

纖維化學

上野成夫原著
歐志遠譯

文源書局印行

无锡轻工业学院

0393814

14-73

纖維化學

上野成夫 原著
歐志遠 譯

图书馆

江南大学图书馆



91535338



文源書局印行

中華民國五十九年十二月初版
內版台業字第〇九四〇號

纖維化學

定價新 定價

70

原著者：上野成夫

譯者：歐志

發行人：陳錦芳

發行者：台灣文源書局

台北市重慶南路一段九十號
郵政劃撥儲金戶第一八〇五號

印刷者：遠大印刷廠

經銷處：全省各大書局

版權所有

翻印必究

N70

目次

| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 1 | 纖維之分類 | 1 |
| 2 | 各種纖維之化學組織 | 7 |
| 2.1 | 天然纖維之化學組織 | 7 |
| 2.1.1 | 棉麻 | 8 |
| 2.1.2 | 綢絲 | 13 |
| 2.1.3 | 羊毛 | 18 |
| 2.2 | 無機纖維之化學組織 | 23 |
| 2.2.1 | 玻璃球之製造法 | 24 |
| 2.2.2 | 連續纖維之製造法 | 25 |
| 2.2.3 | 短纖維之製造法 | 25 |
| 2.2.4 | 中纖維之製造法 | 25 |
| 2.3 | 再生纖維之化學組織 | 27 |
| 2.3.1 | 纖維素系再生纖維 | 27 |
| 2.3.2 | 蛋白質系再生纖維 | 38 |
| 2.4 | 半合成纖維之化學組織 | 40 |
| 2.4.1 | 纖維素系半合成纖維 | 40 |
| 2.5 | 合成纖維之化學組織 | 51 |
| 2.5.1 | Polyamide 系合成纖維 | 51 |
| 2.5.2 | Polyester 系合成纖維 | 64 |
| 2.5.3 | Polyacrylonitrile fibre 系合成纖維 | 68 |
| 2.5.4 | Poly vinyl alcohol 系合成纖維 | 83 |

II

| | |
|--|------------|
| 2.5.5 Polyvinyl chlorides (P.V.C.) 系合成纖維 | 90 |
| 2.5.6 Poly vinylidene chlorides 系合成纖維 | 93 |
| 2.5.7 Polyethylene 系合成纖維 | 99 |
| 2.5.8 Polypropylene 系合成纖維 | 104 |
| 2.5.9 Polyurethane 系合成纖維 | 118 |
| 2.5.10 Poly hydrocarbon urea 系合成纖維 | 120 |
| 2.5.11 Polyfluor ethylene 系合成纖維 | 125 |
| 3 纖維(高分子化合物)的幾個物理化學性考察 | 133 |
| 3.1 高分子化合物 纖維 | 133 |
| 3.2 高分子之形成 | 137 |
| 3.3 重合度與分子量 | 140 |
| 3.4 重合反應與動力學 | 145 |
| 3.4.1 連鎖反應 | 146 |
| 3.4.2 逐次反應 | 149 |
| 3.4.3 開環反應 | 152 |
| 3.4.4 共重合反應 | 153 |
| 3.5 溶解與溶融 | 156 |
| 3.5.1 溶解 | 156 |
| 3.5.2 溶融 | 160 |
| 3.6 彈性與可塑性 | 164 |
| 3.6.1 彈性 | 164 |
| 3.6.2 可塑性 | 167 |
| 4 纖維化學實用面之任務 | 171 |
| 4.1 上漿 | 171 |
| 4.2 上油 | 173 |

| | | |
|-----|--------|-----|
| 4.3 | 防止帶電 | 174 |
| 4.4 | 柔軟，平滑性 | 178 |
| 4.5 | 合成樹脂加工 | 188 |
| 4.6 | 染色 | 200 |

