経 済 政 策 論*
——繊維競合とその政策的意味——

宮 坂 正 治
信州大学繊維学部経営工学研究室

繊維の競合とは言うまでもなくあらゆる繊維間における競合であって必ずしも人造繊維の天然繊維への攻撃という一部面のみ指称しているものでは勿論ない。ただこの一部面がその最も典型的な現象だと言うに過ぎない。[1)]
家 本 秀太郎

1 もんだい

自由主義経済が行われているかぎり，あらゆる商品は常に競争関係にある。繊維もその例外ではない。しかもこの競争こそ，繊維の品質の向上と価格の低下をもたらし，繊維を通し経済発展の素地をもつくる圧力ともなる。繊維間の競争は古くから行われてきており，人造繊維（man-made fibre）が出現したから天然繊維（natural fibre）の伸び悩みとなったというだけでなく，それ以前に天然繊維それ自体の生産あるいは需要構造の中で競争関係は存在していたのである。

いま，繊維競合の問題を経済政策の観点から取りあげるとき，何が重要だろうか。それは「国民経済における衣料生活水準の進展につれて各種繊維が量的にどのような調和を保ちながら発展していく」[2)]かのあり方を究明することが緊急不可欠な問題であると考えられる。

一般に，経済政策の目的は，公共の福祉を増進することであり，公共の福祉を増進する手段として，生産のための経済的諸資源の利用効率を高め，福祉増進の内容として，生産された所得の分配を公正の理想に近づけようとするものである。[3)] したがって，繊維競合の問題を考える際にも，この経済政策の目的を十分にふまえて，繊維間の生産—需要の調和を究明して，公共の福祉の増進の一貫のひとつとなるような繊維経済政策の方向を打ち出していくことが最も大切である。

しばしば「繊維産業政策の目的は，産業構造政策，通商政策，中小企業政策，立地政策，技術開発政策など他の諸政策との連携の下にはじめて有効に達成しうるものであることはいうまでもない。」[4)]といわれる。繊維競合を考察するにもたしかに，このような

---

* 本稿は「昭和60年度日本経済政策学会第42回大会（於日本大学経済学部，昭和60年5月26日）」においての研究報告に加筆したものである。

1) 家本秀太郎「繊維競合の問題」（『神戸大学経済学研究，年報3』，1956，p.5.）
2) 家本秀太郎「繊維競合と日本繊維産業」（『神戸大学経済学研究，年報5』，1958，p.107.）
3) 辻村江太郎『経済政策論』筑摩書房，1977，p.10.
4) 通商産業省・繊維工業審議会・産業構造審議会編『今後の繊維産業のあり方について（中間とりまとめ）』ロセーユー興業株式会社，1983，p.99.

考え方で，諸政策との関連からみるべきであるが，本稿では，品質政策，価格政策，利潤政策との関係を重点において，繊維競合が，このような政策観点から考察して，どのような意義があるかを考察していくこととする。

この研究の場合，線型計画 (linear programming) の方法を援用することの効用を述べることからはじめる。というのは，「ひとしく洋服生地においてもさまざまな衣料要求体系のものが考えられ，それぞれについて費用最低(もしくは利潤最大—筆者附加—)のものを求むれば，そこに一つの最後的な繊維競合の組合せが各衣料要求毎に一つづつ決定するであろう。この間の内面構造は従来われわれが示してきた線型計画方式と何等変るところがない。」[5] といわれているからである。単純な仮設例を用いて線型計画方式の繊維競合問題を解く鍵を求めようとする示唆を与えていくこととする。もう一つの他の「もんだい」は，繊維競合の現状を素描して，前者の線型計画方式による結果とを合わせて，これらの経済政策的意義を考究してみることにする。

2 繊維競合と線型計画法

ある衣料品を作る場合，当然天然繊維と人造繊維の組合せが考えられる。ある衣料品作製のためには天然繊維ばかりのこともあれば，人造繊維の方が天然繊維よりウェイトが大きい場合もある。こうした衣料品生産の段階において，原材料として用いられる比率に応じて，あるときは天然繊維が人造繊維を負かす，あるときはその逆の場合もありうる。したがって，繊維競合の状況は，天然繊維と人造繊維との組合せによる内容によって察知することができる。このようなことが線型計画法の考え方にほぼ適合することは，既に家本秀太郎氏（故人）が深く考えておられている。具体的には次のような考え方であって，そのままここに掲げる。

たとえば，綿と合成繊維を適当に配合して，一定の要求にかなう衣料品生地を作ると仮定する。

綿の所要量を x_1，合成繊維の所要量を x_2 とし，この衣料品生地が満すべき保温性，ファッション性の最低限をそれぞれ A_1，A_2 とする。もしこの両繊維1ポンド量が保温性およびファッション性を満す性能 (merit) を，それぞれ，綿については a_{11}，a_{21}，合成繊維については a_{12}，a_{22} とし，綿，合成繊維の1ポンド量の価格をそれぞれ p_1，p_2，総費用を c とすれば，次のような一連の方程式が成立する。

$$\left.\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 &\geq A_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 &\geq A_2 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(01)$$

$$c = p_1x_1 + p_2x_2 \quad \cdots\cdots(02)$$

衣料品生産をなすには，両繊維組合わせて一定量（たとえば4ヤードとか）だけ必要である。そこで，いまこの一定量を M とすれば，次式が成立する。

$$x_1 + x_2 = M \quad \cdots\cdots(03)$$

---

5) 家本秀太郎「前掲論文」(『神戸大学経済学研究，年報5』1958，p.112.)

(01)および(03)という両式の条件を満たす，あらゆる x_1 および x_2 の組合せのうち，費用最低のもの，すなわち

$$p_1x_1 + p_2x_2 = \text{minimum!}$$

を可能ならしめるもの，これが求むる繊維競合を決定せしめる組合せである。[6] ここで最も問題となるのは，保温性やファッション性の計量化であるが，計量可能なものとして前提しなければ，この繊維競合の問題は解けない。

そこで，たとえば，綿 (cotton)，毛 (wool)，人造繊維をとりあげ，この3種類の繊維材料によって，A，B，C という繊維製品を生産する最適計画をたてようという問題を考えよう。この場合，A. チャーンズ (A. Charnes), W. W. クーパー (W. W. Cooper) およびA. ヘンダーソン (A. Henderson) の共著『リニヤー プログラミング入門』(*An Introduction to Linear Programming.* New York, John Wiley & Sons, Inc., London, Chapman & Hall, Limited, 1953.) に描かれている数字例そのままを借りて考察していこう。

(1) 繊維製品の原料の制限条件

原料である綿を C，毛を W，人造繊維を M，3種類の繊維製品を A，B，Dで示し，それぞれの繊維製品についての原料の制限条件は第1表のとおりと仮定する。

第1表　繊維製品生産の制限条件と販売価格

繊維製品	規格	販売価格 (ポンド当りセント)
A	綿(C)50%以上 人造繊維(M)25%以下	50 セント
B	綿(C)25%以上 人造繊維(M)50%以下	35
D	制限なし	25

注) A. Charnes, W. W. Cooper and A. Henderson: *An Introductian to Linear Programming.* New York. John Wiley & Sons, Inc., London. Chapman & Hall, Limited, 1953, p. 2. 参照。

ここで，綿を含むA製品を A_C，人造繊維を含むA製品を A_M，綿を含むB製品を B_C，人造繊維を含むB製品を B_M で示すと，第1表の制限条件は次のように定式化できる。

$$\left.\begin{aligned} A_C &\geq \frac{1}{2}A \\ A_M &\leq \frac{1}{4}A \\ B_C &\geq \frac{1}{4}B \\ B_M &\leq \frac{1}{2}B \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

6) 家本秀太郎「前掲論文」(『神戸大学経済学研究，年報5』, 1958, p. 113. 参照。

ただし $A_C + A_M + A_W = A$ （A_W は毛を含む A 製品）
$B_C + B_M + B_W = B$ （B_W は毛を含む A 製品）

したがって，(1)式は次式のようにもなる。

$$A_C \geq \frac{1}{2}(A_C + A_M + A_W)$$

$$A_M \leq \frac{1}{4}(A_C + A_M + A_W)$$

$$B_C \geq \frac{1}{4}(B_C + B_M + B_W)$$

$$B_M \leq \frac{1}{2}(B_C + B_M + B_W)$$

必要な場合にはマイナス１を両辺に掛けて，すべて不等号の向きを揃えると，(1)式は次のように簡単に書き直すことができる。

$$\left.\begin{aligned} -\frac{1}{2}A_C + \frac{1}{2}A_M + \frac{1}{2}A_W &\leq 0 \\ -\frac{1}{4}A_C + \frac{3}{4}A_M + \frac{1}{4}A_W &\leq 0 \\ -\frac{3}{4}B_C + \frac{1}{4}B_M + \frac{1}{4}B_W &\leq 0 \\ -\frac{1}{2}B_C + \frac{1}{2}B_M - \frac{1}{2}B_W &\leq 0 \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

(2) 繊維原料の供給量の制限条件

次に，繊維製造業者が使用できる各種原料の供給量についてそれぞれの制限条件と，各原料の価格を第２表のように仮定する。

第２表　繊維原料の供給量の制限条件と価格

原　　料	供給能力(投入量の最大限) 1日当りポンド	価格(１ポンド当りセント)
C （ 綿 ）	100 ポンド	65 セント
W （ 毛 ）	100	25
M （人造繊維）	60	35
合　　計	260	

注) A. Charnes, W. W. Cooper and A. Henderson: *ibid.*, p. 3.参照。

第２表の制限条件を数式にてまとめると，次のようになる。

$$\left.\begin{aligned} C &= A_C + B_C + D_C \leq 100 \\ W &= A_W + B_W + D_W \leq 100 \\ M &= A_M + B_M + D_M \leq 60 \end{aligned}\right\} (3)$$

もし，すべての繊維原料の投入量の合計についてだけの制限があると解釈すれば，次の一つの制限式に(3)式は置き換えられる。

$$A_C+B_C+D_C+A_W+B_W+D_W+A_M+B_M+D_M \leq 260$$

(3) 記号の変換

これまで使用してきた A_C, B_C, D_C, A_W, B_W, D_W, A_M, B_M, D_M を，M. K. ウッド (M. K. Wood) や G. B. ダンチッヒ (G. B. Dantzig) が考えだしたと思われる，リニアープログラミングで一般に用いられている記号法に変換しょう。繊維製品 A に入る綿 (C) の量を λ_1, Bに入る綿 (C) の量を λ_4, A に入る毛(W)の量を λ_2, などとして，これらの記号を用いて，(2)式と(3)式とを組合わせると，次の第3表と連立不等式が導かれる。

第3表　一般の記号による繊維製品と原料との連関表

input / output		繊維原料 綿 (C)	毛 (W)	人造繊維 (M)
繊維製品	A	λ_1	λ_2	λ_3
	B	λ_4	λ_5	λ_6
	D	λ_7	λ_8	λ_9

注) A. Charnes, W. W. Coopen and A. Henderson: *ibid.*, p. 5. 参照。

$$\left.\begin{aligned} -\frac{1}{2}\lambda_1 + \frac{1}{2}\lambda_2 + \frac{1}{2}\lambda_3 &\leq 0 \\ -\frac{1}{4}\lambda_1 + \frac{3}{4}\lambda_2 - \frac{1}{4}\lambda_3 &\leq 0 \\ -\frac{3}{4}\lambda_4 + \frac{1}{4}\lambda_5 + \frac{1}{4}\lambda_6 &\leq 0 \\ -\frac{1}{2}\lambda_4 + \frac{1}{2}\lambda_5 - \frac{1}{2}\lambda_6 &\leq 0 \\ \lambda_1 + \lambda_4 + \lambda_7 &\leq 100 \\ \lambda_2 + \lambda_5 + \lambda_8 &\leq 100 \\ \lambda_3 + \lambda_6 + \lambda_9 &\leq 60 \end{aligned}\right\} (4)$$

この(4)式の場合，経済的に意味のある解を導き出すために必要な制限条件を加えておく。(4)式をみたす解であって，もしその解で，いくつかの変数がマイナスの値をと

るならば，その解は許容できないものとすべきである。許容できる解の集合について，次のような制限条件を設けておけば，負の生産（たとえば，アウトプットからインプットへの変換）が行われる可能性を排除することができる。すなわち非負性の制限は次のとおりである。

$$\lambda_i \geq 0 \quad (i=1, \cdots\cdots\cdots\cdots, 9) \quad (5)$$

さて，連立不等式（4）は，各式に新しい非負の未知数，これをスラック変数（slack variables）というがこのスラック変数を導入することによって，次の同等な連立方程式に書き換えることができる。

$$\left.\begin{aligned}
-\frac{1}{2}\lambda_1+\frac{1}{2}\lambda_2+\frac{1}{2}\lambda_3+\lambda_{10}&=0\\
-\frac{1}{4}\lambda_1+\frac{3}{4}\lambda_2-\frac{1}{4}\lambda_3+\lambda_{11}&=0\\
-\frac{3}{4}\lambda_4+\frac{1}{4}\lambda_5+\frac{1}{4}\lambda_6+\lambda_{12}&=0\\
-\frac{1}{2}\lambda_4+\frac{1}{2}\lambda_5-\frac{1}{2}\lambda_6+\lambda_{13}&=0\\
\lambda_1+\lambda_4+\lambda_7+\lambda_{14}&=100\\
\lambda_2+\lambda_5+\lambda_8+\lambda_{15}&=100\\
\lambda_3+\lambda_6+\lambda_9+\lambda_{16}&=60
\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

ここでのスラック変数 λ_i ($i=10, 11, \cdots\cdots, 16$) は，指定された条件が必要以上にみたされたこと，あるいは繊維原料の供給能力が完全に利用されていないことを表わす。

