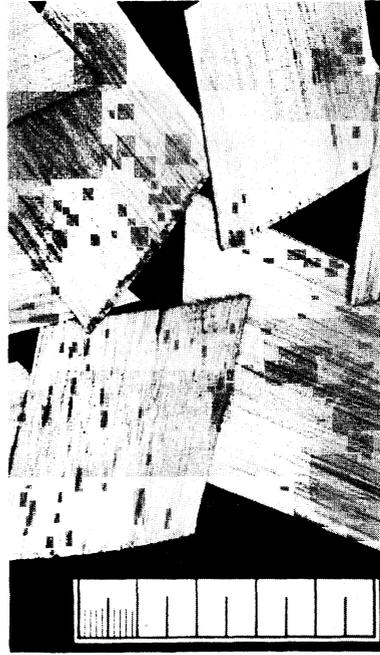
(Core)

Scale: 5 cm

Photo. 2 表層用および内層用小片 (破碎後)  
Face and core particles after crushing



(Face)



(Core)

Scale: 5 cm

Photo. 3 表層用および内層用小片 (破碎前)  
Face and core particles before crushing