

紙漿原料概論

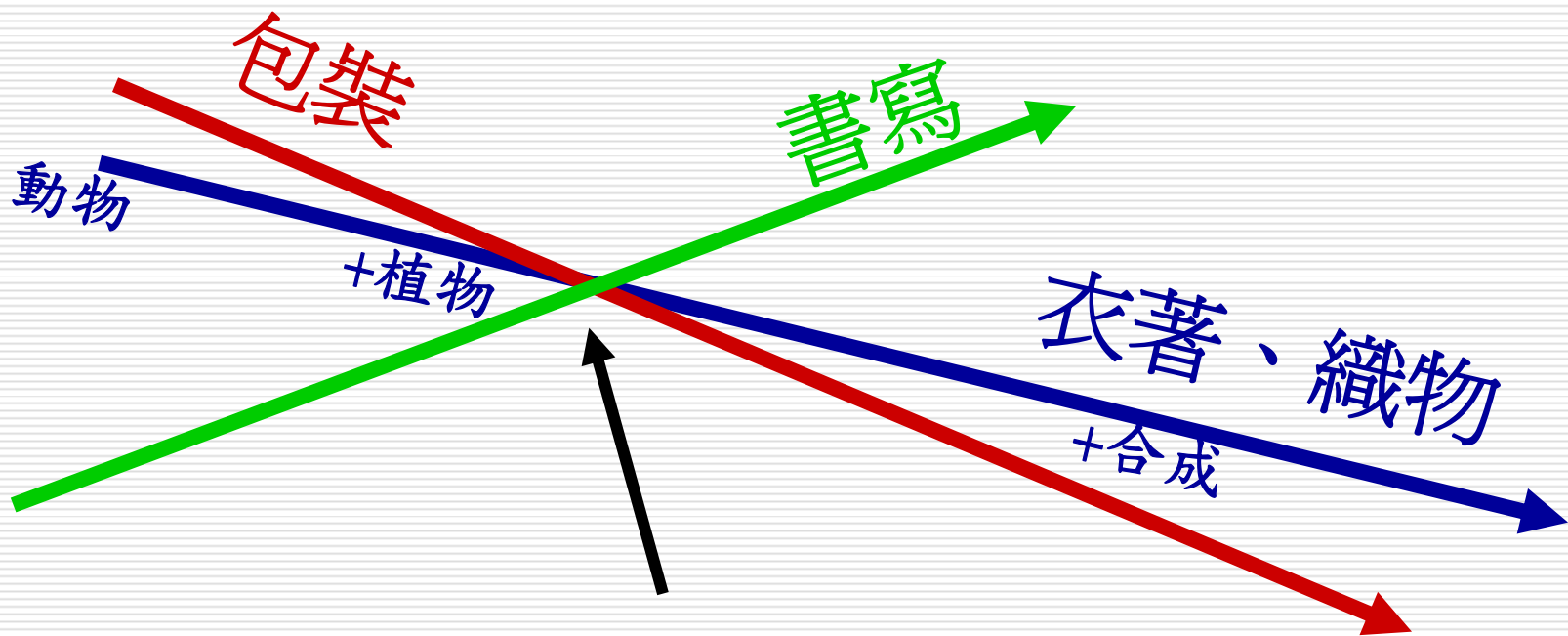
中興大學森林系
生物材料科學組
沈熙巖

美麗的意外

「東門之池，可以漚麻，
彼美淑姬，可以晤歌」

……詩經 陳風 「東門之池」

勤儉是一種美德



淺談紙的歷史(1)

History of Papermaking

後漢書卷七十八宦者列傳：「蔡倫字敬仲，桂陽（今湖南耒陽）人也。以永平末始給事宮掖，建初中爲小黃門。及和帝即位，轉中常侍，豫參帷幄。倫有才學，盡心敦慎，數犯嚴顏，匡弼得失。每至休沐，輒閉門絕賓，暴體田野。後加位尚方令。永元九年，監作秘劍及諸器械，莫不精工堅密，爲後世法。自古書契多編以竹簡，其用縑帛者謂之紙。縑貴而簡重，並不便於人。倫乃造意，用樹膚，麻頭及敝布，魚網以爲紙。元興元年奏上之，帝善其能，自是莫不從用焉，故天下咸稱蔡侯紙。」

