

## 紙層構造影像分析之研究

邱俊雄

### 摘 要

交織是造紙界用來判斷紙張纖維分布的情形，影像分析是一種新技術用來測定紙張交織，一般所用的方法都是光透射來測定。今以野村FMT-1000 測試合成紙，手工紙，機抄紙，得知纖維圍平均直徑，標準幅差。所得變動係數分別為20.37%，7.41%，及3.70%數值小，紙張交織較良好。

關鍵字：交織、纖維圍、影像分析

邱俊雄，1990，紙層構造影像分析之研究，林業試驗所，研究報告，5(4)：129-223.

### A Study on Sheet Structure by Image Analysis

Chiou Chun-Hsiung

#### [Summary]

Formation is a term used by the practical papermaker to describe the uniformity of fiber distribution in a paper sheet. A novel technique for the measurement of formation is image analysis. Generally measurement of formation employs transmitted light. Hand-made sheet, machine-made paper and synthetic paper were analyzed by a Normura FMT-1000. The coefficient of variation as formation index for these paper were 3.77%, 7.41% and 20.37%, respectively. The lower the number, the better the formation.

**Key word:** handmade paper, formation, fiber floc, image analysis.

Chiou, C.H. 1990 A Study on Sheet Structure by Image Analysis Bull., Taiwan For. Res. Inst. New series, 5(4):219-223.

#### 一、緒 言

紙張是纖維的集合體，在x、y方向二次元(2-dimensional sheet)以非常薄的網狀交織(net work)而成，z方向則為層的構造，Wagle氏等則認為纖維形成的機構(mechanisms)是纖維圍交織(floc formation)與分散(dispersion)(Wagle et al 1988, Norman 1986)，因此紙張纖維間的交織受纖維形態、備料、抄紙方法而異，紙張交織的均

勻否是判斷紙張品質的重要因素之一。

以往檢測紙張交織都於紙張背後置一光源，以目視纖維分布與交織來判斷紙張品質，這需要經驗，但是人類視覺官能會受工作環境、心理狀況的影響，而有所偏差、且較抽象，無法以數據來表示，且資料無法累積、保存，因此有借助儀器來判斷、記錄以達到客觀判斷，提高品質管理的水準與優良的產品。

近年來，歐、美、日學者汲汲於紙層構造的

1990年3月送審

1990年9月通過

分析, Farrington 氏(1988)、Murakami 氏(1986)以軟性X光透視紙層交織,及纖維配向分部之比較。

最近有人以電腦影像解析研究紙層形成,纖維配向(orientation)、鍵結(bonding)(how ard 1980)、捲曲(curl)(Koran 1982)等,以了解纖維交織情形,以為改進紙張品質。國內亦有人從事此方面研究(杜宏宏,郭蘭生1985)以不透明度(opacity)來簡易評定紙張交織,但所樣點太少,今以國內特有,以傳統的手工抄成的宣紙,機抄紙及合成紙為試材,分析其紙張結構以供紙業界之參考。

### 二、材料與方法

#### (一)材料:

1. 以林業試驗所手工抄紙室所抄製之宣紙 120×60公分,原料為雁皮(gampi pulp)50%、蘆葦短纖維(reed pulp)50%。
2. 以本所示範工廠抄造模造紙為試材, LBKP 85% NBKP 15% c.s.f 350 ml.
3. 以Du Pont Tyvek 合成紙為試材原料為 100% polyethylene(PE)。
4. 紙縱為10cm×10cm。

#### (二)交織測定儀(formation tester FMT-1000)

1. 為日本野村商事株式會社製造二次二面態攝影機(Charge Couple Device CCD)Image sensor 768(H)×493(V)點數(pixel)。
2. 處理部為16bit CPU 80286, 640K byte。測定面點數為 128×128 bit 每一點為0.78×

