

木材接着に関する研究 (第2報)

熱帯産木材における接着層の顕微鏡的観察 (予報)

篠原 悌三[※]・後藤 輝男^{※※}・作野 友康^{※※※}

Teizo SHINOHARA[※], Teruo GOTO^{※※} and Tomoyasu SAKUNO^{※※※}

Studies on the Wood Gluing. II.

Microscopic Observation of Glue Line in Tropical Woods Glued with Phenol-Formaldehyde Resin Adhesive. (Preliminary Report)

I はじめに

これまで、木材と接着剤あるいは木材と塗料との間に形成される界面の研究は、主に物理的、化学的、および物理化学的見地からなされてきた。

先に、G. Kitazawa⁽¹⁾ および貴島⁽²⁾らが木材接着層を光学顕微鏡的に、最近では、原田⁽³⁾らが電子顕微鏡的に観察し、興味ある知見を見出している。

また、W. T. Nearn⁽⁴⁾ はフェノール樹脂接着層の界面を光学顕微鏡的に観察して木材構造への投錨効果も有効であることをのべ、Bossard⁽⁵⁾は新しいテクニックで接着層を光学顕微鏡的に観察している。

一方、R. J. Ward⁽⁶⁾らは電子顕微鏡的に、R. Wagenführ⁽⁷⁾は光学顕微鏡的に、木材と塗料との界面を観察している。

本報文は、木材接着に関する光学顕微鏡的な研究の一つとして、常温硬化型のフェノール樹脂接着剤で接着した熱帯産木材の接着層を光学顕微鏡で観察し、併せて接着層の物理的、化学的研究^{※※※}の結果と照らし合わせて考察したものである。

II 供試材料および実験方法

16樹種の熱帯産木材 (Tab. 1) から木理通直な板 (100×100×15mm・含水率; 10%) を採取し、片面を手鉋仕上げして集成接着したもので、第1報^{※※※}の供試材料と同じ試料を実験に供した。接着条件はつきのごとくである。

◦接着剤; 常温硬化型 フェノール樹脂接着剤 (ス

ミボンドPA-320・硬化剤; PH-44)

◦接着剤塗布量; 180 g/m² (片面塗布)

◦圧縮力; 10 kg/cm²

◦圧縮時間; 24 hr.

上記試料から各樹種の切片用ブロック (10×10×30mm) を作製し、各ブロックからマイクローム切片を採取し、グリセリンで封入したプレパラートによって、各樹種の接着層を光学顕微鏡で観察した。

なお、接着層に与える外的諸因子を少なくするために、本実験では、試片の軟化処理をおこなわず、切削面積を極めて小さくすることによってプレパラート切片 (厚さ; 20μ~30μ) を採取した。

III 実験結果および考察

熱帯産木材 (16樹種) の接着性に関与すると思われる諸因子 (Tab. 1—A~D) を光学顕微鏡的に観察し、各樹種の平均値的な接着状態を、写真 (Photo. 1~16) に示す。

1. プレパラート切片の状態 (Tab. 1—A)

プレパラートを作成するまでには、種々の外的因子 (マイクローム切削、あるいはプレパラート作製時に生ずる接着層および木材組織の破壊など) が検鏡切片に影響を及ぼすのであるが、これらの程度を知る手段として、プレパラート切片の状態を下記の3段階に分類した。(Tab. 1—A)

“Good”; 木材組織が全然、あるいはほとんど裂けていない状態。

“Fair”; 木材組織がわずかに裂けたり、割れたりしている状態。

“Poor”; 木材組織がかなり多く裂けたり、割れたりしている状態。

2. 接着層の厚さ (Tab. 1—B)

※ 演習生

※※ 改良木材学研究室

※※※ 作野・後藤・往西; 木材接着に関する研究 (第1報)

(農大研究報告・本号)

Table 1. Appearance of glue line and bond quality in tropical woods glued with phenol-formaldehyde resin adhesive.