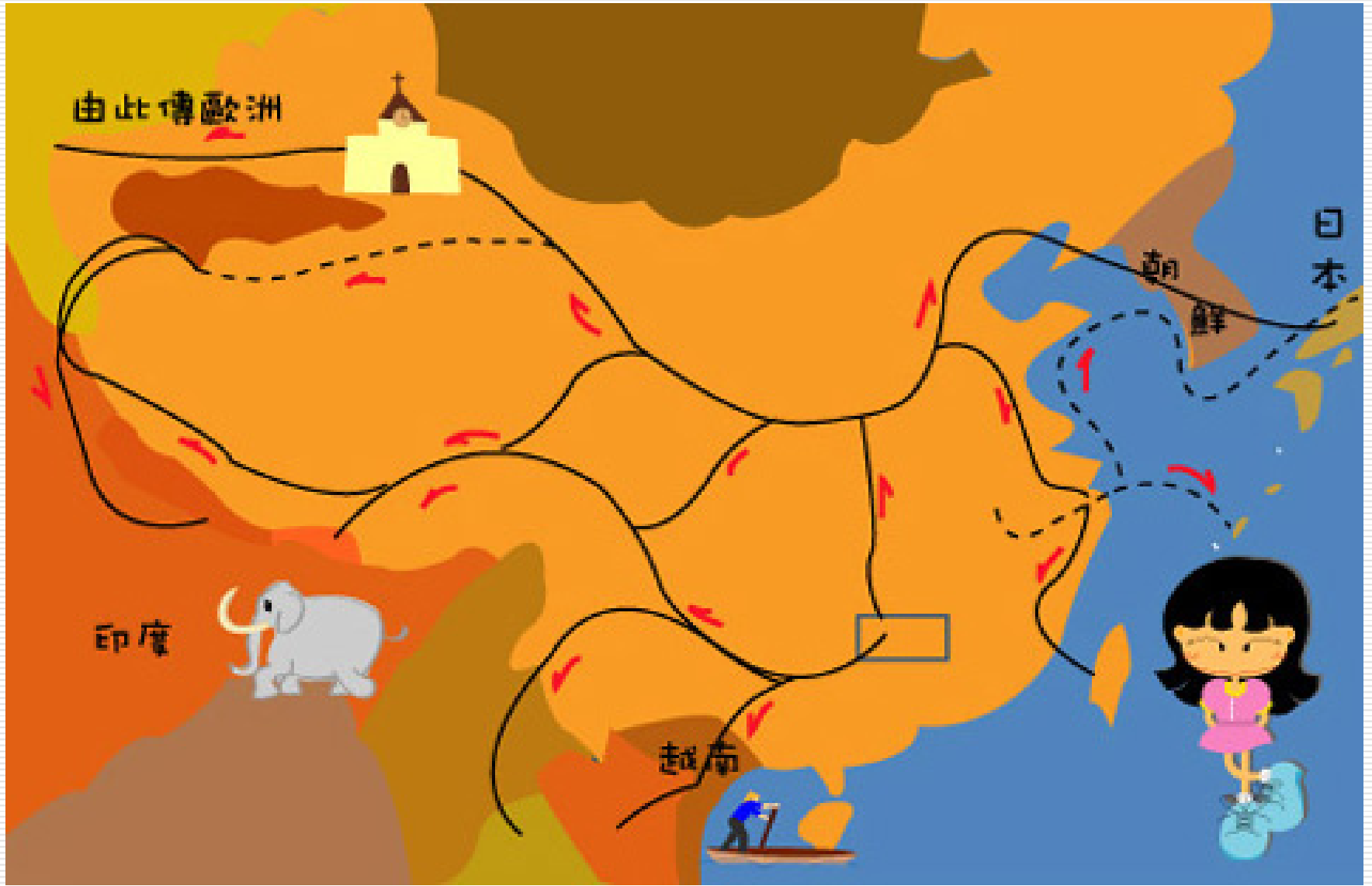
淺談紙的歷史(2)

History of Papermaking

- 漢代雖然已經造紙，但它仍是竹木簡、縑帛和紙張並用的時代，紙並未成爲記事工具的主流。然而，到了魏晉六朝，特別是西晉懷帝永嘉以後，隨著造紙原料的進一步開發，紙的質量、產量和製作技術與工具也不斷改良，使紙張在文化和日常生活上的應用漸漸成爲主流，所以兩晉六朝可以說是紙張時代的開始。從出土實物看，魏晉時代的紙質地細薄，白度增加，表面較平滑，結構較緊密，紙上纖維束較少，可見打漿技術已進一步改良。
-

