No. 11

バングラデシュ人民共和国

カルナフリ・レーヨン工場修復・増設計画

調査報告書

1979年8月

国際協力事業団

バングラデシュ人民共和国

カルナフリ・レーヨン工場修復・増設計画

調査報告書

1979年8月

国際協力事業団

はしがき

日本政府はバングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき，同国Chittagong Hill Tracts に現存するKarnaphuli Rayon & Chemicals, Ltd.（KRC）のレーヨン工場の改修・増設計画に関するフィージビリティー調査を行うこととし，その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は，社団法人日本プラント協会の植木茂夫を団長とする８名の専門家から成る調査団を編成し，１９７９年２月５日より，２月２４日まで現地に派遣した。

調査団はバングラデシュ人民共和国政府関係者と上記計画についての打合せを行い，ＫＲＣの工場の調査を実施するとともに，同計画に関連する工場の視察，資料の収集を行った。帰国後国内作業を行い本報告書をとりまとめた。

本報告書には，ＫＲＣの現存工場を改修し，新たにレーヨン・スフ製造工場を新設し，同工場をレーヨン・フィラメント及びセロファン合計５トン／日，レーヨン・スフ１５トン／日の能力の工場に改善する計画は，フィージブルであると結論されている。

本報告書の提出に当り本報告書がバングラデシュ人民共和国の経済発展に寄与するとともに，同国とわが国との友好親善に役立つことを切望する。

終りに，本調査に協力されたバングラデシュ人民共和国政府関係者，在バングラデシュ人民共和国日本大使館各位，並びに調査団派遣についてご支援いただいた外務省，通産省関係各位に対し衷心より感謝の意を表わすものである。

１９７９年８月

国際協力事業団
総裁　法眼晋作

ABBREVIATIONS

BCIC	Bangladesh Chemical Industries Corporation
BTMC	Bangladesh Textile Mills Corporation
HLB	Handloom Board
KRC	Karnaphuli Rayon & Chemicals, Ltd.
KPM	Karnaphuli Paper Mill
TCB	Trading Corporation of Bangladesh
BBS	Bangladesh Bureau of Statistics
lakh	100,000
crore	10,000,000
IRR	Internal Rate of Return
Q'ty	Quantity
Yd. yd. yds.	Yard
ft	Foot
Lb, lb	Pound
T	Metric Ton
kg	Kilogramme
KWH	Kilo Watt Hour
kV	Kilo Volt
kVA	Kilo Volt Ampere
TK	Taka
Y	Year
M	Month
D	Day
H	Hour
min.	Minute
DWR	Durbin Watson ratio
USRT	United States Refrigeration Ton
kW	Clogging Constant
d	Denier

序

1 調査の背景

バングラデシュ人民共和国，Chittagong Hill Tracts のChandraghonaには，日本の三菱グループによって建設され，1967年より操業を開始したレーヨン・フィラメント及びセロファンを製造するKarnaphuli Rayon and Chemicals, Ltd. 所属の工場が稼動している。

しかし建設当時とバングラデシュ人民共和国の独立以後の事情の大きな変化によって，製品の販路に問題があるばかりでなく，工場設備は，独立戦争による混乱のために疲弊し，本工場の改修・合理化が必要となった。

このような事情のために，Bangladesh Chemical Industries Corporation（BCIC）は，本計画に関するProject Proformaを作成し，この中において本工場を改修するとともにレーヨン・スフ工場を新設する計画はフィージブルであると結論している。

かかる背景の下に，バングラデシュ人民共和国政府は日本国政府に，本プロジェクトのフィージビリティーについて日本国政府側より調査することを要請した。

国際協力事業団は日本政府の委託を受けて，本計画のフィージビリティーを調査する目的のため1979年2月5日より同2月24日に至る期間調査団を派遣した。

2 調査の目的

本調査の目的は，BCICが作成した本計画に関するProject Proformaの内容の見直しを行うとともに，その内容をより完全にすることによって，本計画のフィージビリティーを総合的かつ詳細に調査することにある。調査の具体的な内容は以下の通りである。

1) 繊維産業の現状の調査と繊維製品の需要予測
2) 主要原料の入手調査
3) 製品構成の決定
4) 採用プロセスの検討
5) 現工場の施設の現況調査
6) 改修に関する意見の作成
7) 輸送問題の検討
8) 原料，ユーティリティーの価格の調査
9) 投資額の見積り
10) 財務評価
11) 経済評価

3. 調査団の編成

調査団の構成は以下の通りである。

団長	植木茂夫	社団法人 日本プラント協会コンサルティング・調査部長
団員	寺井 章	東京熱機株式会社代表取締役
	斉藤十五郎	社団法人 日本プラント協会コンサルタント
	大江礼三郎	東京農工大学教授
	武井秀彦	海外経済協力基金 調査開発部 開発課課長代理
	泰田和義	社団法人 日本プラント協会コンサルタント
	野田泰司	社団法人 日本プラント協会コンサルタント
	菅沢喜男	社団法人 日本プラント協会コンサルタント
	中村三樹男	国際協力事業団 鉱工業計画調査部 鉱工業計画課

4. 現地調査

調査団は現地調査の期間を通じて，バングラデシュ側との打合せにより必要資料の入手を行うとともに，KRCの工場を詳細に視察して工場の現況の把握に努めた。

調査団の現地における調査日程は以下の通りである。

2月	5日(月)	東京発，バンコク着
	6日(火)	バンコク発，ダッカ着
		日本大使館において打合せ。
	7日(水)	工業省，大蔵省及びBCICにおいて打合せ。
	8日(木)	工業班及び中村：KRC工場視察。
		その他：BCICにおいて打合せ。
	9日(金)	工業班：KRCにおいて打合せ。
		その他：BCIC，BTMCにおいて調査。
	10日(土)	祭日
	11日(日)	工業班：Chittagong市において調査。
	12日(月)	中村：ダッカにおいて調査。
		その他：KRCにおいて打合せ。
	13日(火)	同上
	14日(水)	同上
	15日(木)	同上
	16日(金)	工業班：KRCにおいて調査。

	そ　の　他：ダッカにおいて調査。	
17日（土）	休　日	
18日（日）		
19日（月）	全　　員：ダッカにおいて調査。	
20日（火）	同　上	
21日（水）	祭　日	
22日（木）	全　　員：ダッカにおいて調査。	
23日（金）	中間報告書を工業省に提出。日本大使館において報告。	
24日（土）	ダッカ発，東京着。	

6. 謝　　辞

現地調査に関して Mr. S.M. Al-Husainy, Member, Planning Commission, Mr. Matiul Islam, Secretary, Ministry of Industries, Mr. Asafuddowla, Joint Secretary, Ministry of Industries, Mr. Mahammad Ali, Joint Secretary, ERD, Ministry of Finance, Dr. Aminul Huq, Section Chief, Industries Division, Planning Commission, Mr. A.K.M. Musharraf Hossain, Chairman, Bangladesh Chemical Industries Corporation をはじめ次の政府機関から多大の協力，便宜及び意見をいただいた。

これら関係各位に心から感謝の意を表したい。

Bangladesh Chemical Industries Corporation

Karnaphuli Rayon and Chemicals, Ltd.

Karnaphuli Paper Mills

Bangladesh Textile Mills Corporation

Trading Corporation of Bangladesh

目　　次

表　目　次

図　目　次

頁

要約，結論及び勧告

要約，結論及び勧告

1. 本プロジェクトは，Karnaphuli Rayon & Chemicals Ltd.(KRC) が現有するレーヨン・フィラメント及びセロファン製造プラントの修復とレーヨン・スフ・プラントの新設(BMR&E)に係るものである。

レーヨン・フィラメント／セロファンは現在5T/D程度のマーケットを有しており，またレーヨン・スフは国内に十分の需要がある。本プロジェクトは，技術的・経済的に種々の角度から検討した結果，フィージブルであると結論された。しかし，後記する勧告の内容を十分に考慮に入れる必要がある。

（バングラデシュの繊維産業とレーヨン・スフの需要）

2. バングラデシュにおいて生産される繊維製品の中心は綿糸及び綿織物であり，Bangladesh Textile Mills Corporation (BTMC) が原綿の輸入と綿糸の生産を行っている。

3. 国民1人当りの織物の消費量は未だ非常に少なく，国民の需要は十分に満足されていないが，全消費量は最近10年間に約50%の急上昇を示した。

4. レーヨン・スフは平均年間6～7千トン輸入されており，その消費は綿の消費に次いで多い。これは政府が，綿より安価なレーヨン・スフの使用を奨励しているためでもある。

5. レーヨン・スフの消費量は，1981～1982年に約1万トンに達し，1984～1985年には1万3千トン程度に上昇するものと考えられる。

6. 本プロジェクトの実施によって生産されるレーヨン・スフは，その量が上記の量よりも遙に少ないので，十分の国内マーケットを有していると考えられる。

（KRCレーヨン工場の経緯）

7. KRCは，国産資源の竹を利用し，レーヨン・フィラメント10T/D，セロファン5T/Dを製造する一貫工場として，1967年に建設が完了した。建設に当っては，日本の三菱重工グループが装置の設計，製作及び工事指導を行った。

レーヨン・パルプ製造，苛性ソーダ製造（塩素副生），硫酸製造，二硫化炭素製造，二酸化塩素製造等が行われ，主な原料は自給体制をとっている。

建設当初は日本人技術者の指導のもと，多少のトラブルはあったが，全般的には順調に操業された。

8. 1973年バングラデシュの独立に伴う混乱により，相当期間無人の状態で放置されたり，装置保全も行わない状態で生産が行われたことと及び外貨不足のための輸入部品の補充難によって，装置のかなりの部分が荒廃した。

9. 製品の販売先には主としてパキスタン（当時の西パキスタン）の市場があてられていたが，バングラデシュの独立によりこの市場を失ってしまった。

10. 上記の悪条件にもかゝわらず，KRCは関係者の努力により，低負荷ながら生産を続けている。製品の製造コストは割高であり，品質については問題が多い。

（設備の現状）

11. 竹レーヨン・パルプ・プラントは設備的には一部の機器及び計器の取替を行い，運転面では精製条件の強化等を行えば，16 T/Dの生産が可能となると考えられる。

12. 苛性ソーダ，硫酸，二硫化炭素のような原料の製造プラントは，計器類はほとんど腐蝕しているが，これらと一部の機器の取替及び増強を行えば，殆ど建設時の生産能力に回復出来る。

13. ビスコース製造プラントには，ほとんど腐蝕は認められないが，一部の機械部品の取替が必要である。また，ビスコースの沪過性が劣っているためフィルターの能力が低下している。

14. レーヨン・フィラメント・プラントは酸による腐蝕等により，部品や一部機器の劣化等を起しているが，基本となる機械本体の状態は悪くない。現在紡糸機46台中26台用の部品を輸入して修復しており，さらに10台分の部品も手配中であるので，5 T/D程度の継続的生産は可能である。

セロファン・プラントは，整備は十分ではないが，設計能力の半分程度の生産は可能と考えられる。

15. 蒸気，電力，水等ユーティリティーの供給には十分な余裕がある。しかも別資金によるKPMのBalancing, Modernization, Replacement（BMR）計画により近い将来，質及び量の面でさらに改善されよう。

（原料の入手）

16. 竹レーヨン・パルプの原料である竹は，現状でもレーヨン・パルプ16 T/D生産に必要な量の確保はできているが，スエーデンSIDA資金による別計画により伐採，集荷，チッピング及び輸送が合理化される予定である。

17. 輸入する必要のある針葉樹パルプの入手についても問題はない。

（労働の事情）

18. ＫＲＣは現在約3,000人の従業員をかゝえているばかりでなく，ＫＰＭの一部，竹の伐採集荷，木炭製造等間接的にＫＲＣのために働く人々に職を提供している。

ＫＲＣの従業員は日本で実習を受けた技術幹部を中心として，ビスコース製品の製造に十数年の経験を有し，相当の技術，技能を持っているばかりでなく，労働意欲も高い。

（最適案の選出）

19. 上述の如く，ＫＲＣは現在有効に利用できる設備，原料及び人員を持っているので，これらを有効に利用することはＫＲＣのためばかりでなく，繊維原料を自給していないバングラデシュにとってもＫＲＣの存在は極めて重要である。

ＫＲＣの製品構成を，バングラデシュの需要に合った製品構成に転換すべく，次の３案につき検討した。

(1)	レーヨン・スフ	20T/D（単独生産）	
(2)	レーヨン・フィラメント及びセロファン	5T/D	計20T/D（併産）
	レーヨン・スフ	15T/D	
(3)	レーヨン・フィラメント及びセロファン	5T/D	計20T/D（併産）
	ポリノジック・スフ	15T/D	

３案それぞれの得失を比較検討した結果，現存工場の事情に最も即した実施可能な案として第２案，即ちレーヨン・フィラメント及びセロファン5T/D，レーヨン・スフ15T/Dの併産案を推奨する。

ＫＲＣ従業員の有する豊富な経験を生かし，その上十分の努力がなされるならば，レーヨン・フィラメント及びセロファン7T/D，レーヨン・スフ15T/Dの生産も可能かと判断される。

（設備計画）

改修工事

20. 現プラントの改修計画の範囲は，ビスコース製造プラント，レーヨン・フィラメント・プラント，レーヨン・パルプ・プラントの主工程部門，ケミカルプラント，水処理プラント，サービス・ハウスである。但しセロファン・プラントは含まない。

ＫＲＣ及びＫＰＭは独自に計画及び工事を実施する能力を有するものと判断される。

21. レーヨン・フィラメント製造設備の能力は，改修により，セロファン設備と合わせて5T/D

に縮減し，余剰設備をレーヨン・スフ製造用に転用するものとする。

新設工事

22. レーヨン・スフ製造設備の新設に関しては，製造能力を15T/Dとする。計画に当っては，既存の設備の流用あるいは共用によって新設設備をできる限り最少限に抑えるものとする。

23. レーヨン・スフ製造設備は，建屋の拡張を極力少くするよう高性能装置と特殊設計機械を採用する。

24. 苛性ソーダ・プラントの能力増強には，種々の問題があるので現プラントの改修にとゞめ，苛性ソーダの不足分は購入により賄うことゝする。

25. レーヨン・スフ製造については，ノウ・ハウ込みで設備を購入する必要がある。

（建設計画）

26. 普通鋼材を使用した簡単な機器の現地製作は可能であるので，現地製作機器をできるだけ利用することが望ましい。

27. 機器の荷揚げ，内陸輸送，横持，保管等に問題はない。

28. 改修工事及び新設工事のための工期は，契約発効後２２ヶ月（２ヶ月の試運転期間を含む）である。このうち改修工事のための期間は１６ヶ月である。

（操　業）

29. 新設のレーヨン・プラントの操業は，現在の従業員によって行うことゝし，新規の採用は行わないことゝする。

30. レーヨン・スフ・プラントの操業開始日を1981年7月1日とし，年間稼動日数は330日とする。

（必要資金）

31. 1979年9月に機器供給の契約が締結される場合，必要資金は下表の通りである。

(Unit: 1,000)

Item	Foreign Exchange		Local C	Total
	¥	TK	TK	TK
BMR & E cost	3,458,285	266,288	16,137	282,425
Test run cost	34,596	2,664	1,332	3,996
Preoperation cost	125,000	9,625	500	10,125
Training cost	4,500	347	115	462
Operation guidance cost	14,000	1,078	0	1,078
Sub-total	3,636,381	280,002	18,084	298,086
Working capital	54,444	4,192	8,168	12,360
Total	3,690,825	284,194	26,252	310,446

なおこの他に，建設期間中の利息としてTK 32,254,000 が必要であり，必要資金総計はTK 342,700,000 となる。

32. 必要資金のうち¥3,636,381,000（TK 280,001,000 相当）を日本からの円借款によって，また，これ以外の必要資金は自己資金によって賄うものと仮定した。

（事業実施体制）

33. 本プロジェクトは第2次5ヶ年計画に先立つ2ヶ年計画中で国家プロジェクトとして位置付けられており，BCICの保証の下にKRCによって実施される。

（財務評価）

34. 財務評価においては下記の仮定がなされた。

a) レーヨン・フィラメント／セロファンの生産量は，BMR＆Eの期間中及び完了後共に，1,650 T/Yとする。

b) レーヨン・スフの生産量は，操業開始後第1年目は3,465T/Y（生産能力の70%），第2年以降は4,450T/Y（同90%）と仮定する。

c) 現存プラントの現在の価値を評価した結果，原価値の約20%に評価された。

d) 原料のうち，針葉樹パルプ，硫黄，燃料油等は輸入し，竹チップ，木炭，食塩等は国産品を用いる。苛性ソーダは大部分は自家製品を用いるが，不足分は購入する。副産物である硫酸ソーダ，塩素はKRC外に販売する。

e) 借入金の転貸金利は年9%と仮定する。

f) 製品の1981年7月における販売価格は，レーヨン・フィラメント及びセロファンはTK 59,407/T（販売税等支払後），レーヨン・スフはTK 31,000/Tとする。

g) 法人所得税は，レーヨン・スフの生産開始後7年間は免税とし，以後は税率55%とする。

35. 内部利益率は，税引前8.84%，税引後7.75%である。

36. レーヨン・スフの製造原価は，それが国内で販売される限りにおいて，容認できる範囲内にあると考えられる。

37. 借入金の転貸金利が高いため，レーヨン・スフの製造原価と操業率損益分岐点を高める結果となっている。

38. 建設期間中には，レーヨン・フィラメントしか製造できないため赤字を生ずるので，政府資金によって初期の援助をすることが必要である。

（経済的意義）

39. 本プロジェクトは，第2次5ヶ年計画に移行するに先立っての2ヶ年計画（1978/79～1980/81）中において，新規プロジェクトとして掲げられている国家プロジェクトである。

40. KRCはChittagong Hill Tracts（チッタゴン山岳特別区）に設立され，KRCの存立の大きな意義の一つは，後背地の地域社会に対して便益を与えることである。本プロジェクトの実施は，地域社会に対して現在十分の便益を与えることのできないKRCを建直すことによって，KRCをして上記の重要な役目を果さしめる結果となり，本プロジェクトの実施は重要な意義を有する。