1 纖維之分類

具有纖維形成能之物質很多，可大別為天然纖維與化學纖維兩種。天然纖維或以纖維之原狀自然發生而存在，或經生育成長；化學纖維係利用藥品資源經人工之化學操作製造而成。

天然纖維包括植物、動物、礦物等各種纖維，其中植物纖維有種子毛、韌皮、葉脈、果實纖維等，而動物纖維則有獸毛和綢纖維。化學纖維可分為無機、再生、半合成和合成四種纖維；無機纖維有玻璃、金屬、岩石、鑛滓纖維等，再生纖維有纖維素系、蛋白質系和其他系三種，半合成纖維也有纖維素系和橡膠系之分，均以纖維素系佔絕大部份。至於合成纖維在最近二、三十年期間有飛躍的發展，而將來不斷地發明更是無可置疑。合成纖維為合成高分子物之代表性應用製品，與合成樹脂成為化學合成之兩項典型產品，均以合成可塑物見世，其一為纖維形體，另一則為成型物形體。合成纖維可分為很多系列，至目前為止已分出之系列有下列 13 種：

polyamides 系、polyester 系、polyacriclo-nitrile 系、polyrimyl alcohol 系、polpinyl chlorides 系、polyring-lidene chlorides 系、polyethylen 系、polypropylone 系、polyurethan 系、poly hydricarbon utra 系、vinylidene cyanide 系、polyfluorethylene 系、polystyrene 系等。

其中有些雖具有良好化學組織却無良好紡織纖維性能；也有些做為衣料用雖不理想，而在工業用途上却屬無出其右者。

在衣料用途上最普遍具發揮實用效果者有玻璃亞未得系、玻璃益絲德爾系、玻璃壓克勤尼得利系和玻璃必尼爾亞路可爾；也即所謂尼龍、鐵得龍、壓克利爾和必尼龍等常用之纖維。其他纖維則做爲工業用、農業用、水產業用、鑛山用、建材用和室內用等實屬用途廣泛，不勝枚舉。

將上項分類列表如表 1.1，由此可瞭然吾人通常僅熟悉其名稱取各種纖維，所屬的等級和位置。

表 1.1 纖維之分類

1. 天然纖維

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---------|-------------------|
| (i) 植物纖維 (Vegetable fibre) | 種子纖維 (Seed fibre) | 棉花 | (Cotton) |
| | 韌皮纖維 (Bast fibre) | 亞麻 | (Flax) |
| | | 大麻 | (Hemp) |
| | | 黃麻 | (Jute) |
| | | 馬尼拉麻 | (Manila hemp) |
| 葉脈纖維 (leaf fibre) | | (Sisal) | |
| | | 紐西蘭麻 | (Newzealond flax) |
| | 果實纖維 (Fruit fibre) | 椰子 | (Cair) |
| (ii) 動物纖維 (Animal fibre) | 獸毛纖維 (Wool and hair) | 羊毛 | (Sheep wool) |
| | | 駱駝毛 | (Cannel hair) |
| | | | (Alpaca) |
| | | | (Cashmere hair) |
| | | | (Mohair) |

| | | |
|---------------|-----|--------------------|
| | 山羊毛 | (Goat hair) |
| | 兔毛 | (Hare Rabbit hair) |
| | 馬毛 | (Horse hair) |
| | 牛毛 | (Cow hair) |
| 絲纖維 (Silk) | 家蠶絲 | (Cultivated Silk) |
| | 野蠶絲 | (Tussah Silk) |
| (Asbestos) | | |

(ii) 礦物纖維
(Mineral fibre)

2. 化學纖維 (Chemical fibre)

(i) 無機纖維 玻璃纖維 (Glass fibre)
(In Organic fibre), 金屬纖維 (Metal fibre)
岩石纖維 (Slag fibre)

| | | | |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| (i) 再生纖維 (Regenerated fibre) | 纖維素系 (Cellulose fibre) | (Rayon) — (Viscose rayon) | 海波龍、遠克斯爾 波麗克特、波麗娜 治克助龍 |
| | | (Cupra) — (Cuprammonium rayon) | 便貝爾克 |
| | | (Nitrocellulose fibre) | |
| | | (Saponified cellulose—acetate) | 卡羅蘭、使爾鐵特 造娜龍、帝人亞使 鐵特亞龍、富爾治 染 |
| | | 牛奶蛋白纖維 (Casein fibre) | 美麗娜巴、蘭達爾 —亞拉拉克、飛布 樂連 |