造紙術的西傳

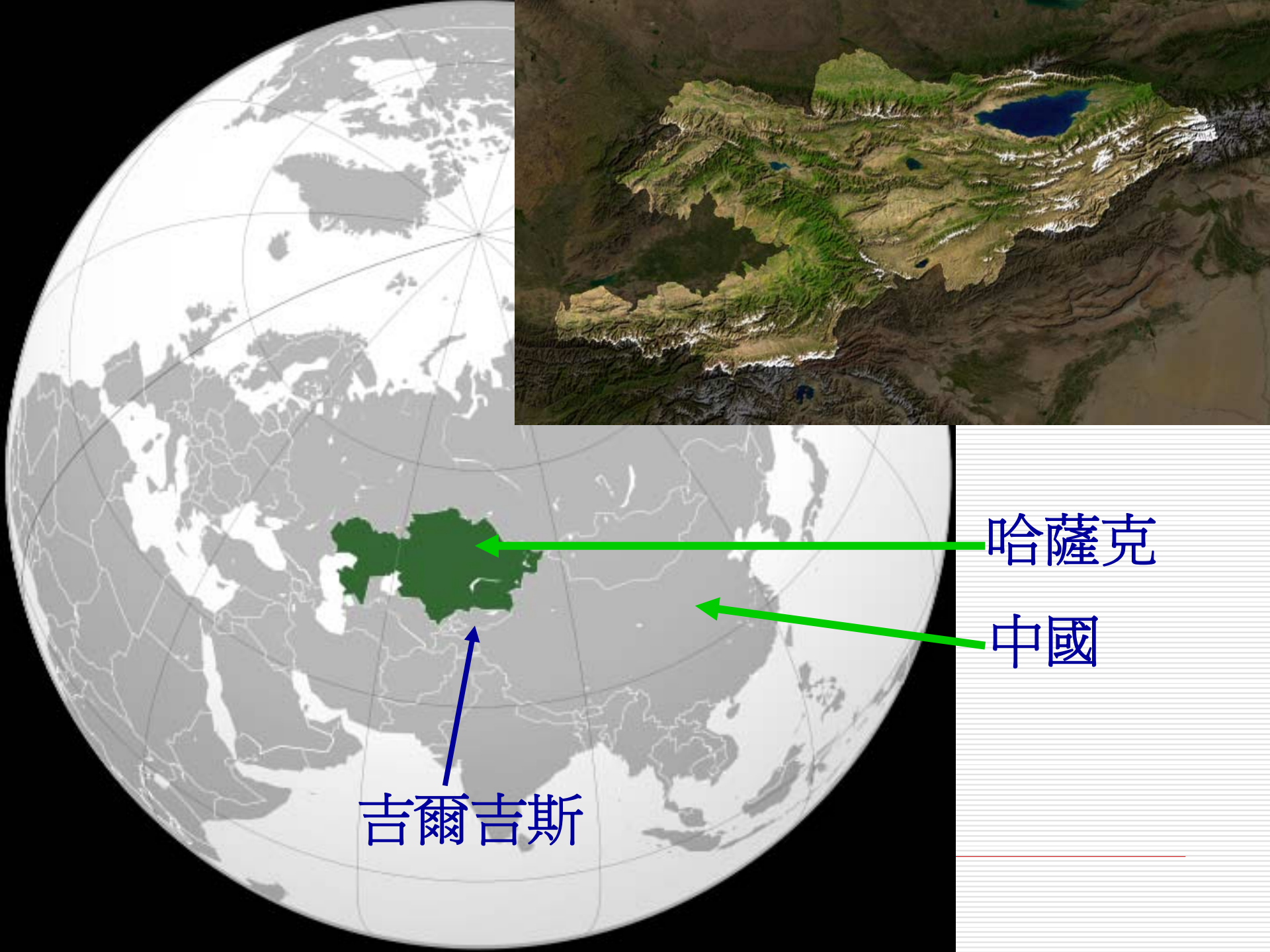
- 魏晉時期紙與造紙技術傳入朝鮮，公元610年又從朝鮮到日本。公元751年唐朝與阿拉伯人發生Talās戰爭，一些唐兵被阿拉伯人擄去，其中有造紙工匠，他們又把造紙技術傳到了阿拉伯，於是阿拉伯也設立了造紙工廠。後來敘利亞的大馬士革、埃及、摩洛哥，也學到了我國的造紙技術。公元1150年，西班牙有了造紙廠。接著德國、英國、荷蘭也有造紙業。16世紀後，造紙技術由歐洲傳到北美洲。此後逐漸傳遍了全世界。
-



吃了一隻大鯨

怛羅斯會戰

- ❑ 日期：西元751年7月~8月（唐玄宗天寶十年）
- ❑ 地點：吉爾吉斯與哈薩克的邊境，接近哈薩克的塔拉茲（曾稱江布爾）
- ❑ 結果：阿拔斯王朝（即黑衣大食）勝利
- ❑ 起因：領土糾紛
- ❑ 指揮官齊亞德·伊本·薩里 高仙芝、李嗣業、段秀實
- ❑ 兵力約150,000人（40,000名呼羅珊士兵，十餘萬名阿姆河與錫爾河流域的阿拔斯王朝保護國的士兵） 約30,000人（20,000至25,000名唐朝安西都護府士兵，10,000名盟軍拔汗那國的士兵和葛羅祿僱傭兵）



哈薩克

中國

吉爾吉斯

「紙」爲何物？

What is Paper?