41. 本プロジェクトの実施により生産されるレーヨン・スフは輸入代替品であり，この実施によって経済ライフ期間中にもたらされる外貨節約額は1979年現在の価値として約3千万US$と計算される。

42. 本プロジェクトの実施は，直接従業員約3,000人の雇用維持の他に，原料竹の伐採，運搬に関連する人達，本計画によって生産される製品を原料とする加工業，包装業に関連する人達等

非常に多くの人々に有形，無形の便益を供することとなる。

43. 本プロジェクトは，上記の意味において，経済的見地から見ても非常に重要であるので，財務評価の結論とも併せて，是非実施されるべきプロジェクトであると結論される。

（勧　告）

1. ＫＲＣの設備の修復は急を要するものであり，またレーヨン・スフの生産設備の新設は，ＫＲＣの財務状態を立直すために欠くことのできないものである。ＢＭＲ＆Ｅの実施が遅れるならば，下記の理由によってＢＭＲ＆Ｅのコストが上昇する結果となる。

(1) 計画の遅れによるコストの上昇

(2) 設備の老朽化の進捗によるコストの上昇

ＢＭＲ＆Ｅの遅れは，(1)の理由によるコストの上昇のみを考えても，１日当りＴＫ 70,000のコスト上昇を招く。

2. ＢＭＲのための設計とＥのための設計とは，現有設備の有効利用を計らねばならないという理由にも基づいて，互に深く関連をしており，従ってＢＭＲの設計とＥの設計とをおのおの全く独立して行うことはかなりの困難を伴うものである。特に，竹を原料とするレーヨン・スフの工場は世界中で他に例を見ないので，機器の設計の依頼先の選定に当っては，十分の注意を払うことを勧告したい。

3. 転貸金利を９％と仮定して行った本財務分析においては，レーヨン・スフの製造原価及び，操業率損益分岐点は高い数値を示した。このことの主要原因は，転貸金利の高いことである。従って，企業の財務的安定性を高めるために，転貸金利をできる限り低くすることが望ましい。

4. レーヨン・スフを生産開始するまでの最初の二年間，従来通りレーヨン・フィラメント／セロファンのみを生産せざるを得ないため，資金の不足が生ずる。この不足は，ＢＭＲ＆Ｅプロジェクトの効果が発生する以前の原因によるものであり，採算の悪いレーヨン・フィラメント／セロファンを生産する傍ら，新設備を建設せざるを得ぬ事情によるものである。

ＫＲＣは資金的に現在余裕がないので，建設期間中の不足資金については，バングラデシュ政府の資金援助が保証されるべきであろう。

5. 本調査報告書では，既存の設備を，その能力を勘案して再評価した。ＫＲＣの財務諸表に記載されている既存の設備の残存簿価投資利益率の計算への適用は，内部利益率を著しく低くする。このためにＢＭＲ＆Ｅプロジェクトの実現後にＫＲＣの財務状態不良をもたらすおそれが生ずる。Ｋ

ＲＣの財務状態を好転させるため，また，本プロジェクトの成果を上げるためにも，既存の設備について，本報告書で採用した再評価法をバングラデシュ政府が承認し，実際に具体的措置を講ずることを切に希望する。

第１章　繊維産業の事情

第１章　繊維産業の事情

1971年１２月の独立以来，バングラデシュの産業は全般的に低調であったが，１９７６年頃より全ての産業は独立以前のレベルと比較すれば回復または急成長を遂げている。繊維産業を他の産業と比較した場合，回復の速度は第１－１表，第１－１図で示すように遅い。

バングラデシュの繊維産業は大きく三つに分けることができる。まず，繊維産業を統轄しているMinistry of Textileに属するBangladesh Textile Mill Coxporation（ＢＴＭＣ）及びHand Loom Boand（ＨＬＢ）がある。ＢＴＭＣは原綿の独占輸入及び化合繊などの輸入をしている。ＢＴＭＣ傘下の６５工場で紡績した紡績糸の２０％はＢＴＭＣ傘下の工場において布地に作られる。残りの８０％は零細な手織屋で布地が織られている。ＢＴＭＣ傘下の工場及びＨＬＢ傘下の手織屋で織られる製品の殆どは綿布であり，品質は決して良くはない。次にＫＲＣがある。バングラデシュで生産される唯一の繊維原料であるレーヨン・フィラメントはＫＲＣにより年間約1,500トン生産されている。しかし，１９７１年の独立以前の生産量と比較するとレーヨン・フィラメントの生産量は著しく低下している。第三番目は，民間工場である。民間工場については正確な資料がないが，１９７８年にＢＴＭＣにより作成された報告書によれば，人口7,500万人に対する繊維の必要量を620百万ヤードとしている。内訳は，ＢＴＭＣ関係が７０百万ヤード，輸入分が150百万ヤード，民間工場関係では400百万ヤードとなっている。従って，繊維産業における民間工場の占める役割は将来非常に大きいと思われる。

ＢＴＭＣ傘下の工場の中には１３の特別工場がある（内２工場は建設中）。他に，民間工場の中にも特別工場がある。特別工場では，ナイロンやポリエステルなどの合成繊維や絹糸を用いて布地を生産している。Trading Corporation of Bangladesh（ＴＣＢ）は綿糸以外の糸や布地や繊維製品の輸入を行っている。

Table 1-1 Production Indices of Some Selected Industries

(Base Year: 1969 - 70 = 100)

Year	General Index of Manufacturing	Total of Food Manufacturing Excluding Beverage Industries	Basic Metal Iron & Steel	Cotton Textile	Rayon and Silk
1972-73	80.87	78.39	90.48	79.55	70.71
1973-74	94.70	114.68	89.95	92.87	77.07
1974-75	95.98	113.17	83.52	94.03	59.13
1975-76	93.86	117.72	77.29	89.08	44.14
1976-77	99.69	140.78	95.30	83.01	51.53
1977-78	106.52	152.58	120.51	93.44	46.87

Source: Bangladesh Bureau of Statistics (B.B.S.)

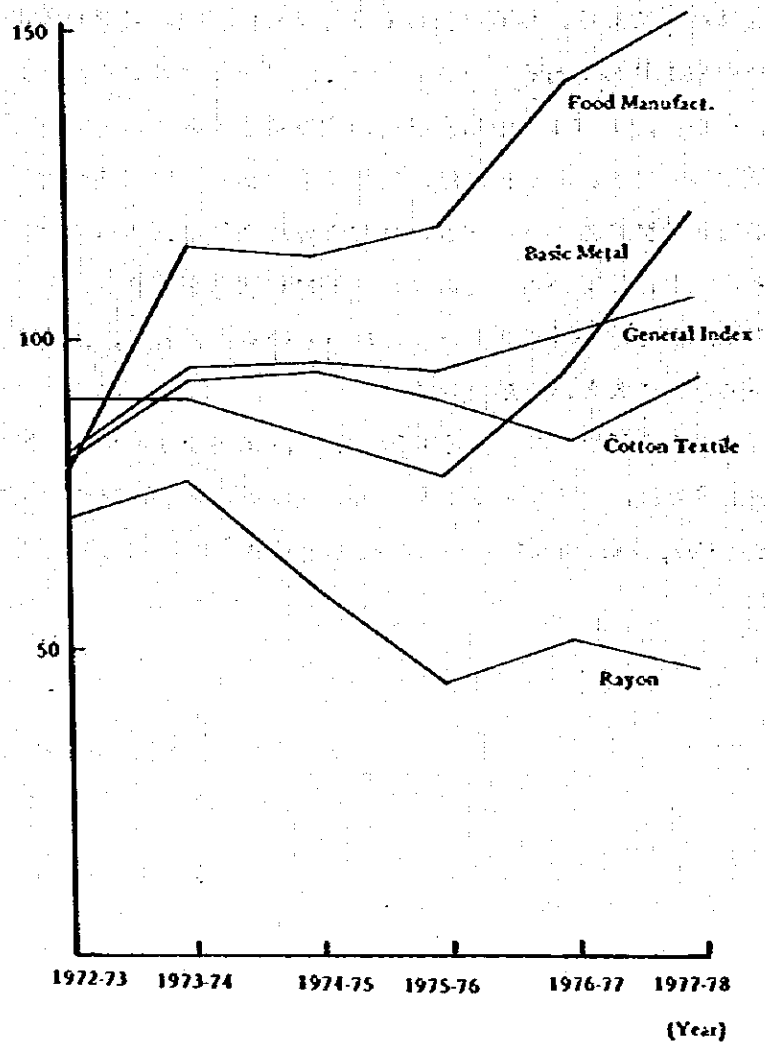


Fig. 1-1 Production Indices of Some Selected Industries

(Base Year: 1969-70 = 100)

1.1 繊維産業の生産能力

バングラデシュにおける繊維産業の中心は綿織物であり，過去5年間の平均でみると全繊維消費量の60%から70%が綿織物として消費されている。従って，綿糸と綿布の生産動向はバングラデシュの繊維産業をみる重要な指標となり得る。バングラデシュ全体としての綿糸と綿布の生産量は第1－2表及び第1－2図で示されているように低下している。

Table 1-2 Production of Cotton Yarn and Cloth

(Million Lbs)

Year	Cotton Yarn	Cotton Cloth
1972-73	81	58
1973-74	91	79
1974-75	91	85
1975-76	81	74
1976-77	82	68

Source: B.B.S.

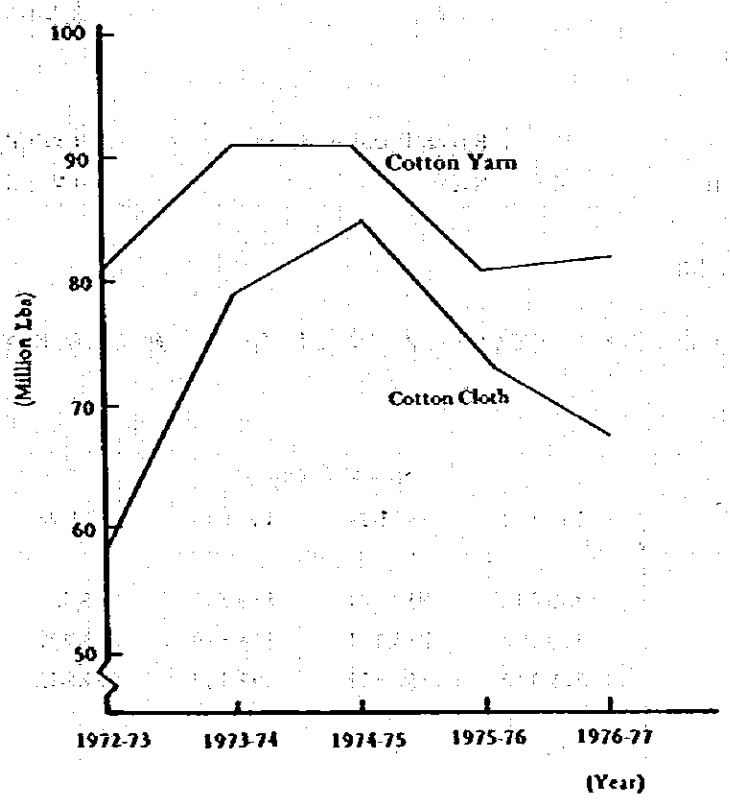


Fig. 1-2 Production of Cotton Yarn and Cloth

このように，バングラデシュの繊維産業の過去5年間の動向を見た限りでは，決して好調であるとは言えない。生産量の低下に対する大きな原因として，1978年に出されたBTMCの資料でも指摘されているように，工場への原料の供給不足が重要な要素となっている。

BTMC，HLB及び民間工場関係の規模の概要は次に示す通りである。

BTMC

Number of spindles	930,000	All cotton	7.8 Oz/day
Number of looms	7,982	All cotton	20 Yds/day
Number of specialized looms	1,200/56*	Nylon, rayon, polyester	35 Yds/day
Number of spindles for nylon yarn	1,260/325*	Nylon	2.5 Lbs/day
Number of woolen spindles	3,200/666*	Wool	0.80 Lbs/day
Number of woolen looms	40/7*	Wool	7 Yds/day

(*: Presently in operation)

HLB

Number of looms	440,000	Cotton (90%) rayon and cotton mix (10%)	10 Yds/day
Number of specialized hand looms	2,500	Silk saree, nylon and rayon mix saree	2 Yds/day

Private Mills

Number of specialized looms	300	Rayon filament, nylon	40 Yds/day
Number of warp knitting looms	40	Nylon	40 Yds/day

Source: K.R.C. Accounting Office

BTMCが原綿の輸入及び綿糸の生産を行っていることはすでに述べた。綿糸の生産規模は以下に示す通りである。

Production Capacity	Number of Spindles			
	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76
Average installed spindles	835,092	858,124	889,570	905,532
Average workable capacity	760,092	783,124	814,570	813,789
Average running capacity	626,942	656,642	692,257	679,842
Idle capacity vs. workable Capacity	18%	16%	15%	19%

Source: B.C.I.C.

1.2　バングラデシュの衣の生活

原料及び紡績糸ともほとんどを輸入に依り，製品構成としては綿の占める割合が約６０％から７０％と非常に大きい。バングラデシュにおける繊維の全消費は国民１人当り１Kg未満（約６ヤード）であり非常に低い水準にある。民族衣装である男性用のルンギーを作るためには１枚に約２ヤード必要である。女性用のサリーを作るためには１枚に約５.５ヤード必要とされている。ダッカやチッタゴンなどの都市部にいる若者にはズボンやシャツを着用している者を多く見かけるが，全人口の約８０％は農村部に住んでおり，農村部の人のほとんどは民族衣装を着用している。

前節でも述べた通り，バングラデシュにおける衣服の原料は綿中心で，綿製品の価格動向は重要指標となる。最近の繊維製品の工場出荷価格の推移は第１－３表及び第１－３図に示した通りである。１９７６年までは価格が政府により抑えられていたが，原綿の国際価格の上昇や労働賃金などの上昇に伴い，１９７６年以後は急激に価格が上昇している。綿糸の番手別の工場出荷価格の推移は第１－４表及び第１－４図に示した。

Table 1-3 Ex-Mill Prices of Selected Products

(Price per Yd in Taka)

Year	Saree	Dhoti	Lungi	Long Cloth	Poplin	Shirting	Drill	Gray Markin
1973-74	5.30	4.22	7.37	7.45	8.45	8.45	4.52	6.51
1974-75	4.58	3.85	6.88	7.45	8.45	8.45	4.52	6.51
1975-76	4.58	3.85	6.88	7.45	8.45	8.45	4.52	6.51
1976-77	4.58	3.85	6.88	7.45	8.45	8.45	4.52	6.51
1977-78	6.30	5.70	9.00	8.84	9.88	9.88	6.81	7.81

Source: B.T.M.C.

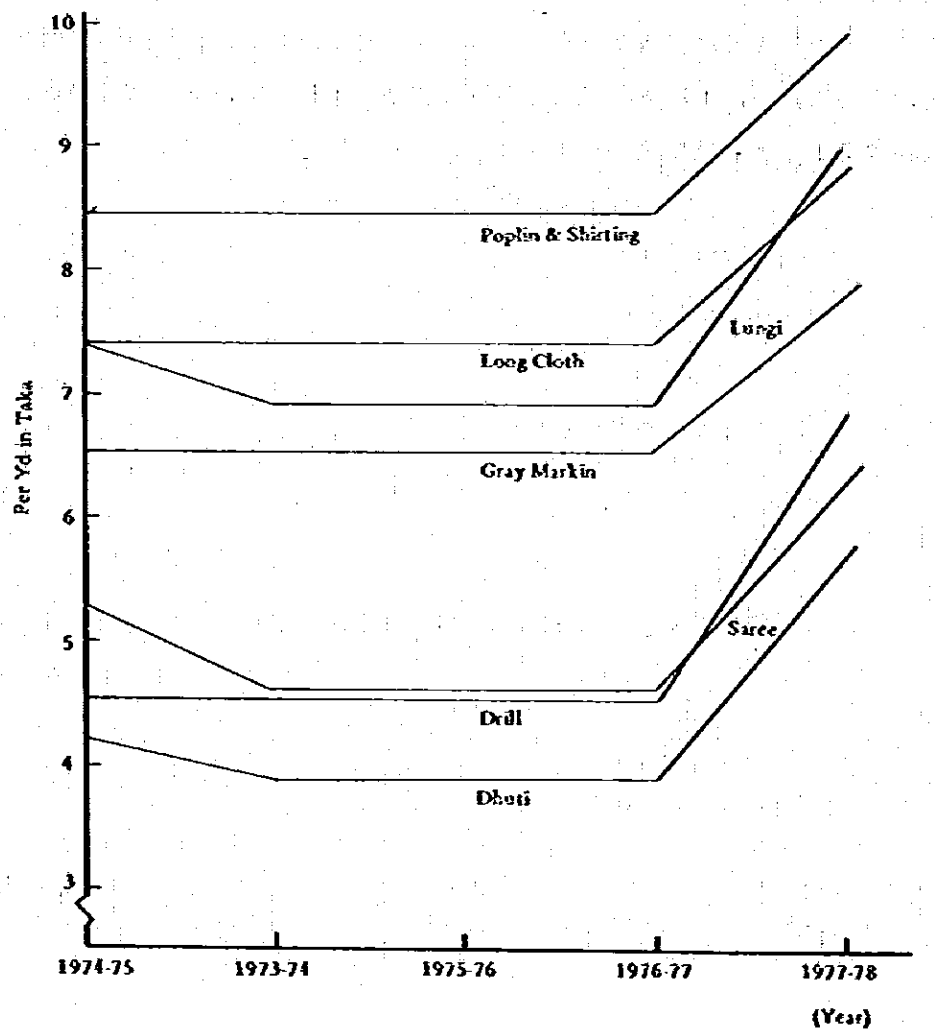


Fig. 1-3 Ex-Mill Prices of Selected Products

Table 1-4 Ex-Mill Prices of Yarn of Different Counts

(Price per Lb in Taka)

Year	Count			
	20	40	60	80
1973-74	12.84	20.13	27.56	32.47
1974-75	12.36	18.62	25.80	31.66
1975-76	13.53	21.00	32.46	39.48
1976-77	13.53	21.00	32.46	71.25
1977-78	16.55	25.38	40.58	52.68

Source: B.T.M.C.

