

# 「トルコ共和国における農林水産業の産業構造 および生産性への気象変化の影響」

—環境変動の波及効果に関する産業連関モデルを中心として—

加賀爪 優

Masaru KAGATSUME: An Econometric Analysis on the Interrelations among Rural Industries Structure, Agricultural Productivities and Climate Changes

The purpose of this study is to conduct a research on the interrelations among rural industries structure, agricultural productivities and climate changes in Turkey.

In this paper the national level Input-Output tables are used. By deriving the several indicators based on the inter-industry transaction tables, the characteristics of rural industry sectors and the interrelations between the rural industry sectors and the other industrial sectors are discussed. Then, the input coefficients of the rural industry sectors are regressed on the climate variables such as temperature, precipitation in Adana and Konya region and the other environmental factors with regional dummy variables. By doing so, it can be discussed how the climate change affects on the productivity of rural industries and inter industry activities in Adana and Konya region in Turkey.

The adopted methodologies consist of 3 parts. Those are 1) generation of rural industry based IO tables in 3 time points (1985, 1990, 1996), 2) industry structure analysis and 3) prediction of input coefficients by the RAS method. The second part contains (a) influence & responsive degree coefficients, (b) inducement coefficients and (c) skyline analysis. The third part contains (a) estimation of R (substitution change coefficient) & S (processing degree change coefficient), (b) prediction of input coefficients, and (c) regression of predicted input coefficients on climate variables

Some implications at this stage are as follows. From the estimated influence & responsive degree coefficients, the following points were clarified.

(1) Vegetable, fruit, forestry and fisheries sectors are less influential and less responsive to whole economy than average. Among these, only fisheries sector weakened this tendency successively. All other sectors intensified this situation from 1985 to 1990 but reversed to the original similar situation in 1996. (2) Grain sector is less influential and more responsive to whole economy. This tendency was intensified from 1985 to 1990 but reversed to the original weakened situation in 1996. (3) Livestock sector is more influential and less responsive to whole economy than average, which is closer to the manufacturing sectors. This tendency was weakened from 1985 to 1990 but reversed to the intensified original situation in 1996

From the estimated inducement coefficients, the following points were clarified.

(1) inducement coefficient structure has not changed substantially during sample period 1985-1996. (2) Rural industries are less important in terms of production inducement, import inducement and value added inducement coefficients. (3) Among rural industries, grain, fruit and livestock sectors are more important in this order than others in value added terms. (4) As for the production inducement coefficients, livestock sector is bigger than fruit sector but for the value added inducement coefficients, fruit sector is bigger than livestock sector.

From the results of Skyline analysis, the following points were clarified.

(1) Industrial structure has not changed substantially during sample period 1985-1996. (2) Rural industries are less important and tertiary sector is more increasingly important in terms of production ratio. (3) Among rural industries, grain and livestock sector decreased self sufficiency rate while forestry sector increased.

From the results of RAS analysis, the following points were clarified.

(1) Rural industries show characteristics of declining sectors in that most of them has substitution change coefficient  $R < 1$  and processing degree change coefficient  $S > 1$  for latter half period 1990-96. (2) Forestry sector shows both coefficient  $R$  and  $S$  less than one and moved to the average one. (3) All other rural sectors shifted from region I ( $R > 1$  and  $S > 1$ ) to the region II ( $R < 1$  and  $S > 1$ ).

From the results of Climate Change effects, the following points were clarified.

(1) For grain, fruit, livestock product, forestry and fisheries, temperatures in Konya (+) and Adana (-) affect significantly but differently. (2) For vegetable, climate changes in both area do not affect significantly. (3) Temperature affects most significantly on livestock products, secondly on fruit. Next, forestry, fisheries and grain follow in this order. (4) Precipitations in both areas do not affect any rural industries significantly. (5) For all cases, temperature in Konya affects more significantly than that in Adana.

## 1. はじめに

本稿の課題は、トルコ共和国アナトリア半島の南部に位置するセイハン川 (Seyhan River) 流域の灌漑地域アダナ (Adana) 地方およびその西北に位置するコンヤ (Konya) 地域の気象変化が、産業構造および農林水産業の生産性に及ぼす影響について検討することである。

分析対象地域のうち、アダナ地域は、図1に示すとおり、セイハン川の上流に建設された多目的ダムにより灌漑された平地であり、ジェイハン川 (Ceyhan River) とセイハン川に囲まれた地域が中心である。人口は168万人で、年間気温は9.6から28.2度の間で変動し、その年平均気温は19度と温暖である。また年間降雨量は678.4ミリメートルで、月間降雨量は8月の10.1ミリから12月の136.8ミリの間で変動している。土地面積140万4500ヘクタールのうち、農地面積は58万1459ヘクタールであり、主要農作物は、小麦、綿花、トウモロコシ、柑橘類、メロン等である。2001年度の農作物総生産額は約522.2億円であり、重量ベースでは約366万トンである。また、主要家畜の飼養頭数は、牛15万6340頭、羊21万2180頭、山羊24万1330頭、鶏221万5000羽である。

