

# 出土編組製品素材の同定方法

Identification Methods of Plant Materials of Excavated Weavings

小林和貴・鈴木三男

KOBAYASHI Kazutaka and SUZUKI Mitsuo

はじめに

①材料と方法

②結果と考察

まとめ

## 【論文要旨】

出土編組製品の素材に関する研究は、これまであまり行われてこなかった。その原因として、素材植物の同定を行うための切片作製方法が確立されていないことと、現生植物種の比較対照標本が不十分であることがあげられる。本稿では、切片作製方法の確立を目指して徒手切片法と樹脂包埋切片法による切片作製と、潰れた植物組織の復元方法の検討を行った。二つの切片作製法を使い分けることで、遺存状態の良い遺物と劣化した遺物、保存処理された遺物の切片を作製することが出来た。潰れた植物組織の復元にはアンモニア処理が有効だった。

【キーワード】 編組製品, 素材同定, 樹脂包埋切片, 組織復元

## はじめに

近年の低湿地遺跡の調査の進展により、カゴや編袋などの編組製品の出土例が増えてきている。これまで編組技法に関しては数多くの研究がなされているが〔例えば名久井, 2004; 野田, 2005; 植松, 1980 など〕, それに比べると素材についての研究はまだまだ少ないのが現状である〔井上・鈴木, 2007; 金原, 2005; 能城ほか, 2009, 2012; 鈴木ほか, 2004〕。編組製品の成り立ちや機能を理解するうえで、その素材を明らかにすることは基本的かつ重要な要素である。それにもかかわらず素材研究があまり行われてこなかった原因はいくつか考えられる。カゴや編袋などの編組製品素材の同定は、基本的には素材の三断面（横断面、放射断面、接線断面）の切片を作製し、その組織構造を現生対照標本と比較して行う。しかし、編組製品素材から切片を作製する方法がまだ十分に確立されていないことが原因の一つとして考えられる。また、成熟した木材に関してはデータベース（森林総合研究所の日本産木材データベースなど）が充実しているが、編組製品の素材として利用される可能性がある蔓植物やシダ植物、木本植物の若年枝などについては、現生対照標本のコレクションが不十分であることも原因として考えられる。これらの問題を解消して出土編組製品の素材研究を進めるために、蔓植物やシダ植物などの現生対照標本の充実を図るとともに、切片作製方法の検討を行っている。

これまでに出土している編組製品の素材をみると、木本植物の木部や樹皮、蔓植物の茎、草本性の双子葉植物の茎、単子葉植物の葉や茎、シダ植物の葉や茎などが、素材本来の形か割り裂いた状態で用いられている〔堀川, 2011; 佐々木, 2006〕。これらは非常に細かったり、あるいは扁平なテープ状だったりするために、素材植物の種類によっては出土木材で通常行われている徒手切片法では切片作製が困難なことも考えられる。また素材が圧潰していたり、出土後の保管状況によっては乾燥収縮したり、保存処理などによっても遺物の状態は様々に変化する。それに合わせた切片作製方法の工夫が必要であると考えられる。鳥取県の青谷上寺地遺跡で出土したカゴの調査では、保存処理をしていない遺物と保存処理（高級アルコール処理, ポリエチレングリコール（PEG）処理, 真空凍結乾燥処理）をされた遺物について、徒手切片を作製して素材同定が行われている〔金原, 2005〕。佐賀県の東名遺跡で出土した編組製品では、保存処理をしていない遺物について徒手切片とパラフィン包埋切片を作製して素材同定が行われている〔能城ほか, 2009〕。福岡県の中村町遺跡で出土した編組製品では、保存処理をしていない遺物についてエポキシ樹脂包埋切片を作製して素材同定が行われている〔能城ほか, 2012〕。このように徒手切片法だけでなく樹脂包埋切片法やパラフィン包埋切片法を用いて素材同定が行われている。我々の経験では、パラフィン包埋切片法では一断面の切片を作製するのは容易であるが、同一の試料から他の二面の切片も作製するのは、パラフィンが不透明なために、試料の方向調整が難しい。これに対して樹脂包埋切片法で用いられるエポキシ樹脂は、透明なために試料方向の確認がしやすく、小さな試料でも比較的容易に三断面の切片を作製することができる。そこで本稿では徒手切片法と樹脂包埋切片法について検討を行った。また圧潰した編組製品素材の組織復元方法の検討も行った。これまでに乾燥した水浸出土材や押し葉標本の形態や構造を観察する手法として、幾つかの組織復元法が報告されている（表1）〔Ayensu, 1967; 〕