0.78mm。

3. 高周波螢光燈27W.30kHz, 100v 光測定分解能力1/256, 測定值可自動校正。儀器構造見圖1。

### 三、結果與討論

今於紙張背後置一光源,以普通相機照像,可明顯看出手工紙之竹簾、編線,紙張纖維分布情形,以韌皮纖維,合成纖維成團,也很明顯。機抄紙纖維分部則非常均勻。

手工紙大都以長纖維為原料所抄成,在抄紙過程中,要使纖維分布均勻,較為困難且容易成團。機抄紙的纖維分布均勻,纖維短,快速分散,排水快,因此紙張品質優良。

Tyvek 合成紙,是以人造纖維由噴槍射出交織而成,更易成團,王秀華氏(1989)曾以電子顯微鏡觀察纖維交織結果與影像分析相同。

已知雁皮纖維長度為4.5mm,蘆葦纖維為1-1.5mm, LBKP, NBKP 0.2-1.2mm 目視宣紙機抄紙紙條的纖維分布,相當均勻,纖維絨團距離不大,可知其交織情形良好,紙張品質佳,合成紙纖維無限長,本樣品纖維15cm。則出現厚薄不均透光不均,纖維成束,交織不良,就是無法以數據表示之。

三種紙張置於交織測定儀(formation tester)中,利用其透光性、吸光度,顯示出明暗度的不同,測定點數面積(0.78×0.78mm)縱向(CD),橫向(MD)各為2000個以上,合成紙為500個以上並行影像分析。(見圖2-4)電腦統計所得的結果見下表:

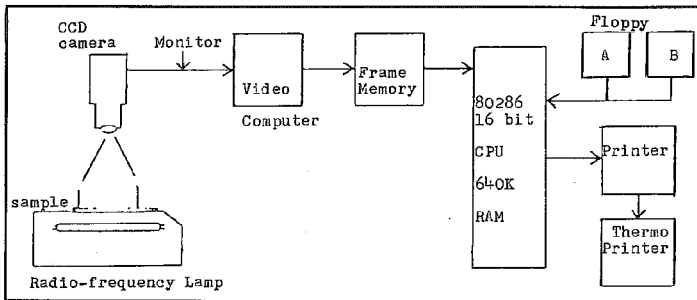


圖1. 影像分析構造圖  
Fig.1 Structure of image analysis

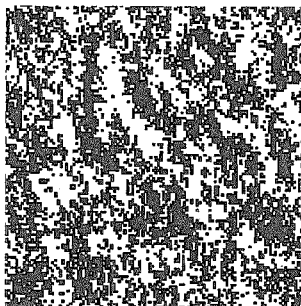


圖2. 機抄紙 Fig.2 Machine made paper

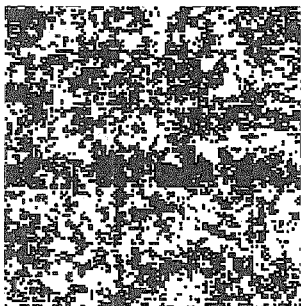
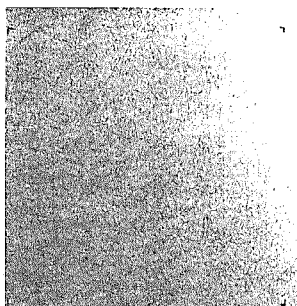


圖3. 手工紙 Fig.3 Hand made paper

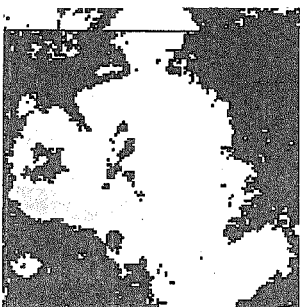
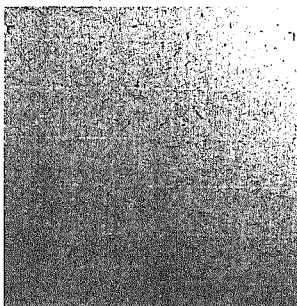