他方、コンヤ地域は、歴史的には、12世紀から14世紀にかけてセルジューク朝トルコの首都として栄えた町である。現在の状況は、人口が193万人とアダナ地域より大規模である。年間気温は最低が1月のマイナス0.1度から最高が7月の23.4度の間で変動している。その年平均気温は11.5度であり、アダナ地域と比べて冷涼である。また年間降雨量は、318.5ミリメートルとアダナ地域の半分以下で、月間降雨量は8月の7.6ミリから5月の44.8ミリの間で変動

している。さらに、土地面積は408万1400ヘクタールであり、アダナ地域より2.9倍広い。このうち、農地面積は255万7830ヘクタールであり、これも、アダナ地域の4.3倍広がっている。主要農作物は、小麦、大麦、砂糖大根、トマト、ブドウ、リンゴ等である。2001年度の農作物総生産額は約420.8億円で、重量ベースでは約470万トンである。従って、アダナ地域と比較すると、コンヤ地域は、平均して重量当り単価の低い農作物を作付けしていることになる。また、主要家畜の飼養頭数は、牛38万4350頭、羊151万7660頭、山羊21万6030頭、鶏539万3274羽であり、アダナ地域よりも、農業の規模がかなり大きい。<sup>(註1)</sup>

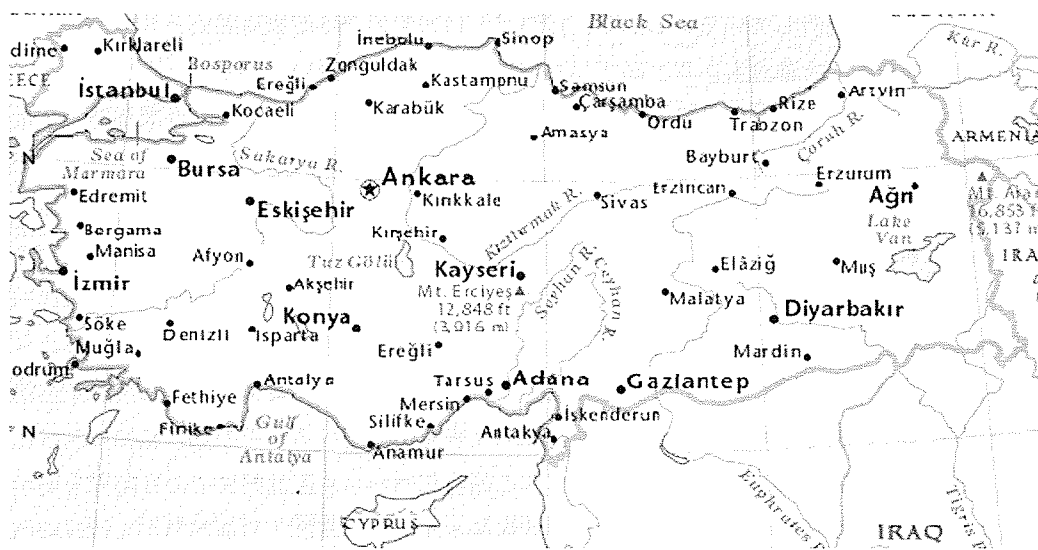


図1 トルコ共和国の地理的概況 (Adana地域とKonya地域)

分析手法は、主として産業連関分析の各種誘発係数の推定とRAS法による投入係数の予測および重回帰分析である。具体的には、トルコ共和国に関して、農林水産業を中心とした産業連関表を作成し、それに基づいて各種の係数を推定する。次に、それらの異時点間変化の特徴を検討した上、この状況に対して、上記2地域における気象変化、主に、気温変化と降雨量の変化が及ぼす影響を計測し、農林水産業を中心とする産業構造に対する気象変化の影響を検討することを分析目的としている。

以下、第2節では、トルコ共和国政府による産業連関表の作成状況と、それをベースにして幾つかの加工・修正を加えることにより、農林水産業を中心とした産業連関表に組み替えた結果について述べる。第3節では、均衡産出高分析として知られる影響力係数と感応度係数、さらに各種の誘発係数(生産誘発係数、輸入誘発係数、付加価値誘発係数)について検討する。続く第4節では、トルコ経済全体の産業構造について検討するために、スカイライン分析について記述する。第5節では、RAS法により、3時点間の産業構造の変化から求められる各産業部門毎の代替変化効果と加工度変化効果の係数を推定する。さらに、第6節で

は、これらの係数を用いて産業連関表の投入係数を予測し、これらと気象変動との関係を説明するための回帰分析について記述する。最後に、第7節において、以上の分析結果を要約する。