表1 これまでに報告されている組織復元法

軟化剤	処理条件	文献
水	100℃で30秒間～	Bridson & Forman 1992
グリセリン・エタノール・水		Peterson <i>et al.</i> 1989, Ruzin 1999
洗剤	数分間	Bridson & Forman 1992
Contrad 70(界面活性剤)	数日間	Schmid & Turner 1977
Libsorb(湿潤剤)	16～24時間	Banks <i>et al.</i> 2010
Aerosol OT(湿潤剤)	5時間～数日間	Ayensu 1967, Peterson <i>et al.</i> 1978, Ruzin 1999
水酸化ナトリウム水溶液	37℃	Schmid 1972
水酸化カリウム水溶液	75℃で20～30分間	Cunningham 1969
アンモニア水溶液	12時間～	Bridson & Forman 1992
エチレンジアミン・PEG200・尿素	80℃	Chen <i>et al.</i> 2009

Banks *et al.*, 2010; Bridson & Forman, 1992; Chen *et al.*, 2009; Cunningham, 1969; Peterson *et al.*, 1978; Peterson *et al.*, 1989; Ruzin, 1999; Schmid, 1972; Schmid & Turner, 1977]。これらのうちで比較的短時間で組織復元可能な熱湯、グリセリン、水酸化ナトリウム水溶液、水酸化カリウム水溶液、アンモニア水溶液について検討をおこなった。

## ①……………材料と方法

切片作製時の出土編組製品素材の状態は、堆積環境や出土後の保存方法によって様々である。それに合わせて切片作製方法も工夫が必要である。編組製品の保存方法としては水浸、自然乾燥、PEGや高級アルコールなどによる保存処理がある。更にそれぞれの保存状況において、素材植物の内部構造が生育時とほぼ同様に維持されているものと、圧潰されているものが考えられる。本稿では次の三つの状態の遺物について、有効な切片作製方法を検討した。①～③の出土編組製品から長さ0.5–1 cmの素材を切り出して、切片作製用の試料とした。

- ① 水浸保存されていて素材植物の組織構造が維持されている。
- ② 水浸保存されていて素材植物の組織構造が潰れている。
- ③ 保存処理されていて素材植物の組織構造が維持されている。

### 1-1. 水浸保存されていて素材植物の組織構造が維持されている遺物の切片作製方法

木材の割り裂き材と蔓植物の茎と思われる試料から、徒手切片法と樹脂包埋切片法で切片を作製した。割り裂き材は組織が簡単には壊れないと考えられたので、試料を発泡スチロールで挟んで片刃または両刃の剃刀（フェザー社 ハイ・ステンレス）を用いて徒手切片を作製した（図1）。まず横断切片を作製して木取りを確認してから放射断面と接線断面の切片を作製した。テープ状の割り



図1 発泡スチロールを用いた徒手切片作製法

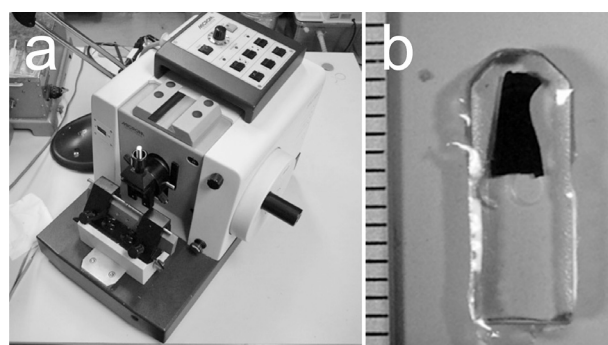


図2 回転式マイクローム(a)とエポキシ樹脂包埋試料(b)