- 以植物纖維爲主
- 先得使纖維完全單離
- 經叩解(打漿)處理
- 在水中抄製
- 乾燥後形成薄而均勻的連續薄層結構
- 用於書寫、印刷、包裝



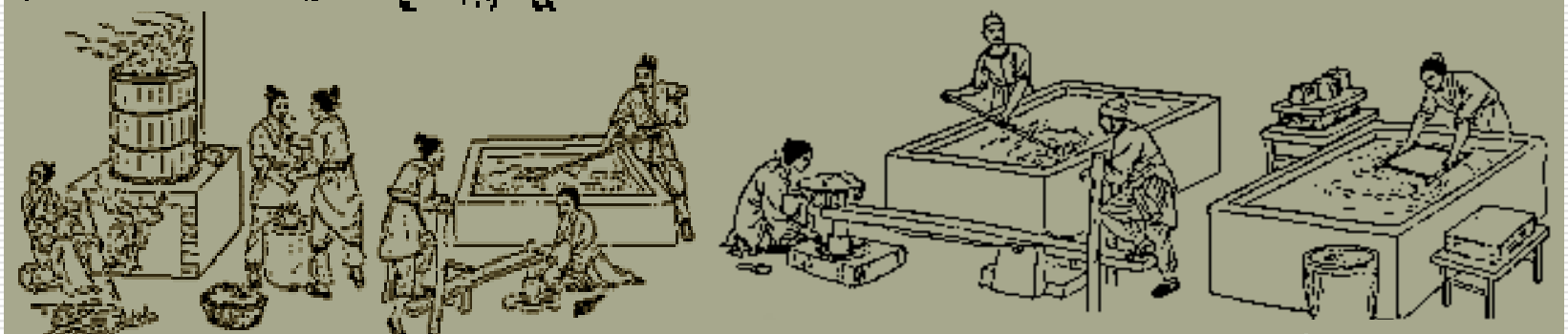
紙張的原料與製造

- 植物 → 紙漿 → 紙張與紙板 → 加工與使用
 - 纖維原料 → 紙漿：製漿程序（分散）
 - 紙漿 → 紙張與紙板：造紙程序（組合）
-

古代抄紙程序 (1)

Ancient Papermaking Process

製漿

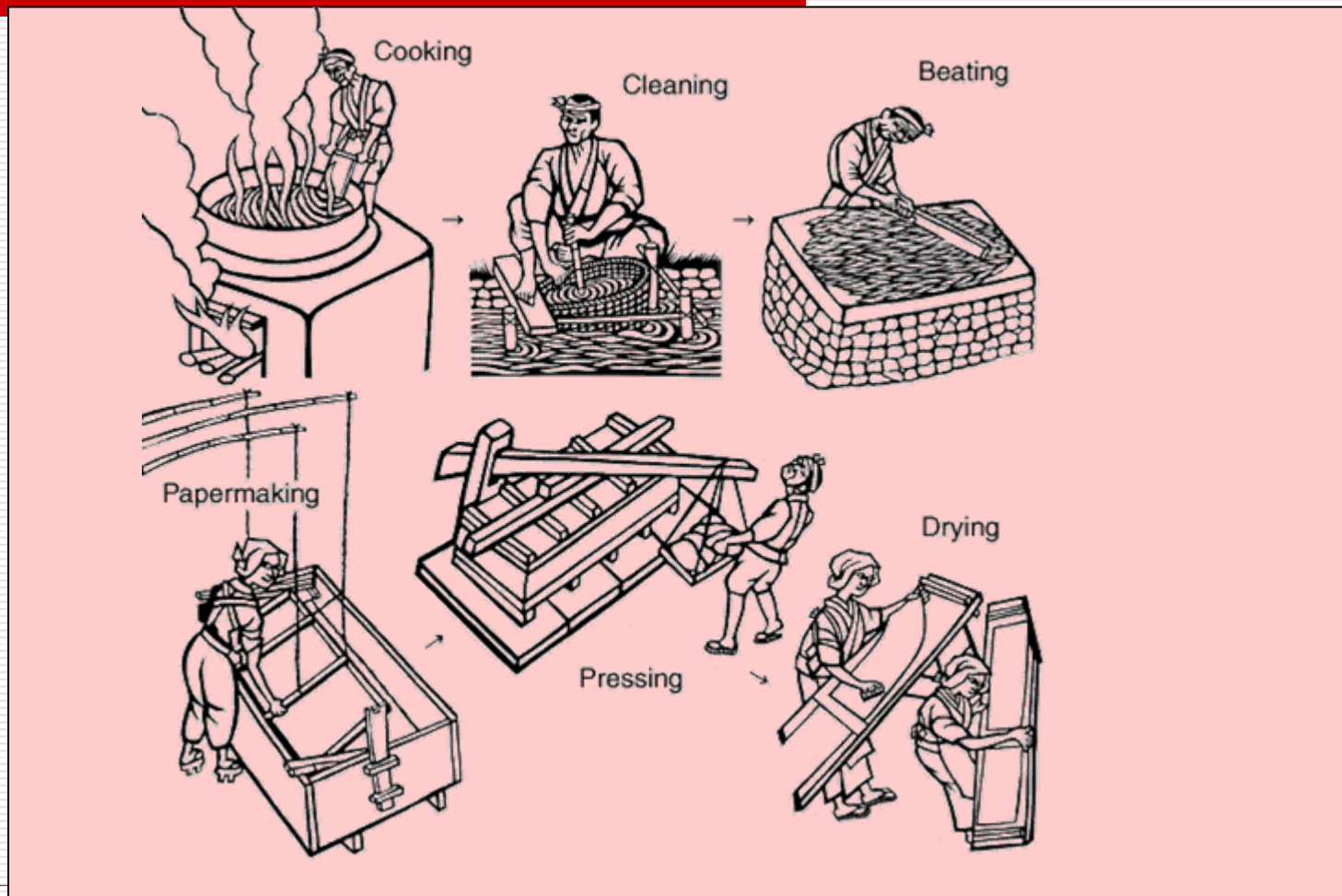


抄造 → 乾燥



古代抄紙程序 (2)