## 2. 農林水産業を中心とした産業連関表

トルコ共和国政府は、これまでに産業連関表として、1973年、1979年、1985年、1990年および1996年の表を発行している。しかし、1973年と1979年の表は産業連関表としては細部において整合性を欠いた部分もあり、必ずしも厳密な表とはいえない。そこで、本稿では、最近の3時点の表を使用することにした。1985年表と1990年表の大きさは、64産業部門、7最終需要部門、7付加価値部門から構成されており、1996年の表は、98産業部門、7最終需要部門、7付加価値部門から構成されている。各時点ごとに産業連関表の規模や部門分類および定義が必ずしも一定していないため、部門分類が一貫するように原データから再計算した。これらの修正済みの表に対して、非農林水産業部門を可能な限り集計して産業部門を24部門に縮小し、さらに最終需要部門を6部門、付加価値部門を4部門に縮小することにより、3時点（1985、1990、1996）に関して24産業部門からなる「農林水産業を中心とした産業連関表」を作成した。表1から表3はこうして作成した表を示している。その際、紙幅の制限により、表1から表3では、農林水産業に対応する穀物部門から水産部門までの6部門を明示的に示し、本論文の直接的分析対象ではない非農林水産部門（石炭・石油部門から行政部門までの18部門）は\*\*\*の記号により、陰伏的に示している。

ここで、各部門の詳細は、以下のとおりである。

内生部門を構成する産業部門は、1.穀物、2.野菜、3.果樹、4.畜産、5.林業、6.水産業、7.石炭・石油・鉱業、8.食品、9.油脂、10.製粉・パン・菓子、11.砂糖、12.タバコ・アルコール・清涼飲料、13.繊維、14.皮革・靴、15.木製品・紙、16.肥料、17.薬品、18.素材、19.機械・車両・家具、20.電気・水道・ガス、21.小売、22.輸送、23.金融、24.行政の各部門である。

最終需要部門を構成する部門は、1.民間消費、2.公共消費、3.民間投資、4.公共投資、5.在庫変動、6.輸出の各部門である。

付加価値部門を構成する部門は、1.税金、2.減価償却、3.賃金、4.利潤、の各部門である。

加賀爪 優：「トルコ共和国における農林水産業の産業構造および生産性への気象変化の影響」

表1 農林水産業を中心とした産業連関表(1985) (単位: 10億 トルコリラ, 1985)

	中間需用部門								最終需用部門						総生産額		
	穀物	野菜	果樹	畜産	林業	水産業	****	中間需用計	民間消費	公共消費	民間投資	****	輸出	最終需用計		(-)輸入	
中間投入部門	穀物	1465	0	0	7122	0	0	****	20556	4834	96	0	****	689	4799	-948	24407
	野菜	0	33	0	0	0	0	****	565	6658	25	0	****	76	7126	-24	7667
	果樹	0	0	379	0	0	0	****	2154	11608	49	0	****	686	12784	-71	14867
	畜産	12	399	130	0	0	0	****	5993	16055	62	11	****	670	16817	-475	22335
	林業	0	0	0	0	0	0	****	2699	601	164	0	****	97	869	-440	3128
	水産業	0	0	0	0	0	0	****	112	1560	0	0	****	117	1672	-8	1777
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
中間投入計	9225	2284	1726	10699	469	266	****	242327	221979	29808	23169	****	59180	368546	-78935	531938	
付加価値部門	税金	-1800	-104	257	105	28	4	****	14080	(**** の記号は、表示を省略した部門を示している)							
	減価償却	369	129	317	108	15	16	****	15961								
	貸金	2740	844	592	539	820	179	****	59881								
	利潤	13873	4514	11974	10883	1777	1291	****	199688								
	付加価値計	15181	5383	13140	11636	2639	1491	****	289611								
総生産額	24407	7667	14867	22335	3128	1777	****	531938									

表2 農林水産業を中心とした産業連関表(1990) (単位: 10億 トルコリラ, 1990)

	中間需用部門								最終需用部門						総生産額		
	穀物	野菜	果樹	畜産	林業	水産業	****	中間需用計	民間消費	公共消費	民間投資	****	輸出	最終需用計		(-)輸入	
中間投入部門	穀物	32416	0	0	83915	1	0	****	239872	62561	1477	0	****	9735	111476	-19272	332076
	野菜	0	724	0	0	0	98	****	13293	86161	383	0	****	1079	86830	-486	99636
	果樹	0	0	8376	0	0	32	****	37356	150230	749	0	****	9692	164819	-1448	200727
	畜産	189	6266	2036	14739	2	0	****	77381	204032	696	871	****	3433	199250	-4664	271967
	林業	0	409	0	0	45	0	****	30310	9996	1835	0	****	263	8220	-4779	33751
	水産業	0	0	0	0	0	16	****	2395	23194	2	0	****	928	23993	-139	26249
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
中間投入計	111095	26237	24516	138060	4930	5315	****	2912476	2622059	430835	616643	****	520616	4599592	-824312	6687757	
付加価値部門	税金	-7820	-451	1114	114	626	144	****	205143	(**** の記号は、表示を省略した部門を示している)							
	減価償却	82	29	70	1880	155	197	****	262409								
	貸金	34620	10658	7485	12916	6102	2269	****	1071025								
	利潤	194099	63163	167542	118996	21938	18304	****	2236703								
	付加価値計	220981	73399	176211	133906	28821	20934	****	3775280								
総生産額	332076	99636	200727	271967	33751	26249	****	6687757									