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| 蛋白質系 (protein fibre) | 大豆蛋白纖維 (Soybean fibre) 花生蛋白纖維 (Ground nut fibre) 玉米蛋白纖維 (Zein fibre) 再生絹絲 (Re-generated Silk) | —素長龍 —亞得意爾 —白克拉 |
| 其他 | 阿爾銀酸纖維 (Arginate fibre) 天然橡膠 (Natural guni) | |
| (iii) 半合成纖維 (Semi-Synthetic fibre) | 纖維素系 特利亞使鐵特 (Cellulose fibre) (Cellulose triacetate) 酢化亞使鐵特 (Viscose fibre partially acetylated) 乙基纖維素 (Ethyl Cellulose) 氯化橡膠 (Chlorinated rubber) | —益絲特龍、使拉尼斯 、益絲特拉、美娜麗 斯、亞協兒、卡拉龍 、亞使鐵特、帝人亞 使鐵特 —亞呢爾、特利斯爾 —亞龍、亞使德必斯 特治蘭 |
| 橡膠系 | | |

(Rubber) 塩酸橡胶
(Hydrochlorinated rubber)

| | | |
|---|--|--|
| | | 尼龍 610 (nylon 610) — 丟碰尼龍 |
| | | 其 他 (nylon 4, 7, 9, 12) |
| (iv) 合成纖維 (Synthetic fibre) | polyacrylonitrile polyacrylonitrile | 鐵得龍、德克龍 特利連 |
| | copolymer | 奧龍、麗龍、巴昂、笨 — 尼龍佳斯美龍、特力龍 、益克絲蘭、倍絲龍、 尼特龍 |
| polyester polyacrylonitrile polyninyl alcohol | copolymer | 特力龍、笨尼爾、佳斯 美龍、益克絲蘭、倍絲 — 龍、佳尼加龍、尼特龍 、黛尼爾、比尼絨 N、 雅克麗蘭、特拉龍 X- 51 |
| | 比尼龍 vinylou n | 比尼龍、克拉麗美爾龍 — (克麗英娜、克拉龍) 、佳尼必昂 |
| n (polymynyl chlorides) | 單獨重合物 (polyninyl chloride) | 鐵比龍、恩比龍、尼布 — 、克麗哈龍 S、尼西佳 龍、羅比爾、毛比爾 pcu |

| | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|---|---|
| (iv) 合成纖維 (Synthetic fibre) | | 共重合物 (Capolymer) | 阿比斯克比尼絨、比尼絨 N 黛尼爾 | |
| | | 後塩素化物 (polyninylidene chloride) | 一必治益 (pe ce) | |
| | | polyvinylidene | polyvinylidene chlorides | 撒蘭、克麗巴昂、別龍、羅吧娜 |
| | | polyethylene | polyethylene | 哈伊絕克斯、新黛恩、佳您萊特、益治龍、普拉治龍、利本、克倫 X ₂ 、我愛念 |
| | | polypropylene | polypropylene | 派連、朴利普落丕蓮、那拉克龍、羅壓蓮、哈久龍 |
| | | polyurethane | 1.4 Butanediol hexamethylene diisocyanate | 奧撒龍、夜斯拍、萊克拉、派蓮、斯胖烈克斯、爬龍 u、波爾蘭 |
| | | poly hydrocarbonurea | polynonamethylene | 一有利龍 |
| | | | polyterafluorethylene | 特符龍、特有符龍、朴利符龍 |
| | | polystyrene | polystyrene | 亞爾治兒、迷亞龍、朴利非巴 |