Kind of wood		(A) Appearance of wood section	External glue line, fiber to fiber			Bond quality (Dry test)		(G) C. W. A. H.※ (mm)	(H) Specific gravity
Common name	Botanical name		(B) Range of thick- ness ()	(C) Air pocket content	(D) Per cent of vessel along glue line in linear measure- ment (%)	(E) Glue- joint strength (kg/cm ²)	(F) Wood failure (%)		
Rose wood	<i>Dalbergia latifolia</i>	Fair to good	0—130	Large	9.4	164	21	390	0.80
Zebra wood	<i>Microberinia blazzavilenis</i> A. CHEV.	Fair to good	0—40	Large	19	140	2	591	0.79
Apitong	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i> B.	Poor	0—8	Medium-Large	58	145	84	305	0.72
Matoa	<i>Pometia pinata</i> FOREST.	Fair to good	0—40	Small	43	130	72	614	0.71
Kwao	<i>Olea cuspidata</i> WALL.	Fair	0—10	Medium-Large	46	133	72	776	0.70
Maka	<i>Shorea assamica</i> DYER.	Good	0—10	Small-Medium	22	62	3	620	0.70
Mansonia	<i>Mansonia altissima</i> A. CHEV.	Poor	0—20	Small	24	178	84	772	0.69
Teak	<i>Tectona grandis</i> LINN.	Poor to fair	0—10	Medium	25	126	10	366	0.69
Kapor (Kapur)	<i>Dryobalanops aromatica</i> G. N. F.	Poor	0—150	Large	61	122	11	74	0.69
Leoue	<i>Hexalobas crispiflorus</i> A. RICH.	Poor	0—25	Medium	20	131	61	46	0.64
Walnut	<i>Juglance nigra</i> LINN.	Poor	0—20	Small-Medium	17	155	39	699	0.64
Monkeypod	<i>Lecythis ollaria</i> LINN.	Fair	0—20	Small	12	114	7	831	0.60
Spinarl	<i>Anisoptera thurifera</i>	Poor to fair	0—10	Small-Medium	53	117	6	75	0.60
Makore	<i>Mimusops heckelii</i> HUCH.	Poor	0—50	Small-Medium	32	142	50	1006	0.58
Manggasinoro	<i>Shorea Philippinensis</i>	Poor to fair	0—10	Medium-Large	57	85	86	1043	0.44
Led lauan	<i>Shorea negrosensis</i> F.	Fair	0—3	Small-Medium	39	98	81	1205	0.41

※ C. W. A. H. = $h_1 b = h_1 \frac{d^2 \pi h_2}{4 WS}$

C. W. A. H. = Corrected Water-Absorption Height
(mm.)

b = bulk-factor

h_1 = absorption height (mm.)

h_2 = height of the wood flour in the tube (cm.)

w = oven-dry weight of the wood flour (gm)

d = inside diameter of the tube (cm.)

π = 3.1415

S = specific volume of water (cm³/gm.)

すべての樹種において、接着層の厚さは均一でなく、切片の採取個所によってもその値が異なるため、測定値を平均値では示さず、厚さ範囲で示した。(Tab. 1—B)

接着層の厚さ (Tab. 1—B) と湿潤性 (Tab. 1—G) とを比較すると、Rose wood, Zebra wood, Kwao, Mansonia, Kapor, Manggasinoro, Led lauan の各樹種では、湿潤性が良好な樹種ほど接着層は薄くなる傾向にあった。

一般に、接着層厚さは、木材の湿潤性のみならず、接着剤自体の表面張力や、被着剤表面の状態 (表面粗さ、木理傾斜など) および木材含水率の部分的なバラツキや木材含有成分の差異ならびに接着諸操作 (塗布量、圧縮力など) などの多くの因子によって変異する。

ゆえに、接着層厚さと湿潤性との関係を実験結果だけから断定するのは危険だと考えるので、今後水溶性フェノール樹脂接着剤を用いて実験をおこない、これらの関係を明らかにしたい。

3. Air pocket の状態 (Tab. 1—C)

欠膠状態は接着層での最も大きな欠点であり、接着に際してはその出現防止に最大の注意を払わねばならない。

Air pocket は、被着材種、製糊および塗布の際に生じる気泡、不均一な圧縮、あるいは接着剤硬化の際の容積収縮などによって生ずると考えられる。

外見的に良好な接着層でも顕微鏡的に観察すると、微視的な欠膠が認められることが多く、このことが、木部破断率に大きな影響を及ぼすと考えられる。

本実験では、Air pocket の状態を光学顕微鏡的に観察し、各樹種接着層における Air pocket の出現程度を、Small, Medium, Large の3段階に区分した。