生物資源経済研究

表 3 農林水産業を中心とした産業連関表(1996) (単位: 10 億トルコリラ, 1996)

	中間需用部門								最終需用部門						総生産額			
	穀物	野菜	果樹	畜産	林業	水産業	****	中間需用計	民間消費	公共消費	民間投資	****	輸出	最終需用計		(-)輸入		
中間投入部門	穀物	97251	0	0	269980	472	0	****	886723	231000	25410	0	****	73441	418655	-128576	1176803	
	野菜	0	2171	0	0	0	143	****	34256	316000	6590	0	****	8141	334304	-3245	365314	
	果樹	0	0	25127	0	0	46	****	93278	554000	12883	0	****	73118	673231	-9661	756848	
	畜産	470	15609	5071	41118	22	0	****	235783	478000	504	5569	****	8455	640598	-17866	858515	
	林業	0	1300	0	0	1481	22	****	85686	18845	1306	0	****	350	20503	-11819	94370	
	水産業	0	265	0	0	0	672	****	9418	89888	22	0	****	1972	92494	-135	101777	
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
中間投入計	444000	102000	93655	448245	12956	23924	****	11752352	9840000	1711286	3130000	****	3650000	19966954	-4133894	27585412		
付加価値部門	税金	-97000	-5615	13866	8583	2477	900	****	586262	(**** の記号は、表示を省略した部門を示している)								
	減価償却	25767	9034	22136	13764	401	690	****	837440									
	賃金	104000	32059	22514	41927	24943	8018	****	3234567									
	利潤	701000	228000	604674	345994	53590	68242	****	11174788									
	付加価値計	733000	263000	663192	410269	81413	77852	****	15833059									
総生産額	1176803	365314	756848	858515	94370	101777	****	27585412										

産業連関分析の基本形は以下のように示される。

$$AX + F = X \quad \text{①}$$

$$X = (I - A)^{-1} F \quad \text{②}$$

ここで、Aは投入係数行列、Fは最終需要列ベクトル、Xは産出額列ベクトルである。いうまでもなく、Iは単位行列を示している。また、行列  $(I - A)^{-1}$  はレオンチェフの逆行列として知られている。

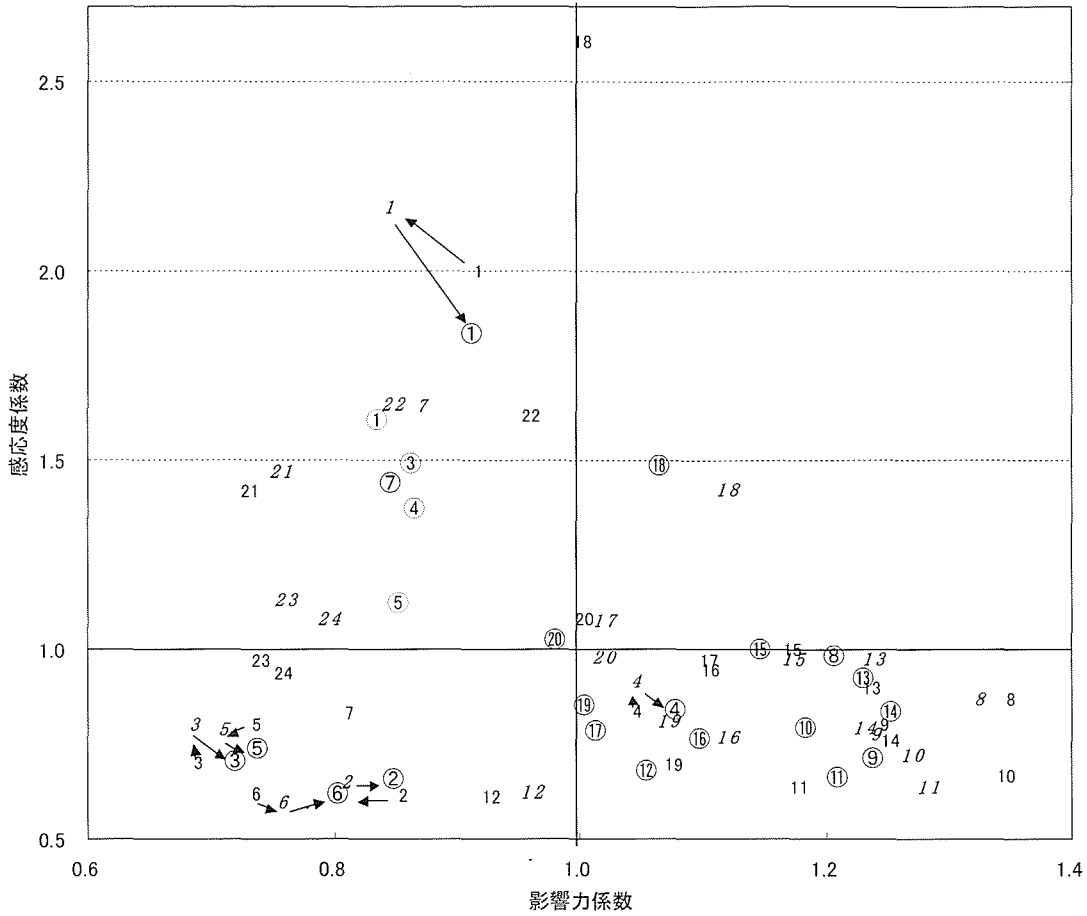
これらの表から、次の2つの係数、いわゆる影響力係数E<sub>i</sub>と感応度係数K<sub>i</sub>が計算される。