(4) 目的関数の設定

第1表と第2表に記された価格と，第3表の一覧表から，次の目的関数（objective function）である利潤関数（profit function）Zが得られる。当然のことではあるが，利潤Zを決定するためには，繊維製品の「総売上額＝総収入」から繊維原料による総費用を控除しなければならない。

$$\text{総収入}=\underbrace{50(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3)}_{A\text{製品の販売による収入}}+\underbrace{35(\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)}_{B\text{製品の販売による収入}}+\underbrace{25(\lambda_7+\lambda_8+\lambda_9)}_{D\text{製品の販売による収入}}$$

$$\text{総費用}=\underbrace{65(\lambda_1+\lambda_4+\lambda_7)}_{\text{綿}(C)\text{による費用}}+\underbrace{25(\lambda_2+\lambda_5+\lambda_8)}_{\text{毛}(W)\text{による費用}}+\underbrace{35(\lambda_3+\lambda_6+\lambda_9)}_{\text{人造繊維}(M)\text{による費用}}$$

したがって，利潤 Z は次式によって求まる。

$$\left.\begin{aligned}
Z=&50(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3)+35(\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)+25(\lambda_7+\lambda_8+\lambda_9)\\
&-65(\lambda_1+\lambda_4+\lambda_7)+25(\lambda_2+\lambda_5+\lambda_8)+35(\lambda_3+\lambda_6+\lambda_9)
\end{aligned}\right\} \quad (7)$$

(7)式を計算して簡単化すると次式のようになる。

$$Z=-15x_1+25\lambda_2+15\lambda_3-30\lambda_4+10\lambda_5+0\lambda_6-40\lambda_7+0\lambda_8-10\lambda_9 \quad (7)'$$

いま，解こうとしている問題は，この目的関数Zの最大値である。すなわち制限条件(5)式と(6)式を満足し，かつ，

$$Z=f(\lambda_1,\ \lambda_2\cdots\cdots,\ \lambda_{16})=\text{maximum!} \tag{8}$$

を成立せしめるような一組のλの値を求めることである。

いま，i番目の列をP_iで示し，次のような約束に従うことと仮定する。P_iにスカラー（scalar あるいは実数）を乗じることは，列の要素を，このスカラー倍することと約束する。したがって，たとえば，$i=1$としたP_1を(6)式から考えると次のようになる。

$$\lambda_1 P_1=\lambda_1\begin{pmatrix}-\frac{1}{2}\\-\frac{1}{4}\\0\\0\\1\\0\\0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-\frac{\lambda_1}{2}\\-\frac{\lambda_1}{4}\\0\\0\\\lambda_1\\0\\0\end{pmatrix} \tag{9}$$

そこで，各々のP_iを列ベクトル（column vector）と呼称しよう。

上記の事例は，したがって，P_1は第1の列ベクトルといえる。

さらに，これらの列ベクトルは，加法については，交換可能であると規定する。すなわち，次の記号によって表示できる。

$$\lambda_1 P_1+\lambda_2 P_2=x_2 P_2+\lambda_1 P_1 \tag{10}$$

(10)式を「交換の法則」(rule of commutation) と呼称し，本稿の事例では，この法則が，第4表から第5表に移るとき，列の順番を入れかえるために適用される。ここでさらに，P_0を(6)式の各式の右辺の数値によって示される制限条件ベクトルとし，またc_iを1単位あたりの純収入，ここでの事例では単位はポンド当りセントで，(7)式で示されている。そうすると，次の式がそれぞれ成立する。

$$f(\lambda)=\sum_{i=1}^{n}c_i\lambda_i \qquad \text{ここで } \lambda=(\lambda_1,\ \lambda_2,\ \cdots\cdots,\ \lambda_n) \tag{11}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\lambda_i P_i=P_0 \qquad \text{ただし } \lambda_i\geqq 0;\ i=1,\ 2,\ \cdots,\ n \tag{12}$$

したがって，(11)式と(12)式とを用いれば，本事例では，制限条件(12)を満足し，(11)式で定義される目的関数を最大（もしくは最小）にする一連のλの値を求め，最適

第4表 (6)式の行列表

構造ベクトル									スラック・ベクトル							制限条件を示すベクトル
P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{16}	P_0
$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$							1							
$-\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$-\frac{1}{4}$								1						
			$-\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$						1					
			$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$							1				
1			1			1							1			100
	1			1			1							1		100
		1			1			1							1	60

注) A. Charnes, W.W. Cooper and A. Henderson: *ibid.*, p. 8.

第5表 シップレックス表 (1)

	$c_j\rightarrow$											−15	25	15	−30	10		−40		−10
	↓	ベクトル	P_0	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{16}		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9
		P_{10}		1								$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$						
	←	P_{11}			1							$-\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$-\frac{1}{4}$						
		P_{12}				1									$-\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$			
		P_{13}					1								$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$			
a		P_{14}	100					1				1			1			1		
		P_{15}	100						1							1			1	
		P_{16}	60							1			1	1			1			1
	z_j																			
	z_j-c_j											15	−25	−15	30	−10		40		11
	←	P_{10}		1	$-\frac{2}{3}$							$-\frac{1}{3}$		$\frac{2}{3}$						
→	25	P_2			$\frac{4}{3}$							$-\frac{1}{3}$	1	$-\frac{1}{3}$						
		P_{12}				1									$-\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$			
		P_{13}					1								$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$			
b		P_{14}	100					1				1			1			1		
		P_{15}	100		$-\frac{3}{4}$				1			$\frac{1}{3}$	−1	$\frac{1}{3}$		1			1	
		P_{16}	60							1				1			1			1
	z_j				$\frac{100}{3}$							$-\frac{25}{3}$		$-\frac{25}{3}$						
	z_j-c_j				$\frac{100}{3}$							$\frac{20}{3}$		$-\frac{70}{3}$	30	−10		40		10

注) A. Charnes, W. W. Cooper and A. Henderson: *ibid.*, p. 10. 参照。

な生産計画を編成することが目的といいうる。

(5) シンプレックス法 (simplex method) による解法

① 連立方程式体系(6)の行列表化

連立方程式体系(6)の種々の定数を整理し，行列の形式にまとめた表が第4表である。行列中の数字の記入されていない場所はゼロを示している。

② 列の交換

シンプレックス法によると計算を便利にするために，(10)式の「交換の法則」によって，制限条件ベクトルを一番左に移し，これにつづいて，スラック・ベクトル P_{10}, …, P_{16} を記入して，一番右に構造ベクトル P_1, …, P_9 を記入した第5表の a を作成する。

この表のベクトル P_{10}, …, P_{16} は必ず一次独立であり，また課せられている制限条件を示す方程式の数は7つであるから，この分析で問題となっている空間は7次元である。

③ P_2 行の計算

公式(1)[7]　　$x'_{kj} = x_{rj}/x_{rk}$.

$x_{rk} = x_{11,2}$　　$P_{11,2} = \frac{3}{4}$ ($z_j - c_j$ の負の最大値の列)

$x_{ij} \rightarrow x_{11,0}$, $x_{11,1}$, ……, $x_{11,16}$

にしたがい，第5表の b に新しく取り入れられたベクトル P_2 の行の要素は，第5表の a における P_{11} の行，P_2 の列の交わりにある要素 $x_{rk} = x_{11,2} = \frac{3}{4}$ で，同じ行の要素を逐次割って比をつくり，新しい第5表の b のベクトル P_2 の行に記入する。これらの計算結果は次の第6表のとおりである。

第6表　P_2 行の計算表

P_2 行			
P_0 列	$0 \div \frac{3}{4} = 0$	P_2 列	$-\frac{3}{4} \div \frac{3}{4} = 1$
P_{10}	$0 \div \frac{3}{4} = 0$	P_3	$-\frac{1}{4} \div \frac{3}{4} = -\frac{1}{3}$
P_{11}	$1 \div \frac{3}{4} = \frac{4}{3}$	P_4	$0 \div \frac{3}{4} = 0$
P_{12}	$0 \div \frac{3}{4} = 0$	P_5	$0 \div \frac{3}{4} = 0$
P_{13}	$0 \div \frac{3}{4} = 0$	P_6	$0 \div \frac{3}{4} = 0$
P_{14}	$0 \div \frac{3}{4} = 0$	P_7	$0 \div \frac{3}{4} = 0$
P_{15}	$0 \div \frac{3}{4} = 0$	P_8	$0 \div \frac{3}{4} = 0$
P_{16}	$0 \div \frac{3}{4} = 0$	P_9	$0 \div \frac{3}{4} = 0$
P_1	$-\frac{1}{4} \div \frac{3}{4} = -\frac{1}{3}$		

7),8) 公式(1)，公式(2)は次の数学的論理による。宇田川銀久・浜岡尊共著『線型計画法概説』広川書店，1959，pp. 182—184. 参照。記号は本文と同じ。いま，目的関数 $z = f(x)$ は最大（ま

（次ページへ）

④ P_{10}行，P_{12}行，P_{13}行，P_{14}行，P_{15}行，P_{16} 行の計算

P_{10}行，P_{12}行，P_{13}行，P_{14}行，P_{15}行，P_{16}行の計算は，次の公式(2)によって行なう。

公式(2)[8]　　$x'_{ij} = x_{ij} - (x_{rj}/x_{rk})x_{ik}$

$i = 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ 16$

$x_{ik} = x_{10,2},\ x_{11,2},\ \cdots\cdots,\ x_{16,2}$

すでに，前述の① P_2 行の計算によって，x_{rj}/x_{rk} の値は求められているから，まず $P_{10,0}$ 行の計算は，$P_{10,0}=0$，$x_{ik}=x_{10,2}=\frac{1}{2}$〔第5表の$a$〕，$x_{rj}/x_{rk}=P_{10,0}$〔第5表の$b$〕$=0$，したがって，$P_{10,0}$ 行の計算は，$0-0\times\frac{1}{2}=0$となる。逐次，$P_{10,10}$，$P_{10,11}$，……，$P_{10,9}$の計算結果は第7表のごとくとなる。同様な考え方によって，P_{12} 行，P_{13} 行，P_{14} 行，P_{15} 行，P_{19} 行の計算ができ，それぞれの計算結果は，第8表，第9表，第10表，第11表および第12表のとおりである。

第7表　P_{10} 行の計算表

P_{10} 行			
P_0 列	$0-0\times\frac{1}{2}=0$	P_2 列	$\frac{1}{2}-1\times\frac{1}{2}=0$
P_{10}	$1-0\times\frac{1}{2}=1$	P_3	$\frac{1}{2}-\left(-\frac{1}{3}\right)\times\frac{1}{2}=\frac{2}{3}$
P_{11}	$0-\frac{4}{3}\times\frac{1}{2}=-\frac{2}{3}$	P_4	$0-0\times\frac{1}{2}=0$
P_{12}	$0-0\times\frac{1}{2}=0$	P_5	$0-0\times\frac{1}{2}=0$
P_{13}	$0-0\times\frac{1}{2}=0$	P_6	$0-0\times\frac{1}{2}=0$
P_{14}	$0-0\times\frac{1}{2}=0$	P_7	$0-0\times\frac{1}{2}=0$
P_{15}	$0-0\times\frac{1}{2}=0$	P_8	$0-0\times\frac{1}{2}=0$
P_{16}	$0-0\times\frac{1}{2}=0$	P_9	$0-0\times\frac{1}{2}=0$
P_1	$-\frac{1}{2}-\left(-\frac{1}{3}\right)\times\frac{1}{2}=-\frac{1}{3}$		

たは最小）値を解のつくる凸集合Λの端点でとるから，凸集合Λの端点（たとえば附図の点1）を与える1つの基本解が，何らかの方法で得られたと仮定しよう。便宜のために，しかも何ら一般性を失うことなく，端点xのはじめのm個の成分が正であると仮定すれば，

$$L(x)=\sum_{i=1}^{n} x_i P_i = P_0 \qquad (1)^*$$

$$z = f(x)=\sum_{i=1}^{n} c_i x_i,\ \text{ただし}\ x=(x_1,\ x_2,\ \cdots\cdots,\ x_n) \qquad (2)^*$$

の(2)*式より，

$$\sum_{i=1}^{m} x_i P_i = P_0\ (x_1,\ x_2,\ \cdots\cdots,\ x_m>0) \qquad (3)^*$$

および

$$\sum_{i=1}^{m} c_i x_i = f(x) = z_0 \qquad (4)^*$$

（次ページへ）

第8表 P_{12} 行の計算表

P_{12} 行			
P_6 列	$0-0\times 0=0$	P_2 列	$0-1\times 0=0$
P_{10}	$0-0\times 0=0$	P_3	$0-\left(-\frac{1}{3}\right)\times 0=0$
P_{11}	$0-\frac{4}{3}\times 0=0$	P_4	$-\frac{3}{4}-0\times 0=-\frac{3}{4}$
P_{12}	$1-0\times 0=1$	P_5	$\frac{1}{4}-0\times 0=\frac{1}{4}$
P_{13}	$0-0\times 0=0$	P_6	$\frac{1}{4}-0\times 0=\frac{1}{4}$
P_{14}	$0-0\times 0=0$	P_7	$0-0\times 0=0$
P_{15}	$0-0\times 0=0$	P_8	$0-0\times 0=0$
P_{16}	$0-0\times 0=0$	P_9	$0-0\times 0=0$
P_1	$0-\left(-\frac{1}{3}\right)\times 0=0$		

第9表 P_{13} 行の計算表

P_{13} 行			
P_6 列	$0-0\times 0=0$	P_2 列	$0-1\times 0=0$
P_{10}	$0-0\times 0=0$	P_3	$0-\left(-\frac{1}{3}\right)\times 0=0$
P_{11}	$0-\frac{4}{3}\times 0=0$	P_4	$-\frac{1}{2}-0\times 0=-\frac{1}{2}$
P_{12}	$0-0\times 0=0$	P_5	$\frac{1}{2}-0\times 0=\frac{1}{2}$
P_{13}	$1-0\times 0=1$	P_6	$-\frac{1}{2}-0\times 0=-\frac{1}{2}$
P_{14}	$0-0\times 0=0$	P_7	$0-0\times 0=0$
P_{15}	$0-0\times 0=0$	P_8	$0-0\times 0=0$
P_{16}	$0-0\times 0=0$	P_9	$0-0\times 0=0$
P_1	$0-\left(-\frac{1}{3}\right)\times 0=0$		