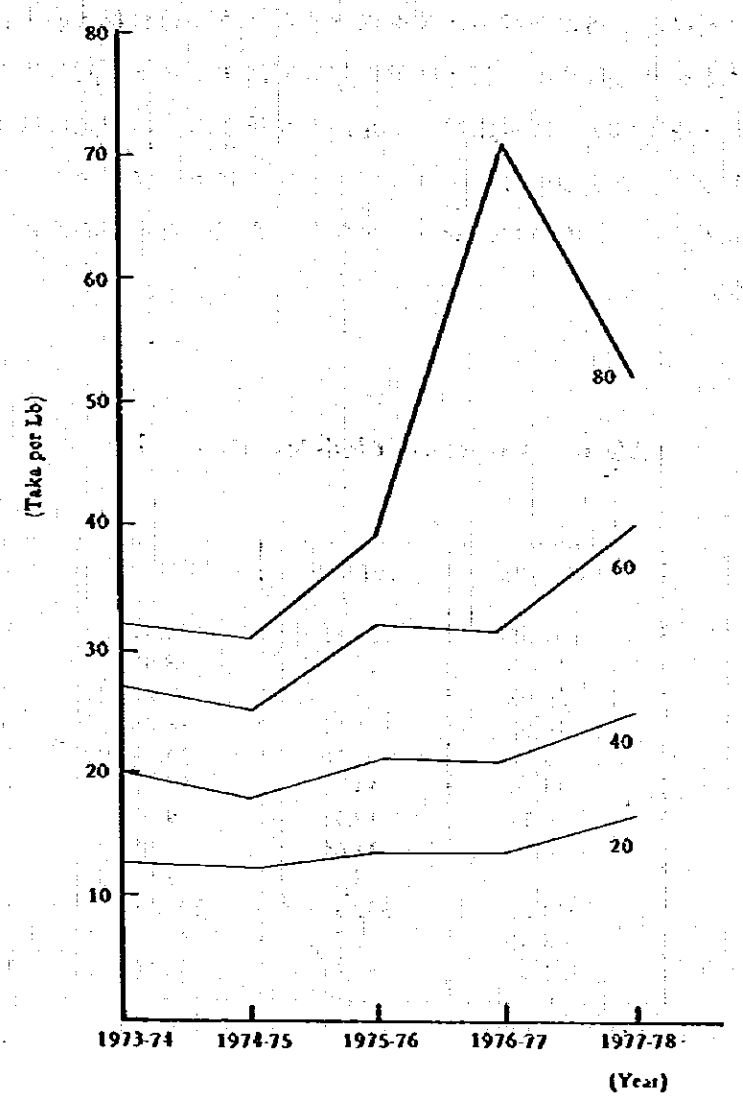


Fig. 1-4 Ex-Mill Prices of Yarn of Different Counts

1.3 繊維製品の構成と価格

繊維製品の構成で最も多いのはグレー・マーキンとサリーであり，その合計は全体の５０％以上を占めている。グレー・マーキンは綿布の一種で価格も安く大量に生産されている。主な製品構成は第１－５表，第１－５図に示す。特に価格の安い製品が大量に生産されており，小売市場では１９７６年以後，平均小売価格も上昇している。平均小売価格の推移については第１－６表及び第１－６図に示す。合成繊維を素材として用いた製品や絹製品の価格は他の綿製品に比べて上昇の度合は激しい。さらに，同じ製品，例えばルンギーでも綿とレーヨンの混紡製品は，純綿製品より価格が安い。ナイロンやポリエステルを用いたシャツやサリーもマーケットで見かけることができた。

繊維製品の価格の決定は，国内の綿繊維産業を保護するように行われている。この価格決定の在り方は関税の掛け方を見ても分る。例えば綿に対しては１ポンドに対して１ＴＫの輸入税であるのに対して，６０番手以下の綿糸には３０％，６０番手以上の綿糸には４０％の輸入税が掛けられている。さらに，布地の場合は，コットン・プリントには１ヤード当り 320ＴＫである。化合繊（ポリエステル，ナイロン，レーヨンなど）を用いた糸や布地については 225％の輸入税を掛けている。

Table 1-5 Varieties of Cloth Manufactured

(Lak Yds)

Year	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76
Saree	102.36	137.15	170.81	148.37
Dhuty	42.36	86.08	88.84	45.27
Lungi	30.08	42.52	50.27	21.78
Long Cloth	40.51	75.60	88.28	63.22
Poplin	27.12	23.16	24.79	27.69
Shirting	13.79	54.67	87.80	54.19
Drill	9.79	12.95	9.20	12.63
Cellular	—	11.66	7.85	9.16
Saloo	—	3.67	1.69	12.07
Gray Markin	270.20	332.97	300.58	311.65
Others	48.35	7.01	15.99	38.08
Total	584.50	787.41	846.10	744.11

Source: B.C.I.C. and B.T.M.C.

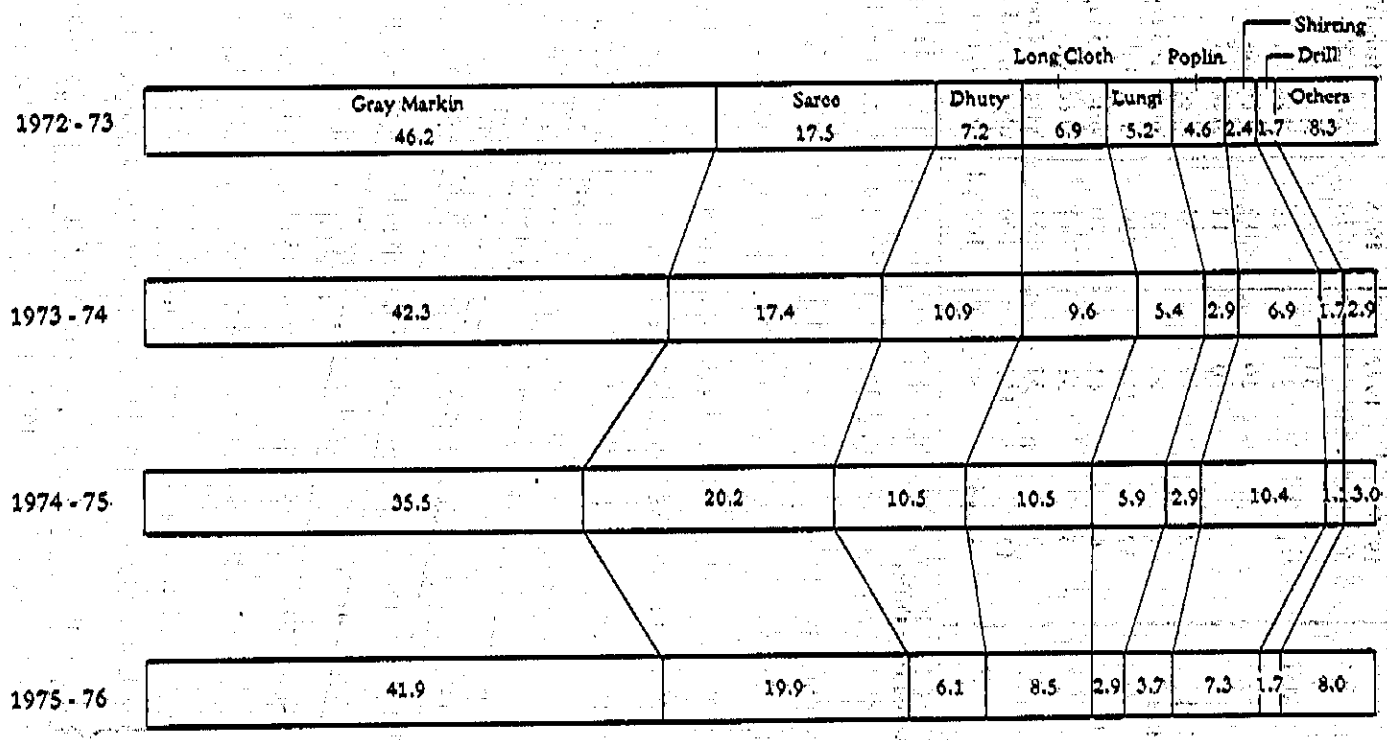


Fig. 1-5 Ratios of Various Kinds of Cloth to Total Production Volume

Table 1-6 Mean Annual Retail Prices of Some Selected Products

(Per Piece in Taka)

Year	1976	1977	1978	Material
Short sleeve shirt	28	33	39	All cotton
Long sleeve shirt	32	38	45	All cotton
Underwear (T-shirt)	9	10	12	All cotton
Underwear (Pants)	9	10	12	All cotton
Lungi (I) (Medium size)	22	27	33	All cotton
Lungi (II) (Medium size)	18	22	27	Cotton and rayon mix
Saree (I)	325	375	450	Pure silk
Saree (II) (Medium class)	60	61	70	Cotton and rayon mix
Wrapper (I)	35	38	42	All cotton
Wrapper (II)	30	32	37	Cotton and rayon mix
Pants (I)	125	150	200	Polyester and wool mix
Pants (II)	70/yd	80/yd	100/yd	Pure polyester

Source: K.R.C. Accounting Office

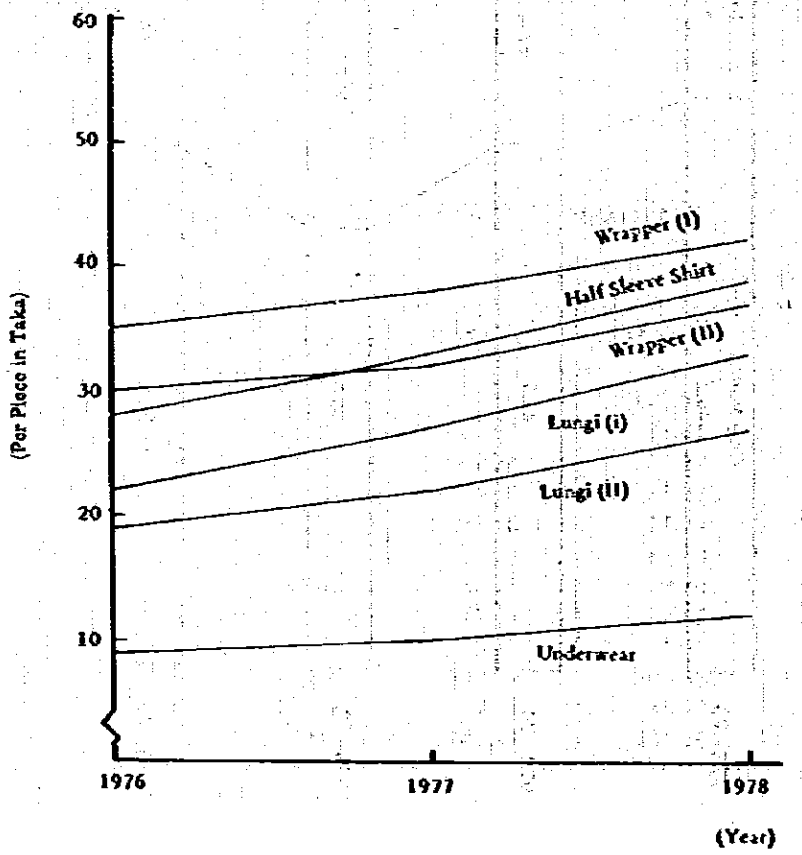


Fig. 1-6 Mean Annual Retail Prices of Some Selected Products

1.4 繊維製品の需要予測

一般的に繊維製品の需要予測を行う場合，説明変数として人口やＧＮＰなどの巨視的経済的指標の動向や繊維製品に関する時系列データを用いて，観測期間内の需要と説明変数との関係を推定し，その関係が将来も続くものとして予測値を求める。しかし，バングラデシュのように市場環境が激変する国においては，この変化に関する質的，量的情報が得られるならば，これらの情報をできるだけ予測値に反映させて誤差の少い予測を行うべきであることは言うまでもない。

1.4.1 需要予測の目的と定義

バングラデシュにおける繊維の素材別及び製品別の中期需要予測を行うことが目的である。さらに，現在，ＢＣＩＣで計画されているＫＲＣにおけるスフの生産に対する需要及び予測について検討する。

一般的に，経営活動の基礎には確固たる予測及びそれに基づく計画が必要である。企業の規模が小さい場合には，少数の有能な人びとの経験や勘が経営活動に役立つかもしれないが，企業の規模が拡大し，市場が大きくなっていくと，経営活動は少数の人の手には負えなくなる。このように市場が大きい場合，つまりバングラデシュ全体の予測などには客観的な予測手法が役立つ。さて，企業に予測手法が適用される場合，二つのアプローチが考えられる。一つは，予測すべき対象の構造を一義的に定め予測する方法。もう一つは，対象の構造をいくつかの推定可能な立場に分解し，そのおのおのについて予測を行い，再びそれらを合成して予測値を求める方法である。本調査では両者とも用いる。

1.4.2 需要予測の方法

通常の需要の理論は，需要が所得と価格の関数であると考えられる。特定の商品について，いろいろと異なる価格で購入されるところの量を考え，対応する価格と購入量とを表のかたちに示したものを需要表という。この需要表はグラフの上に図示することもでき，そのときには価格と数量との対応関係が一本の曲線で示される。これが需要曲線である。このような需要表または需要曲線は，ｙを需要量，ｘを価格として，

$$y = f(x) \qquad (1-1)$$

のように方程式のかたちで表わすこともできる。この式は需要量ｙが価格ｘの関数であることを表わすもので，需要関数とよばれる。しかしこのまゝのかたちでは，ｙがｘの値のいかんによって変わるという一般的な依存関係を抽象的に表わすだけであり，この関係の具体的性質についてなんら規定していない。需要関数を正確なかたちで決めることは需要予測の重要な問題となる。

現実には，殆んど全ての製品に対する需要は，価格以外にも多くの要因によって影響を受ける。他の要因としては，所得水準，代替的製品の利用可能性，宣伝広告や販売促進活動，人口などさまざまなものが含まれるであろう。従って前述のような単純な関係式で表わされた需要関数では需要の変動を説明するには不十分であり，多元的関係が必要となる。そこで需要関数は，もっとも一般的なかたちで考えられなければならない。

一般的に，需要関数は，需要がどのような要因によって，どのように決定されるか表わすために用いられる経済学的概念である。概念とは需要を説明変数（独立変数）とし，需要に影響を与える要因を目的変数（従属変数）として，需要が決定される関係を数学的な関数関係として表わしたものである。たとえば，yを需要量，x_1，x_2，…，x_nを需要量yに影響を与える要因として，

$$y = f(x_1, x_2, \cdots, x_n) \qquad (1-2)$$

のように表わしたものである。ここで，ふつうyは，特定の一つの商品の需要量であり，x_1，x_2，…は，その製品の価格，所得，人口などyに影響する要因である。

これから行う需要予測は大別すると，

(1) データの収集

(2) データの加工

(3) データの分析と予測

(a) 時系列分析

(b) 重回帰分析

(4) 予測値の検定

(a) 相関係数（R）

(b) ダービン・ワトソン比（DWR）

(c) 標準誤差（SDE）

(d) 分散分析表（F_0）

(e) 重相関係数（$\bar{R}$）

(f) 決定係数（$\bar{R}^2$）

(5) 予測結果の整理

以上の5つのプロセスにより求めることにする。こゝで，特に，デフレーターとして用いる人口は第1－7表，第1－7図及び第1－8表，第1－8図に示す。データ加工以降の需要予測の方法についての概要は以下のフローチャートに示す。

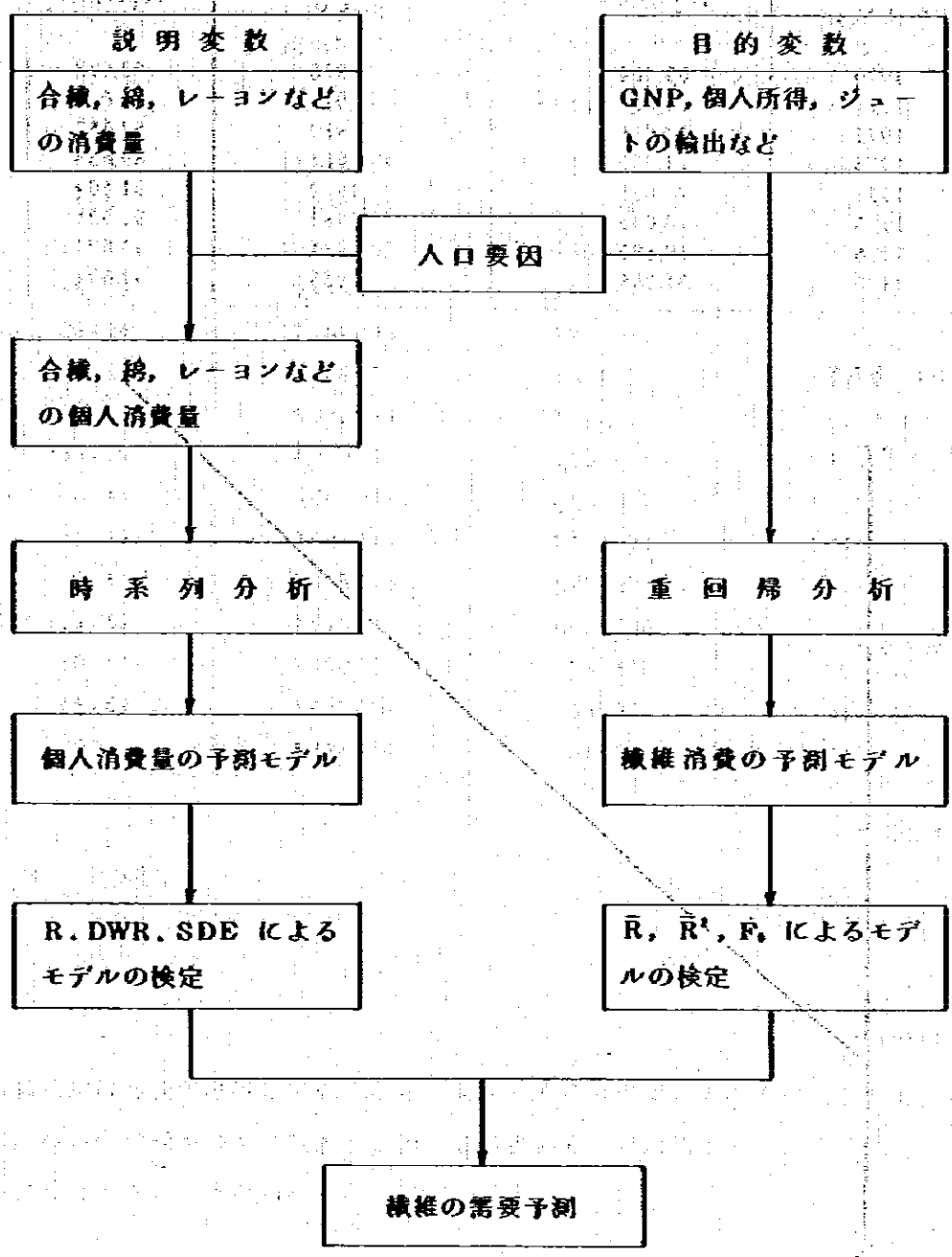

説明変数
合繊，綿，レーヨンなどの消費量
目的変数
GNP，個人所得，ジュートの輸出など
人口要因
合繊，綿，レーヨンなどの個人消費量
時系列分析
重回帰分析
個人消費量の予測モデル
繊維消費の予測モデル
R．DWR．SDE によるモデルの検定
$\bar{R}$，$\bar{R}^2$，F_0 によるモデルの検定
繊維の需要予測

Table 1-7 Estimate Population of Bangladesh, 1970-1985, Assuming Declining Fertility and Mortality

(Unit: 000)

As of 1st January Each Year	Population	As of 1st January Each Year	Population
1970	69,404	1978	83,678
1971	71,000	1979	85,645
1972	72,615	1980	87,657
1973	74,266	1981	89,655
1974	76,055	1982	91,609
1975	78,043	1983	93,621
1976	79,880	1984	95,674
1977	81,765	1985	97,691

Source: B.B.S.