$$E_j = \sum_i b_{ij} / (\sum_i \sum_i b_{ij} / n), \quad (i, j=1,2,\dots,n) \quad \text{③}$$

$$K_i = \sum_j b_{ij} / (\sum_i \sum_i b_{ij} / n), \quad (i, j=1,2,\dots,n) \quad \text{④}$$

ここで、 $b_{ij}$ はレオンチェフ逆行列の第i, j要素である。影響力係数は、その値が1より大きい場合には、当該産業部門の生産活動が経済全体に与える影響が(全産業部門を通じて)平均以上に大きいことを示し、1より小さい時には、経済全体に与える影響の程度が平均以下であることを示す。また、感応度係数は、その値が1より大きい場合は、当該産業部門が経済全体から受ける影響が(全産業部門を通じて)平均以上に大きいことを示し、1より小さい値の場合は、経済全体から受ける影響の程度が平均以下であることを示している。どちらの係数もその値が1に等しい場合は、当該産業部門と経済全体との関わりの程度が全産業部門を通じて平均的な大きさであることを示している。

図2: 影響力係数と感応度係数 (1985⇒1990⇒1996)



- |        |              |              |                    |
|--------|--------------|--------------|--------------------|
| 1. 穀物  | 2. 野菜        | 3. 果樹        | 4. 畜産              |
| 5. 林業  | 6. 水産業       | 7. 石炭/石油/鉱業  | 8. 食品              |
| 9. 油脂  | 10. 製粉/パン/菓子 | 11. 砂糖       | 12. タバコ/アルコール/清涼飲料 |
| 13. 繊維 | 14. 皮革/靴     | 15. 木製品/紙    | 16. 肥料             |
| 17. 薬品 | 18. 素材       | 19. 機械/車両/家具 | 20. 電気/水道/ガス       |
| 21. 小売 | 22. 輸送       | 23. 金融       | 24. 行政             |

これら2つの係数を各産業部門ごとに2次元座標にプロットして、その3時点間の変化を示したのが図2である。この図において、第1象限は、影響力係数と感応度係数とも1より大きい産業のグループを示し、第2象限は、感応度係数は1より大であるが、影響力係数は1より小さい産業のグループを示している。他方、第3象限は、影響力係数と感応度係数とも1より小さい産業のグループを示している。さらに、第4象限は、1より大きい影響力係数と1より小さい感応度係数の産業グループを示している。<sup>(註2)</sup>

これらの結果をみると、多くの農林水産部門（野菜、果樹、林業、水産業）は第3象限に

属しており、経済全体に与える影響も、経済全体から受ける影響も平均以下であることを示している。

しかしながら農林水産業の中で穀物部門だけは、第2象限に属しており、経済全体から受ける影響は平均以上に大きい、穀物部門の活動が経済全体に与える影響は平均よりも小さいことが示される。他方、畜産部門だけは第4象限に属している。このことは、畜産部門は、他の農林水産部門と違って、むしろ製造業部門に近い状況にあり、経済全体から受ける影響は平均以下であるが、経済全体に与える影響は平均以上に大きいことを示している。

また、この図は、こうした状況の3時点間での変化についても示している。これによると、農林水産業の中で水産業だけは一貫して平均的な状況（つまり両係数が1）に近づく方向にシフトしている。他方、畜産部門以外の他の農林水産部門は全て、前半期間（1985年から1990年）には平均的な状況から離れる方向にシフトしたが、後半期間（1990年から1996年）では、逆に平均的な状況に近づく方向にシフトしたことが分かる。なお、畜産部門はこれとは逆に前半期間で平均に近づき、後半期間に平均から遠ざかる方向にシフトしたことを示している。