ベクトル $P_1, P_2, \cdots, P_m$ は m 次元ベクトル空間 R_m の基をつくるから，n 個のベクトル $P_1, P_2, \cdots, P_n$ は，いずれもこの基であらわされて次のように書くことができる。

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij}P_i = P_j \quad (j=1, 2, \cdots, n) \qquad (5)^*$$

次に，1つの新しいベクトル P_k を選んで，既にあるベクトル $P_1, P_2, \cdots, P_m$ の1つ P_r ととりかえて，凸集合Λの別の端点（たとえば附図の点2）を与える新しい解を求め，しかももし可能ならば(4)*式の z_0 の値が増すようにしたい。(3)*式を書き直して，

$$P_0 = \sum_{i=1}^{m} x_i P_i - 0P_k + 0P_k \qquad (6)^*$$

あるいは(5)*式を用いて

$$P_0 = \sum_{i=1}^{m} x_i P_i - \theta \sum_{i=1}^{m} x_{ik} P_i + 0P_k = \sum_{i=1}^{m} (x_i - \theta x_{ik}) P_i + 0P_k \qquad (7)^*$$

（次ページへ）

第10表 P_{14} 行の計算表

P_{14} 行			
P_0 列	$100-0\times 0=100$	P_2 列	$0-1\times 0=0$
P_{10}	$0-0\times 0=0$	P_8	$0-\left(-\frac{1}{3}\right)\times 0=0$
P_{11}	$0-\frac{4}{3}\times 0=0$	P_4	$1-0\times 0=1$
P_{12}	$0-0\times 0=0$	P_5	$0-0\times 0=0$
P_{13}	$0-0\times 0=0$	P_6	$0-0\times 0=0$
P_{14}	$0-0\times 0=0$	P_7	$1-0\times 0=1$
P_{15}	$0-0\times 0=0$	P_8	$0-0\times 0=0$
P_{16}	$0-0\times 0=0$	P_9	$0-0\times 0=0$
P_1	$1-\left(-\frac{1}{3}\right)\times 0=0$		

第11表 P_{15} 行の計算表

P_{15} 行			
P_0 列	$100-0\times 1=100$	P_2 列	$0-1\times 1=-1$
P_{10}	$0-0\times 1=0$	P_3	$0-\left(-\frac{1}{3}\right)\times 1=\frac{1}{3}$
P_{11}	$0-\frac{4}{3}\times 1=-\frac{3}{4}$	P_4	$0-0\times 1=0$
P_{12}	$0-0\times 1=0$	P_5	$0-0\times 1=0$
P_{13}	$0-0\times 1=0$	P_6	$0-0\times 1=0$
P_{14}	$0-0\times 1=0$	P_7	$0-0\times 1=0$
P_{15}	$1-0\times 1=1$	P_8	$1-0\times 1=1$
P_{16}	$0-0\times 1=0$	P_9	$0-0\times 1=0$
P_1	$0-\left(-\frac{1}{3}\right)\times 1=\frac{1}{3}$		

ここで，もし(a) $\theta\geqq 0$ で，(b)すべての $x_i-\theta x_{ik}$ が非負であれば，(1)*式の非負の条件が満たされるから，これは1つの解である。$x_i-\theta x_{ik}$ が非負で $x_{ik}>0$ ならば，それから θ は，$x_{ik}>0$ であるすべての i に対する

$$\theta=\min_i\frac{x_i}{x_{ik}} \qquad (8)^*$$

で与えられ，この添字 i が P_k の代りに基から除かれるベクトル P_r を定める。ただし，ここで P_r 以外のベクトルについても，$x_i-\theta x_{ik}=0$ の成立することがありうるわけで，それらのベクトルもまた基から除かれる。

いま，これに対応する関数の値を z'_0 とすれば，それは(4)*，(6)*の両式から P_0 を z_0 で，P_i を c_i で置き換えられる。すなわち，

$$z'_0=\sum_{i=1}^{m}c_i(x_i-\theta x_{ik})+\theta ck=\sum_{i=1}^{m}c_ix_i+\theta\left(c_k-\sum_{i=1}^{m}c_ix_{ik}\right) \qquad (9)^*$$

ここで，P_j の(5)*式で P_i を c_i に置き換えて，

(次ページへ)

第12表　P_{10} 行の計算表

P_{10} 行			
P_0 列	$60-0\times0=60$	P_2 列	$0-1\times0=0$
P_{10}	$0-0\times0=0$	P_3	$1-\left(-\frac{1}{3}\right)\times0=1$
P_{11}	$0-\frac{4}{3}\times0=0$	P_4	$0-0\times0=0$
P_{12}	$0-0\times0=0$	P_5	$0-0\times0=0$
P_{13}	$0-0\times0=0$	P_6	$1-0\times0=1$
P_{14}	$0-0\times0=0$	P_7	$0-0\times0=0$
P_{15}	$0-0\times0=0$	P_8	$0-0\times0=0$
P_{16}	$1-0\times0=1$	P_9	$1-0\times0=1$
P_1	$0-\left(-\frac{1}{3}\right)\times0=0$		

$$z_j=\sum_{i=1}^{m}c_ix_{ij}\ (j=1,\ 2,\ \cdots,\ m)\qquad(10)^*$$

と置くと，(9)*式はさらに整頓されて，

$$z'_o=z_0+\theta(c_k-z_k)\qquad(11)^*$$

これから，もし $c_k-z_k>0$ で，かつ解を求めるための(6)*，(7)*両式の過程によって P_k を挿入し，(8)*式のように P_r を除けば，これは $\theta>0$ に対してより大きな関数値を与える。この新しい P_i の組によってつくられる基を考えて，その添字の集合を I'，もとの基の添字の集合を I とすれば，

$$P_j=\sum_{i\in I'}x'_{ij}P_i,\quad z'_j=\sum_{i\in I'}c_ix'_{ij}(j=1,\ 2,\ \cdots,\ n)\qquad(12)^*$$

また(5)*，(10)*の両式から

$$P_k=x_{rk}P_r+\sum_{\substack{i\in I'\\ i\neq r}}x_{ik}P_i$$

したがって，　$P_r=\dfrac{1}{x_{rk}}P_k-\sum\limits_{\substack{i\in I'\\ i\neq r}}\dfrac{x_{ik}}{x_{rk}}P_i$ であることに注意すれば，

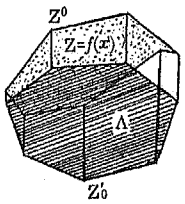
$$P_j=\sum_{\substack{i\in I'\\ i\neq r}}x_{ij}P_i+x_{ij}P_r=\sum_{\substack{i\in I'\\ i\neq r}}\left(x_{ij}-\frac{x_{rj}}{x_{rk}}x_{ik}\right)P_i+\frac{x_{rj}}{x_{rk}}P_k\qquad(13)^*$$

それ故，(12)*，(13)*の両式を比較することにより，

$$\left.\begin{aligned}x'_{ij}&=x_{ij}-\left(\frac{x_{rj}}{x_{rk}}\right)x_{ik}\\ x'_{kj}&=\frac{x_{rj}}{x_{rk}}\end{aligned}\right\}\qquad(14)^*$$

が得られる。

附図



⑤ z_j-c_j 行の計算

目的関数 z_j-c_j の計算は次の公式(3)によって計算しうる。

公式(3)[9] $(z_j-c_j)'=(z_j-c_j)-(x_{rj}/x_{rk})(z_k-c_k)$

$j=0,\ 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ 16$

公式(3)のうち (z_j-c_j) は (z_j-c_j) 行で $P_0,\ P_1,\ \cdots\cdots,\ P_{16}$ の第5表(a)の数値である。(x_{rj}/x_{rk}) はすでに第5表(b)の P_2 行について計算された結果が出ている。また (z_k-c_k) は，この事例では $k=2(I'_2$ の添字の2)であるから，$z_k-c_k=-25$ である。

公式(3)によって計算した結果は第13表の左側の表のとおりである。

第13表 z_j-c_j と z_j との計算表

z_j-c_j 行		z_j 行	
P_0 列	$0-0\times(-25)=0$	P_0 列	$0+0=0$
P_{10}	$0-0\times(-25)=0$	P_{10}	$0+0=0$
P_{11}	$0-\frac{4}{3}\times(-25)=\frac{100}{3}$	P_{11}	$\frac{100}{3}+0=\frac{100}{3}$
P_{12}	$0-0\times(-25)=0$	P_{12}	$0+0=0$
P_{13}	$0-0\times(-25)=0$	P_{13}	$0+0=0$
P_{14}	$0-0\times(-25)=0$	P_{14}	$0+0=0$
P_{15}	$0-0\times(-25)=0$	P_{15}	$0+0=0$
P_{16}	$0-0\times(-25)=0$	P_{16}	$0+0=0$
P_1	$15-\left(-\frac{1}{3}\right)\times(-25)=\frac{20}{3}$	P_1	$\frac{20}{3}+(-15)=-\frac{25}{3}$
P_2	$-25-1\times(-25)=0$	P_2	$0+0=0$
P_3	$-15-\left(-\frac{1}{3}\right)\times(-25)=-\frac{70}{3}$	P_3	$-\frac{70}{3}+(+15)=-\frac{25}{3}$
P_4	$30-0\times(-25)=30$	P_4	$30+(-30)=0$
P_5	$-10-0\times(-25)=-10$	P_5	$-10+(10)=0$
P_6	$0-0\times(-25)=0$	P_6	$0+0=0$
P_7	$40-0\times(-25)=40$	P_7	$40+(-40)=0$
P_8	$0-0\times(-25)=0$	P_8	$0+0=0$
P_9	$10-0\times(-25)=10$	P_9	$10+(-10)=0$

⑥ z_j 行の計算

z_j 行の計算は次の公式(4)によって計算される。

9) 公式(3)は公式(2) $x'_{ij}=x_{ij}-(x_{rj}/x_{rk})x_{ik}$ の導出と同じ考え方で求められる。この論理の経過は省略するが，$(z_j-c_j)'$ は x'_{ij}，(z_j-c_j) は x_{ij}，また x_{rj}/x_{rk} は全く同じ，z_k-c_k は x_{ik} に相当する。

公式(4)　　$z'_j=(z_j-c_j')+c_j$

すなわち，前掲の $(z_j-c_j)'$ の数値に，この事例では第5表の a の最上段の c_j の数値をプラスすればよい。その計算結果は第13表の右側に記入してある。

以上の計算結果のすべてを第5表の b に記入する。第5表の b の z_j-c_j の行に，もし負の値が1つでもあり，またある j に対して，その列のすべての x_{ij} が正であれば[10]，さらに第5表の a から第5表の b へ移る段階と同様な手法で計算をすすめなければならない。

この事例では，z_j-c_j の行に，$P_3=-\frac{70}{3}$，$P_5=-10$ の2つも負の値があるから，第5表の a から第5表の b へ移ると全く同じ手法を繰り返し計算をする。このような考え方で次から次へと段階をすすめると，第14表シンプレックス表(2)の $c\to d\to e\to f$ と計算結果が求まる。第14表の f ではじめてすべての z_j-c_j が非負となるので，ここに有限の最大値が得られたことになった。もうここでは生産計画の改善は必要ではなく，最適計画が得られたこととなる。

ここで計算する過程で便宜上の注意をしておきたい。1つは z_j-c_j の行のなかで，絶対値が最大の負の値，たとえば，この事例では P_2 列の−25をみいだし，その列を太い縦の線でかこむ。

2つめは，z_j-c_j の絶対値が最大の値−25を示すベクトル P_2 の列の正数値でP_0 の

---

10) いまなんらかの方法で，ある基本解が求められたと仮定しよう。便宜上，この基本解に対応する端点 λ の最初の m 個の座標が正であると仮定しましょう。つまり

$$\sum_{i=1}^{m}\lambda_i P_i = P_0 \qquad \lambda_i>0 \qquad (1)^{**}$$

$$\sum_{i=1}^{m}\lambda_i c_i = z_0 = f(\lambda) \qquad (2)^{**}$$

とする。(ただし $i=1,\ 2,\ \cdots,\ m$)

いま述べたような m 個のベクトル $P_i(i=1,\ 2,\ \cdots,\ m)$ は W 空間の基底を構成するものであるから，n 個のベクトル $P_j(j=1,\ 2,\ \cdots,\ n)$ はすべてこの基底の1次結合として表わすことができる。すなわち

$$\sum_{i=1}^{m}x_{ij}P_i = P_j,\ (j=1,\ 2,\ \cdots,\ n) \qquad (3)^{**}$$

つぎに，いまの基本解の基底に入っているベクトルを1つだけ取り除き，その代りに新しくベクトルを1つだけ取り入れて新しい基本解を求めるのであるが，この新しい解を求めるにあたって，もし可能ならば，z_0 の値が増加するように，新しい解を求めたい。そこで，(1)**式を書きなおし，(3)**式をつかって，

$$P_0=\sum_{i=1}^{m}\lambda_i P_i - \theta P_k + \theta P_k \qquad (4)^{**}$$

あるいは(3)**式から

$$P_0=\sum_{i=1}^{m}\lambda_i P_i - \theta\sum_{i=1}^{m}x_{ik}P_i + \theta P_k = \sum_{i=1}^{m}(\lambda_i-\theta x_{ik})P_i + \theta P_k$$

もし，(a) $\theta>0$ であり，かつ(b) $(\lambda_i-\theta x_{ik})$ がすべて非負であれば，この右辺の式は1つの解を示す。(A. Charnes, W. W. Cooper & H. Henderson : *ibid.*, pp. 58-59., 小宮隆太郎・福地崇生共訳『A. チャーンズ，W. W. クーパー，H. ヘンダーソン：前掲書』pp. 126−127.) 参照。)

第14表 シンプレックス表 (2)