裂き材の幅の広い側面から切片を作製する場合には、試料を発泡スチロールの小さな塊の表面に置いて切片を作製した。発泡スチロールの表面に段差を設けて、切片作製時に試料が動かないよう工夫をした。切片はガムクロラル（抱水クロラル 50 g, アラビアゴム粉末 40 g, グリセリン 20 ml, 蒸留水 50 ml の混合物）で封入して永久プレパレートにした。蔓植物と思われる茎の場合は、徒手切片法では組織が壊れる可能性があったので樹脂包埋切片法で切片を作製した。試料をアセトンで脱水した後に低粘度エポキシ樹脂（Agar Scientific 社 Agar Low Viscosity Resin）に包埋し、ヒストナイフ（クルツァー社）を装着した回転式マイクローム（Microm 社 HM350）を用いて切片（厚さ 10–30  $\mu\text{m}$ ）を作製した（図 2）。ホットプレート（約 100°C）上のスライドガラスに水を滴下し、そこに切片を置いて伸展を行うとともにスラ

イドガラスに貼付し、パラマウント-N（ファルマ社）で封入して永久プレパレートにした。必要に応じてトルイジンブルーで組織染色してから封入した。組織染色は以下の手順で行った。ホットプレート（約 100°C）上のシャーレに水と数滴の 1% トルイジンブルー水溶液を混合した染色液を用意し、そこに切片を浸して伸展を行うとともに染色を行った。余分な染色液を洗い落とした後に切片をスライドガラスに貼付した。

## 1-2. 水浸保存されていて素材植物の組織構造が潰れている遺物の切片作製方法

木材の割り裂き材を試料として有効な組織復元法の検討を行った。横断面の徒手切片を観察した際に組織が潰れていた試料について、次の二つの方法で切片作製を試みた。

- ① 徒手切片法と組織復元法を組み合わせた方法
- ② 樹脂包埋切片法と組織復元法を組み合わせた方法

①の方法では、まず編組製品素材の横断面の徒手切片を作製し、スライドガラス上に滴下した各種軟化剤（約 20  $\mu\text{l}$ ）に切片を数分間浸して組織復元を行った。浸漬温度に関しては、設備が整わない場所での作業を想定して、いずれの軟化剤も室温で組織復元を行った。軟化剤として熱湯、10%

グリセリン（50% エタノール溶液）、3% 水酸化カリウム水溶液、5% 水酸化ナトリウム水溶液、2% アンモニア水溶液を用いた。永久プレパラートにするために、スライドガラス上の軟化剤をキムワイプ等で除去した後にガムクロラルで封入した。②の方法では、編組製品の素材片（3.0 × 5.0 × 0.1 mm）を 2% アンモニア水溶液（約 3 ml）に 12 時間（室温）浸して組織復元を行い、素材片を水洗した後に樹脂包埋切片を作製した。樹脂包埋切片の作製は前記 1.1 と同様に行った。

### 1-3. 保存処理されていて素材植物の組織構造が維持されている遺物の切片作製方法

割り裂き材の PEG 既処理試料と高級アルコール既処理試料で樹脂包埋切片の作製を試みた。切片作製は前記 1.1 と同様に行った。

## ②……………結果と考察

### 2-1. 水浸保存されていて素材植物の組織構造が維持されている遺物

木材の割り裂き材とみられる試料から徒手切片を作製した（図 1, 3）。図 3 に示すように、道管や木部繊維だけでなく軸方向柔細胞や放射組織もその形態をよく保っており、ムクロジと同定することができた。一つの試料から三断面の切片を作製するのに要する時間は十数分ほどであった。蔓植物の茎とみられる試料では樹脂包埋切片を作製した（図 2, 4）。図 4 に見られるように試料の組織には壊れている部分が認められるが、樹脂包埋したことではほぼ茎全体の切片を得ることができ、ツヅラフジと同定することが出来た。切片作製には脱水の工程も含めて一週間ほどかかるので、徒手切片法に比べると長時間を要するが、組織が脆くなっている遺物には有効な方法である。また切片作製の試料が非常に小さい場合にも、確実に切片を作製できるので樹脂包埋切片法は有効である。