### 3. 最終需要の変化と誘発効果

最終需要が1単位変化した場合の生産誘発効果は、次式のように計算される。前節の2式から、

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \cdot \Delta F \quad \dots\dots\dots ⑤$$

また、輸入誘発係数は、この式の両辺に輸入係数mを乗じて、次式により計算される。

$$\begin{aligned} \Delta M &= m \cdot \Delta X \\ &= m \cdot (I - A)^{-1} \cdot \Delta F \quad \dots\dots\dots ⑥ \end{aligned}$$

ここで、mは生産額に対する輸入額の比率である。

さらに、付加価値誘発係数は、前述の式⑤において、両辺に付加価値係数vを乗じることにより計算される。

$$\begin{aligned} \Delta V &= v \cdot \Delta X \\ &= v \cdot (I - A)^{-1} \cdot \Delta F \quad \dots\dots\dots ⑦ \end{aligned}$$

ここで、vは付加価値係数（つまり、生産額に対する付加価値額の比率）である。

図3 a.b.cは、3時点における生産誘発効果、輸入誘発効果および付加価値誘発効果を示したものである。これらの図から以下のことが示される。

- 1) 全体としていえることは、何れの誘発効果も、サンプル期間である1985年から1996年にかけて、それほど大きな変化は見られない。
- 2) 詳細に見ていくと、農林水産業部門は、製造業部門やサービス産業部門に比較して、