(Tab. 1—C)

接着層の厚い樹種ほど、Air pocket が多く存在していたが、これは確率的にみて当然のことと考えられる。

接着層の厚い樹種のうち、特に Zebra wood, Rose wood において、ほとんどの Air pocket は放射組織の延長線上に出現し、その先端は放射組織に連なってい

る。

また、Air pocket に連なっている放射組織へも、接着剤は浸透しているが、その浸透量は他の放射組織におけるよりも少ない傾向にある。

このことは、放射組織内の空気が接着圧縮時に圧迫されて接着層に押し出されたために生じたものであろうが、興味ある現象だと考える。

4. 接着層に開口している道管の状態 (Tab. 1—D)

木材と接着剤との接着性を考察する場合、木材表面の凹凸状態を知ることは重要である。

本実験では、接着層に開口している道管と接着層との接着状態を観察した。(Tab. 1—D)

どの樹種においても、接着層に開口している道管の深さが深い場合 (Photo. 17), 接着層は反対側の木材表面で剝離するが、浅い道管の場合 (Photo. 9, 14) には道管部で剝離している。

本報文は、常態接着力と顕微鏡的观察による接着状態との関係を考察したものであるが、第1報で報告したように、常態接着力は比重の因子によって大きく影響される。このことから、本実験結果のみで上記の関係を明らかにすることは出来なかった。しかし、木材接着層の劣化現象と顕微鏡的观察とは大きな関係があるものと考えられるので、今後このことについて漸次明らかにしてゆく予定である。

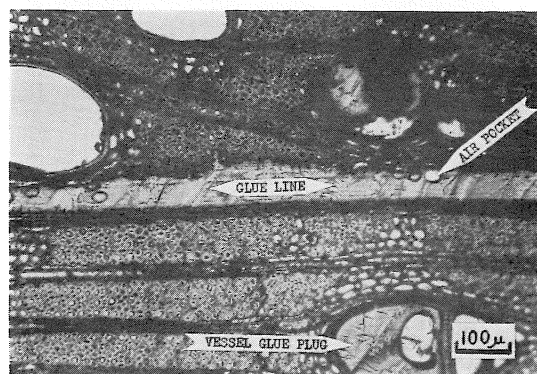


Photo. 1. Glue line of ROSE WOOD.

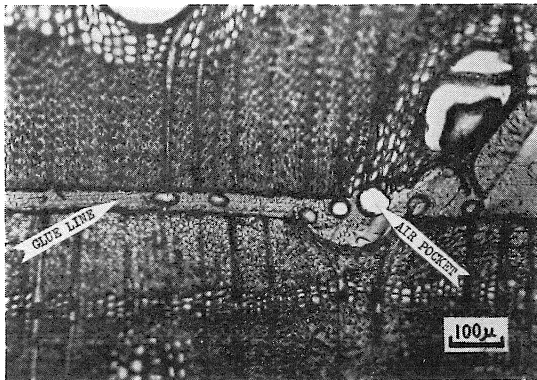


Photo. 2. Glue line of ZEBRA WOOD.
All air pocket observed in the glue line appeared on the top of the wood rays and a part of the pockets are always contacted to the wood rays.

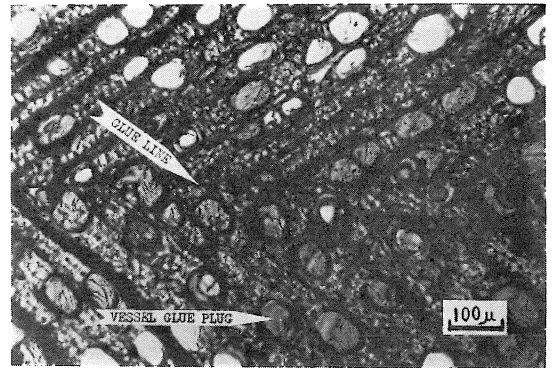


Photo. 5. Glue line of KWAIO.