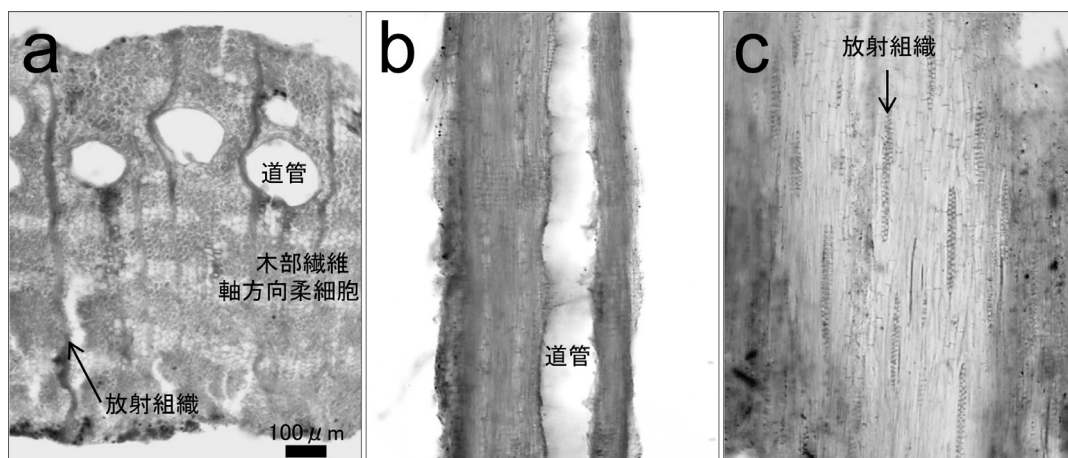


図3 水浸保存されていた編組製品素材の徒手切片  
a：横断面，b：放射断面，c：接線断面。



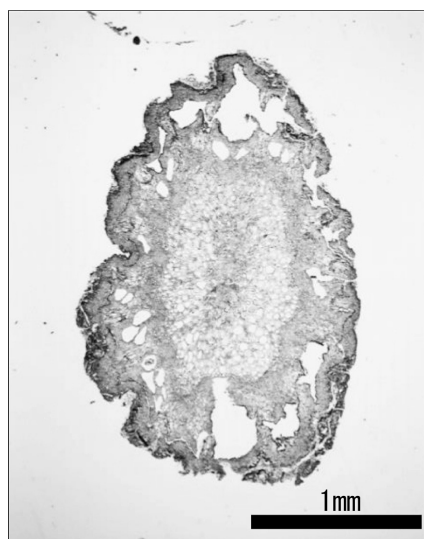


図4 水浸保存されていた編組製品素材の樹脂包埋切片  
トルイジンブルー染色を行った。

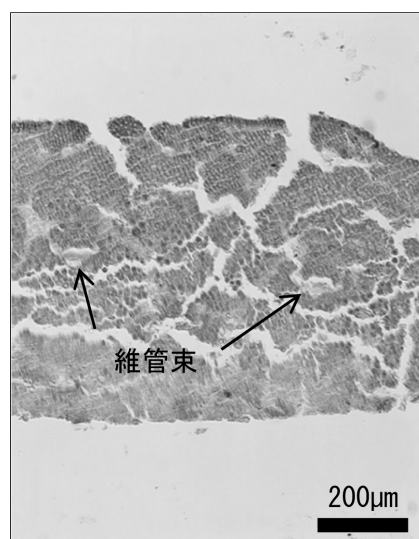


図6 PEG 処理された編組製品素材の樹脂包埋切片(横断面)