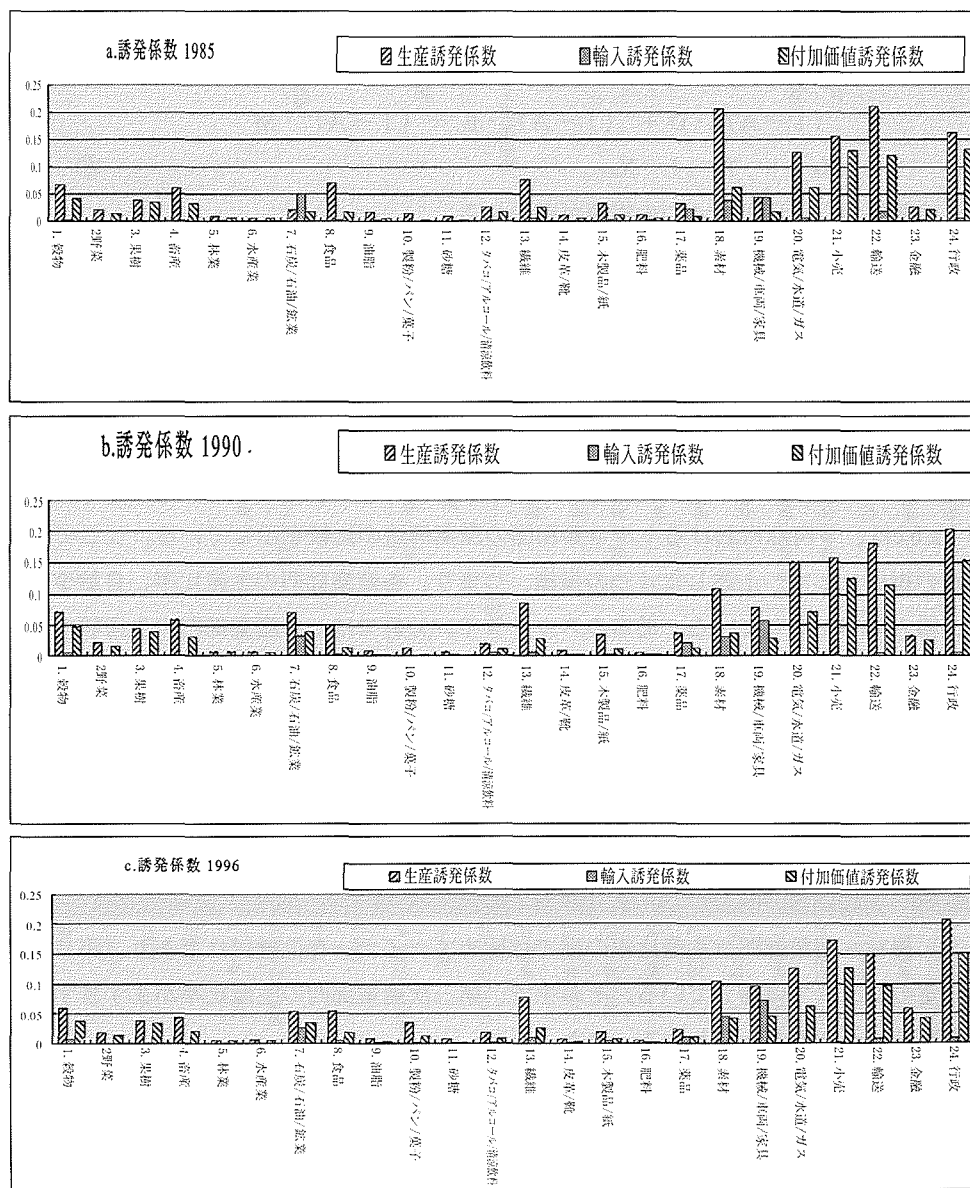


生産誘発効果、輸入誘発効果、付加価値誘発効果ともに、相対的に小さいことが示される。

3) 付加価値誘発係数に関しては、農林水産業部門の中では、穀物、果樹、畜産部門の順で大きく、他の農林水産部門の付加価値誘発係数を上回っている。

4) 生産誘発係数に関しては、畜産部門が果樹部門よりも大きい、付加価値誘発係数に関しては、逆に果樹部門が畜産部門よりも大きいことが示される。これは、果樹部門に比べて畜産部門は、原材料段階から最終生産物までの生産行程が多いが、途中の生産行程での費用効率が相対的に低かったことを示している。

図3 誘発係数



#### 4. 産業構造に関するスカイライン分析

産業構造について検討する際の伝統的手法であるスカイライン分析は、前述の式②から以下のように導かれる。

$$X = (I - A)^{-1} \cdot F \quad \text{..... ②}$$

ここで、産業連関表における最終需要ベクトルFは、消費需要ベクトル(C)、投資需要ベクトル(I)および政府支出ベクトル(G)と、輸出ベクトル(X)および輸入ベクトル(M)から構成される。そして、消費需要(C)、投資需要(I)および政府支出(G)の総和が国内需要ベクトル(D)であるから、これらの関係は、以下のように整理される。

$$\begin{aligned} X &= (I - A)^{-1} \cdot [ (C + I + G) + E - M ] \\ &= (I - A)^{-1} \cdot [ D + E - M ] \\ &= (I - A)^{-1} \cdot D + (I - A)^{-1} \cdot E - (I - A)^{-1} \cdot M \\ &= X_d + X_c + X_m \quad \text{..... ③} \end{aligned}$$

この関係から、以下の4つの指標が導かれる。

つまり、

$$\begin{aligned} \text{生産比率} &= X_i / X \\ \text{自給率} &= X_d / X \\ \text{輸出比率} &= X_c / X \\ \text{輸入比率} &= X_m / X \end{aligned}$$

図4 a.b.cは、3時点におけるトルコ共和国の産業構造の比較を示している。ここでは、産業構造の指標として、上述した4つの指標、つまり、各産業部門の生産比率、自給率、輸出比率、輸入比率を示している。通常スカイライン分析では、各産業部門の生産額の全産業部門生産額に占める比重を棒グラフの横幅に対応させて描くが、ここでは紙幅の関係から、生産比率も通常の均一の横幅を持つ棒グラフにより別個のものとして独立に示している。従って、各産業部門について、上記4つの棒グラフを描いているが、左から生産比率、自給率、輸出比率、輸入比率の棒グラフを示している。この図によると、以下の点が確認される。

1) 標本期間の1985年から1996年にかけて、全体としての産業構造はそれほど大きな変化を示してはいない。しかし、より詳細に検討すると、

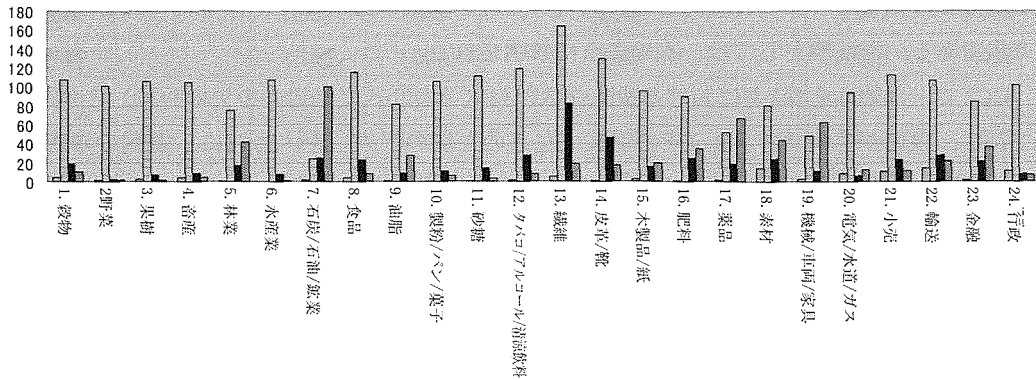
2) 農林水産業部門は生産比率の面では極めてマイナーな位置付けであり、第二次産業も一定のシェアで停滞している。その中で、第三次産業部門の生産比率がますますウェイトを高めつつあることがわかる。また、