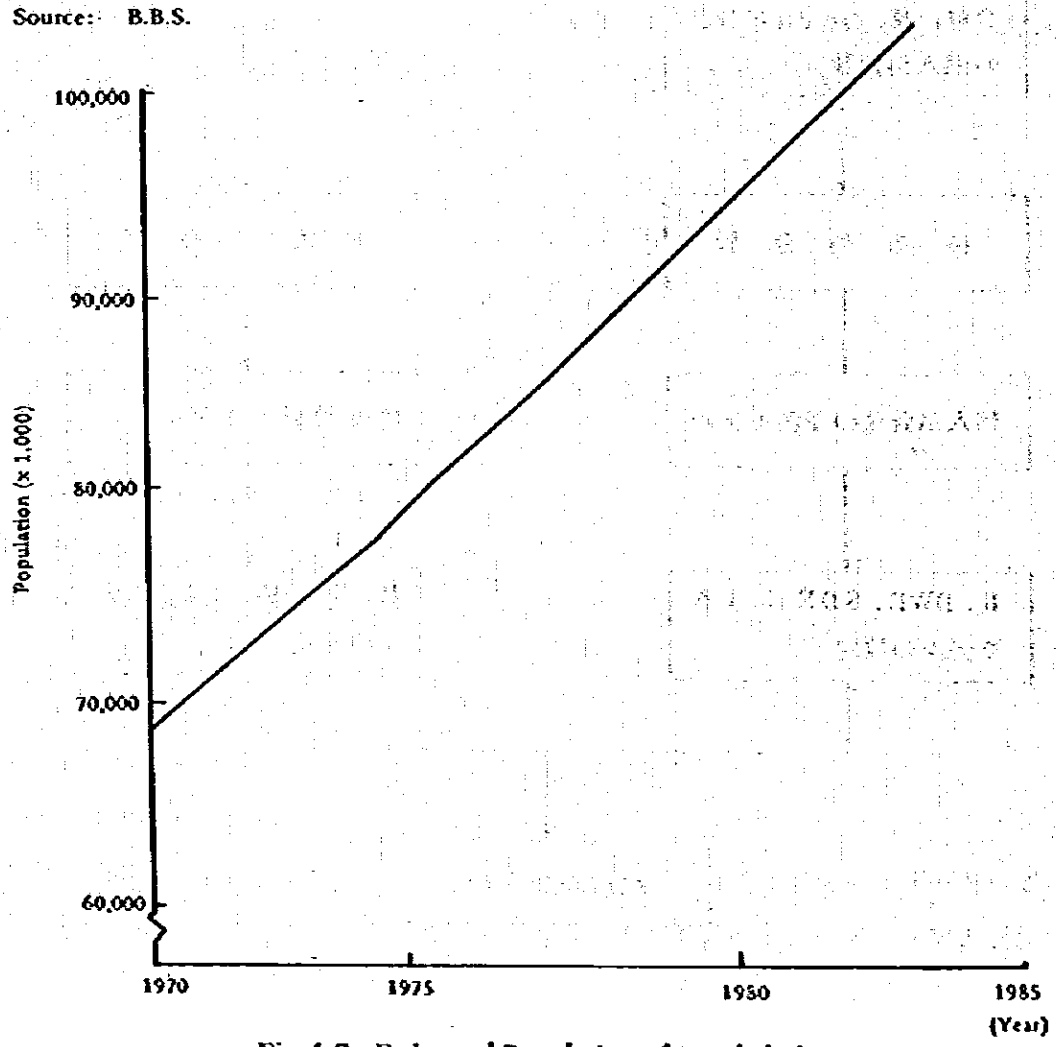


Fig. 1-7 Estimated Population of Bangladesh

Table 1-8 Estimated Population of Bangladesh by Age and Sex as of 1st January 1978 Assuming Declining Fertility and Mortality

Age Group	Population as of 1st January, 1978		
	Both Sexes	Male	Female
Total All Ages	83,678,266	43,195,312	40,482,954
0 - 4	13,318,868	6,833,499	6,485,369
5 - 9	11,438,277	5,896,161	5,542,116
10 - 14	10,544,005	5,451,249	5,092,756
15 - 19	9,445,127	4,906,988	4,538,139
20 - 24	7,767,493	3,978,289	3,789,204
25 - 29	6,488,301	3,334,679	3,153,622
30 - 34	5,392,930	2,781,779	2,611,151
35 - 39	4,460,324	2,306,631	2,153,693
40 - 44	3,648,374	1,883,317	1,765,057
45 - 49	2,987,315	1,542,074	1,445,241
50 - 54	2,465,275	1,287,221	1,178,054
55 - 59	1,975,892	1,036,688	939,204
60 - 64	1,490,288	781,836	708,452
65 - 69	1,067,306	557,221	510,085
70 ——	1,188,486	615,675	570,811

Source: B.B.S.

人口増加は今後の繊維の需要をさらに大きくする要因であることは確かである。そして，将来，繊維の消費を多く必要とする若年層の占める割合は第１－７図及び第１－８図からわかるように大きいことがわかる。

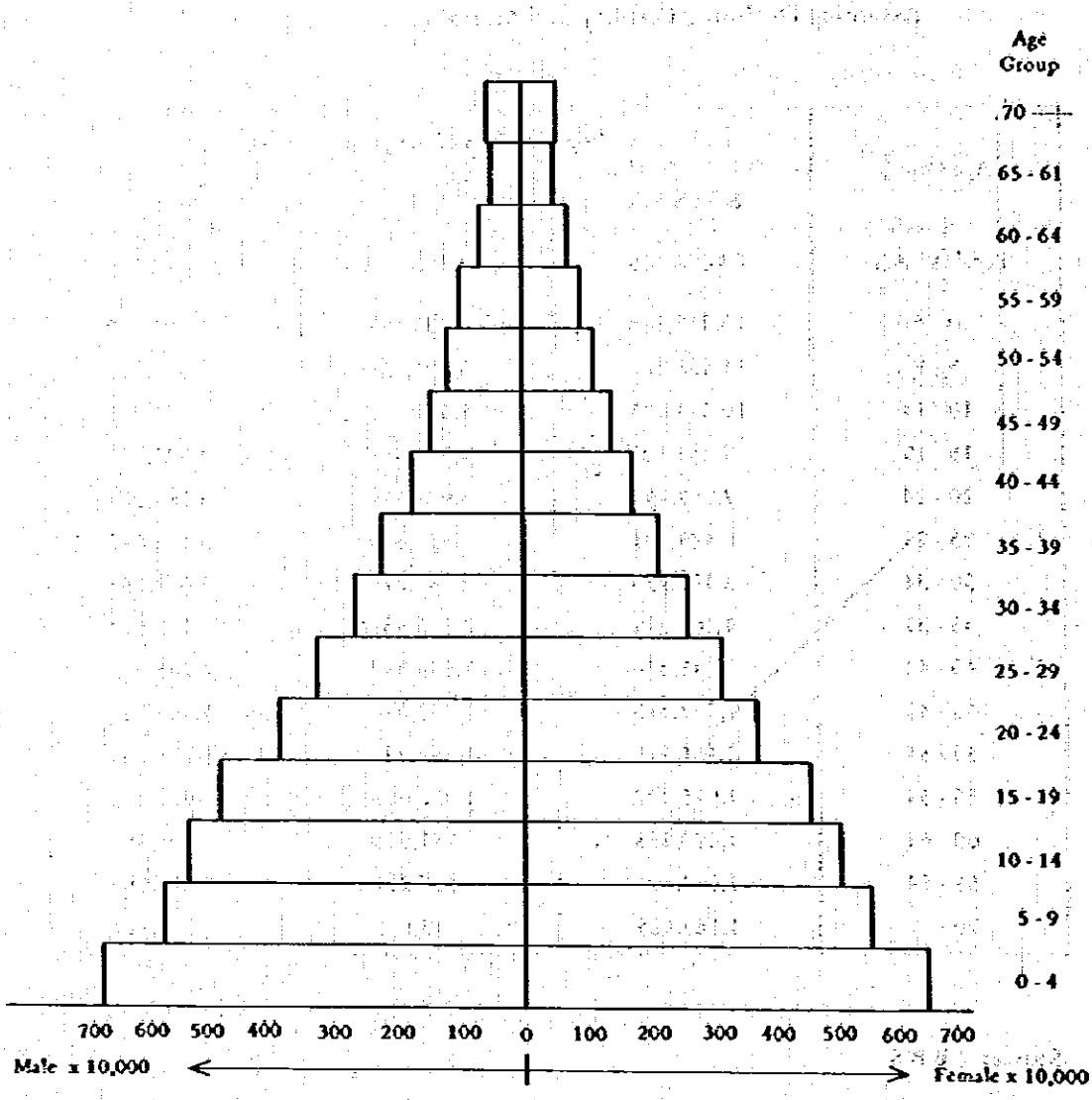


Fig. 1-8 Estimated Population by Age and Sex

1.4.3 時系列分析による繊維製品生産量及び素材別の個人消費の予測

前節第1－5表の各年の合計値を各年の人口で割って得られる，1人当りの消費量をベースとして繊維製品生産量の予測を行う。素材別消費の予測については，通関統計が完備していないので，繊維の素材別データの収集は困難であったので，TCBなどの諸機関より得られた情報に加えて，輸出国側よりのデータに基づいて原料の消費量を計算した。さらに，各素材量を人口で割り1人当りの消費量として予測を行う。すなわち，繊維製品生産量及び素材別の消費量に対して人口をデフレーターとして採用したことになる。よって，第1－10表は素材別の個人消費量を示している。

(1) 繊維製品生産量の予測

採用された予測式は以下の通りである。

$$Pt = 0.8489 + 0.0488t \qquad (1-3)$$

DWR＝0.2000　　R＝0.4714　　SDE＝0.1443

ただし，1972年－1973年を t＝1とする。

計算結果は，DWRは良好であるが，Rは悪い。予測結果は第1－9表及び第1－9図に示した。

Table 1-9 Estimated Per Capita Consumption of Cloth Manufactured

(Yds)

Year	Actual Consumption	Estimated Demand
1972-73	0.796	0.898
1973-74	1.048	0.947
1974-75	1.098	0.995
1975-76	0.942	1.044
1976-77		1.093
1977-78		1.142
1978-79		1.191
1979-80		1.239
1980-81		1.288
1981-82		1.337
1982-83		1.386
1983-84		1.435
1984-85		1.483

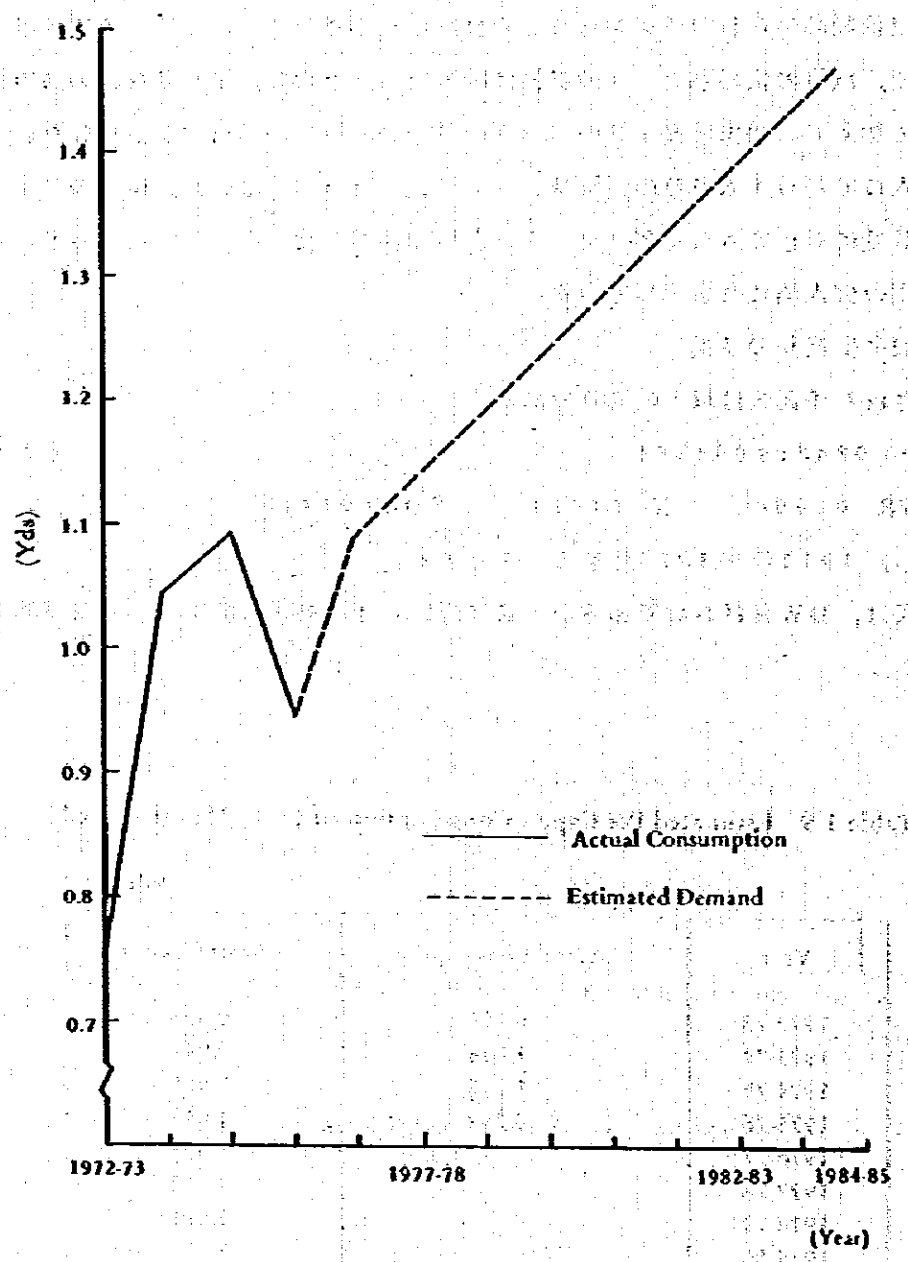


Fig. 1-9 Estimated Per Capita Consumption of Cloth Manufactured

(2) 素材別の予測

採用された予測式は以下の通りである。

(a) COTTON（レーヨン・スフを含む）の予測

$$CRst = 0.5089 + 0.0346t \qquad (1-4)$$

DWR＝3.3169　　R＝0.7263　　SDE＝0.0517

ただし，1973年－1974年を t＝1 とする。

計算結果は，DWR及びRとも良好である。

(b) レーヨン・フィラメントの予測

$$Rft = 0.02990 - 0.0037t \qquad (1-5)$$

DWR＝2.1640　　R＝0.8503　　SDE＝0.0037

ただし，1973年－1974年を t＝1 とする。

計算結果は，DWR及びRとも良好である。

(c) ナイロン系繊維の予測

$$Nt = 0.4250 - 0.0003t \qquad (1-6)$$

DWR＝2.0383　　R＝0.2982　　SDE＝0.0017

ただし，1973年－1974年を t＝1 とする。

計算結果は，DWRは良好であるが，Rは非常に悪い。

(d) ポリエステル繊維の消費予測

$$Pt = 0.3500 + 0.00007t \qquad (1-7)$$

DWR＝2.0304　　R＝0.7182　　SDE＝0.0001

ただし，1973年－1974年を t＝1 とする。

計算結果は，DWR及びRとも良好である。

(e) その他繊維の消費予測

$$Ot = 0.1671 - 0.0057 \qquad (1-8)$$

DWR＝2.3125　　R＝0.5937　　SDE＝0.0121

ただし，1973年－1974年を t＝1 とする。

計算結果は，DWRは良好であるが，Rは悪い。

(f) 合計消費量の予測

$$Tt = 0.7205 + 0.2190t \qquad (1-9)$$

DWR＝3.3134　　R＝0.5097　　SDE＝3.0583

ただし，1973年－1974年を t＝1 とする。

計算結果は，ＤＷＲ及びＲとも悪い。

予測結果は第１－１０表及び第１－１０図に示した。

Table 1-10 Estimated Per Capita Consumption of Raw Materials

(Kg)