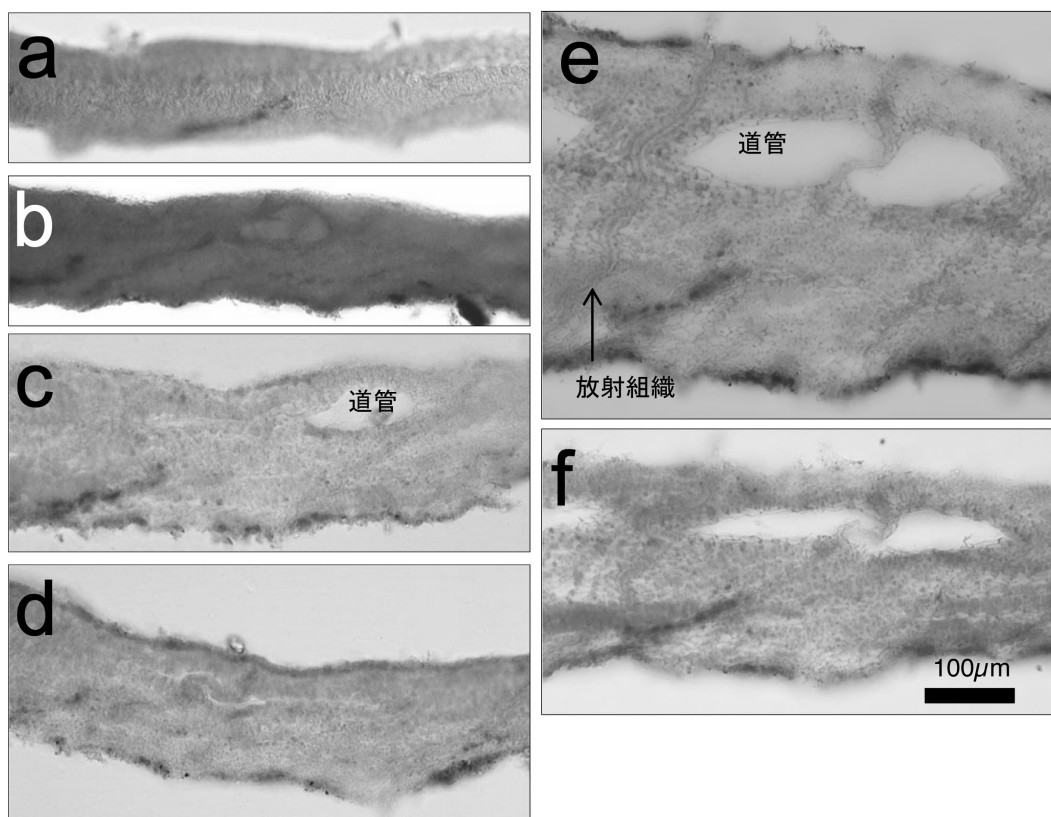


図5 水浸保存されていた編組製品素材の組織復元

a: 無処理, b: 10% グリセリン (50% エタノール溶液) 処理, c: 3% 水酸化カリウム水溶液処理,  
d: 5% 水酸化ナトリウム水溶液処理, e: 2% アンモニア水溶液処理(封入前),  
f: 2% アンモニア水溶液処理(封入後)

## 2-2. 水浸保存されていて素材植物の組織構造が潰れている遺物

組織構造が潰れている割り裂き材を試料として、これまでに報告されている各種組織復元法（表1）の有効性を検討した。図5に示すように、組織の復元性に最も優れていたのは2%アンモニア水溶液（図5e）であった。無処理の切片（図5a）に比べると放射方向に3.3倍程度組織が復元しており、道管の配列や放射組織を観察することが出来た。熱湯と10%グリセリン（図5b）で処理した試料ではほとんど組織の復元は認められなかった。3%水酸化カリウム水溶液（図5c）と5%水酸化ナトリウム水溶液（図5d）で処理した試料では、放射方向にそれぞれ1.5倍と1.3倍程度の組織復元に留まった。アンモニア処理が組織復元に有効であることは示されたが、封入時にスライドガラスとカバーガラスの間を移動するガムクロラルによって、切片が潰されてしまった（図5f）。そこで、編組製品の素材片を2%アンモニア水溶液で組織復元処理した後に、樹脂包埋して切片作製を試みた。組織は十分に復元されたがアンモニア処理中に脱色してしまい、樹脂包埋切片では樹脂と植物組織との識別が困難だった。トルイジンブルーによる組織染色も試みたがうまくいかず観察には適さなかった。アンモニア処理の時間を短くすることで改善が期待されるが、さらに条件検討が必要である。