	$c_j\longrightarrow$											−15	25	15	−30	10		−40		−10
	↓	ベクトル	P_0	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{16}	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9
→	15	P_3		$\frac{3}{2}$	−1						$-\frac{1}{2}$								
	25	P_2		$\frac{1}{2}$	1						$-\frac{1}{2}$	1							
		P_{12}				1								$-\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$			
	←	P_{13}					1							$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$			
c		P_{14}	100					1			1			1			1		
		P_{15}	100	$-\frac{1}{1}$	−1				1		$\frac{1}{2}$				1			1	
		P_{16}	60	$-\frac{3}{2}$	1					1	$\frac{1}{2}$					1			1
	z_j-c_j			35	10						−5			30	−10		40		10
	15	P_3		$\frac{3}{2}$	−1						$-\frac{1}{2}$		1						
	25	P_2		$\frac{1}{2}$	1						$-\frac{1}{2}$	1							
	←	P_{12}				1	$-\frac{1}{2}$							$-\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$			
→	10	P_5					2							−1	1	−1			
d		P_{14}	100					1			1			1			1		
		P_{15}	100	$-\frac{1}{2}$					1		$\frac{1}{2}$			1		1		1	
		P_{16}	60	$-\frac{3}{2}$						1	$\frac{1}{2}$					1			1
	z_j-c_j			35	10		20				−5			20		−10	40		10
	15	P_3		$\frac{3}{2}$							$-\frac{1}{2}$								
	25	P_2		$\frac{1}{2}$							$-\frac{1}{2}$								
→		P_6				2	−1							−1		1			
	10	P_5				2	1							−2	1				
e	←	P_{14}	100					1			1			1			1		
		P_{15}	100	$-\frac{1}{2}$	−1	−2	−1		1		$\frac{1}{2}$			2				1	
		P_{16}	60	$-\frac{3}{2}$	1	−2	1			1	$\frac{1}{2}$			1					1
	z_j-c_j			35	10	20	10				−5			10			40		10
	15	P_3	50	$\frac{3}{2}$	−1			$\frac{1}{2}$					1	$\frac{1}{2}$			$\frac{1}{2}$		
	25	P_2	50	$\frac{1}{2}$	−1			$\frac{1}{2}$				1		$\frac{1}{2}$			$\frac{1}{2}$		
		P_6				2	−1							−1		1			
	10	P_5				2	1							−2	1				
f	−15	P_1	100					1						1			1		
→		P_{15}	50	$-\frac{1}{2}$	−1	−2	−1	$-\frac{1}{2}$	1		1			$\frac{3}{2}$			$-\frac{1}{2}$	1	
		P_{16}	10	$-\frac{3}{2}$	1	−2	1	$-\frac{1}{2}$		1				$\frac{1}{2}$			$-\frac{1}{2}$		1
	z_j-c_j		500	35	10	20	10	5						15			45		10

注) A. Charnes, W. W. Cooper and H. Hendeson. *ibid.*, p. 10. 参照。

列の数値を割って，それらのうちの最小の値を示す行をみつけて，太い横線でかこむことである。

第３番目は，この事例での第５表のベクルト P_{10}，P_{11}，……，P_{16} は必ず１次独立である。課せられている制限条件を示す方程式の数は７つである。そこで，この事例での問題で，分析の対象となっている空間は７次元であるということである。

さて，最適解，すなわち最適計画は，第14表（f）から明らかなように，繊維製品Aを１日当り 200 ポンド生産し，他のB，D繊維製品は全く生産しないという計画である。表示すれば，第15表のとおりである。

第15表　繊維製品生産の最適計画

投入物（１日当りポンド）／産出物（１日当りポンド）	綿（C）	毛（W）	人造繊維（M）	合　計
繊維製品 A	100	50	50	200
繊維製品 B	0	0	0	0
繊維製品 D	0	0	0	0
合　計	100	50	50	200
余剰供給能力	0	50	10	
全供給能力	100	100	60	

注）A. Charnes, W. W. Cooper and A. Henderson: *ibid.*, p. 15. 参照。

１日当り収益は(7)′式より

$$z=-0.15\lambda_1+0.25\lambda_2+0.15\lambda_3-0.30\lambda_4+0.10\lambda_5+0\lambda_6$$
$$=-0.15\times100+0.25\times50+0.15\times50-0.30\times0+0.10\times0+0\times0$$
$$=5$$

すなわち１日当り５ドルである。

以上，第１表と第２表との仮定で行なった綿（C），毛（W），人造繊維（M）を組合せた繊維製品生産の最適計画が第15表である。この計画によれば，繊維製品を生産するには，繊維製品Ａをつくるのが優位で，原料では綿（C）が毛（W）や人造繊維（M）より２倍も使用され，天然繊維たる綿が人造繊維を競合上強い力をもつと考えられる。したがって，本稿での事例では，１つにはいかなる繊維製品を作るのが有利か，もう１つは天然繊維の綿と毛と人造繊維の組合せの中で，どのような組合せが最適か，いいかえれば，繊維の競合がどのように展開するか，をリニアー・プログラミングを援用することによって知ることができることを明らかにしている。すなわち，繊維競合をリニアー・プログラミングの方法を使用することにより，その内容を知ることができることを物語るものである。

本稿でのA. チャーンズ，W. W. クーパーおよびH. ヘンダーソンの問題を借用したのでは，供給能力，価格が制限条件であったが，家本秀太郎氏が考えた構想は，保温性，流行性，風合いなどの繊維原料特有の性能と価格を制限条件とした場合の繊維原料の最適生産計画から繊維競合を見ようとしている点が異なる。どちらかといえば，繊維原料

ごとの供給能力の方が明確に計量化できるのに対し，繊維原料ごとの特有性能は不可測もしくは不確実性な値になりがちになるため，実際にリニアー・プログラミングを利用して繊維競合を見ようとするにはそれらは可測であると仮定する方が都合がよい。

いま，A. チャーンズ，W.W. クーパーおよびH. ヘンダーソンの係数を借りて，家本秀太郎氏の構想による仮定を設定すると，次の第16表のようになる。

第16表　繊維原料の供給割合

繊維製品	規格	販売価格（ポンド当りセント）
男子衣料品 A	綿（C）50%以上 毛（W）25%以下 人造繊維(M)25%以上	50

これを不等連立方程式で表わすと次のようになる。

$$\left.\begin{aligned} A_c &\geq \frac{1}{2}A \\ A_w &\leq \frac{1}{4}A \\ A_M &\geq \frac{1}{4}A \end{aligned}\right\} \qquad (2.1)$$

ただし

$$A_c+A_W+A_M=A$$

不等記号の向きを揃えると，(2.1)式の4つの不等式は次のように簡単に書きなおされる。

$$\left.\begin{aligned} -\frac{1}{2}A_c+\frac{1}{2}A_W+\frac{1}{2}A_M &\leq 0 \\ -\frac{1}{4}A_c+\frac{3}{4}A_W-\frac{1}{4}A_M &\leq 0 \\ -\frac{3}{4}A_c+\frac{1}{4}A_W+\frac{1}{4}A_M &\leq 0 \end{aligned}\right\} \qquad (2.2)$$

A. チャーンズ，W.W. クーパーおよびA. ヘンダーソンの事例とくらべるとき

(1)式と(2.1)式
(2)式と(2.2)式

とは，全く同じような型になるものであることは，明らかである。

次に衣料品に対する要求の繊維原料についてそれぞれ保温性，耐久性，ファッション性と価格を仮定すると，次の第17表のごとくとなる。

第17表　繊維原料の性能と価格

原　　料	保 温 性	耐 久 性	ファッション性	価　　格 ポンド当りセント
綿　(C)	100	60	50	65
毛　(W)	100	60	40	25
人造繊維(M)	60	100	100	35
要求最低限	300	250	200	—

各繊維原料に対する特殊性能の要求最低限であるから，制限条件は次のように示すことができる。

$$\left.\begin{aligned} &\text{保温性} = 100A_c + 100A_W + 60A_M \leq 300 \\ &\text{耐久性} = 60A_c + 60A_W + 100A_M \leq 250 \\ &\text{ファッション性} = 50A_c + 40A_W + 100A_M \leq 200 \end{aligned}\right\} \qquad (2.3)$$

1つの制限条件式に置きかえると次のようになる。

$$100A_c+60A_c+50A_c+100A_W+60A_W+40A_W \\ +60A_M+100A_M+100A_M \leq 750$$

一般に使われている記号 λ を，男子衣料品をつくるにあたっての使用量である変数に用いる。λ_1 は A に入る綿(C)の量，λ_2 は A に入る毛(W)の量，λ_3 は A に入る人造繊維(M)の量を意味する。これらの新しい記号を用いて表示すると，次の第18表のごとくとなる。

第18表　新記号による投入—産出表

産出＼投入	C	W	M
A	λ_1	λ_2	λ_3

新しい記号を用いて(2.2)式，(2.3)式を組合わせると，次の連立不等式が導かれる。

$$\left.\begin{aligned} &-\frac{1}{2}\lambda_1 + \frac{1}{2}\lambda_2 + \frac{1}{2}\lambda_3 \leq 0 \\ &-\frac{1}{4}\lambda_1 + \frac{3}{4}\lambda_2 - \frac{1}{4}\lambda_3 \leq 0 \\ &-\frac{3}{4}\lambda_1 + \frac{1}{4}\lambda_2 + \frac{1}{4}\lambda_3 \leq 0 \\ &100\lambda_1 + 100\lambda_2 + 60\lambda_3 \leq 300 \\ &60\lambda_1 + 60\lambda_2 + 100\lambda_3 \leq 250 \\ &50\lambda_1 + 40\lambda_2 + 100\lambda_3 \leq 200 \end{aligned}\right\} \qquad (2.4)$$

ただし $$\lambda_i \geq 0 \ (i=1,\ 2,\ 3) \tag{2.5}$$

この連立不等式式(2.4)の各式に新しい非負の未知数，換言すればスラック変数を導入すると，次のような連立方程式ができる。

$$\left.\begin{aligned}
&-\frac{1}{2}\lambda_1+\frac{1}{2}\lambda_2+\frac{1}{2}\lambda_3+\lambda_4=0\\
&-\frac{1}{4}\lambda_1+\frac{3}{4}\lambda_2-\frac{1}{4}\lambda_3+\lambda_5=0\\
&-\frac{1}{4}\lambda_1+\frac{1}{4}\lambda_2+\frac{1}{4}\lambda_3+\lambda_6=0\\
&100\lambda_1+100\lambda_2+60\lambda_3+\lambda_7=300\\
&60\lambda_1+60\lambda_2+100\lambda_3+\lambda_8=250\\
&50\lambda_1+40\lambda_2+100\lambda_3+\lambda_9=200
\end{aligned}\right\} \tag{2.6}$$

次に目的関数 z は，第16表と第17表に記載された価格と，第18表から，次のように得られる。

$$\begin{aligned}
z&=50\times(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3)-65\lambda_1-25\lambda_2-35\lambda_3\\
&=-15\lambda_1+25\lambda_2+15\lambda_3
\end{aligned} \tag{2.7}$$

z を最大にするのが，この事例での問題で，これに対応する λ_1，λ_2，λ_3，および z の値を求めればよいのであって，いわゆる最適解，もしくは最適計画を探せばよいのである。

以上で繊維原料のもつ特有な性能，保温性，耐久性，ファッション性を考慮に入れた最適生産計画の問題を見てきた。ここで，連立方程式体系 (2.6) の種々の定数を整理し，それらの定数をもっと体系的な形式にまとめたものが第19表である。

第19表　連立方程式体系(2.6)の行列表

構造ベクトル			スラック・ベクトル						制限条件を示すベクトル
P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_0
$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1						
$-\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$-\frac{1}{4}$		1					
$-\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$			1				
100	100	60				1			300
60	60	100					1		250
50	40	100						1	200

第19表を基礎にして，シンプレックス法で最適値を求めるためには，シンプレックス表を描いてみなければならぬ。シンプレックス表の内容は第20表のとおりである。

第20表　シンプレックス表

	c_j								-15	25	15
	ベクトル	P_0	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_1	P_2	P_3
	P_4		1						$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	P_5			1					$-\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
	P_6				1				$-\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
	P_7	300				1			100	100	60
	P_8	250					1		60	60	100
	P_9	200						1	50	40	100
z_j											
z_j-c_j									15	-25	-15

この第20表を出発点として，シンプレックス法による計算段階を次々に踏んでいけば，最終的には最適値が求まり，最適生産計画が決定するが，本稿ではこれは省略させていただく。

繊維競合の問題は一口でいえば選択の問題に置きかえられる。しばしば言われることは，「各用途における繊維製品の選択は，各繊維の性能が消費者の要求する有用性を満たす程度と，その対価としての価格との比較考量によって行なわれる。原理的に考えれば，性能が同一の有用性を与える場合には，より安価な繊維が選択され，逆に価格が同一の場合にはより大きい有用性を与える繊維が選択されるであろう。」[11] ということであり，これは自明のことと思われる。

しかし，本来，繊維競合を考える場合には，価格，性能もしくは品質および数量を同時的に考えて，繊維選択を行なっていくことが理想である。いままで見てきたリニアー・プログラミングで考える方式では，こうした3つの要素を考慮に入れて最適計画を解明できることは，前節の説明から明らかである。ここに繊維競合の問題解明に，リニアー・プログラミングの「混合問題」の方法を導入することが適切であることが理解されたと思われる。