2 各種纖維之化學組織

凡纖維形體物質幾為高分子物 (High polymer substance) 而大部分有機性，很少無機性者，職是之故，具有高分子物之特性。例如：

- (1) 伸縮性大
- (2) 富於彈性
- (3) 由彎曲復原

均為高分子物之特性，為低分子物所無，可為判定高分子物之尺度。

衆所周知，製造纖維之過程為原絲—準備—織造—染色—整修—加工，而在每一過程中最重要者須充分瞭解原絲之特性；在乾、顯時之伸縮度、張拉時之強度變化、加以張力時的還原彈性等均屬經常應予注意及之的問題。

天然纖維乃是由於動植物之發育機能或天然自然現象之物理條件產生纖維狀高分子物。化學纖維則，係將天然存在之化學資源精製而成，或再利用化學藥品由數個工程合成之手段製成；總而言之，是以人工方法製造之纖維狀高分子物。

茲順序敘述各纖維之化學組織：

2.1 天然纖維的化學組織

天然纖維中植物纖維之代表性纖維為棉和麻，均屬纖維素(Celulose)系；動物纖維之代表性纖維為綢絲和羊毛，均屬蛋白質 (

(protein)系。茲就此二系觀察。

2.1.1 棉、麻

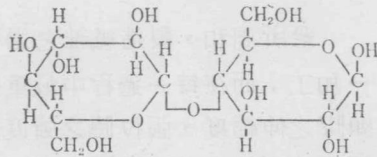
纖維素是許多植物纖維，化學纖維中，構成再生纖維和半合成纖維素系之基本物質，也即形成植物體大部分成分之炭水化物（多類）。

纖維素是由許多葡萄糖脫水重合而成連鎖狀之重合物，以化學式 $(C_6H_{10}O_5)$ 表示之。惟，自然界並無純粹之纖維素 (cellulose) 存在，通常與木質素 (lignin)，多糖類 (pectin) pento san 等非纖維物質結合，其性質因不同植物而有別，因此其分子排列也有不同。

目前已知之纖維素分子構造叫做 Cellobiose，是由兩個葡萄糖分子二糖類 $(C_6H_{11}O_6 \cdot C_6H_{11}O_5)$ 反覆連接而成之長鎖狀分子，其構造式如右圖。此 Cell

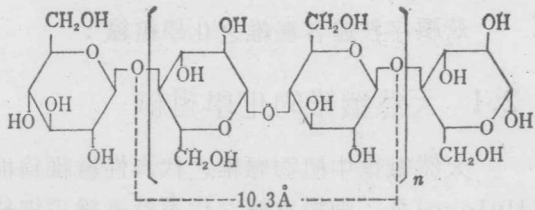
obiose 乃是將纖維素加水分解時發現。二糖類再延長成長鎖狀分子 1.4 bridge，即

B-1.4 polygrocothan 如下圖，由 n 個連結形體而成。



目前對於 Cellobiose 單位鎖的連結方式中每一單位鎖的大小，一般採用 1928 馬爾克和邁亞 (MARKE MEYER) 以 X 光線解析推展的學說。

就纖維素之物理性能言，應屬無色透明、棉纖維素經二重折射，在光學上為正反應，在偏光顯微鏡下呈青色，在紫



外線下發螢光色。在化學上分子量為 $50 \sim 2,000$ 程度，每一 $C_6H_{10}O_5$ 有 3 個酒精 OH 基，與酸化合成爲酯 (Ester) 與酒精化合成爲醚 (Ether)。對於酸起加水分解而產生葡萄糖；氧化結果在分子中產生 aldehyd 基，再進一步產生 carbokicel 基，至於微細構造，以棉纖維爲例，其放大 4,000 倍的結果如下圖。位於外例皮膜與內側中空部份中間，像木材年輪形狀相當於「內」的部份爲第二次細胞壁，叫做 (Fibril)，對於纖維軸保持約 30° 之傾斜，排成螺旋狀。在此 Fibril 中群與群之間尚有一些空間，叫做 (Micell) 間隙，其大小如表 2.1。這一群一群