## 2-3. 保存処理されていて素材植物の組織構造が維持されている遺物

割り裂き材のPEG既処理試料と高級アルコール既処理試料で樹脂包埋切片を作製した（図6, 7）。図6のPEG既処理試料の切片には亀裂が多く見られるが、樹脂包埋したことで試料全体の切片を得ることが出来た。かなり潰れているが特徴的な維管束の構造から素材植物はタケ亜科と同定された。図7の高級アルコール既処理試料は組織構造がよく保持されており、素材植物はマタタビ属と同定された。PEGや高級アルコールは出土遺物の組織構造を維持する強化剤としての役目を担っているが、有機溶剤に可溶なので、アセトンによる脱水過程で除去されると考えられる。それによる切片の崩壊なども考えられたが、作製した切片には特に影響は認められなかった。保存処理された遺物

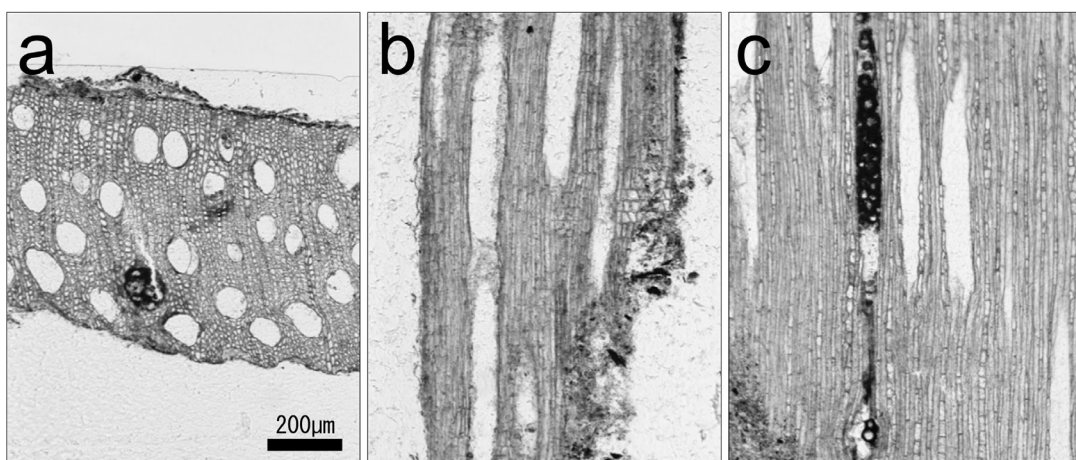


図7 高級アルコール処理された編組製品素材の樹脂包埋切片  
a：横断面，b：放射断面，c：接線断面。トルイジンブルー染色を行った。

でも、樹脂包埋切片法による素材同定が可能であることが示された。

これまでに、高級アルコール処理、PEG 処理、真空凍結乾燥（前処理として PEG を含浸）処理された編組製品について、徒手切片法による素材同定が行われている〔金原，2005〕。切片作製方法の詳細は書かれていないので不明だが、PEG 処理と真空凍結乾燥処理された遺物では、熱湯を用いて PEG をある程度溶出させてから切片作製をしたと考えられる。高級アルコール処理された編組製品についても、おそらく有機溶剤等を用いて高級アルコールをある程度溶出させてから徒手切片を作製したと考えられる。遺物の植物組織がしっかりしていれば、徒手切片法は短時間で切片を作製できるので非常に有用な方法である。しかし図 6 のように組織が劣化している遺物では、切片がばらばらになってしまう恐れがあるので徒手切片法は適していない。図 7 の遺物に関しては、植物組織がしっかりしているので徒手切片法でも素材同定可能だろう。樹脂包埋切片法では植物組織の状態に関係なく切片作製可能であるが、徒手切片法に比べると切片作製に時間がかかってしまう。そこで保存処理された編組製品の素材同定を行う際には、まずデジタルマイクロスコープ等で植物組織の劣化状態を確認してから、試料の大きさ等も考慮して徒手切片法と樹脂包埋切片法のどちらにするか決めるのが良いだろう。