3. 繊維競合とその政策的意味

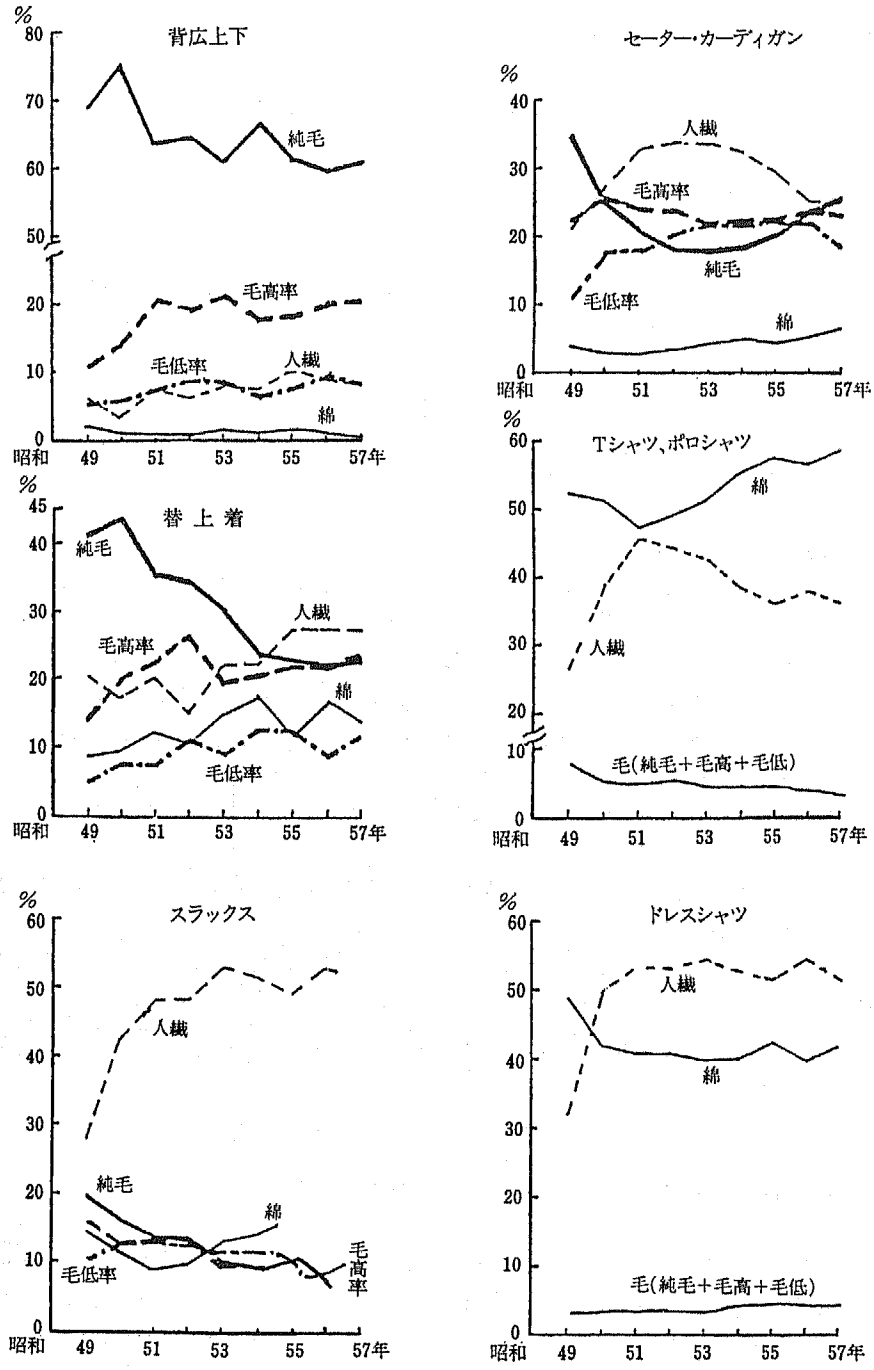
繊維競合の問題解明のためには，理論と実際とからの両面から納得のいくことが必要である。

そこで，ここでは，繊維情報センターが行なった『全国衣料消費者購入実態調査報告；1983年版』を参考にしながら，繊維競合の実態を考察していくことから始めたい。

〔1〕 需要の短期的考察

(1) 紳 士 服

11) 大原総一郎『化学繊維工業論』東京大学出版会，1964，p.312.



第1図　紳士服の繊維種別購入数量割合の推移

注）繊維情報センター編『全国衣料品消費者購入実態調査報告；1983年版』1983, p. 43.

いま，紳士服の繊維種類別購入数量割合を昭和49年から同57年までの推移をみると，第１図のとおりである。この図からわかるように，背広上下は純毛が人造繊維（図では「人繊」と書き，以下同じ）より圧倒的に高い比率のままであり，その逆に，スラックスでは人造繊維が天然繊維の毛，綿よりきわめて大きな高さをもって推移している。替上衣は純毛が漸次年を追って低下し，人造繊維がそれに代替して上昇し，昭和54年からは，人造繊維が毛や綿を追越す形となっている。

セーターやカーディガンでは，純毛と人造繊維との競合がきわめてはげしい。「暖房設備の普及や保温性の高いジャンパー類の成長から，セーター自体は保温性よりも軽量化が進み，より安価で軽い合繊（人造繊維）が，純毛に変ってシェアを伸ばした。しかし，その需要が一巡して，ここ２，３年，セーターの天然繊維志向が生まれ，再び純毛と人造繊維の競合が始まっている。」[12]といわれている。

Ｔシャツ・ポロシャツおよびドレスシャツのようなシャツ類は綿と人造繊維の競合が強くみられる。

この図からもわかるように，Ｔシャツは綿，ポロシャツは人造繊維が現在では主流となっている。

ドレスシャツでは，従来「綿35％，ポリエステル65％の混紡物が主流」[13]であったが，昭和56年後半から，次第に消費者の天然繊維志向を反映しておる。これは，「特に洗濯に耐えるなど，適度な機能性を備え，吸湿性や風合の良さなど綿の特性を生かせる，綿65％，ポリエステル35％の商品が主流」[14]となりつつあるといわれている。したがって，天然繊維の志向のロール・バック（roll back, 巻返し）が紳士服では始まっているとみてよかろう。

(2) 婦 人 服

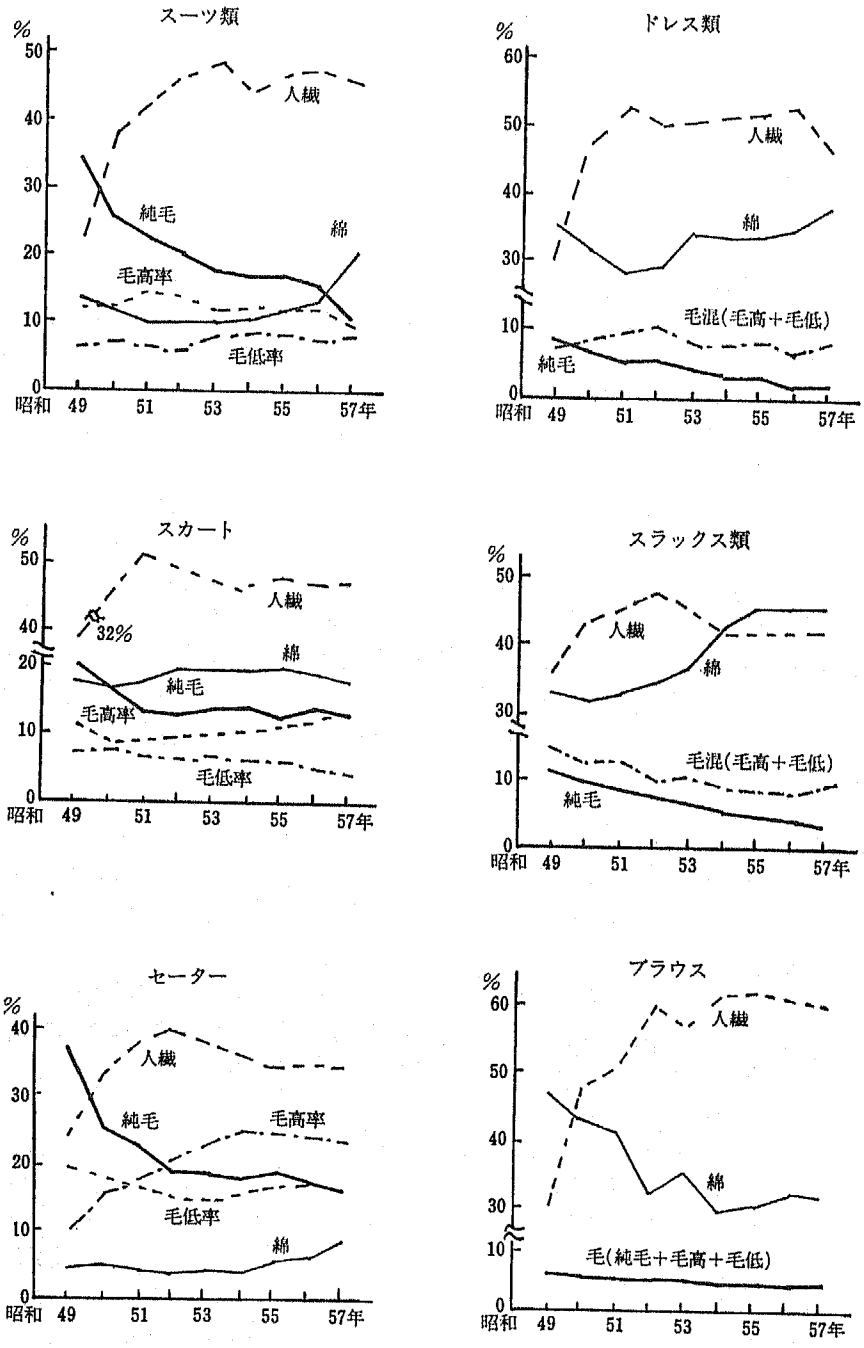
婦人服の繊維種類別購入数量割合の推移は第２図のごとくである。この図から明白なように婦人服はスーツ類，スカート，セーター，ドレス類，ブラウスは昭和50年以来，人造繊維が圧倒的に優位な立場に立っている。スラックスだけは昭和54年から綿が人造繊維に代替して優位に立っている。

なぜ婦人服のほとんどの人造繊維が優位に立っているかといえば，人造繊維が「防皺性，汚れにくさ，洗濯性など他の繊維より機能性に富む上に，低価格などが消費者の訴求に合った」[15]と考えられているのは当を得た推察といえよう。

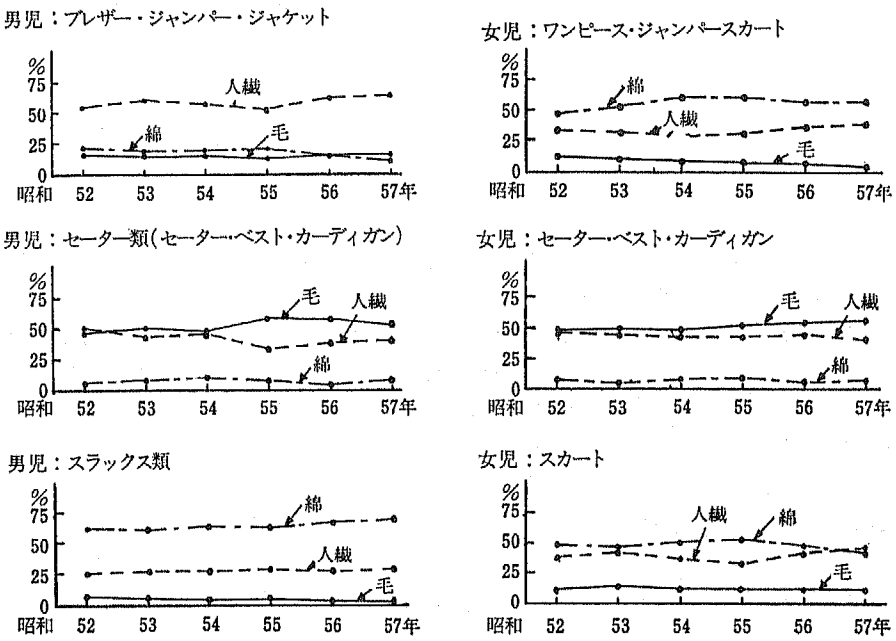
(3) 子 供 服

子供服の繊維種類別購入数量割合の推移を，前掲の商品と同様昭和52年から同57年までについてうかがうと，第３図のとおりである。この図からわかるように，子供服は，安全性と機能性，および低価格性とが繊維の選択の基準となるため，ほとんど人造繊維と綿との占める割合が圧倒的に大きい。女児のセーター・ベスト・カーディガン類はさすがに消費者の利用の性格上，毛のウェイトが約５割高い。天然繊維志向のロック・バ

12) 繊維情報センター編『全国衣料品消費者購入実態調査報告—1983年版』1983，p. 42.
13) 繊維情報センター編『前掲書』p. 42.
14) 繊維情報センター編『前掲書』p. 42.
15) 繊維情報センター編『前掲書』p. 72.

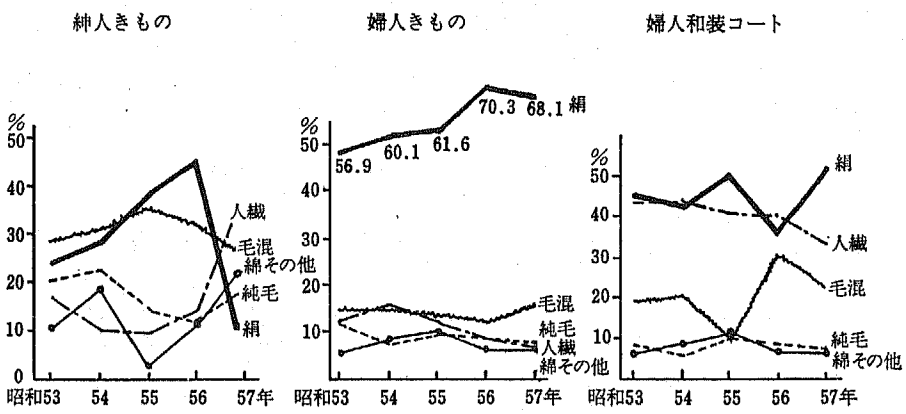


第2図　婦人服の繊維種類別購入数量割合の推移
注）繊維情報センター編『前掲書』p.73.



第３図　子供服の繊維種類別購入数量割合の推移

注）繊維情報センター編『前掲書』p.85.



第４図　和服の繊維種類別購入数量割合の推移

注）繊維情報センター編『前掲書』p.99.