Ancient Papermaking Process





從「反故」到「還魂」

- 早在漢代時，古人還直接在字紙背面重新寫字或印刷，稱為「反故」，這些用作反故的紙多為官府文牘。
 - 宋代有一種循環再用的紙叫「還魂紙」，又稱為「再生紙」。古人為了降低生產成本，採用故紙回槽的方法，一般先將廢紙的墨跡、污跡洗去，然後摻入於新紙漿中重新造紙。
-

造紙纖維原料之演替

- 中國造紙的原料很多，主要的有大麻、黃麻、亞麻、苧麻、籐、楮皮和桑皮等**韌皮纖維**，以及竹、蘆葦、稻、麥等**禾草植物**的莖桿。



漢代 魏晉 隋唐

宋 元 明 清 現代

麻

樹皮

籐

竹

草

亞麻、棉花、碎布

木、廢紙

25~220

265~420

618~906

960~1280

1850~

BC206~AD 8

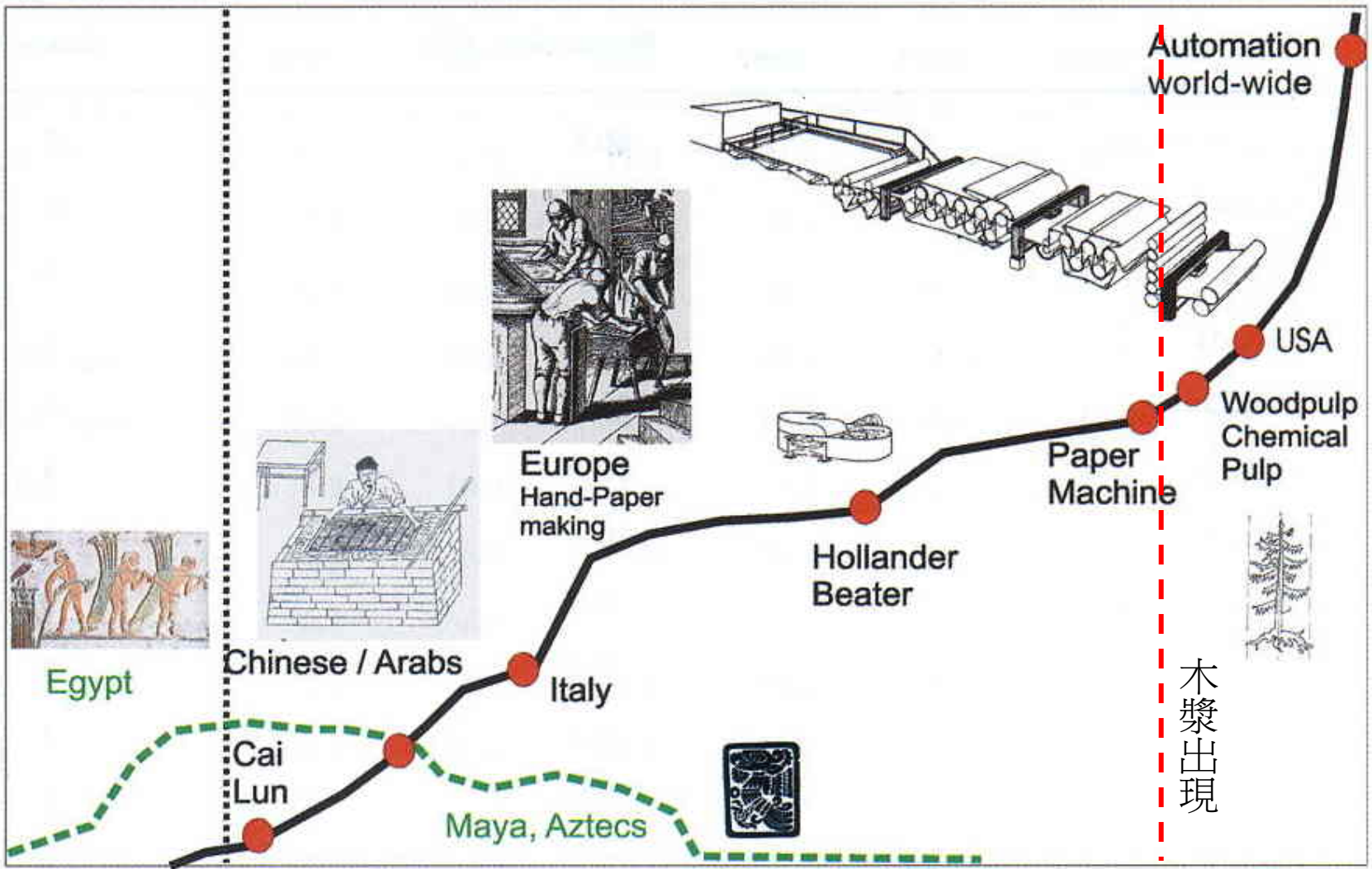
BCE 0 CE

--- Tapa, Papyrus

— Paper