## まとめ

本稿では次の三つの状態の編組製品について、素材同定を行うための切片作製方法の検討を行った。

- ① 水浸保存されていて素材植物の組織構造が維持されている。
- ② 水浸保存されていて素材植物の組織構造が潰れている。
- ③ 保存処理されていて素材植物の組織構造が維持されている。

①と③の素材植物の組織構造が維持されている遺物では、保存方法にかかわらず、植物組織が良好に維持されている場合には徒手切片法が有効で、植物組織が劣化している場合には樹脂包埋切片法が有効だった。樹脂包埋切片法は植物組織の状態に関係なく有効であったが、徒手切片法に比べると切片作製に時間がかかるので、植物組織の状態や試料の大きさによって切片作製方法を使い分けるのが良い。

②の水浸保存されていて素材植物の組織構造が潰れている遺物については、アンモニア処理により組織復元が可能であった。素材同定を行うには、編組製品の素材片をアンモニア処理により組織復元をした後に、樹脂に包埋して切片を作製する方法が有効だと考えられた。しかし今回のアンモニア処理条件では、切片が脱色しているうえにトルイジンブルーによる組織染色もうまくいかず観察には適していなかった。アンモニア処理の条件を見直すことで、組織切片の脱色や染色性の改善が期待される。

今回切片作製方法を検討した遺物の他に、出土後に自然乾燥状態で保存されている編組製品や、保存処理されていて素材植物の組織構造が潰れている遺物などの素材同定も今後想定される。自然乾燥した遺物では組織の収縮が予想されるが、組織復元を行った後に樹脂包埋切片を作製することで、素材同定が可能になると期待される。今回検討を行った組織復元法の他にも、エチレンジアミ



ン・PEG200・尿素などの混合液を用いた活性アルカリ尿素処理法が最近開発され、乾燥収縮した木材の組織復元において有効性が示されている [Chen et al., 2009; 鈴木ほか, 2012]。

保存処理されていて素材植物の組織構造が潰れている遺物については、保存処理剤を除去した後に組織復元を行い、樹脂包埋切片を作製する方法が考えられる。しかし植物組織の劣化が予想されるので、保存処理剤を除去した後に組織復元が可能かどうか、詳しく検討する必要がある。

本研究を行うにあたり、出土編組製品の調査や試料採取、切片作製方法や組織復元方法の教示等において、次に挙げた方々に大変お世話になりました。記して感謝申し上げます。

小川とみ氏（東北大学植物園）、片岡太郎氏（弘前大学）、佐々木由香氏（株式会社パレオ・ラボ）、西田巖氏（佐賀市教育委員会）、能城修一氏（森林総合研究所）。

本研究は国立歴史民俗博物館共同研究（代表：工藤雄一郎）として行われ、平成 21-24 年度科学研究費補助金基盤研究（A）課題番号 21240071「東アジアの新石器時代遺跡出土編組製品等素材の考古植物学研究拠点の形成と展開」（代表：鈴木三男）の成果の一部である。