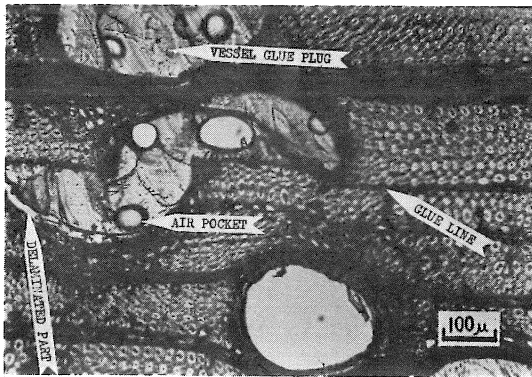


Photo. 3. Glue line of APITONG.

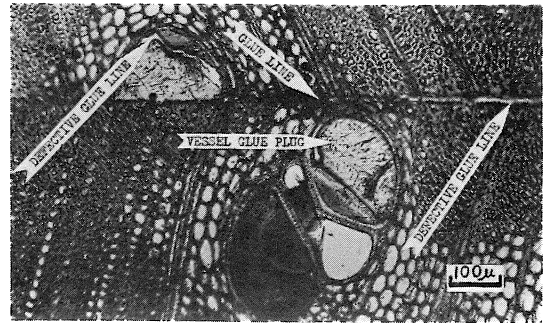


Photo. 6. Glue line of MAKA.

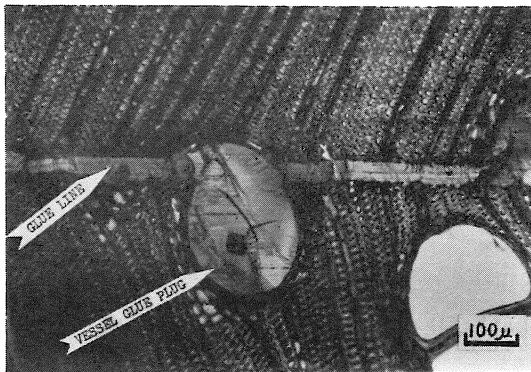


Photo. 4. Glue line of MATOA.

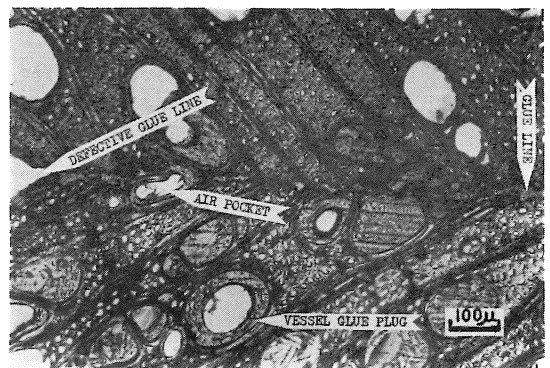


Photo. 7. Glue line of MANSONIA.

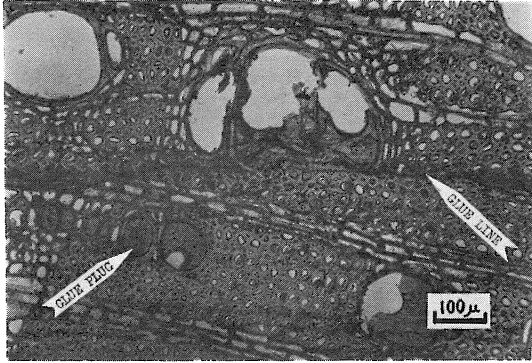


Photo. 8. Glue line of TEAK.

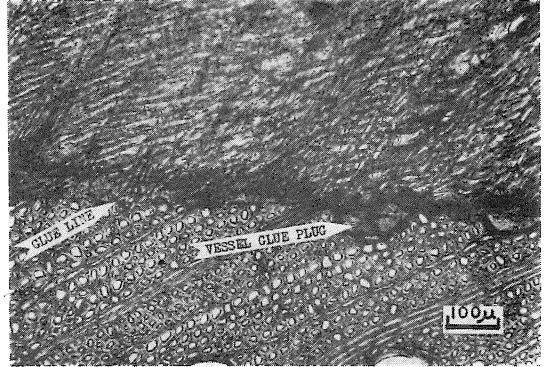


Photo. 11. Glue line of WALNUT.