P
r
o
d
u
c
t
i
o
n

log



Egypt



Chinese / Arabs

Cai Lun



Europe Hand-Paper making

Italy



Maya, Aztecs



Hollander Beater

Paper Machine




木漿出現

USA
Woodpulp Chemical Pulp

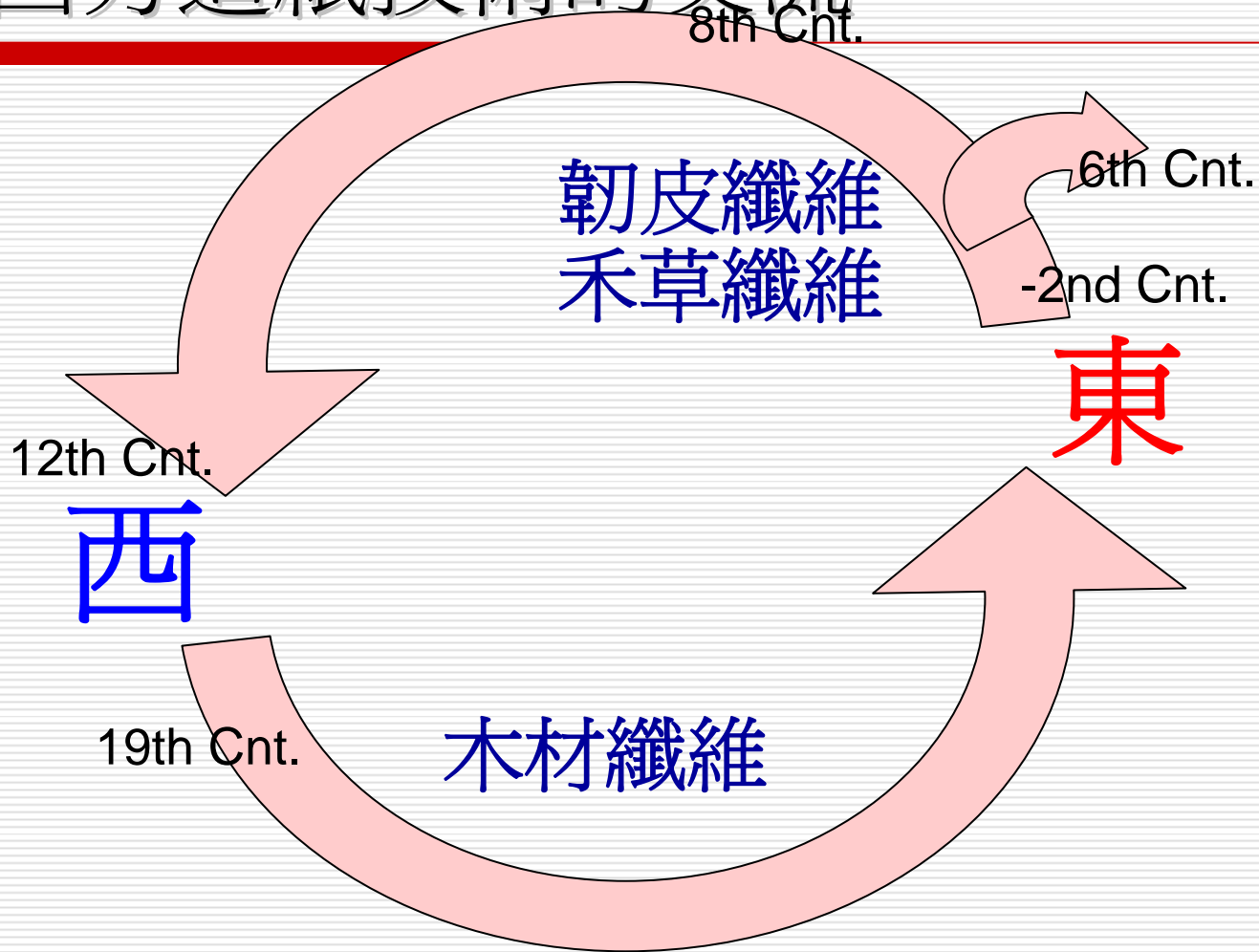
Automation world-wide

T e c h n i c a l E v o l u t i o n

紙漿的原料

- 木材：木本植物（闊葉樹、針葉樹）的木質部纖維，佔目前全球造紙纖維的94%
 - 非木材料：
 1. 植物類：韌皮纖維、莖葉纖維、種毛纖維、草本植物纖維
 2. 非植物類：人造纖維、無機礦物(極少數)
- 

東西方造紙技術的交流



爲何使用植物纖維？

Why Vegetable Fiber?