## 引用文献

- Ayensu, E. S. 1967 AerosolOT solution – an effective softener of herbarium specimens for anatomical study. *Stain Technology* 42: 155-156.
- Banks, H., Himanen, I. & Lewis, G. P. 2010 Evolution of pollen, stigmas and ovule numbers at the caesalpinoid-mimosoid interface (Fabaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 162: 594-615.
- Bridson, D. & Forman, L. eds. 1992 *The Herbarium Handbook*, revised edition. Royal Botanic Gardens, Kew
- Cunningham, J. L. 1969 Rapid alkaline rehydration of dried plant tissues for histologic study. *Stain Technology* 44: 243-246.
- 堀川久美子 2011 「日本における遺跡出土カゴ類の基礎的研究」『植生史研究』20: 3-26.
- 井上美知子・鈴木三男 2007 「桜町遺跡出土編物および縄の素材」『桜町遺跡発掘調査報告書 縄文時代総括編』小矢部市教育委員会
- Chen, J. C., Chai, D. L., Zhou, J. G., Huang, X. & Chen, S. L. 2009 Shape recovery of collapsed archaeological wood ware with active alkali-urea treatment. *Journal of Archaeological Science* 36: 434-440.
- 金原正明 2005 「青谷上寺地遺跡出土かごの材質同定」『青谷上寺地遺跡出土品調査報告書 1 木製容器・かご』鳥取県埋蔵文化財センター
- 名久井文明 2004 「民俗的古式技法の存在とその意味」『国立歴史民俗博物館研究報告』第 117 集: 185-240.
- 野田真弓 2005 「青谷上寺地遺跡出土のかご」『青谷上寺地遺跡出土品調査報告書 1 木製容器・かご』鳥取県埋蔵文化財センター
- 能城修一・鈴木三男・小林和貴・佐々木由香 2012 「中村町遺跡第 5 次調査出土編組製品の素材同定」『中村町遺跡 4』福岡市教育委員会
- 能城修一・鈴木三男・佐々木由香・小林和貴・小川とみ 2009 「出土木材と植物性遺物の同定」『東名遺跡群 II 第 6 分冊』佐賀市教育委員会
- Peterson, P. M., Annable, C. R. & Franceschi, V. R. 1989 Comparative leaf anatomy of the annual *Muhlenbergia* (Poaceae). *Nordic Journal of Botany* 8: 575-583.
- Peterson, R. L., Hersey, R. E. & Brisson, J. D. 1978 Embedding softened herbarium material in spurr's resin for histological studies. *Stain Technology* 53: 1-9.
- Ruzin, S. E. 1999 *Plant Microtechnique and Microscopy*. Oxford University Press, New York.
- 佐々木由香 2006 「割裂き木部材・蔓・草の編み組み加工容器」『考古学ジャーナル』542: 13-19.
- Schmid, R. 1972 Floral anatomy of Myrtaceae. *Botanische Jahrbücher* 92: 433-489.
- Schmid, R. & Turner, M. D. 1977 Contrad 70, an effective softener of herbarium material for anatomical study.

---

Taxon 26: 551-552.

鈴木三男・小川とみ・能城修一 2004 「青田遺跡出土木材の樹種」『日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書 V 青田遺跡』新潟県教育委員会・財団法人新潟県埋蔵文化財調査事業団

鈴木三男・能城修一・小林和貴・工藤雄一郎・鯨本真友美・網谷克彦 2012 「鳥浜貝塚遺跡から出土したウルシ材の年代」『植生史研究』21: 67-71.

植松なおみ 1980 「古代遺跡出土カゴ類の基礎的研究」『物質文化』第35号: 20-35.

小林和貴（東北大学学術資源研究公開センター植物園，国立歴史民俗博物館共同研究員）

鈴木三男（東北大学名誉教授，国立歴史民俗博物館共同研究員）

（2013年7月30日受付，2014年1月22日審査終了）

---

## Identification Methods of Plant Materials of Excavated Weavings

KOBAYASHI Kazutaka and SUZUKI Mitsuo

There have been few researches on the plant material of excavated weavings. As the cause, it is pointed out that methods to make sections have not been established and living plant specimens to compare are insufficient. Sectioning is difficult because materials of excavated weavings are thin and often pressed. Furthermore, they are preserved in various conditions, such as chemically processed or unprocessed. We need to establish the way to make sections according to each condition.

We have examined a hand-sectioning method and an epoxy resin-embedding method. We also tried recovering pressed plant materials. By using above two sectioning methods properly, we made sections of not only weavings excavated in good condition but also ones of bad quality or chemically processed. Treating with ammonia was useful for recovering pressed plant materials.

Ammonia treatment has some problems to make permanent prepared slides, so we will improve the methods.

Key words: weavings, material identification, epoxy resin embedding method, restoration of collapsed plant material