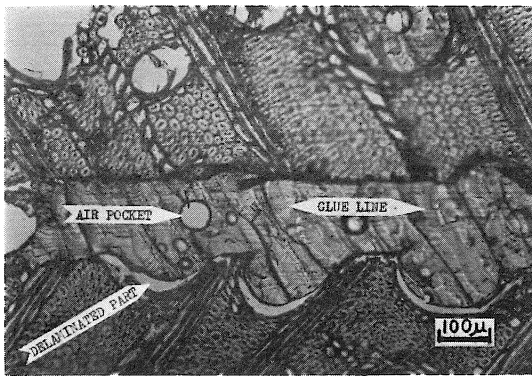


Photo. 9. Glue line of KAPOR.

When the depth of opening vessels in the external glue line is shallow, the glue lines are delaminated at the vessels.

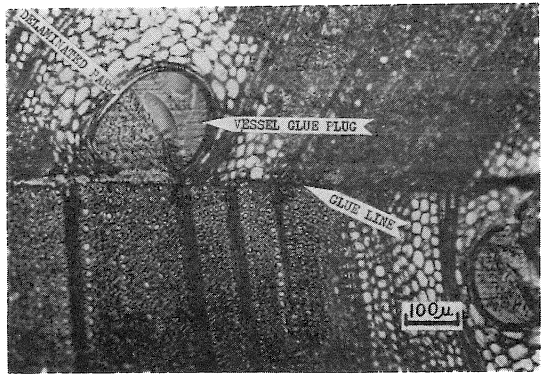


Photo. 12. Glue line of MONKYPOD.

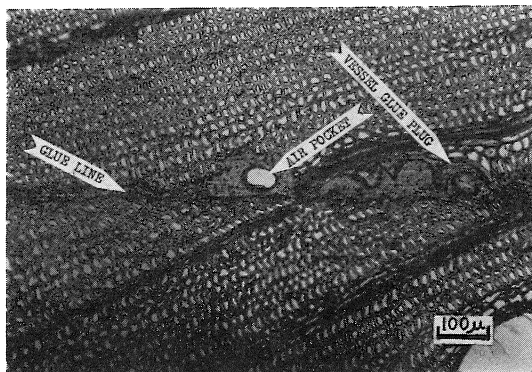


Photo. 10. Glue line of LEOUE.

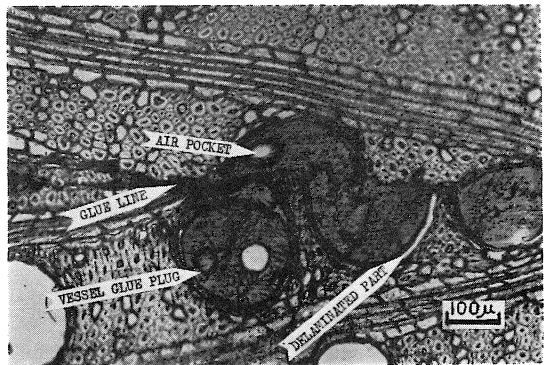


Photo. 13. Glue line of SPINARL.

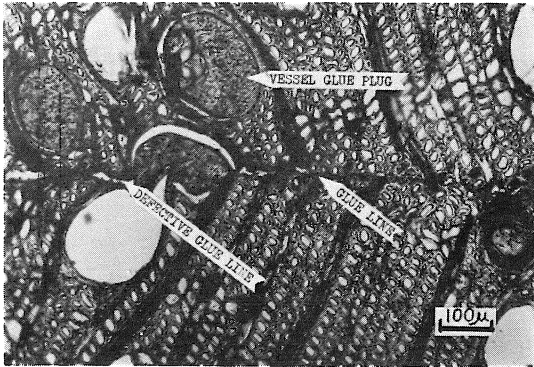


Photo. 14. Glue line of MAKORE.