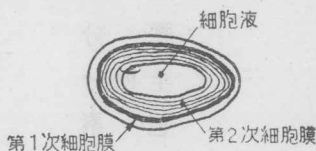


圖 2.1 棉纖維之斷面圖

表 2.1 間隙

| | |
|-----------|-----|
| 棉 線 | 80A |
| 網絲，人造絲人造棉 | 50A |
| 羊毛，亞色鐵特 | 60A |

(註) $\overset{\circ}{A}$

$1/10,000\mu$

構成 Micell。換言之，Fibril 係由叫做 Micell 的纖維素分子排列的微細結晶組成。Micell 的大小，在纖維素保持天然狀態時約爲 $60 \times 60 \times 750 \overset{\circ}{A}$ ，一經膠體的分散後的再生纖維素纖維大致縮小成爲 $30 \times 30 \times 200 \overset{\circ}{A}$ 。Micell 的組成部份有結晶部份和非結晶部份。結晶部份各分子構成整齊之線狀組織，因此彼此以強烈之吸引力吸引着成爲一形體，但非結晶部份是雜亂狀態，並未成線狀組織。

棉纖維之化學組織，在一般乾燥狀態下如表 2.2：

表 2.2 棉纖維之化學組織

| | |
|-----|---------|
| 纖維素 | 94 (%) |
| 蛋白質 | 1.3 " |
| 果膠 | 1.2 " |
| 灰分 | 1.2 " |
| 臘分 | 0.6 " |
| 全糖分 | 0.3 " |
| 色素 | 微量 |
| 其他 | 1.4 (%) |

又，棉纖維之性能如表 2.3：

表 2.3 棉纖維之物理化學性能

| | | |
|------------------------------|--------------|--|
| 強度 (g/D) | | 吸水能力 (95%RH) 24 ~27 |
| { 乾燥時 3.0~4.9 潮濕時 3.3~6.4 | | 耐熱性 100°C止耐性良好 120°C 5 hr 黃色化 168°C 分解 |
| | 伸度 (%) | |
| { 乾燥時 3~7 潮濕時 - | | 經年效果 少量或近於無 |
| | 彈性復原 (%) | |
| 2%伸長 | 74 | 耐光性 強度降低，有黃色 化傾向 |
| 5%伸長 | 45 | |
| 剛數度 (g/D) | 57~60 | 耐酸性 遇熱希薄酸即分解 冷濃酸亦分解，冷 弱酸不受影響。 |
| 彈性率 (g/D) | 68~93 | |
| 比重 | 1.54 | 耐鹼性 苛性曹達可使膨潤 ，但不受損傷。 |
| 水分率 (%) | | |
| | 20°C 65%RH 7 | |



斷面圖



側面圖

圖 2.2 棉組織之顯微鏡照相

再就棉纖維之顯微鏡照相觀察如圖

2.2 (倍率 300 倍)。

棉纖維之代表性強度，也即伸度關係以曲線表示如圖 2.3。

棉與麻兩者在本質上具有大致相同的化學組織，其外觀上纖維長有很大的差異。其數值大約如表 2.4。

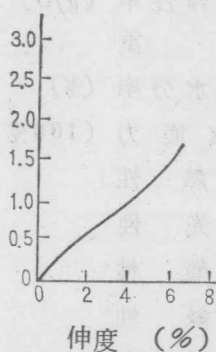


圖 2.3 纖維之強伸度曲線

表 2.4 棉及麻之纖維長

| 棉 | 纖維長 (mm) | 麻 | 纖維長 (mm) |
|-----|-----------|----|-------------|
| 海島棉 | 38~51 | 亞麻 | 500~1.200 |
| 埃及棉 | 28.5~44.5 | 大麻 | 600~2.400 |
| 巴西棉 | 27~30 | 苧麻 | 700~2.300 |
| 秘魯棉 | 25~34 | 黃麻 | 1.000~4.000 |
| 美國棉 | 17.5~32 | | |
| 中國棉 | 17.5~25.5 | | |
| 印度棉 | 9.5~27 | | |