- 植物細胞有各種形狀，其中有細而長、兩端呈紡錘狀、富有撓曲性和柔韌性等特徵的厚壁細胞才是用來造紙的紙漿纖維。
 - 這些細胞不但細小，而且細胞中間是空心的，周圍有呈圓筒狀的細胞壁。
 - 這些細胞壁上主要有三種化學成份，即纖維素、半纖維素和木質素，它們對造紙來說各有好壞。
-

紙漿分類(依原料來源)

- ❖ 木材紙漿(wood pulp) :
 - 針葉樹紙漿 (softwood pulp, Nadelholz pulp, 簡稱 NP)
 - 闊葉樹紙漿 (hardwood pulp, Laubholz pulp, 簡稱 LP)
 - ❖ 非木紙漿(non-wood pulp)
 - ❖ 廢紙回收纖維(recycled fiber, secondary fiber)、破布漿(rag pulp)
-

非木紙漿 Non-wood Pulp

- **單子葉植物**：竹類(bamboo)、穀桿(straw)、蔗渣(bagasse)、西班牙草(esparto)
 - **韌皮纖維(bast fibers)**：亞麻(flax)、黃麻(jute)、大麻(hemp, あさ)、苧麻(ramie)、楮(構樹)(paper mulberry, こうぞ)、雁皮(gampi, がんび)、三桠(mitsumata, みつまた)
 - **棉漿(cotton pulp)**：棉花、棉絨(cotton linter)
 - **莖葉纖維**：馬尼拉麻(Manila hemp)、瓊麻(sisal)、香蕉(banana)、鳳梨(pineapple)
-

非植物纖維

- **合成纖維**：聚烯、聚酯、再生纖維素（嫻縈）、其他人造纖維
 - **無機纖維**：玻璃纖維、碳纖維、金屬絲、氧化物、礦物纖維
-

以木材造紙之發展

- 18世紀，法國科學家Rene de Reaumur對工作中的黃蜂加以觀察研究。→木材纖維有可能用於造紙
 - 1844年德國人Keller開發出以小木塊通過石磨碾碎並加水而製成磨木紙漿。→（機械）磨木製漿法
 - 英國Hugh Burgess和Charles Watt在1851開發以燒鹼從木材分解出纖維的化學方法→蘇打製漿法
 - 1867年美國化學家Benjamin Tilghman發明一種稱之為亞硫酸鹽法的酸性製漿法→亞硫酸鹽製漿法
 - 1889年，德國化學家Carl Dahl創造了硫酸鹽法
→蘇打法之改良，明顯增加紙漿收率與紙張力學強度
-