Year	Cotton and Rayon Staple		Rayon Filament		Nylon		Polyester Filament		Others		Total	
	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E
1973-74	0.5504	0.5435	0.0181	0.0262	0.0052	0.0039	0.0005	0.0004	0.1557	0.1614	0.750	0.7424
1974-75	0.5394	0.5780	0.0212	0.0224	0.0021	0.0036	0.0004	0.0005	0.1579	0.1558	0.721	0.7643
1975-76	0.6690	0.6126	0.0151	0.0187	0.0023	0.0032	0.0005	0.0006	0.1631	0.1501	0.850	0.7862
1967-77	0.6224	0.6471	0.0173	0.0150	0.0040	0.0029	0.0007	0.0006	0.1351	0.1445	0.780	0.8081
1977-78		0.6817		0.0112		0.0025		0.0007		0.1388		0.8300
1978-79		0.7163		0.0075		0.0022		0.0008		0.1331		0.8519
1979-80		0.7508		0.0038		0.0019		0.0008		0.1275		0.8738
1980-81		0.7854		*		0.0015		0.0009		0.1218		0.8957
1981-82		0.8199		*		0.0012		0.0009		0.1162		0.9176
1982-83		0.8545		*		0.0008		0.0010		0.1105		0.9395
1983-84		0.8891		*		0.0005		0.0011		0.1048		0.9614
1984-85		0.9236		*		0.0002		0.0012		0.0992		0.9833

A: Actual consumption E: Estimated demand *: Negligible

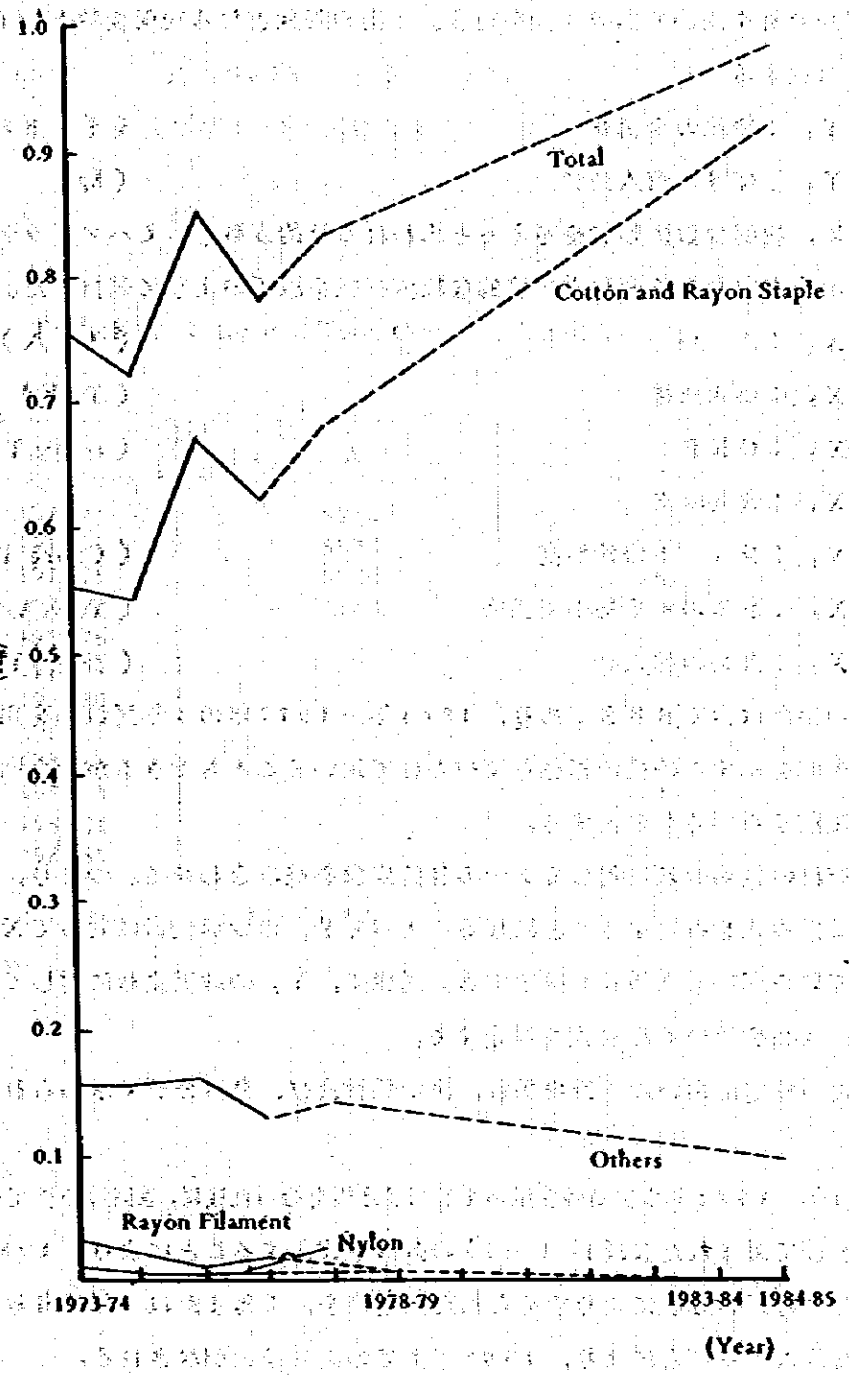


Fig. 1-10 Estimated Per Capita Consumption of Raw Materials

1.4.4　重回帰分析による他の経済要因を考慮した繊維の需要予測

重回帰分析を用いて需要予測を行う。予測の対象となる説明変数として以下に示す２つの変数を選択する。

Y_1 ：繊維の全消費　（千・トン）

Y_2 ：繊維の個人消費　（Kg）

さらに，説明変数に影響を与えると思われる目的変数としてバングラデシュの経済動向を顕著に示すといわれる変数と一般的な経済指標を以下のように選択した。

X_1 ：人　口　（千・人）

X_2 ：個人所得　（TAKA）

X_3 ：GNP　（百万・TAKA）

X_4 ：貿易収支

X_5 ：ジュートの輸出高　（Crore·TAKA）

X_6 ：お米の年平均小売価格　（TAKA／Md）

X_7 ：食料の輸入高　（百万・TAKA）

資料の出所は全てＢＢＳであり，１９７３年－１９７７年の４年間数知を用いた。

経済動向を示すこの他の指標も変数として用いることもできるが，今回の分析にはここに示した変数を用いるものとする。

それぞれの説明変数に対して２つの目的変数を組み合わせる。つまり，予測対象となる説明変数で回帰式を推定することになる。よってY_1の説明変数に対してX_1及びX_2の２つの目的変数を用いて回帰式を推定する。同様に，Y_2の説明変数に対してX_1及びX_2の２つの目的変数を用いて回帰式を推定する。

回帰式の検定に用いた重回帰係数，決定係数及び，分散分析で求められる分散比Ｆ０を示した。

１９７３年－１９７４年の実績値を用いて重回帰分析を行った後に，重回帰分析で得られた推定式に目的変数として選ばれたXi（i＝1…7）の数値を代入することにより，１９８５年までの推定値を求めた。時系列分析により求められた推定値を，１％または５％で有意であった回帰式にそれぞれ代入することにより，１９８５年までの需要予測がなされる。

ここでは，繊維の全消費の予測及び人口をデフレータとして用いた繊維の個人消費の予測を行う。

繊維の全消費を説明変数として，２つの目的変数をもつ重回帰分析を行うと，X_3のＧＮＰ及びX_5のジュートの輸出を目的変数として持つ回帰式のみが５％で有意であり，この回

構式を使うことは意味があることになる。

$$Y_1 = 46.9403 - 0.0001X_3 + 0.0924X_5 \qquad (1-10)$$

$$F_0 = 7.509 \qquad \bar{R} = 0.968 \qquad \bar{R}^2 = 0.937$$

予測結果は第1－11表及び第1－11図に示す。

Table 1-11 Estimated Total Consumption of Textile

(000 Tons)

Year	A	E
1973-74	56.96	56.85
1974-75	55.54	55.50
1975-76	67.09	65.52
1976-77	63.03	64.75
1977-78		65.59
1978-79		68.74
1979-80		17.89
1980-81		75.04
1981-82		78.19
1982-83		81.35
1983-84		84.50
1984-85		87.65

A: Actual consumption E: Estimated demand

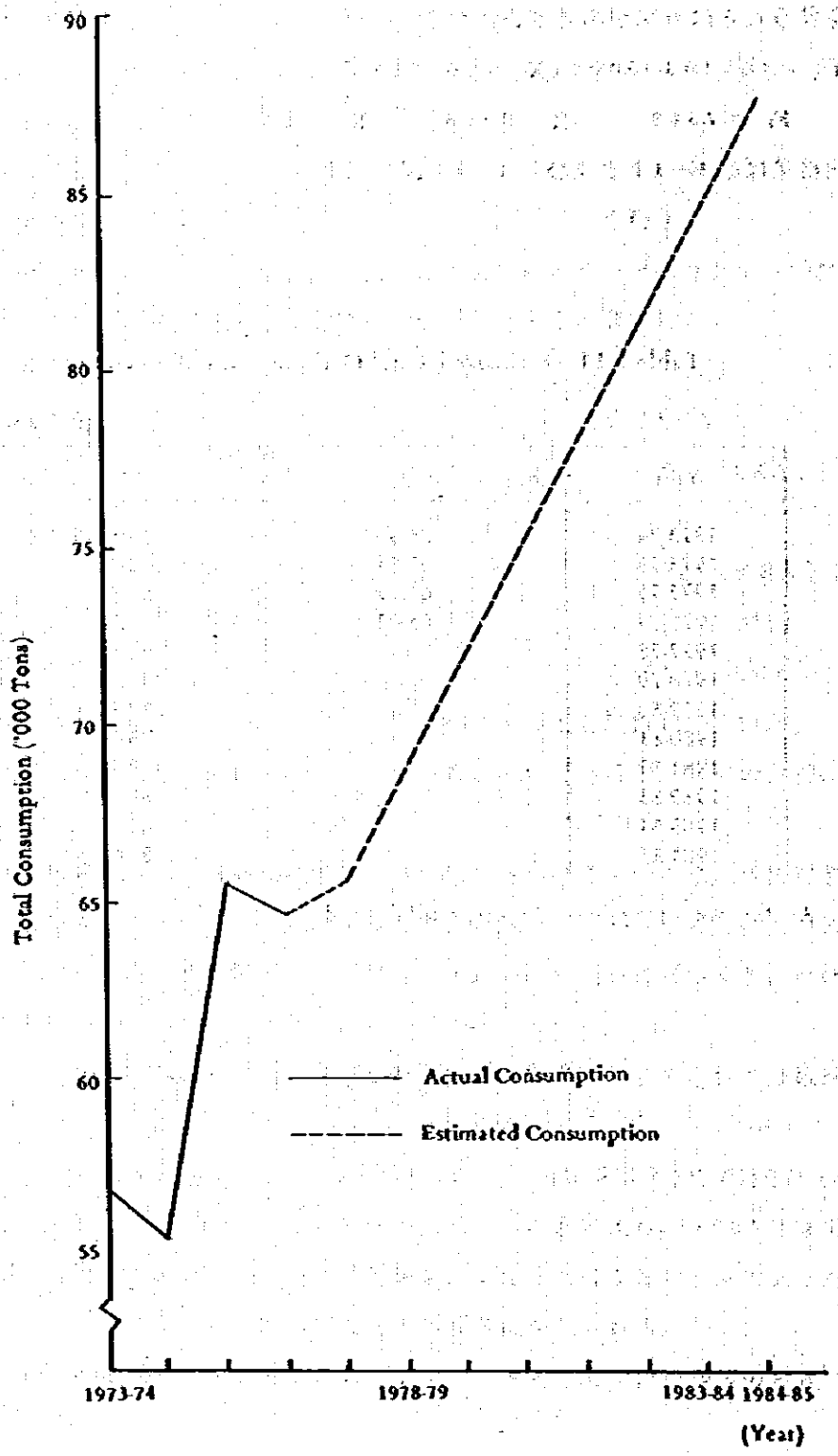


Fig. 1-11 Estimated Total Consumption of Textile

次に，繊維の個人消費を説明変数として，２つの目的変数をもちいて重回帰分析を行うと，X_4 の貿易収支及び X_6 の米の年平均小売価格を目的変数として持つ回帰式のみが５％で有意であり，この回帰式を使うことは意味があることになる。

$$Y_2 = 0.7708 - 0.0003X_4 - 0.0009X_6 \qquad (1-11)$$

$$F_0 = 7.566 \qquad \bar{R} = 0.969 \qquad \bar{R}^2 = 0.939$$

予測結果は，第１－１２表及び第１－１２図に示す。

Table 1-12 Estimated Per Capita Consumption of Textile

(Kg)

Year	A	E
1973-74	0.750	0.766
1974-75	0.721	0.723
1975-76	0.850	0.850
1976-77	0.780	0.762
1977-78		0.844
9788-79		0.857
1979-80		0.870
1980-81		0.883
1981-82		0.896
1982-83		0.909
1983-84		0.922
1984-85		0.935

A: Actual consumption E: Estimated demand

Source: Table 1-10

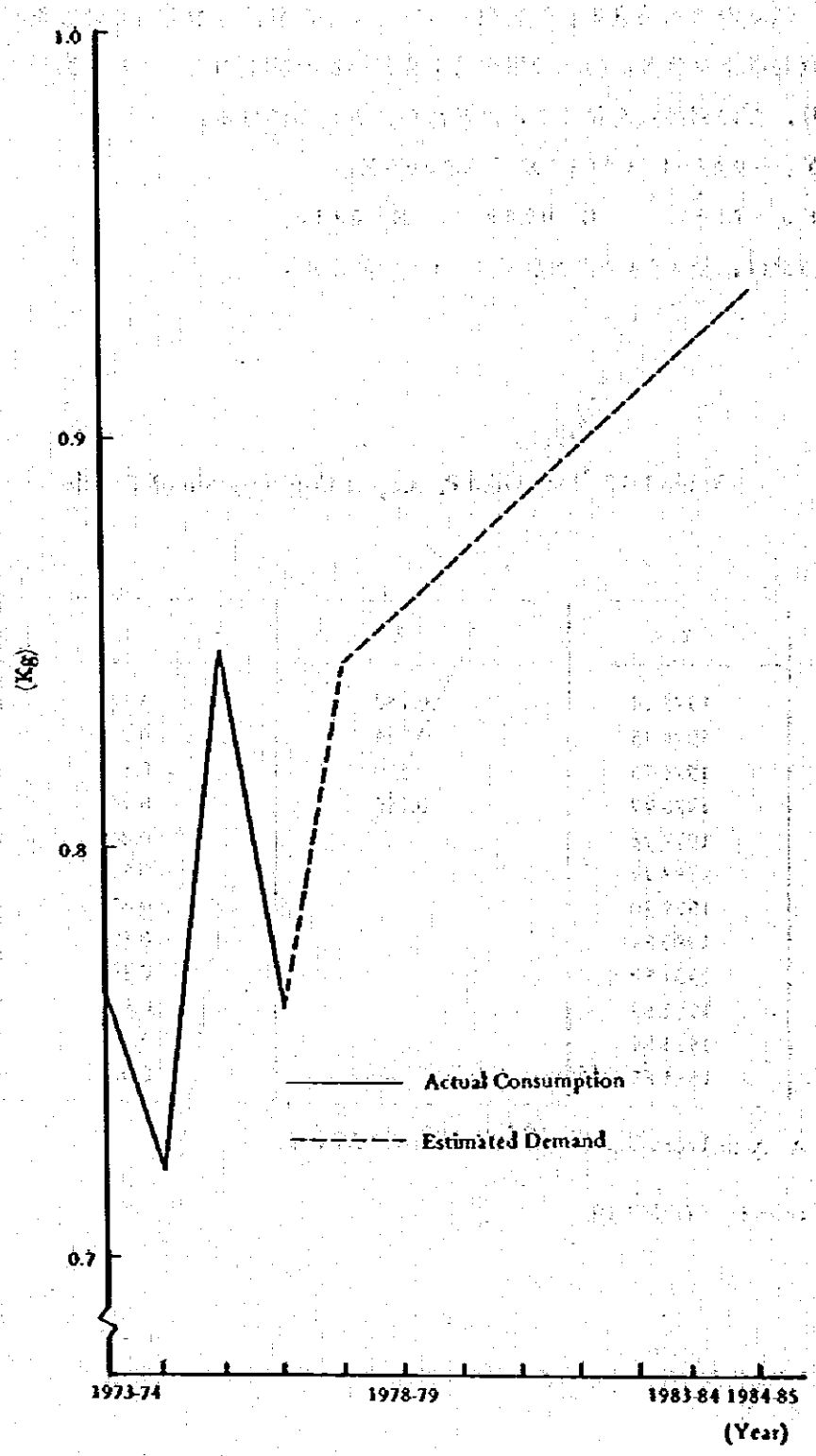


Fig. 1-12 Estimated Per Capita Consumption of Textile

図・表より明らかなように，第（1－11）式を用いて繊維の個人消費の予測を行うと，1985年には1人当り0.935Kgの需要があることになる。0.935Kg×人口（第1－7表を参照）が繊維の全消費になり約91,400トンの需要があることになる。

1.4.5　世界におけるレーヨン・スフの消費と生産

世界的な原綿の値上りに伴い各国とも綿の代替として化合繊が普及している。バングラデシュ近隣諸国の綿の消費動向を見ても各国ともほぼ一定または減少していることがわかる。第1－13表及び第1－13図より見られる通り，バングラデシュの綿の消費はアジア諸国の平均より下回っている。

Table 1-13　Per Capita Consumption of Cotton by Some Selected Asian Countries

(Kg)

Year	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76
Bangladesh	0.654	0.546	0.519	0.557
Burma	0.487	0.476	0.340	0.424
India	2.174	2.192	2.118	2.190
Pakistan	8.258	8.018	6.326	6.534
Av. in Asia	2.844	2.926	2.730	2.738

Source:　Population by B.B.S. and Demographic Year Book, Vol. 28, U.N., 1976.
Consumption of cotton by Cotton World Statistics, Vol. 32, No. 6, 1979.