ックがやってきた昭和57年では男女のセーター類が少しではあるが綿がシェアーを高めてみていることがうかがわれる。

(4) 和　　服

和服についても前と同様の期間，繊維種類別購入数量割合の推移をうかがうと第4図のとおりである。この図からわかるように，婦人のきものは圧倒的に絹が優位の位置に立ち，婦人和装コートも絹は人造繊維よりに最近一層優位立っている。

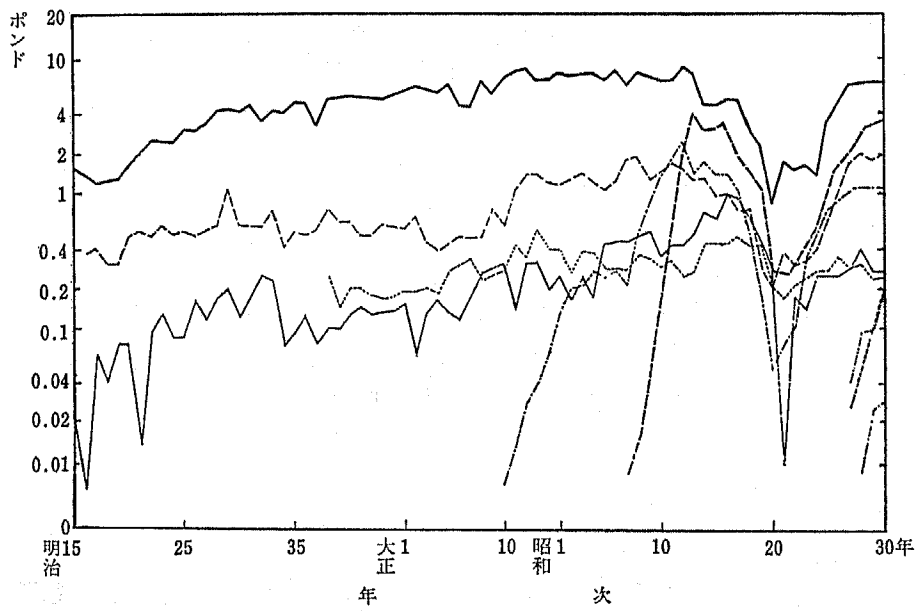
これは婦人が絹への美意識に今もってあこがれている証左といってよかろう。

しかし，紳士のきものは，婦人用のものとは異なり，必ずしも絹が優位とは必らず，人造繊維，毛，綿などが絹へ攻勢をかけているといってよい状況といえよう。

以上，商品別に繊維競合の現況をうかがうと，商品ごとにかなりの競合状況の差異が推察でき，経済政策上，今後商品ごとのきめ細かな点を考慮して，競合の調整を行わなければならぬ意味をもつことが理解される。

〔2〕 需要の長期的考察

いままで見てきた繊維競合の様相は，最近の短期間における状況であるが，次に，日本繊維産業史刊行委員会が作成した，日本における1人当たり繊維消費量の推移について，明治15年から昭和30年までに至る長期間の変化を描いた図があるからこれを観察してみよう。この第5図からみるかぎり，大正10年頃から人造繊維のレーヨン糸が出現す



第5図　日本の1人当たり繊維消費量の変化

注)1) 凡例　綿糸　レーヨン系　ビニロン
レーヨンステープル　絹糸　ナイロン
毛糸　亜麻糸　塩化ビニビリデン

2) 日本繊維産業史刊行委員会編『日本繊維産業史—総論編—』繊維年鑑刊行会，1958，p.221.

るまでは，まったく天然繊維の綿糸，毛糸，絹糸および亜苧麻糸が消費上支配的であって，人造繊維と天然繊維との競合は見受けられない。年次が降って昭和10年前後からレーヨンステープルが急激に上昇カーブをもって消費量を増加し，同12年頃になると，第5図から明らかなように綿糸の消費量に接近している。かくて，昭和10年頃から約10年間の第2次世界大戦の終戦時昭和20年までの期間は綿糸，毛糸，絹糸，亜苧麻糸の天然繊維とレーヨン糸およびレーヨンステープルの人造繊維との競合のはげしかったものと推察できる。

昭和20年から2，3年間終戦後の混乱期を反映して，すべての繊維の1人当たり消費量は急落している。しかし，朝鮮事変のあった昭和25年から，冬の繊維の消費量は上昇の一途をたどっている。それと同時に，従来姿を見せなかったビニロン，塩化ビニリデンが昭和28年頃から登場し繊維間競合に参加してくる。

第5図に描かれた天然繊維や人造繊維の1人当たり繊維消費量の変化からみられる繊維間競合の原因は何であろうか。既に前に研究してきた論稿[16]から推察できるように，価格の高低，消費者の要求する品質もしくは性能によって，消費者の繊維の選択が異なる，換言すれば繊維間の競合が行なわれるものと考えられる。しかし長期的に第5図のごとく明治15年から昭和30年までの期間を考察するとき，価格や品質のみならず，次の5要因が関連してくる。[17]

(1) 風俗習慣としての服装の変化
(2) 所得水準とくに国民1人当たり所得の変化
(3) 新しい繊維と混紡効果の宣伝広告
(4) 繊維機械の技術革新と繊維製品の生産技術の変化
(5) 繊維産業に対する経済政策の変化

とくに(1)の要因の服装の変化は，長期的観察からすれば，たとえば毛製品についてみると，①明治20年頃までの男子の洋服化，②大正12～13年以来における和服用毛織物の普及，③子供，学生，女性の洋服化，洋装化の伝播，④第1次世界大戦後の洋服の一般化などは，大正年代毛製品の消費増大を促進する結果となっている。

また，(5)の要因の経済政策の変化も，たとえば，①戦時政策による消費規制，②外貨事情の如何によって繊維原料輸入抑制などは，おのずから該当する繊維の消費の減少となって現われるのは必至のことである。

しかしながら，長期的にも，これら5要因が結局は価格や消費者の要求する品質に反映するのであるから，短期的とも長期的にも同じ要因によって繊維競合が行なわれるも

16) 大正10年前後，日本レーヨン工業の事情については次のものを参照されたい。山崎広明『日本化繊産業発達史論』東京大学出版会，1975，pp. 53-55. なお，昭和37年から同57年までの「日本における国民1人当たり衣料用繊維別消費量の推移」については，宮坂正治「繊維競合原理の研究(Ⅱ)—日本における繊維競合—」(『信州大学繊維学部紀要』1984，p. 5.)を参照されたい。

17) J. S. ベイン (J. S. Bain) は新参加を妨げる諸事情は次のごとくであると述べている。(1)既存企業に生産費上の絶対的優位性をあたえるもの，(2)おなじく生産物の差別化の優位性 (product differentiation advantage) をあたえるもの，および，(3)既存大規模企業の経済的 (economies of the large-scale firm) の三つにまとめられる。J. S. Bain: *Barriers to New Competition*. 1956, pp. 15–16.

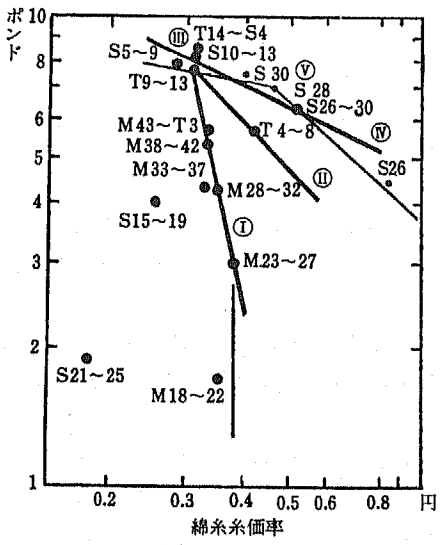
のと考えてよいのかもしれない。

いま，天然繊維について綿製品，人造繊維についてレーヨン製品に例をあげて考察しよう。

(1) 綿製品の価格と消費量

綿製品の価格が変化することによって，その綿製品の消費量がいかに変化してきたかの状況は第6図によって描かれている。はじめの期間の明治24年から大正3年まではⅠの直線で示されていることから明らかなように，消費者が価格に反応しはじめている姿勢がわかる。次の大正4年から同13年のⅡの直線からは，消費者は糸価が若干高くても消費量は少し多い傾向を示している。これは綿製品がこの時代から漸次日常生活品化しているためともいわれ，価格と消費量とはあまり相関関係はみられない。Ⅲの直線の大正14年から世界恐慌の真只中の昭和4年までの期間は，大不況の影響のためと推察されるが綿糸価が低下しても消費は増加していない。

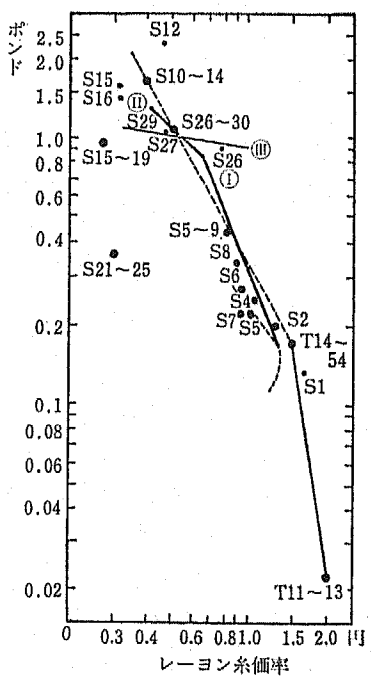
さらに，Ⅳの期間である昭和5年から同9年までは綿糸価の騰貴により消費量は減少している。最後のⅤの期間の昭和10年から同30年の期間は価格は価格の消費に与える影響は少ない。かくて，綿製品は価格が下がっても上っても，消費量にはそれほど変化はないとみてよかろう。



第6図 綿製品の価格と消費の関係

注)1) M＝明治，T＝大正，S＝昭和。

2) 日本繊維産業史刊行委員会編『日本繊維産業史—総論編—』繊維年鑑刊行会，1958，p. 229.



第7図 レーヨン製品の価格と消費の関係

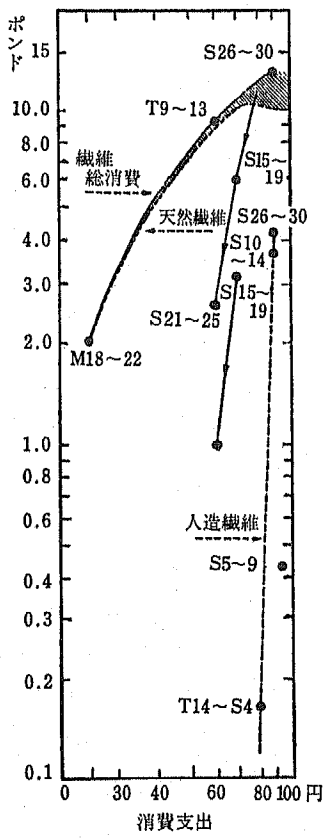
注)1) T＝大正，S＝昭和。

2) 日本繊維産業史刊行委員会編『日本繊維産業史—総論編—』繊維年鑑刊行会，1958，p. 231.

第21表　繊維消費に対する価格と所得の影響度合の変化
（需要関数の変化）

繊維製品・期間	価格弾力性	所得弾力性	連関弾力性
綿製品			
（Ⅰ）明24 — 大 3	−0.89	0.60	
（Ⅱ）大 4 — 昭 4	−0.47	0.63	
（Ⅲ）昭 5 — 30	a)−0.01	1.5	（レーヨン糸）0.01
	b)	0.64	（レーヨン糸）0.1
	c)		（レーヨン糸）0.13
（Ⅳ）昭 9 — 30	a)−0.56		
（戦中と終戦直後を除く）	b)−0.16		（レーヨンステープル） 0.16
（Ⅴ）昭27 — 29	a)	0.53	
	b) −0.4	0.78	（スパンレーヨン糸） 0.4
絹製品			
（Ⅰ）明34 — 昭 4	−2.0	0.55	
（Ⅱ）昭 4 — 13	−1.04	4.1	
（Ⅲ）昭27 — 29		2.8	
毛製品			
（Ⅰ）明24 — 大 4	−0.86		
（Ⅱ）大11 — 昭13	−0.60	0.63	
（Ⅲ）昭27 — 29		2.5	
（純毛品）			
亜苧麻製品			
（Ⅰ）明39 — 大13	−1.7		
（Ⅱ）大14 — 昭 7	−0.43		
（Ⅲ）昭 8 — 30	−0.42		
（戦中と終戦直後を除く）			（レーヨンステープル） 0.42
産業用麻製品			
（Ⅰ）明39 — 大12		3.1	
（Ⅱ）大13 — 昭12		0.95	
（Ⅲ）昭27 — 30		0.30	
レーヨン製品			
（Ⅰ）昭 1 — 8	−2.3		
（Ⅱ）昭 8 — 11	−1.7		
（Ⅲ）昭25 — 30	−0.13	0.32	
レーヨンステープル製品			
（Ⅰ）昭 7 — 12	−10.0		
（Ⅱ）昭25 — 30	−0.3	0.97	

注)1)　戦後の値は東洋紡績経済研究所月報63号による。明＝明治，大＝大正，昭＝昭和。
2)　連関弾力性（cross elasticity）とは，ある商品の消費がそれと競合する商品の価格により影響をうける度合である。
3)　混紡，落綿糸を含む。(Ⅴ)期の綿製品の所得弾力性も0.78，混紡糸を含む。(Ⅲ)期の毛製品の所得弾力性は1.0，レーヨンステープル量を除いた毛量については所得弾力性0.6とみられる。
4)　日本繊維産業史刊行委員会編『日本繊維産業史—総論編—』繊維年鑑刊行会，1958，p. 234.



第8図　繊維消費と所得の関係
（天然繊維と人造繊維）

注)1)　M＝明治，T＝大正，S＝昭和。
2)　日本繊維産業史刊行委員会編『日本繊維産業史—総論編—』繊維年鑑刊行会，1958，p. 234.