圖4. 合成紙 Fig.4 Synthetic paper

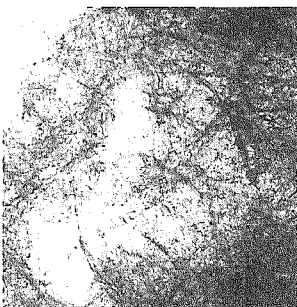


表 1 紙張交織分析  
Table 1. Formation analysis of sheets

項目/結果		手工紙	機抄紙	合成紙
平均透過率	%	52.4	32.2	20.80
• 變動係數	%	7.41	3.77	20.37
標準偏差		0.0202	0.0181	0.1420
平均吸光度		0.2730	0.4790	0.6791
纖維絨團 (Floc) 平均直徑	mm	3.09	2.85	13.50
纖維絨團平均間隔	mm	5.06	4.58	15.37
橫向纖維團平均直徑	mm	3.37	3.07	14.87
間隔	mm	5.50	4.92	17.85
指數	個	2143	2449	477
縱向纖維團平均直徑	mm	3.26	3.05	12.12
間隔	mm	5.18	4.76	13.10
指數	個	2323	2571	506

• 變動係數 = 標準偏差 / 平均吸光度

紙張各點重(local grammage)吸光度都不一樣，標準偏差大，表示纖維絨團大，反之則小。由上表得知同一單位面積上(10×10cm)手工紙，機抄紙縱向，橫向有2000點以上纖維絨團，而合成紙只有477-506個。b纖維絨團大小，(floc size)間距(floc pitch)表X.Y.Z方向標準偏差表Z方向兩者都在0.02左右，合成紙為0.14。

諾曼氏指出 $Fa = \Sigma(Wa)/W$ 。(formation number F)W是實際重量變動 $Wa$ 是每一點重量變異係數。a是所量面積的大小。Wagle指出絨團之分散模式，數目與交織有關。郭蘭生、汪淮氏(1985)指出添加物與纖維間之相互作用可以理論，實際遮蓋因數之差值間接表示並了解添加物對紙張不透明度之效應，因為凝結(agglomeration)作用，填料粒子大小，接觸面積，表面處理等紙張與組成分子散射係數不成直線關係。

Kallmes(1969)研究影響紙張結構因素，有纖維長寬度，形狀。長軸的走向，密度，接觸面積。上述理論與本研究結果相符。因為纖維短絨團小，單位面積絨團多，均勻，纖維接觸面積大，則標準偏差與吸光度之比值小，表示交織良好。

#### 四、結 論

(一)纖維分布均勻與否，以光照即可初步判定，手工紙、機抄紙、縱向、橫向纖維絨團間隔相近，直徑大小也相似，紙張交織良好，合成紙則反是。原料，製造方法相近就難判斷。

(二)手工紙、機抄紙、合成紙以影像分析，由變動係數為7.41%、3.77%、20.37%可立判優劣

，light absorption 勝於soft x-ray, beta-radiography, beta ray absorption 可迅速得知纖維分布，可為配料比例，紙張強度之參考。

(三)紙張交織可以數字表示，判讀正確，迅速。

#### 引用文獻

- 王秀華、林曉洪 1989 市售重要紙品之掃描電腦研究 漿與紙月刊 No.110: 5-26
- 杜明宏、郭蘭生 1985 低基重紙張成形之簡易評定 中華林學季刊 18(1):55-64
- 郭蘭生、汪淮 1985 遮蓋因數在印刷紙張不透明度問題上之應用 中華林學季刊 18(2): 87-96
- Farrington, T.E. Jr. 1988 Soft X-ray imaging can be used to assess sheet formation and quality Tappi 71(5):140-144
- Howard, R.C and Kropholler H.K 1980 Bonding measurement by image analysis Pulp & Paper Canada 81(12): T334-338
- Kallmes, O and H.Corte 1969 The structure of paper Tappi 43(9): 737-752
- Koran, Z et al 1982 A study on orientation and curl Tappi 65(8): 88-91
- Murakami, K 1986 Advances in the Evaluation of sheet Structure of Paper Japan Tappi 40(12): 1-12
- Norman, B 1986 The Formation of Paper Sheets 124-149 Marcel Dekker Inc., NY U.S.A.

Wagle, D.G et al 1988 Further comments  
on a visual study of pulp floc dispersion me-

chanisms Tappi 71(8) 137-141