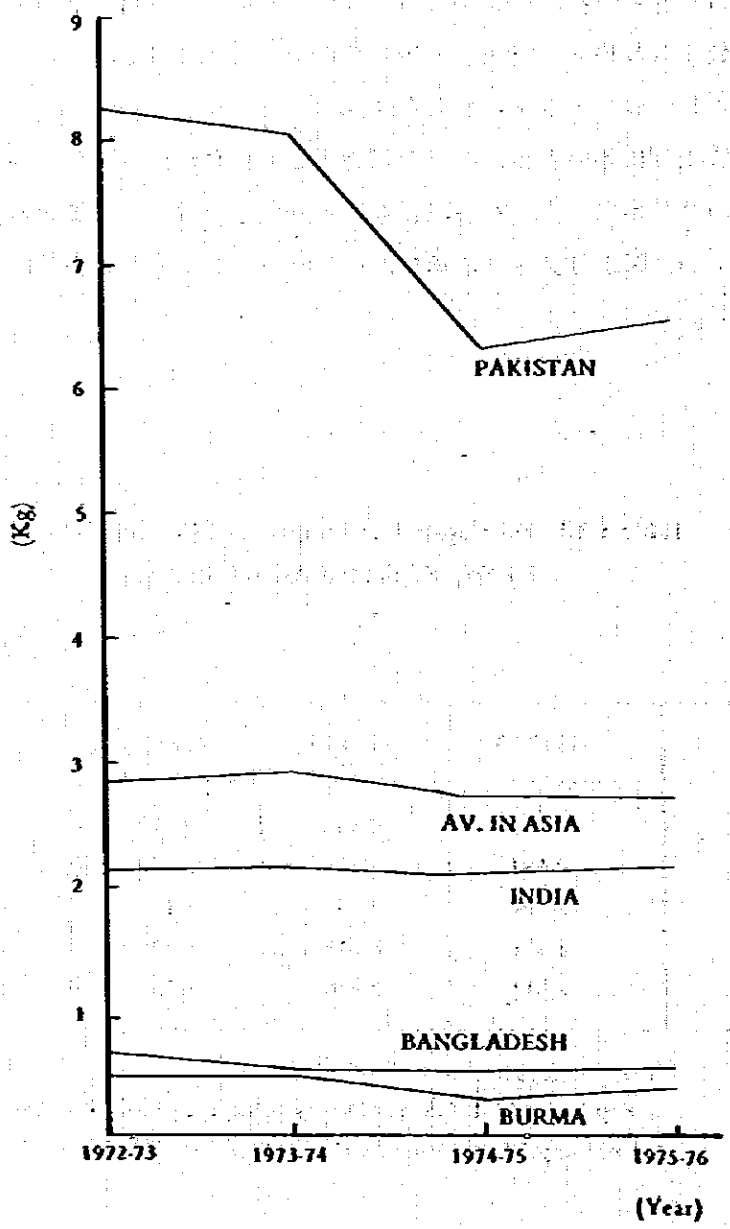


Fig. 1-13 Per Capita Consumption of Cotton by Some Selected Asian Countries

Table 1-14 World Rayon Production

(000 Tons)

Year	Total West Europe			Total East Europe			U.S.A.			Total Other Americas			Japan			Total Africa, Asia, Oceania			World Total		
	Y	S	T	Y	S	T	Y	S	T	Y	S	T	Y	S	T	Y	S	T	Y	S	T
1971	401.3	662.8	1064.1	338.1	548.6	886.7	341.4	289.5	630.9	93.9	72.6	166.5	120.9	354.4	475.3	105.3	126.4	231.7	1400.9	2054.3	3455.2
1972	261.1	687.4	1048.5	353.6	606.3	959.9	296.2	336.2	632.4	97.4	74.7	172.1	119.0	367.9	486.9	114.6	144.6	259.2	1341.9	2217.1	3559.0
1973	361.4	717.3	1078.7	369.3	641.3	1010.6	288.2	327.3	615.5	100.6	78.0	178.6	128.3	383.4	511.7	114.5	150.9	265.4	1362.4	2298.2	3660.2
1974	336.9	659.4	996.4	383.6	679.8	1063.4	241.9	301.8	543.7	90.7	74.8	165.5	115.6	328.7	444.3	133.6	185.3	318.9	1302.3	2229.9	3532.2
1975	256.7	462.7	719.6	394.5	688.2	1082.7	166.1	173.7	339.8	82.6	59.7	142.2	103.2	255.6	358.8	132.5	183.4	315.9	1135.9	1823.5	3959.1
1976	292.4	534.0	826.4	398.9	720.8	1119.7	160.8	220.6	381.4	77.6	63.8	141.4	109.3	250.3	359.6	145.7	236.9	382.6	1184.7	2026.4	3311.1
1977	270.4	541.6	812.0	401.2	721.7	1122.9	160.0	242.7	402.7	76.5	70.0	146.5	107.4	272.7	380.1	141.9	249.3	391.2	1152.4	2098.0	3255.2

Y: Rayon filament S: Rayon staple fiber T: Total (Y + S)

Source: Textile Organon, 1978

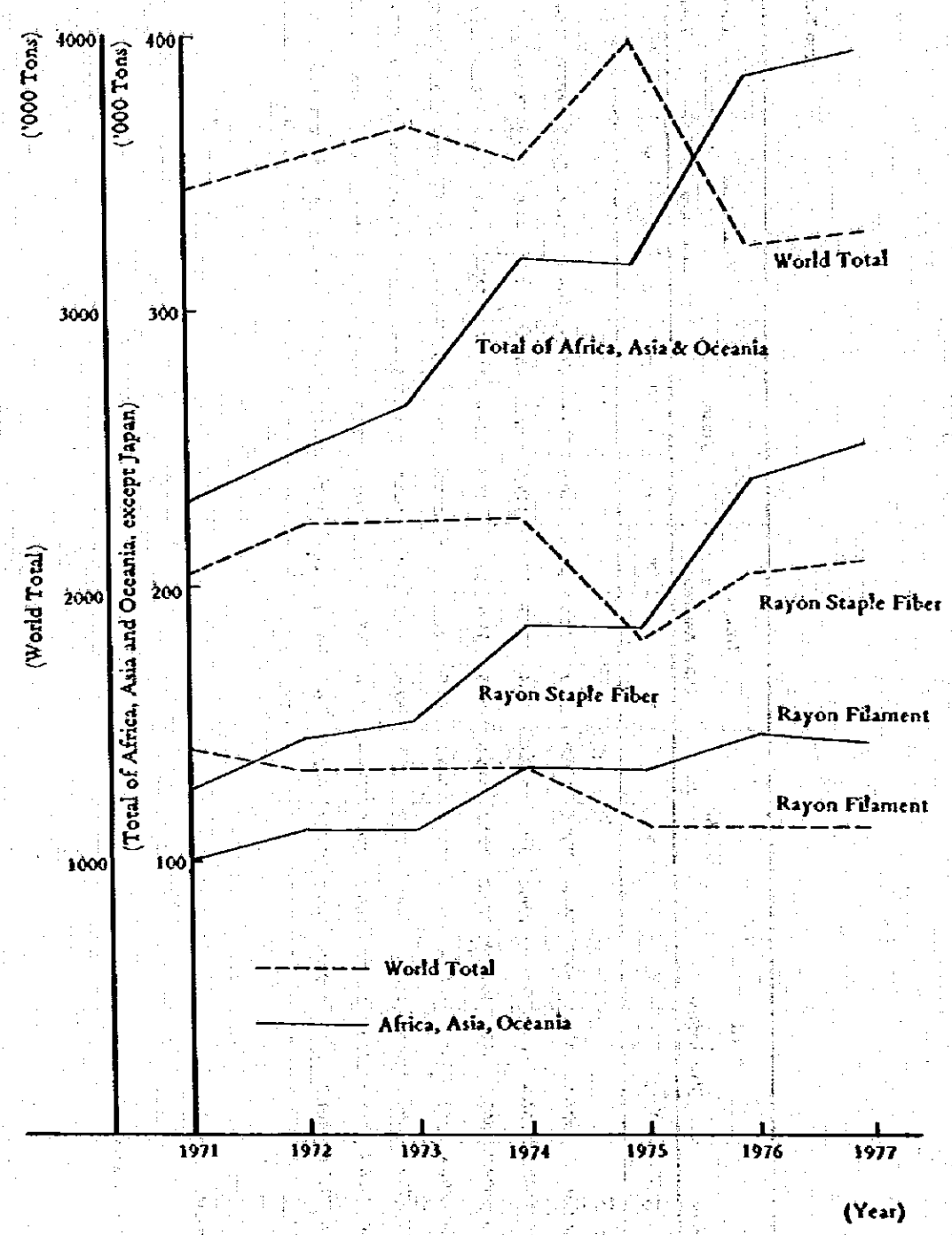


Fig. 1-14 World Rayon Production

レーヨン（フィラメント，スフ）の生産は世界的にほぼ一定または僅かに減少しているが，日本を除くアジア諸国の生産量の合計は確実に伸びていることがわかる。第1−14表及び第1−14図に示したように欧米諸国は減産の方向に向っているが，欧米諸国が減産している分だけアジア諸国で増産が行われていることがわかる。

1.5 バングラデシュにおけるレーヨン・スフの需要

レーヨン・スフは，綿やポリエステル・スフ等と混紡してシャツや下着用に用いられる例が最も多い。100%レーヨン・スフの製品もあるが，これは稀な例である。綿に対するレーヨン・スフの混紡率は通常２０%以下であるので，綿織品の消費を考慮に入れて，全製品の平均をとれば，レーヨン・スフの混紡率は１２〜１３%と考えるのが妥当である。しかしバングラデシュの場合には，綿に比べて安価なレーヨン・スフの使用が政策的に採りあげられるであろう。従って，全製品の平均値で考えて，レーヨン・スフの混紡率を約１５%と考えるのが妥当であろう。

このような考え方に立つと，1984〜1985年におけるレーヨン・スフの消費は約13,700Tと計算される。これを図に示すと概ね第１−１５図のようになる。

第1−15図によれば，1981〜1982年におけるレーヨン・スフの消費量は，約1万トンと推定され，本プロジェクトが計画している15T／Dの生産に比べて遙に多い。従って，本プロジェクトの実施により生産されるレーヨン・スフに対する需要は充分にあるものと考えられる。

しかし，生産されるレーヨン・スフの販路をより安定せしめるためには，綿に十分対抗できる品質と価格を維持することに考慮を払う必要がある。ＢＴＭＣ傘下の工場の視察によって，合成繊維の場合にはユーザー側に多少問題があるが，レーヨン・スフと綿との混紡品に関しては問題がないことがわかった。しかし，今後のレーヨン・スフの販路の拡大のためには，ユーザーに対する染色加工及び技術の指導体制を整える必要があろう。

なお参考のために，レーヨン・スフ／綿の混紡糸の化学的処理の際の注意事項をAppendix Vに記した。

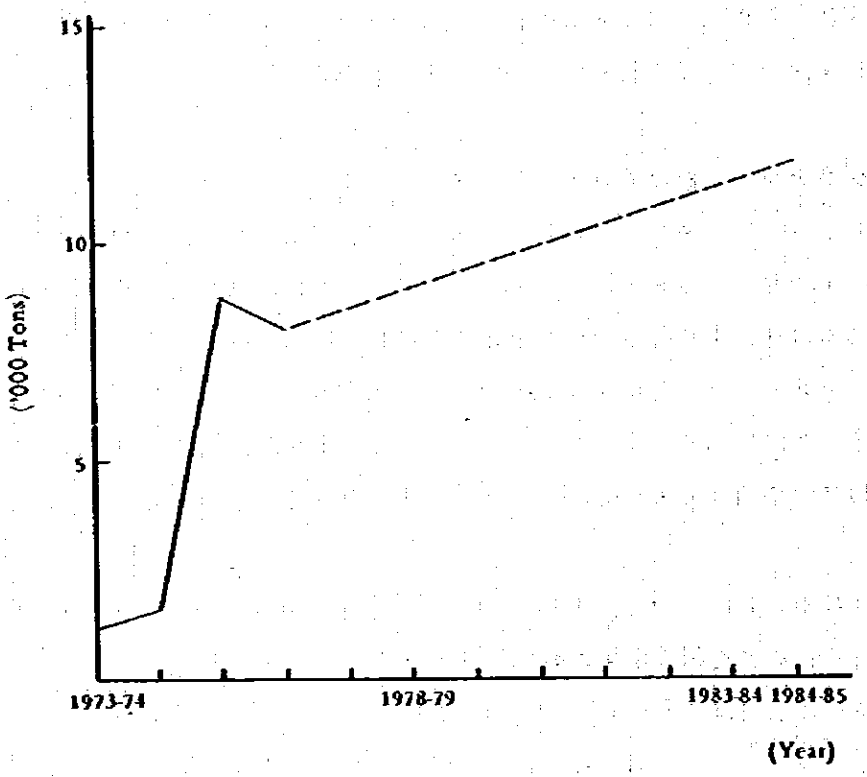


Fig. 1-15 Estimated Consumption of Rayon Staple Fiber

第２章　ＫＲＣの現況

第２章　ＫＲＣの現況

2.1　建設時の能力

ＫＲＣは，バングラデシュの東南部山地に自生する竹を原料とし，レーヨン・フィラメント及びセロファンを製造する一貫工場として当時のパキスタンの民間企業Dawood Industry Ltd.により計画され，三菱商事株式会社が主契約者となり，機械製作及びエンジニアリングを三菱重工業株式会社が担当した。ノウハウ提供，ベーシック・エンジニアリング及び操業指導についていえば，竹溶解パルプに関しては国策パルプ株式会社（現山陽国策パルプ株式会社），レーヨン・フィラメント，二硫化炭素及び苛性ソーダに関しては旭化成株式会社，セロファンに関しては大日本セロファン株式会社が担当した。

1962年より建設が開始され，1967年操業が開始された。

工場所在地Chittagong Hill TraetsのChandraghonaは，Karnaphuli川に面し，川による竹の集荷に便利であり，また豊富な水が得られるため，すでに1952年には竹を主な原料とする製紙用パルプ及び紙の一貫プラントをもつＫＰＭが設置されていた。

ＫＲＣは，溶解パルプ及び薬品の製造プラントをＫＰＭ内に設置するとともに，レーヨン・フィラメント及びセロファンのプラントをＫＰＭ工場に隣接する形で建設し，主原料である竹，薬品，ユーティリティー等を共用するコンビナート形式をとっている。

建設時のプラント別生産能力は次の通りである。

溶解パルプ（原料：竹）	18T／D
レーヨン・フィラメント*	10T／D
セロファン*	5T／D

（注）＊印プラントはブレンダーまでのビスコース製造設備は共用しており，この能力は15T／D（製品換算）である。

苛性ソーダ**	17T／D

（注）＊＊印プラントは塩素15T／Dを副生する。

二硫化炭素	7T／D
硫　　酸	30T／D
この他に旧プラント	（10T／D）
二酸化塩素	0.3T／D

建設完了後，日本人スーパーバイザーの指導のもとに，計画通りの生産を実施した。

なお参考までに，Karnaphuli コンプレックスのレイアウトを第２－１図に示す。

2.2　その後の経緯

ＫＲＣの操業開始後３年，１９７０年より本工場は戦乱にまきこまれた。特に１９７１年３月より１２月までの９ヶ月間は，直接戦火にはさらされなかったが，経営者及び幹部技術者の離散，さらに技術者及び技能者の避難等により，全く無秩序に放置された。

１９７２年後半より国内秩序が回復しはじめ，離散中の技術者，技能者の復帰に伴い，独立したバングラデシュ国の国営企業として，新たな管理体制のもとにＫＲＣの再建が開始された。

しかしながら，

(1)　幹部技術者の離散による管理と技術能力の低下

(2)　独立後の混乱による関連産業の生産能力低下による諸物資の不足

(3)　外貨の不足による輸入機械部品の入手難

等の理由により，戦乱中の放置及びメインテナンス無しでの無謀な生産による極度の機械設備の疲弊は，容易に回復しなかった。

また需要面においても，バングラデシュの独立により，以前の西パキスタンに重点をおいていたレーヨン・フィラメント及びセロファンの市場の大部分を失った。

１９７０年後半より諸外国の援助，協力により国内経済は徐々に復興してきたが，上記の理由のため，ＫＲＣの操業は低迷を余儀なくされてきた。

１９７３年以来，ＫＲＣの復興，需要変化に対応する製品転換につき，バングラデシュの要請に基づき，機械装置に納入した三菱グループは，数回調査チームを派遣し，計画案の提案を行ってきたが，同国の外貨不足等により本格的立て直しはいまだ行われていない。

しかしながら，ＫＲＣの努力により，バングラデシュ国内でのレーヨン・フィラメント及びセロファンの需要開拓が徐々に進んでいる。これに伴い，ＫＲＣは三菱グループの復興案の一部を，援助資金に基づいて独自に実行した。これにより，ここ２，３年生産は徐々に増加しつつある。

2.3　現在の状況

2.3.1　概　況

１９７７年７月より１９７８年６月までの１年間の生産量は，

レーヨン・フィラメント	１３０２Ｔ
セロファン	７１７Ｔ

であり，計画時の能力のそれぞれ43.4%，47.8%（稼動日数300日として）に相当する。

また1978年12月の生産量は，

レーヨン・フィラメント　151T

セロファン　88T

であり，KRCの1978年7月より1979年6月までの生産目標はそれぞれ，

レーヨン・フィラメント　1,800T

セロファン　600T

である。

なお，附帯プラントの建設時から現在に至る能力を第2－1表に示す。

運転状況は，以下プラント別に記述するが，設備の疲弊，原料の品質不良に加えて無理に運転しているので，原料単位は相当高い値を示している。一例として竹レーヨンパルプ，及び二硫化炭素製造の現在の原単位を1969／1970年の値と対比して示せば，第2－2，2－3表の通りである。

なお，KRCの現在の人員をプラント別に示すと，添付第2－4表の通りであり，国際標準に比べて著しく従業員が多い。

2.3.2　ビスコース・プラント（溶解まで）

本プラントでは，パルプは苛性ソーダ中に浸漬され，絞られアルカリ・セルローズとなり，重合度調整のため老成されたのち硫化機に送られ，二硫化炭素と反応し，ザンテートとなる。ザンテートは溶解機において稀薄苛性ソーダに溶解しビスコースとなる。