これは，繊維製品の多くが，綿糸を使い，綿製品が明治から今日までほとんど生活必需品として使われている傾向だからであると考えられる。

(2) レーヨン製品の価格と消費量

まず，昭和元年から同9年までのⅠ期はレーヨン製品の価格の高低に反応して消費量は増減している。さらに昭和9年から同14年までのⅡ期は価格—消費量の関係は逓減傾向にある。最後の昭和15年から同30年までのⅢ期はもはやほとんど価格—消費料関係は極端に弱くなっている。したがって，このレーヨン製品についても価格による消費の影響は長期間を観察して少ないとみて差支えなかろう。

綿製品とレーヨン製品の価格と消費すなわち需要の関係を示す価格に対する需要の弾力性は第21表に計算してある。この弾性値からみても第6図や第7図と同図，漸次，年次が下がるにしたがい価格に対する需要の弾力性は落ちている。他の絹製品，毛製品，亜苧製品，産業用麻製品およびレーヨンステープル製品についても第21表によるかぎり，綿製品やレーヨン製品同様な傾向を示している。

さて，繊維競合について所得との関係はどうであろうか。天然繊維と人造繊維の消費支出と消費量との関係について第8図に描いてある。この図から明らかなように，天然繊維も人造繊維も明治以来昭和30年まで，所得増大による消費支出額と繊維消費量はまったく正の相関関係を示し，また第21表からも所得に対する需要の弾力性も天然繊維も人造繊維もプラス1前後の弾性値を示している。

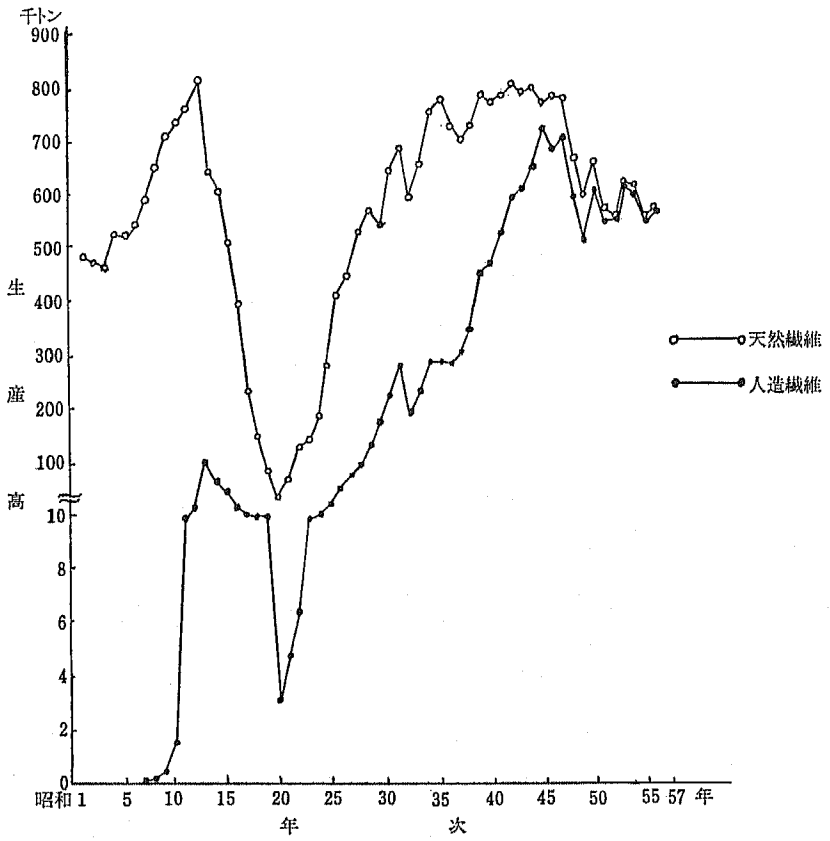
以上によって，繊維競合の要因には，価格も当然入るが，長期的には，他の要因も作用するがため，あまり強くはみられないが，所得の要因は繊維消費にかなり強くうかがえると推察してよかろう。残念なことに消費者の要求する品質と消費量との関係の資料は，現在のところ見当らない。

〔3〕 生産の長期的考察

最後に，繊維競合の経過を繊維生産の長期的観点から具体的事象からうかがってみよう。これまで衣料品の消費の観点からみて繊維競合の現象をみてきた。しかし案外，生産者の消費に対するＰＲ効果，販売促進効果，いわばJ.K.ガルブイレス (J.K.Galbrath) のいう「依存効果」によって繊維を選択し，消費し，その結果として繊維競合現象が発生するのかもしれない。このような観点に立って，最初天然繊維と人造繊維の生産高の推移を昭和元年から同57年までの推移を第9図として描いて考察していくこととしよう。

第9図から明らかなように，天然繊維はこの期間を通して，人造繊維より生産高は多い。とくに第2次世界大戦前の昭和19年までは，大きな開きをもって天然繊維が人造繊維を上回った形で生産されている。ところが，終戦後から急激に人造繊維の生産は天然繊維に接近し，昭和45年前後において，両繊維は接触しつつある。昭和53年頃から同57年までは天然繊維が人造繊維より僅かな幅で上位を占めているにすぎない状況といえる。まさしく天然繊維と人造繊維とは激しい競合となっていると断言できよう。

次に天然繊維だけについての生産面からみた競合現象をみると，第10図のとおりである。昭和元年から同57年までの推移からは，綿糸がつねに最上位を占めており，毛糸が



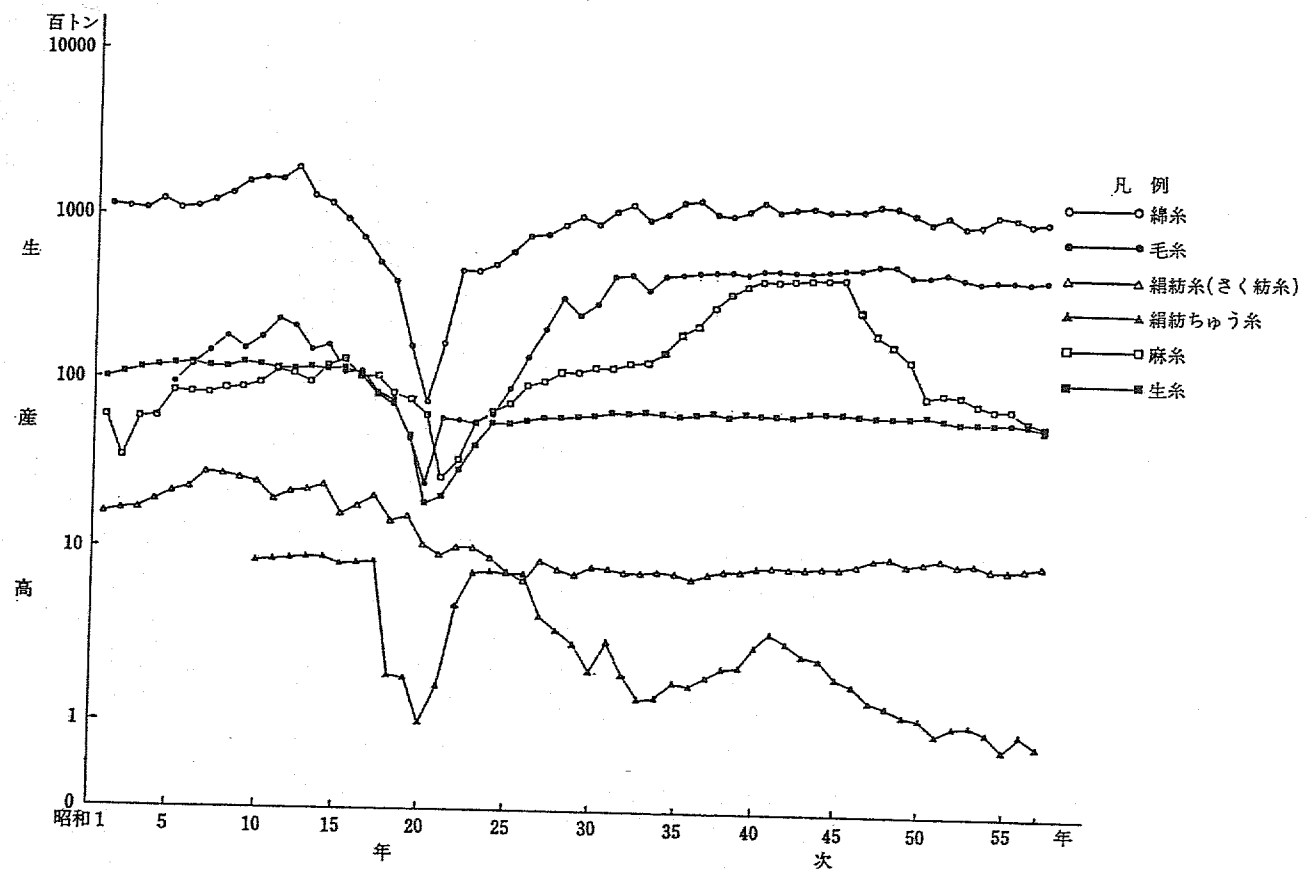
第９図　天然繊維と人造繊維の生産高の推移

注）通商産業大臣官房調査統計部編『昭和57年版；繊維統計年鑑』により作成。

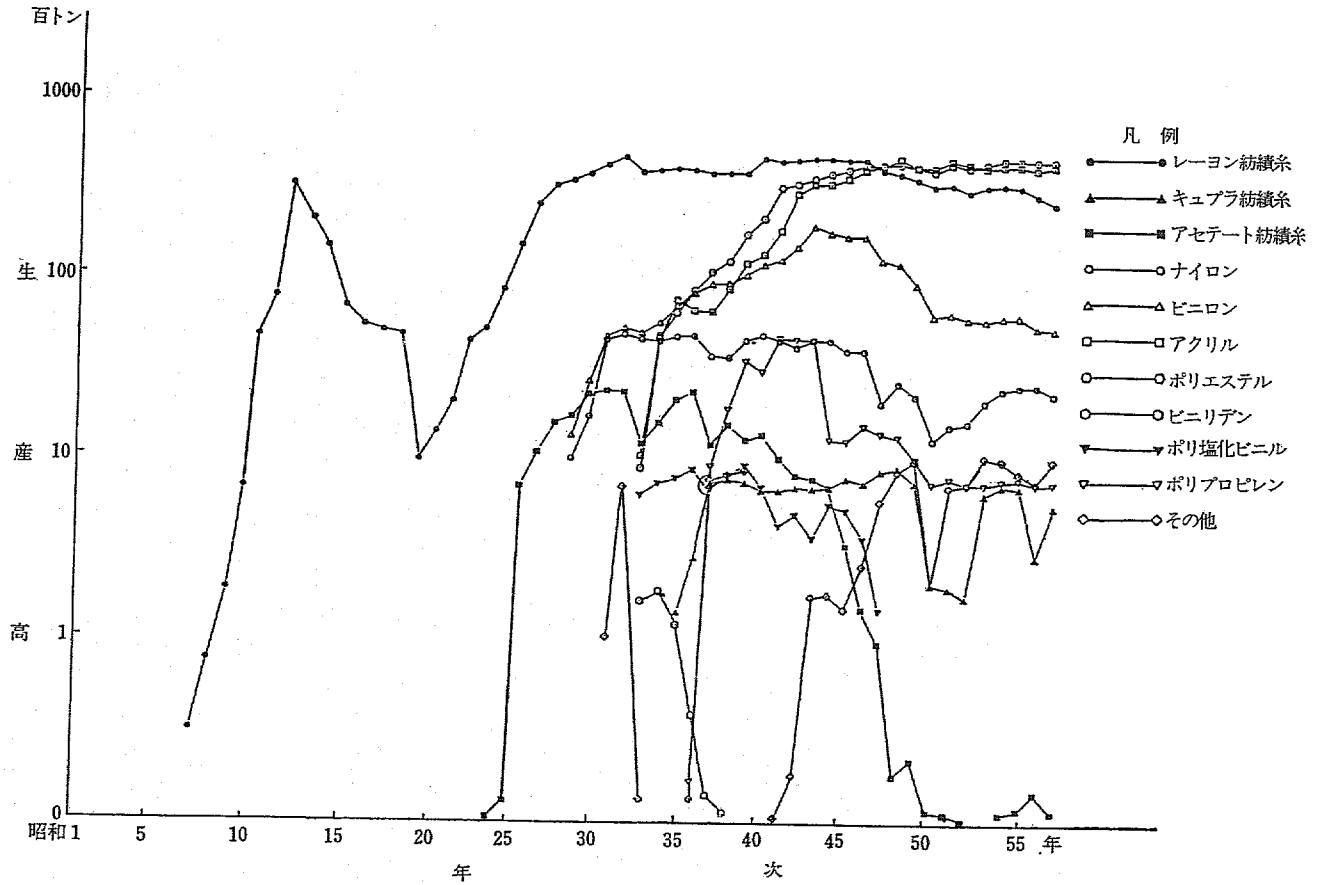
ほぼ第２位，麻糸が第３位を占め，昭和元年第２位であった絹糸が，昭和15年前後から第４位に落ちているのが特徴といえよう。生産面で，長期的観点からすれば，天然繊維の間では，それほど大きな競合は見られないといって差支えなかろう。

さらに，人造繊維についても，昭和元年から同57年までの種類生産の推移をうかがうと，第11図のとおりである。この図からわかるように，レーヨン紡績糸が昭和７年から同45年頃まで首位を占めていたが，それ以降ポリエステルやアクリルに首座を譲っている。人造繊維では，昭和30年頃から各種繊維が乱戦気味であるが，同50年頃からポリエステル→アクリル→レーヨン紡績糸→ビニロン→ナイロン→その他→ポリプロピレン→キュプラ紡績糸→アセテート紡績糸の序列に落ち着いてきたといえる。こうしたマクロ的長期的観察では，どの繊維がいかなる繊維にとって代替されたかは明らかにすることはできないが，各繊維の生成の歴史的事実を明確にすることによっては，繊維間代替の内容ははっきりすることができようが，これについては他日の機会に譲りたい。

以上，繊維競合の問題について，理論的にはリニヤー・プログラミングの混合問題の



第10図　天然繊維種類別生産高の推移
注）通商産業大臣官房調査統計部編『昭和57年版；繊維統計年鑑』により作成。



第11図　人造繊維種類別生産高の推移

注）　通商産業大臣官房調査統計部編『昭和57年版；繊維統計年鑑』により作成。

応用面として考察し，実際的には，ミクロ的短期的な面とマクロ的長期的な面から討究してきた。これら理論的実際的な両面の研究から綜合して最後に，これらの経済政策的意味について考えてみよう。

(1) 繊維の品質政策

繊維のみならず，いずれの商品もすべて，その商品独特の品質をもっている。繊維競合の対象となる品質は，物自体のもつ品質よりも，消費者の要求する品質である。たとえば，同じ品質に対しても，消費者によって，求める品質もあれば，求めない品質となってしまうこともある。