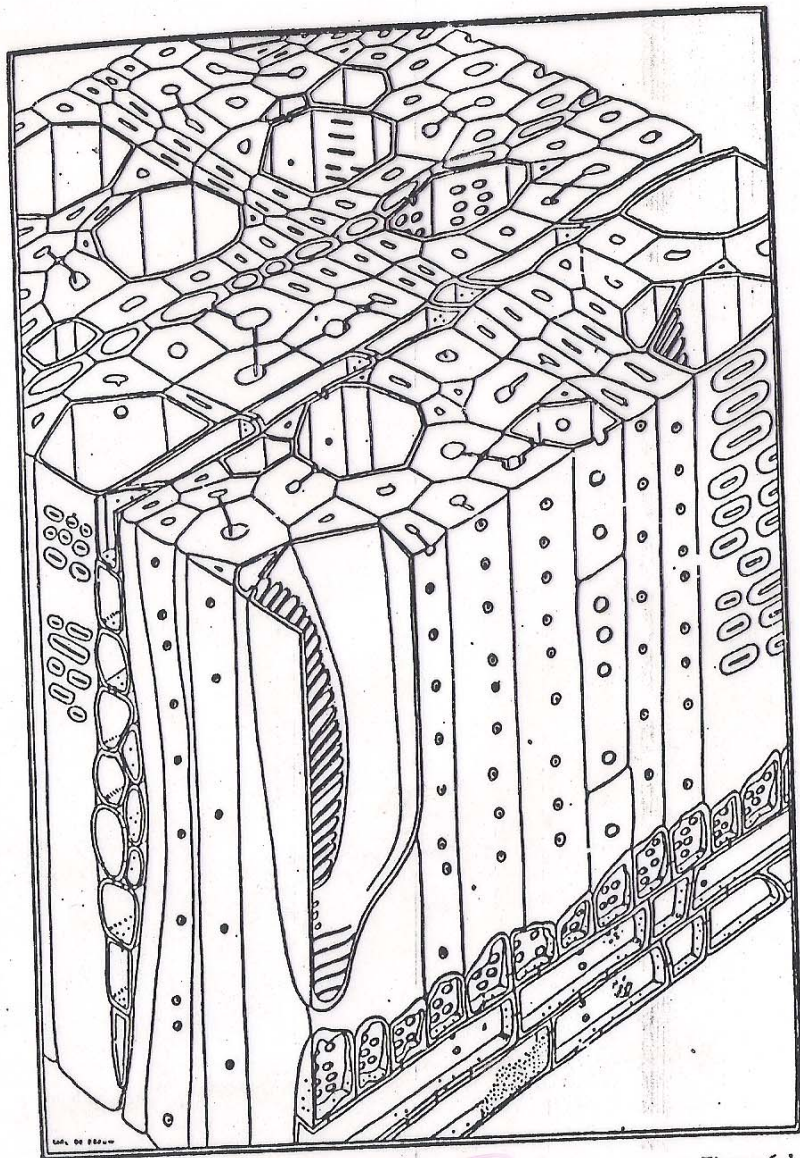


Figure 6.2. Schematic section of hardwood (400x). (Source: same as Figure 6.1.)

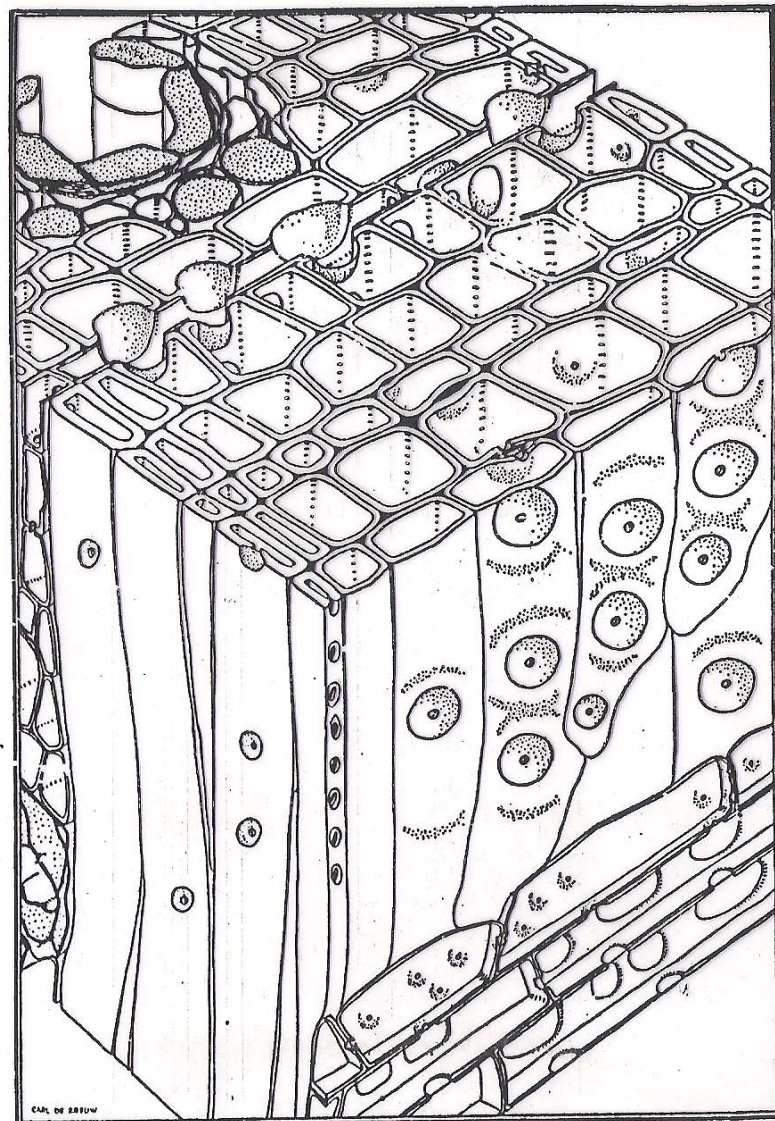


Figure 6.1. Schematic section of softwood (330x). (From Identification of the Commercial Timbers of the United States by Brown and Panchin. Copyright 1934 by McGraw-Hill Book Co. Used with permission of McGraw-Hill Book Co.)

針、闊葉樹材纖維來源之名稱、分佈與數量

組	織	細 胞	針 葉 樹	闊 葉 樹
縱向	紡錘組織	假導管	◎(92—98.6%)	通常無
		木纖維	—	◎(39.5-82.0%)
		導管	—	◎(5.6-51.9%)
	柔軟細胞	紡錘型柔細胞(樹脂細胞)	△	通常無
		柔軟細胞串	(0-0.8%)	◎(0.2-36.9%)
		上皮細胞	△	通常無
橫向	紡錘組織	射線假導管	△	—
		射線柔細胞	◎(1.4-7.0%)	◎(3.7-18.6%)
	柔軟細胞	上皮細胞	△(0-0.16%)	通常無