KRCにおいては，ビスコース・フィラメント用とセロファン用ビスコースは，溶解工程まで全く共通に製造され，その設計能力は合計15T／D（製品換算）であった。

現在は需要に合わせ5～6T／D（製品換算）の生産を行っているが，設備は全般的に言えば，アルカリ性の物質を扱い，腐蝕性がないため良好な状態である。大部分の計器も正常である。

しかしながら種々の理由によりビスコースの品質は良くない。すなわち，ビスコースの良否を示す一つの指標であるKW値（クロッキング・コンスタント）―沪過性を示す指数―は約20～30%の輸入パルプを混入しても2,000～4,500であり，市販の木材パルプを使用する平均的工場のKW値の10倍位である。このためKRCでは後述する通り，ビスコースの沪過に大きな問題をおこしているばかりでなく，フィラメント，セロファンの品質にも大きな影響を与えていると推察される。

この原因は，パルプ・プラントの設備疲弊，運転技術の問題もあるが，竹溶解パルプの本

質的問題も大きな要素を占めているものと考えられる。

そこで今後の増産を検討するにあたっては，関連する工程のＢＭＲを充分行うとともに，かゝる竹パルプの本質的問題に対応した設備及び運転方法を十分配慮する必要があろう。

なお参考としてＫＷ値の一例を示すと第２－６表の通りである。

以下工程順に現況を述べる。まず苛性ソーダ準備工程であるが，ダイヤライザーの運転状況を含めほとんど問題なく，初期の設計能力を維持している。

スラリー工程では，プレスロールのスリットが1.6～1.8㎜に拡大し，２台中１台の軸受が故障しているほかは，設備的には良好な状態にある。しかし，スラリー工程で処理されたアルカリ・セルローズは粒状のマーセル化不十分のセルローズを含んでおり，ＫＷ値が悪くなる原因の一つとなっている。これは竹の繊維が細く長く，からみあって球状となりやすいためと考えられ，粉砕の強化等を考慮する必要があろう。

老成工程では，設備はほぼ建設時の状態を維持しているが，前述のアルカリ・セルローズの粉砕強化による見掛比重の減少を考慮に入れれば，現有設備は約１０Ｔ/Ｄの能力と考えざるを得ないであろう。

黄化・溶解工程では，設備はほぼ良好な状態にあるが，溶解機の冷却用ジャケットはスケール堆積により冷却能力が低下しているので洗浄する必要がある。またＫＷ値の低下対策として，各溶解機にビスコース・グラインダーを取付け外部循環溶解ラインを作り，溶解力を増加することが望ましい。

２.３.３　ビスコース・プラント（熟成以降）

本プラントでは，溶解後のフィラメント用ビスコースを熟成し，沪過して不純物を除去し，脱泡して紡糸工程に送る。設計能力は１０Ｔ/Ｄ（製品換算）である。なお別途セロファン用ビスコースは溶解後セロファン工場に送り，熟成沪過を行う。

設備はほぼ建設時と同一の状態を維持しているが，前述の如くＫＷ値が著しく高いのでフィルタープレスの洗浄頻度が著しく多いため，５～６Ｔ/Ｄの生産しか上げられない。したがって，１０Ｔ/Ｄの能力のフィルタープレスのほとんど全部を使用せねばならない。

熟成タンク，脱泡機は１０～１２Ｔ/Ｄ位の能力があり，ほとんどＢＭＲを要しない状態である。

２.３.４　ビスコース・フィラメント紡糸，仕上プラント

フィラメント紡糸機は，１０Ｔ/Ｄ用として128錘建４６台が設置されている。紡糸機本体はあまりいたんでいないが，ポットモーター，ギヤーポンプ，コデットローラー等の部品は，酸による腐蝕，摩耗により損傷を受けている。また鈎ライニング，凝固浴槽，カバー等も保

全が不十分であったゝめ腐蝕されている。

現在46台中26台は新規に別途独自に購入した部品をつけ，また凝固浴槽，カバー等は全台の中から損傷の少ないものを選んで取付け整備し運転している。

現在の運転状況をみると，一部の部品は老朽化しているが，トラバース機構等紡糸機の基本となる機構はスムースに動いており，部品の取替，ライニング等の整備を完全に行えば，今後十分長期の使用に耐えられると思われる。

なお，紡糸機36台運転に必要な部品を現在手配中で，1979年6月末までに入荷するとのことであるので，更に生産能力の増加が期待されよう。

精練機，乾燥機，コーンワイダー，綛機等フィラメント仕上用機械は，ほぼ建設時の状態が保たれているので，設計能力の半分程度の生産には支障がないと考えられる。

酸循環及び回収関係は，一部の装置に酸による腐蝕がおきているほか不浸透黒鉛熱交換器にチューブの破損があり，現在一部の装置を停止して運転している。

しかしながら，基本的な装置は十分な機能を保持しているので，必要な修理と一部機器の取替を行えば，建設時の能力を発揮することができるであろう。

なお参考までに現在のレーヨン・フィラメントの品質の一例を示せば第2－7表の通りである。

2.3.5 セロファンプラント

本プラントはビスコース・セクション，キャスティング・セクション及びコーティング・セクションより成る。

ビスコース・セクションは，溶解終了後のビスコースをビスコース・プラントより受入れ，熟成，沪過，脱泡を行っている。このセクションではビスコースのKW値が高いため，沪過能力が低下している。しかしながら，取扱う液に腐蝕性が無いため，順調に稼動している。

キャスティング・セクションには5T/Dの機械1台が設置されている。現在2～3T/Dでキャスティングを行っているが，低生産のため，整備不十分にもかゝわらず一応の製品を出している。現在本機の主要パーツであるホッパーの再研摩を日本に発注中であるので，この取替終了後は現在より品質を向上させることができるであろう。

コーティング・セクションはコーター及び溶剤回収装置より成るが，製造品種の関係から停止中であり，運転状態を見ることができなかった。設備の状態から判断すると，キャスティング同様，低率の生産を行うかぎり特に致命的問題はないであろう。

2.3.6 苛性ソーダ及び塩素プラント

本プラントは，塩素等の腐蝕性ガスが発生し，環境が悪いため，全般的に装置の腐蝕によ

る劣化が著しい。特に計器は腐蝕のため機能しないものが多い。

本プラントの中心である電解槽はピッチング腐蝕を生じているため，次々と補修をして使用しており，建設時の１２セット中現在１１セットが稼動可能な状態にある。しかしながら直流電源の能力不足等の理由により，１セットあたりの能力が低下し，現在の最大能力は苛性ソーダ11.5 T/D，塩素10T/Dである。

今後，更に電解槽１セットの修復と電源部分の強化を行うとゝもに，ブライン調整設備等前後装置に必要な補修を行えば，苛性ソーダ13.5 T/Dの生産は可能であろう。

2.3.7　二硫化炭素プラント

本プラントは電気炉を中心とする粗二硫化炭素製造セクションと精製セクションとより成る。

電気炉は平均6T/Dの需要を賄うため，１基当り10T/Dの能力の炉２基と，１基の炉に対応する１系統の変圧器等の電気設備より成っている。運転では，１基の炉に電気設備を接続して使用し，炉を補修する場合は他の炉に電気設備を切替えて後補修する方式をとっている。

現在の炉の能力は5.5 T/Dに低下している。この原因は，原料木炭の揮発分が２９％と非常に高く，予備加熱をしても炉の生産性が上がらないためである。この炉は内部の耐火煉瓦がいたむため定期的に補修する必要があり，現在国産の耐火煉瓦を使っている。耐用日数は40～50日ということであり，日本製耐火煉瓦の寿命と比べると非常に短い。しかしながら補修期間は２５日で，切替所要日数は１日であるため実用上は差支えない。

電気関係パネルは腐蝕が著しいので交換の必要があり，また電極も補充する必要がある。

いずれにしても本プラントは平均6.4 T/D以上に増強せねばならず，増強方法としては，外国より技術を導入して木炭の品質向上を実施し，炉の生産性を向上するか，２炉生産体制をとるかの２方法が考えられる。二硫化炭素用電気炉は本質的に長期安定運転が難しいので，１炉生産で能力一杯の運転を行うことは安定供給の点で不安があり，また一方，炉本体，耐火煉瓦も国産できるので，電気系統を増強して２炉生産体制をとることが望ましいと考えられる。

生成二硫化炭素の捕集装置は，冷凍機を使用する最終コンデンスの能力不足以外にはあまり大きな問題はない。

精製セクションは能力に余裕があり，装置の状態も良く，現在昼間のみの運転で処理しており，一部腐蝕機器の補修以外は増強の必要はない。

二硫化炭素は精製が容易であり，品質上の問題はない。

2.3.8 硫酸プラント

硫酸プラントは1967年より操業を始めた，三菱重工が納入した30T／DのLurgi式プラントと，従来より設置されていた10T／Dの旧プラントがある。現在Lurgi式プラントを使用しており，旧プラントは予備となっている。

Lurgi式プラントは硫黄ポンプ等のポンプ類，ブロワー類の腐蝕及び能力不足で最大28T／Dの能力であり，調査時点では23T／Dの生産を行っていた。

本プラントは能力的にみると劣化は大きくないが，環境が悪く，計器にエアーパージがついていないため，計器類は極度の腐蝕により全く使用できず，現在は排気ダクトの煙の色を見て経験的な運転を行っている。このため品質のふれが大きく，また原単位も悪化している。

BMRにあたっては，一部のポンプ・ブロワーの入替とほとんど全部の計器，パネルの取替が必要であり，また今後の腐蝕防止のため清浄な空気を引入れ，計器類には完全なエアパージをつける必要があろう。

2.3.9 二酸化塩素プラント

本プラントは塩素酸，硫酸，亜硫酸ガス等腐蝕性物質を工程に用い，その上メインテナンスが悪いため，プラント全体にわたり腐蝕が著しく，計器類は全部使用不能で全くの盲運転であり，また作業架台も腐蝕し，運転を継続しているのが不思議なくらいである。このため正しい流量の測定もできず，製造されただけパルププラントに送りパルプ精製用に使用しているため，竹パルプの反応性等にもデータに出ない悪影響を及ぼしているのではないかと危惧される。

KRCでは，設計能力純分300Kg/D（濃度6g/ℓ）であったのに対して，現在最高200Kg/D（濃度4g/ℓ）出るといっているが，濃度，プラント操業の安定性には問題があると推察される。

二酸化塩素は竹パルプの品質向上には必須の漂白剤であるので，本プラントの完全な復旧が望まれる。単純なタンク，架台はKRCでも修理可能なので，計器を中心とした機器を輸入し復旧せねばならないであろう。

2.3.10 蒸気及び電力の供給

蒸気，電力及び水等の主要なユーティリティーはKPMより供給されており，KPMでは独自にBMRの計画を進めているので，詳細なバランスを算出することはできなかった。しかしながら，KRCのユーティリティー必要量のチェックをKPM，KRC両担当責任者とともに行ったので，その概要を述べる。

KPMはパワープラントを持ち，こゝで蒸気を発生し，一部は工場へ直送し，大部分は抽

気復水タービンに通し，抽気を工場に送っている。

現在のパワープラントの概要を示せば，第２－２図の通りである。

現在，ボイラーはSulzer ボイラーを主として使用し，John Tompson ボイラーは補助に使っている。またタービンは三菱の二段抽気復水タービン（15／19 MW）を主として使用している。

現在の正常運転での蒸気の流れを示すと次の通りである。

ボイラー発生 182,000Lbs／H	本釜へ直送	27,000	
	三菱タービン	123,000	
	抽気（高圧・低圧）	25,000	KRC ←
		70,000	KPM ←
	発電所自家消費	13,000	
	その他	19,000	

KRCは13.5Kg/cm²と2.5Kg/cm²で合計約11T／H（25,000 Lbs／H）受入れている。

KPMのパワープラントは老朽化しているが，十分な余力があるため必要蒸気量が15T／H位に増加しても全く問題がない。しかも，KPMのBMRによりボイラー，タービンが近代化されゝば蒸気の供給は更に安定するであろう。

電力は自家発電と電力開発公団（PDB）よりの買電により賄われている。

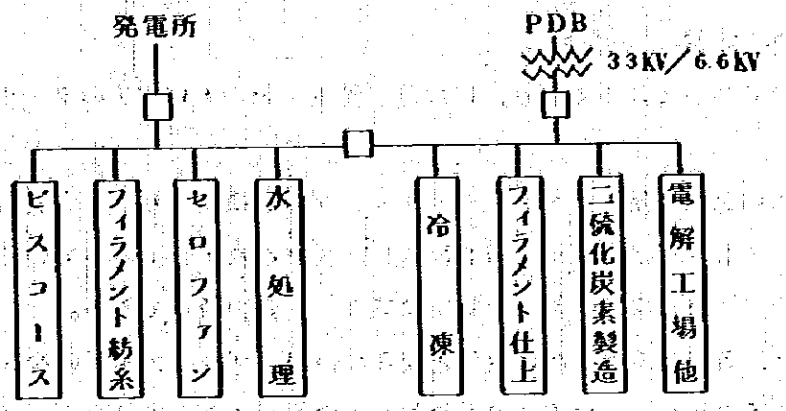
正常時の電力供給は，

自家発電（三菱タービン）	9.5MW
買　電	4.5～5.5MW

であり，常時は両電源は切離されている。

KRCでは，電力は自家発電よりレーヨン・フィラメント製造用を中心に2.2MWを，買電より2.9MW，合計5.1MWを受入れている。

KRC内の配線系統は次の通りである。



受電の最大容量は力率80%で10MWであり，余力は十分で，電力の入手については量的には全く問題はない。

2.3.11 水の供給

水はKPMによりKarnaphuli川からWagga 及び工場構内の2箇所の取水所で取水されている。

各々のポンプ容量は2,500m³/H×4台及び1,000m³/H×4台であるが，実揚水容量は各々7,500m³/H及び2,000m³/Hである。

KRCはこの水を4,500m³/H 受入れ，第2－3図に示すフローで処理し使用先に送っている。

沈澱装置は2系統あり，そのうちスラッジブランケットタイプ系統では雨季に川が極度に濁り，濁度が2,000位になると，沈澱後の濁度が20以上になるとのことである。従って何らかの対策を要すると思われるが，調査時点での水質の一例を示すと次の通りである。

	pH	硬度(ppm)	メチルアルカリ度(ppm)	濁度(度)
河川水	7.3	34	40	3.6
沈澱水	6.4	40	16	0.7
沪過水	7.2	40	27	Nil
洗浄水	7.5	Nil	16	Nil
プロセス水	7.7	Nil	26	Nil
給水	7.9	Nil	2	Nil

この分析値を見るかぎりでは，乾季の河川水の水質は非常に良く，水処理装置の管理を十分に行えば水質，水量とも全く問題はないと考えられる。

2.3.12　冷凍装置

冷凍はＫＲＣ独自で賄っており，建設時三菱重工製の440ＲＴのターボ冷凍機２台を設置した。

しかし部品の供給不足とコンデンサーチューブの破損により，２台とも使用不可能となり，近年日立製作所製ターボ冷凍機１台を購入し，現在これ１台で賄っている。

一方，建設完了時の冷凍負荷の計算値は第２－８表の通りである。

ＢＭＲ後は，各室の冷房負荷は現状と変らないが，プロセス関係の冷凍負荷に関していえば，現在の装置のスケール付着状況と冷却方式の選択によっては冷水の替りに低温冷媒を使用することも考えられるので，冷凍装置の修復にあたっては，必要能力につき充分検討する必要があろう。

Table 2-1 Production Capacity of Chemical Plant in KRC

	Design Capacity	Max. Capacity	Current Max. Capacity	Current Production	Production Capacity after Replacement
Caustic & Chlorine Plant	17 T/D (NaOH Base)	9 T/D (NaOH Base) (10 Celles) Remark: 12.8 T/D (at 1969)	11.5 T/D (NaOH Base) (11 Celles)	10.5 T/D (NaOH Base) (11 Celles)	13.5 T/D (NaOH Base) (12 Celles)
CS_2 Plant	10 T/D	7.5 T/D	5.5 T/D	5.5 T/D	12 T/D
Sulphuric Acid Plant	30 T/D (Lurgi System)	28 T/D (Lurgi System)	28 T/D (Lurgi System)	23 T/D (Lurgi System)	28 T/D (Lurgi System)
	10 T/D (Old Type)	12 T/D (Old Type)	12 T/D (Old Type)	0 T/D (Old Type)	12 T/D (Old Type)
ClO_2 Plant	300 Kg/D (As 6 ClO_2-g/ℓ)		200 Kg/D (As 4 ClO_2-g/ℓ)	150 - 200 Kg/D	200 Kg/D (As 6 ClO_2-g/ℓ)

Remark: Chemical plants to make hydrochloric acid and liquefied chlorine are excluded because most of products are used by KPM

Table 2-2 Comparison of Unit Consumption for Bamboo Rayon Pulp

Items	Unit	Unit Consumption	
		1969/1970	1978/1979
Chips	T	2.94	3.2
Active Alkali	T	0.42	0.48
Chlorine	T	0.054	0.04
Caustic Soda	T	0.036	0.03
Hydrochloric Acid	T	0.003	0.09
Sodium Hypochlorite	T	0.025	0.032
Chlorine Dioxide	T	0.004	0.004

Table 2-3 Comparison of Unit Consumption for Carbon-Disulphide

Items	Unit	Unit Consumption	
		1969/1970	1978/1979
Sulphur	T	1.227	1.3
Charcoal	T	0.36	0.5

Table 2-4 Number of Workers in KRC Plant

Plant or Section \ Classification	Officer	Foremen	Worker			Total
			Skilled	Semi-Skilled	Un-skilled	
I. Filament Plant, Slurry, Ageing, Xanthation and Dissolving, V. R. R.	6	25	140	21	8	200
Spinning	15	28	259	22	31	355
Purification	6	9	136	16	-	167
Drying, Winding	4	19	287	220	-	530
Others: Acid Recov., Lab. & Q.C., Water Plant, Spg. Basement	15	42	172	10	7	246
II. Cellophane Plant, V.R.R., Casting	8	9	56	-	3	76
Coating	2	7	32	1	-	42
Converter	2	6	43	1	-	52
III. Pulp Plant	6	-	5	-	-	11
IV. C.C. Plant	8	1	-	-	-	9
V. CS_2 Plant	6	7	4	-	-	17
VI. H_2SO_4 Plant	4	1	6	-	-	11
VII. Utilities: Mechanical, Electrical, Instrument, Workshop, Servicehouse, Gen. Maint., Civil Engg.	15	78	369	8	34	504
Others: Admin. Stores, Purchase, Sales,	18	-	-	-	-	18
Total	115	232	1,509	299	83	2,238

Table 2-5 Analytical Data of Bamboo Dissolving Pulp

Lab I/ .....
Date: .....9/2/1979.....