また，同じ消費者でも，時と場所が異なれば要求する品質が変化することも考えられる。ここで競合とする要因はあくまでも消費者の要求する品質に合うものが競合に勝つということになる。このように考えるとき，天然繊維，人造繊維のそれぞれのもつ特性能，すなわち品質について，消費者の要求に適合するように生産政策とＰＲ政策を考えていく必要がある。

天然繊維は，その特性を自由自在に変えていくことは，天然繊維の生産過程の特性から困難をともなう。しかし，人造繊維は，人造であるから，物質の化学的処理から，消費者の要求に対し，いくらでも変えていく可能性をもつといえる。したがって，品質政策上，生産面からいえば人造繊維の方が天然繊維より有利に展開できる。しかし，天然繊維のもつ特性を，人造繊維がそのままもつとか，その特性をこえていくということは並大抵の研究を必要とすることは覚悟しなければならない。

かくて，ここで考えられる政策は，天然繊維と人造繊維とが相互に，勝ることを目標として生産面の改善あるいは発明，つまり技術革新を行なうことを政府が促進することは適切な方策であろう。しかし，他面，両者の特性を相補って消費者の要求する品質に適応し，両者の補完的な歩みで発展することを考える政策もとっていくことは必要である。

天然繊維のあるものが，増加すれば，人造繊維のあるものが減少するとはかぎらず，人造繊維も増加していくものもあるはずである。まったく逆に，天然繊維のあるものが減少すれば，人造繊維のあるものが必ずしも増加するとはかぎらず，減少する場合も往々あるはずである。繊維競合が必ず，天然繊維と人造繊維とが増加⇆減少と対応関係にあるとはいえず，むしろ，両者が増加⇄増加，減少⇄減少という比例的関係も発生することを考えなければならぬ政策的意味を十分もたなければならぬ。

とくに品質政策において，天然繊維と人造繊維の両者が相結合すれば，１つの種類の繊維より一層効用が大きくなることも考え，混紡とか混織の内容を検討しなければならぬ。この点を政府は，繊維生産者に対し，十分理解を求め，競合政策，補完政策，調整政策を考えるようアドバイスする必要がある。こういう政策をとることこそ，繊維競合をとりあげる政策的意味があるものといえよう。

(2) 繊維の価格政策

いかなる商品の価格も，１つにはその商品の生産費と販売費の合計，すなわち総費用によって規定される場合と，もう１つはその商品の需給関係によって決定される。ここ

での繊維競合に関連しての繊維価格は生産費に主としてかかわるとして限定して考えてみよう。いわゆる「生産費説」によって繊維価格が規定せられるものと想定する。そうすると繊維価格の成立は次のような図式で考えられる。

繊維製品価格 ┬ 生産技術水準 ―― 研究投資
　　　　　　 ├ 生産規模 ―――― 資本規模
　　　　　　 └ 原材料価格 ――― 生産技術水準

これは天然繊維や人造繊維の価格形成にとって同じ要因ではあるが，両者が完全に異なるのは，天然繊維の原材料生産は農業生産方式であるのに対し，人造繊維の原材料生産はまったく人工的な，自然条件に左右されない形で行なうことができる点である。したがって，天然繊維の生産費低減には自然条件による制限があるけれども，人造繊維にはいくらでも生産費の低減でき可能性はある。しかし人造繊維といえども原材料生産費低減に限界があるならば，必ずしも無限小に低減することはできない。もし，どちらの繊維にしても生産費上の絶対的優位性（absolute cost advantage）を有するならば，競合上有利に立つことは間違いない。

天然繊維のほとんどはある一定の動植物か成育期間は必ず経過しなければならず，その期間における人間の労働力に対する賃金は，つねに騰貴している現状からして，多くの生産費上問題点を含み，生産費低減の歯止めとなっていることは否めない。そこへいくと，人造繊維も，天然繊維生産上賃金は騰貴しつづけてはいるが，生産過程の時間の短縮の合理化は天然繊維よりも容易であって，天然繊維よりも人造繊維の方が費用低減の方向にもっていけることは容易と考えられる。

価格によって競合は，消費者は要求する品質が天然繊維と人造繊維とが同じであれば，価格の低い方を当然とるはずである。したがって，両方の繊維ともいかに生産費の低減を期待して生産技術の革新をはかることである。されば経済政策的には，両繊維とも研究投資をなして生産合理化をはかるに容易なように制度的にもっていくことである。

最近，天然繊維も人造繊維も，その原材料の多くを外国からの輸入に依存している。輸入原材料の価格が安ければ，当然繊維製品の価格は低下していくことは必至である。したがって繊維の輸入原料をどのような対外政策と取引条件の制度を改善すれば，その輸入原材料価格は低くすることができるかを十分考えて，その制度を実施していくことが今後必要である。両繊維の生産過程の改善，諸機械器具の改善とその新発明，原材料のより安い輸入の方法，原材料のわが国でのより低い生産費による生産方法の研究の促進こそ，政策上きわめて重要である。

(3) 繊維制度改革政策

繊維競合がなされるのは，消費者の要求する品質と価格だけによって行なわれるのではなくて，政府が日本経済を支えていく必要から，色々の制度をつくることによって萬止むをえず天然繊維と人造繊維あるいは，両繊維個々の間の浮沈が結果として起こることがしばしばある。

たとえば，綿製品についていうならば，昭和12年為替管理と輸入制限がともに行なわれ，生産・配給を一貫した統制政策が行なわれはじめた。このため，綿製品の消費は仕

方なく昭和15年には，昭和9～11年消費水準の60%までに低下した。その代り，昭和13年2月の綿製品スフ等混用規則の施行により，重量3割以上のレーヨンステープルその他の雑繊維が綿製品に混入され，綿糸の分野を侵食したのである。これは決して綿糸がレーヨンステープルに価格や品質において競合上勝っているのではなくて，政府の政策のしからしむるところであった。

また，たとえば絹製品についても，戦時中の昭和16年以降は絹製品が割当切符制の法律ができたことにより，急激に消費は低落した。

逆にレーヨン製品は昭和13年12月から実施されたレーヨンステープルの羊毛，綿に対する強制混用という国家政策がレーヨンステープルを大いに消費するようになり生産も増加することになった。

これら若干の例からわかるように，国の政策により各繊維の消費が左右されることがあり，いかに国の経済政策の繊維のあり方が重要であるかがよくわかる。したがって，国の経済政策としては，国民の衣生活において，どのような繊維政策をとったならば，価格が安くて，求める品質の繊維製品が得られるかを十分考える必要がある。それは，純粋な繊維原料だけでもよければ，天然繊維・人造繊維混用いずれでもよいのであって，何も一つの繊維原料にこだわることはないのである。

(4) 繊維間の補完政策

一般的に定義される繊維競合とは　衣料用，家庭用，産業用およびその他利用において，天然繊維と人造繊維との間，あるいは天然繊維間，人造繊維間で，一方が増加すれば，それに対応して他方が減少する現象を指すのである。しかし，繊維間において起こる現象はこのような相対的な増減関係だけではなく，むしろ，一方の繊維が増加すれば，他方の繊維もおのずから増加する。もしくは一方が減少すれば，他方もまた減少するという関係，すなわち補完関係，相互依存関係の生ずる場合も考えられるのである。

したがって，繊維競合の問題を考える場合には，当然繊維補完の問題をとりあげなければ，片手落ちの問題のとりあげ方となってしまう。繊維の個性は，その繊維の中でその個性が生かされるときもあれば，その個性が他の繊維と混用されることによって，より一層その個性が生かされる場合がある。そのときは，ある繊維と他の繊維とは競合ではなく，補完という形で現われてくる。またその混用された繊維が，他の繊維を圧することもあれば，混用繊維と他の単一繊維とは競合関係を生ずることもある。

この補完関係も品質補完，価格補完，数量補完というものが考えられる。本来的には天然繊維と人造繊維とは対照的な性能もしくは品質をもったものである。それだからこそ，両繊維間の競合もあるが，またそれら両者を合わせることによって，より優れた品質の繊維がつくられるということも考えられる。

人造繊維は天然繊維と類似したものを人工的に最初の生産過程から終りのそれまでつくろうとしたことが，人造繊維生産の契機であろうが，所詮，生れが違えば，性質は違ってくるのが一般的である以上，両者は類似していても，結局は本質的に異なる点があっても不思議ではないのである。この点を利用して天然繊維と人造繊維との補完製品は従来からでている。たとえば，「アメリカについて紹介されている事例をみると，毛布

におけるナイロン・レーヨン，アクリラン・レーヨン混紡品，男子服地におけるディクロン・羊毛混紡品，オーロン・レーヨン混紡品，中級もの以上におけるディクロン・羊毛混紡品，オーロン・綿混紡のメリヤス生地，アクリラン・綿混紡の作業服，スポーツ服」[18] などがあげられている。

政府は，こうした事態を十分考えて，繊維間において，よき自由競争を促進すると同時に，繊維間の補完関係のための研究投資を促すような繊維経済政策をとってもらいたいものである。

(5) 繊維産業の総合化

現在，確かに天然繊維と人造繊維との間，天然繊維間，人造繊維間には競合関係，補完関係はあるが，こうしたことにこだわらずに，天然繊維と人造繊維とを消費者のニーズに適合するように，適切な形で結合させていく方向を考えるべきである。それと同時に，従来，「我が国繊維産業は伝統的に工程分断的で複雑な生産流通構造を形成してきたので，その弱点を極力是正し，利点を活かして，より効率的でシステム化された産業組織に改善することも，各部門にわたる高い技術と連携し，産業全体の総合力を発揮していく」[19] ことを実施していくことが今後課せられた方向であろう。

繊維産業の歴史の最初を考えるとき，原材料生産→加工→染色→販売—アフターサービスというように，垂直的，横断的結合をもって繊維製品は生産され販売されてきた。繊維産業の経営合理化，より一層自由な競合，協調のためには，このような繊維産業の総合化を近代的な形で行なわなければ達成できない。

このような繊維産業の総合化というような大きな業務の推進は，一部あるいは若干のグループの企業あるいは産業のみによって完遂できるものではないことは誰しも理解できるであろう。そこで，政府は繊維経済政策の一貫として，この繊維産業の総合化の促進を側面からバックアップすることが必要である。しかも，このことは繊維産業の国際競争力をもたせることにつながるものである。

天然繊維についての発展途上国の進歩には顕著なるものがあり，わが国は安心もできない状況といえる。さらには人造繊維についてすら発展途上国の研究とその実践には大きな力がある。

わが国は，これらの国と競合うのではなくて，協調の精神で共存共栄の方向をも考え，相互に国際競争力をもつべきである。そのような意味においても，わが国の繊維産業の総合化はきわめて緊急事のことと考えられる。

(6) 国際間の協力体制

最近の経済状勢を展望するとき，いまや一国のみの経済政策ではどうにもならない局面がきわめて多い。繊維産業についてもその例外ではない。発展途上国，先進国およびわが国の繊維産業が原材料生産→加工→染色→販売のすべての部門において，相互の研究開発，情報伝達，輸出入の調整などを行なって国際協調力を高めていくならば，世界

18) 日本繊維協議会編『日本繊維産業史—総論編—』繊維年鑑刊行会，1958，p. 242.
19) 通商産業省・繊維工業審議会，産業構造審議会編『今後の繊維産業のあり方について—(中間とりまとめ)—」1983. p. 81.

の繊維産業の発展を通して，わが国の繊維産業も大いに成長し進歩していくことと考えられる。

政府はこうした国際間の基本理念をうちたてて，国際協力機関をつくるよう各国へ要請し繊維産業の方向づけを提示していくことが望ましい。国際間の相互の信頼があれば，十分このことは実現されるものと信ずる。

以上，繊維競合の理論的実際的研究の結果から，その経済政策意味と若干の提言を試みた。とくに提言については，さらに具体的な政策を示して，その強力な実践を政府に望むべきであろうが，このことについては，他日の機会に譲りたい。一般に言われているように，「政策論に現実的意義をあたえるためには，われわれはいたずらに白紙の上に最適経済組織の青写真をえがくのではなくて，現実に存立している経済組織を対象にしながら，それの機能効率を公共的見地から検討するとともに，いっそう改善を加えるための方策をたずねるのでなければならない。」[20]といわれているように，今後繊維競合についての政策的意味を考察していくうえにおいても，さらに一層現実を分析して，よりよい政策的意味をひき出していかなければならぬと考え，この期待を今後の研究にまつものである。

20) 熊谷尚夫『経済政策原理』岩波書店，1964，p. 11.

Summary

The Theory of Economic Policy; The Inter-Fiber Competition and its Meanings of Economic Policy

Masaji MIYASAKA

(Received September 10, 1985)

The purpose of this paper is to investigate the present conditions and the analysis of causes in the inter-fiber competition and to grasp their meanings of economic policy.

Generally the inter-fiber competition has been done by the price, quantity and quality. But the principle of the inter-fiber has been not studied deeply. The author will study the principle of the inter-fiber by using the methods of the linear programming and the others.

Accordingly, firstly the author stated the theoretical research of the inter-fiber competition through the methods of linear programming. The author calculated the problems of the inter-fiber competition by the simplex method refering the book "*An Introduction to Liner Programming*" by A. Charnes, W. W. Cooper and A. Henderson. The author obtaind the results that the calculation of three elements, price, quantity and quality, simultaneously can do in the inter-fiiber competition and the optimal program can make.

Nextly, the author observed the inter-fiber competition between 1974 and 1982 in Japan by the report of "*Annual Report on the Family Apparel Expenditure Survey in* 1983." The analysis was considered by means of the relative ratio between the natural fiber and the man-made fiber in the main clothing. As the results of observation, the author understood the grade of competition between the natural fibers and the man-made fibers differs by the character of the clothing.

Lastly, the national textile economy was adapted to inter-fiber competition through the long-run viewpoint of national textile production. The author observed the meanings of economic policy of the competition among fibers in textile consumption. The author advised the policies of the textile industly in Japan, basing on the results of this study.