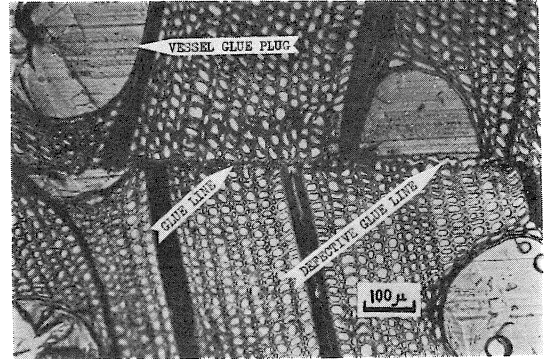


Photo. 16. Glue line of LED LAUAN.

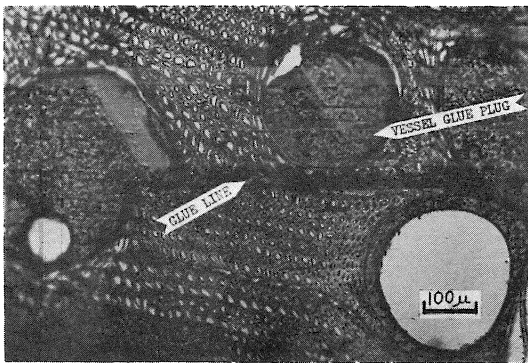


Photo. 15. Glue line of MANGGASINORO.

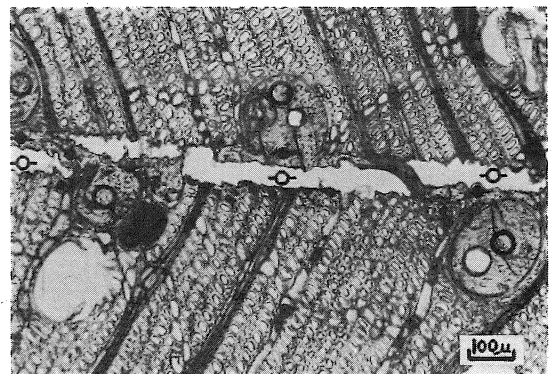


Photo. 17. Glue line of MAKORE.

When the depth of opening vesseles in the external glue line is large, the glue lines are delaminated at the opposite wood face.

- ; external glue line.
- ; delaminated area.
- ; vesesel glue plug.

参 考 文 献

1. KITAZAWA, G. : Technical Publication No. 66, 1946, The New York State College of Forestry at Syracuse University, Syracuse 10, New York, 17—34.
2. 貴島恒夫・林昭三 : 木材研究31, 87—103, 1963.
3. 原田浩・奥野好夫 : 木材学会誌11, 240—244, 1965.
4. NEARN, W. T. : Official Digest 37, 720—733, 1965.
5. BOSSHARD, H. H. und FUTO, L. P. : Holz als Roh=u. Werks. 21, 225—228, 1963.
6. WARD, R. J., COTE, JR. W. A. and DAY, A. C. : Official Digest 36, 1091—1098, 1964.
7. WAGENFÜHR, R. : Holztechnologie 5, 196—197, 1964.

Summary

In this study, it has been conducted the microscopic observation of glue line in sixteen tropical woods glued with phenol-formaldehyde resin adhesive.

Micrographs of the glue line of the examined species are given in Photo. 1 through 16. Species of wood, appearance of wood section, appearance of glue line (range of thickness, air pocket content, percent of vessel along glue line in linear measurement), bond quality, wettability (C. W. A. H.) and specific gravity are given in Table 1.

The results obtained are as follows :

- (1) On the thicker glue line, more air pockets are found in all species.
- (2) Most of the air pockets observed in the glue line of Rose wood and Zebra wood appeared on the top of the wood rays and a part of the pockets are always contacted to the wood rays. (Photo. 1 and 2)

It was observed that the glue also penetrated into the wood rays to contact with the air pockets, but the amount the glue penetrating into the rays touching with the air pockets was less than that penetrating into the rays that had no pockets to contact with.

It is considered to be a very interesting phenomenon.

- (3) In all species, when the depth of opening vesseles in the external glue line is large, the glue lines are delaminated at the opposite wood face, while in shallow case, they are delaminated at the vesseles.