Sl. No.		Unit	Specification		
1;	Lot Number			233	234
2.	Moisture	%	7.5 + 0.1	6.6	5.7
3.	Thickness	mm			
4.	Impurities	mm^2/m^2	Under 50		
5.	Whitness	%	86 - 88		
6.	Ash content	%	0.08 - 0.10	0.10	0.09
7.	Resin content	%	0.09 - 0.20		
8.	D - Cellulose	%	95.0 - 96.0	97.1	96.1
9.	B. Cellulose	%	3.0 - 4.0	1.8	2.1
10.	Copper		0.4 - 0.7		
11.	Solubility in 1% NaOH	%	3.0 - 3.5	2.3	2.6
12.	Relative viscosity		4.5 ± 0.1	4.7 - 4.6	4.6
13.	D. P.		716.8 - 742.4	755.7	742.4
14.	CaO + MgO	%	0.05 - 0.06		
15.	Pentosan	%	2.7 - 3.0	1.2	2.7
16.	Solubility in 10% NaOH	%			
17.	Solubility in 10% KOH	%	7.0 - 10.0	6.0	6.2
18.	Iron as Fe	PPM	4 - 7		
19.	SiO_2	%			
20.	Density	g/cm^3	Over 0.5		
21.	Average basis weight	grm/m^2		785	747
22.	Swelling Volume	mℓ/grm			
23.	Absorption velocity mm/5 mints	Machine direction			
		Cross direction			

Source: Karnaphuli Rayon & Chemicals Limited Chandraghona Rayon Control Laboratory Rayon Pulp Quality Report

Table 2-6 KW Value of Viscose

(Feb. 1 - 12, 1979 at KRC)

Date		KW	
		Z Filter Outlet	Dissolver Outlet
Feb.	1	54	3,405
		66	2,958
		24	3,486
	2	56	3,312
		-	3,102
		-	3,284
	3	18	3,301
		35	3,308
		36	4,210
	4	68	4,002
		71	3,853
		0	4,146
	5	82	3,216
		50	4,473
		43	3,647
	6	37	3,854
		82	3,542
		61	2,902
	7	46	2,763
		-	2,571
		-	-
	8	32	2,058
		101	2,447
		-	2,302
	9	36	3,498
		24	3,308
		58	3,857
	10	43	3,379
		16	3,094
		56	3,190
	11	58	2,708
		-	2,188
		-	-
	12	37	3,552
		1	3,359
		-	2,256

Table 2-7 Quality of Rayon Filament Being Manufactured

Denier: 120 Bright

Month of January 1979	1st Week			2nd Week			3rd Week		
Items \ Days	Monday	Tuesday	Wednesday	Monday	Tuesday	Wednesday	Monday	Tuesday	Wednesday
Average Corrected Denier (d)	112.12	114.65	112.82	111.42	119.22	118.29	112.82	117.18	115.99
Average Dry Strength (g/d)	1.75	1.75	1.74	1.66	1.66	1.68	1.69	1.67	1.72
Average Dry Elongation (%)	15.8	15.6	16.3	15.0	15.3	15.6	15.8	15.5	15.3
Average Filament No.	25	25	25	24	25	25	25	25	25

Table 2-8 Cooling Load and Chilled Water Consumption

1. Viscose Section

A) Air Conditioner

Description	Cooling Load		Chilled Water		Remarks
	Kcal/Hr.	US RT	Return Temp. °C	Supplied m^3/Hr.	
Slurry Room	125,000	41.3	15.4	15	
Ageing Room	95,000	31.4	11.0	25	
Xanthation Room	72,600	24.0	11.9	15	
Ripening Room	170,000	56.2	11.5	40	
Sub-Total	462,600	152.9	11.9	95	

B) Process Cooling

Description	Cooling Load		Chilled Water		Remarks
	Kcal/Hr.	US RT	Return Temp. °C	Supplied m^3/Hr.	
Dissolving Caustic	150,000	49.6	30	7	
A Line	32,000	10.6	11	8	
B Line	42,000	13.9	9	21	
Churn	56,000	18.5	15	7	
CS_2	2,000	0.7			
Dissolver	82,000	26.4	9	41	
Viscose Cooler	20,000	6.6	19	2	
Feed Tank	3,000	1.0	19	3	
Delustrant EQ'.	7,000	2.3	15	1	
Sub-Total	394,000	129.6	11.4	90	
Total (Viscose Section)	856,000	282.5	11.6	185	

2. Finishing Section (Include Labo.)

A) Air Conditioner

Description	Cooling Load		Chilled Water		Remarks
	Kcal/Hr.	US RT	Return Temp. °C	Supplied m^3/Hr.	
Coning, Reeling Room	627,000	20.7	19.5	50	
Cake Conditioning Room	101,000	33.4	24	6	
Laboratory	60,000	19.8	19	5	
Sub-Total	788,000	260.2	19.9	61	

B) Process Cooling

Description	Cooling Load		Chilled Water		Remarks
	Kcal/Hr.	US RT	Return Temp. °C	Supplied m^3/Hr.	
Solution System	60,500	20	20.4	4.5	

A) + B) Total (Finishing Section: 848,500, 280.2, 20.6, 65.5)

3. Total (Consumption)

Section	Cooling Load		Chilled Water		Remarks
	Kcal/Hr.	US RT	Return Temp. °C	Supplied m^3/Hr.	
Viscose	856,000	282.5	11.6	285	
Finishing	848,500	280.2	20.0	65.5	
Cellophane	332,700	110	19.6	26.5 (25.0)	Loss 1.5 m^3/Hr.
Total	2,037,200	672.7	14.4	277 (275.5)	1.5

4. Heat Loss

A. Assume by 1°C up of circulation Chilled Water

275.5 x 1,000 = 275,500 Kcal/Hr.

B. Loss of Chilled Water of 1.5 m^3/Hr.

1.5 x 1,000 x 1.0 x (30.6) = 36,000 Kcal/Hr.

C. Total Heat Loss

A + B = 311,500 Kcal/Hr.

5. Total Load for Refrigerator

A. Total Load

2,037,200 + 311,500 = 2,348,700 Kcal/Hr. = 775 USRT
at Rayon 10 T/D and Cellophane 5 T/D

B. Instlled Capacity

440 USRT x 2 sets = 880 USRT = 2,660,000 Kcal/Hr.

Fig. 2-1 General Layout Karnaphuli Rayon & Chemicals Ltd.

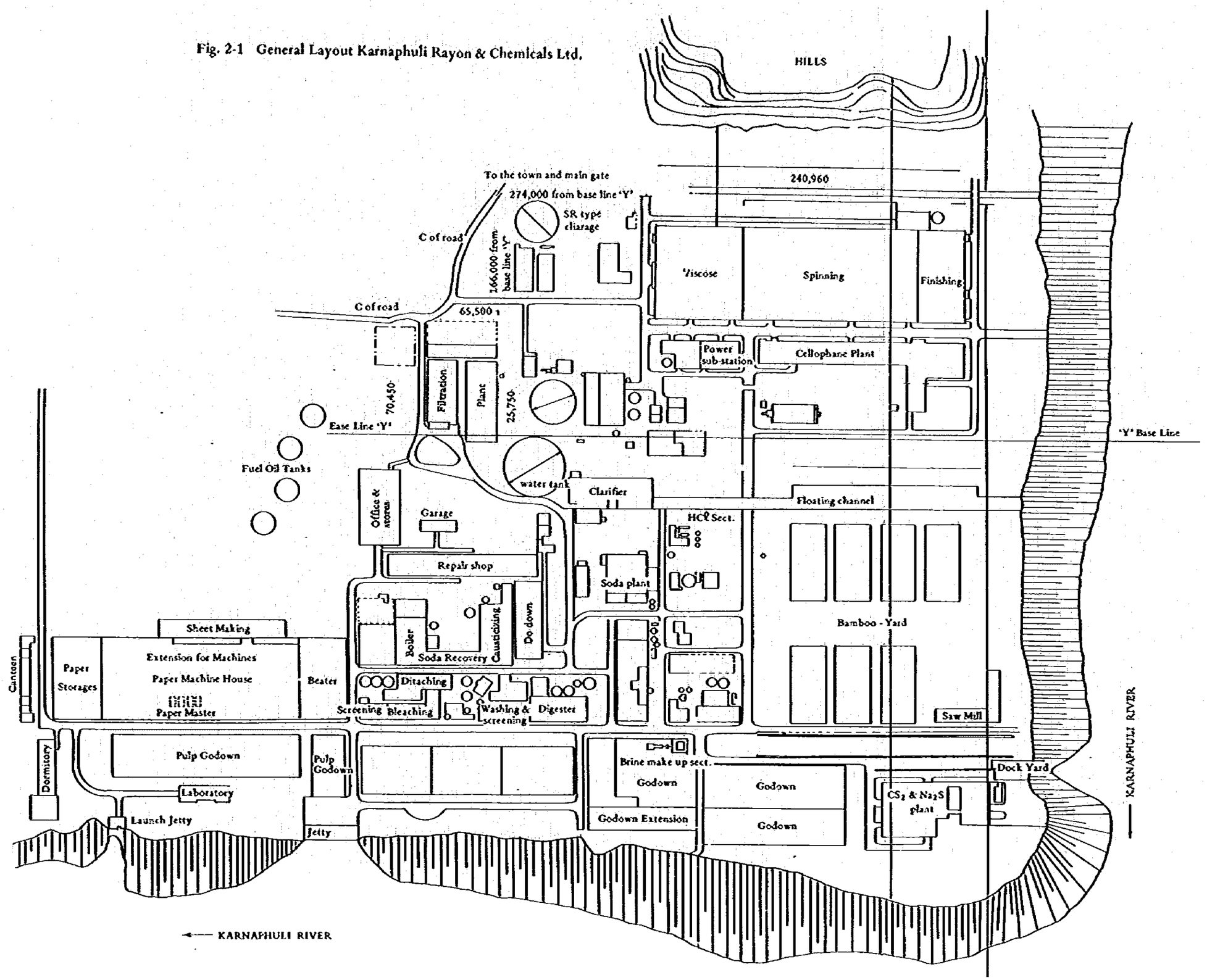


Fig. 2-2 Steam Flow Sheet and Steam Distribution

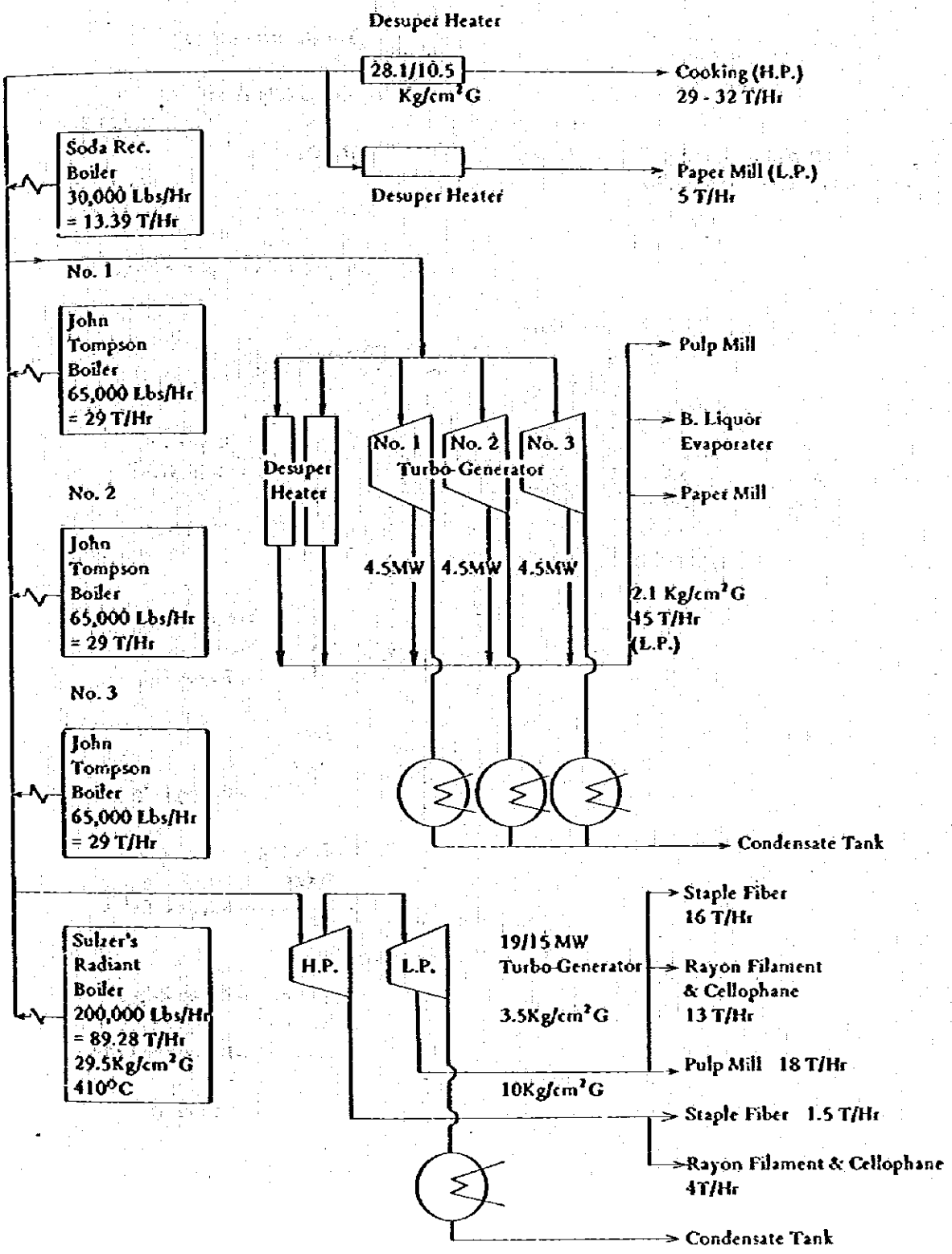
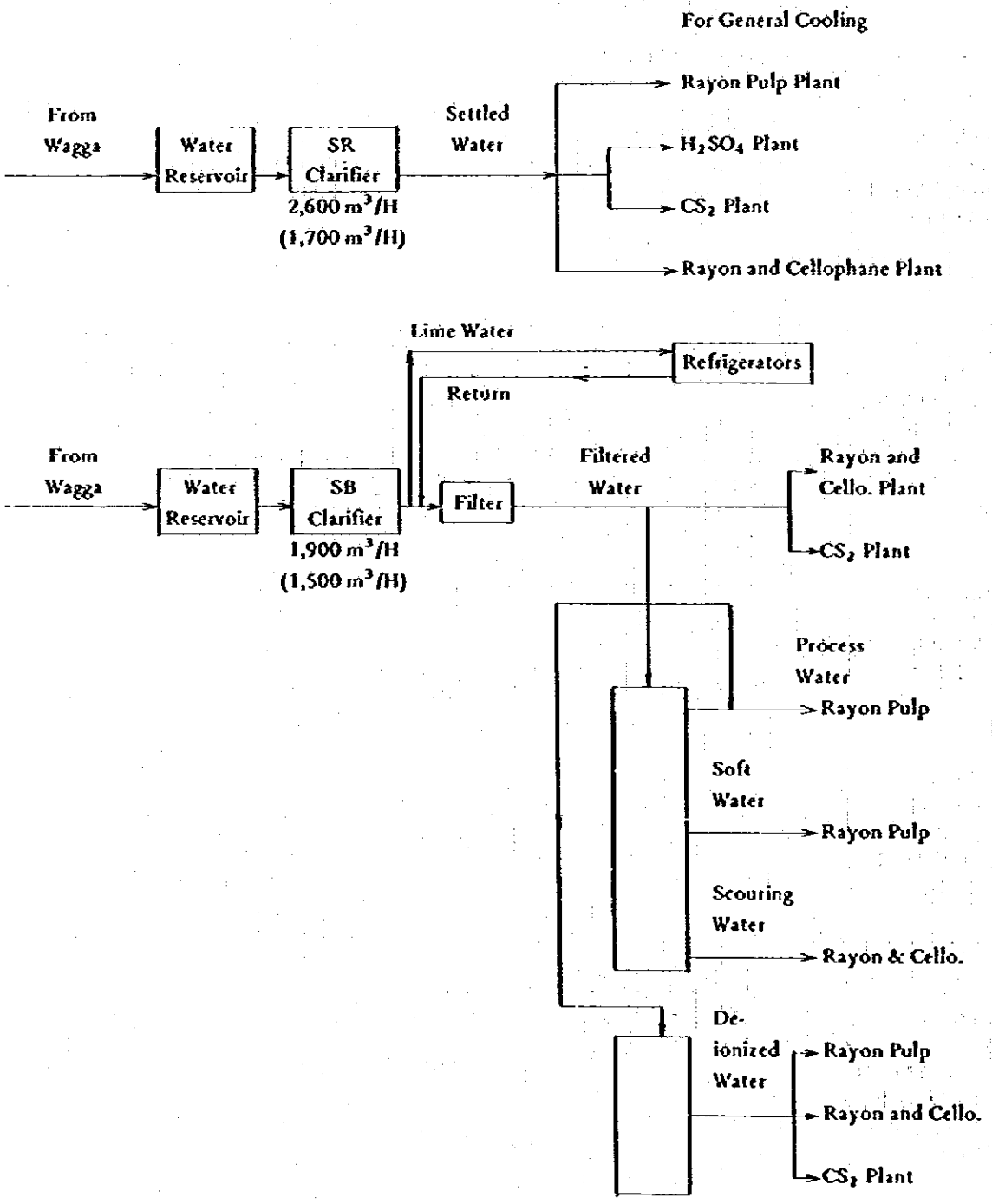


Fig. 2-3 Distribution of Treated Water



Note: Figures without bracket means design base.

Figures with bracket means operating.