3) 農林水産業の中では、穀物部門と畜産部門は自給率を下げたが、逆に、林業部門は自給率を高めてきたことが示される。

図4 スカイライン分析

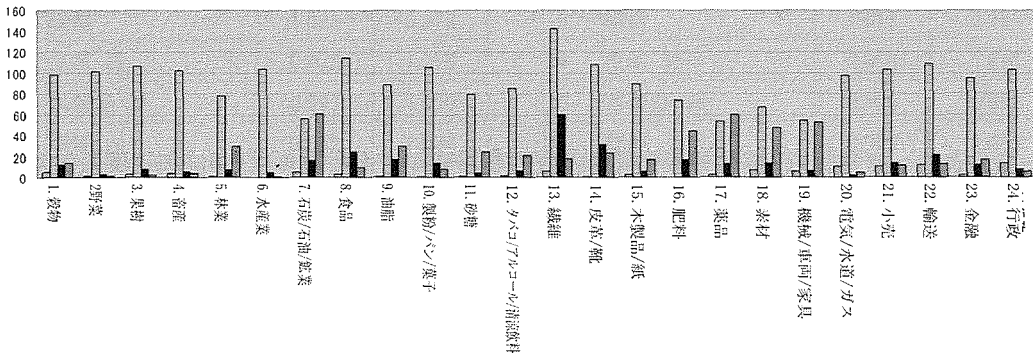
a.スカイライン分析 1985

■生産比率% ■自給率% ■輸出比率% ■輸入比率%



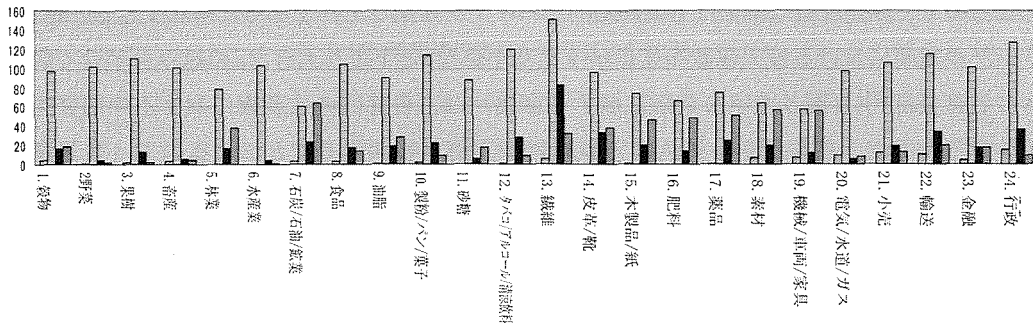
b.スカイライン分析 1990

■生産比率% ■自給率% ■輸出比率% ■輸入比率%



c.スカイライン分析 1996

■生産比率% ■自給率% ■輸出比率% ■輸入比率%



## 5. RAS分析による代替変化効果と加工度変化効果

産業構造の変化の過程を詳細に分析するために、RAS法を適用する。これは、複数時点の間での産業連関表の内生部門の変化に注目して、各産業部門の投入係数の変化から、その構造変化を再現させる（行方向と列方向の双方の）要因に分解してその規定要因を検討する方法である。方法論としては、次のように説明される。

ここで、行列 $A_T$ をT時点における投入係数行列（下の⑨式で左辺の中央の行列）とすると、これに、左側から対角行列 $R$ （下の⑨式で左辺の左側の行列）を、さらに、右側から対角行列 $S$ （下の⑨式で左辺の右側の行列）を、各々、 $m$ 回乗じた行列が、 $T+m$ 時点の投入係数行列 $A_{T+m}$ （下の⑨式で右辺の行列）に等しくなるように、対角行列 $R$ と $S$ を、逐次計算により求める方法である。

$$\begin{bmatrix} r_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & r_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r_n \end{bmatrix}^m \bullet \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & a_{22} & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}_{t=T} \bullet \begin{bmatrix} s_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s_n \end{bmatrix}^m = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & a_{22} & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}_{t=T+m}$$

.....⑨

このとき、対角行列 $R$ は代替変化効果の行列を意味し、また対角行列 $S$ は加工度変化効果の行列を意味することになる。行列 $R$ の第 $i$ 対角要素 $r_i$ は、第 $i$ 産業部門の生産物に対する各産業部門からの中間需要の増加率を示している。また、行列 $S$ の第 $i$ 対角要素 $s_i$ は、第 $i$ 産業部門の生産工程において各産業部門から投入される中間投入の増加率を示している。従って、サンプル期間における投入係数の変化が1より大きな $r_i$ と1より小さな $s_i$ の組み合わせで説明される産業部門 $i$ （図5で第4象限に属する産業）は、自部門の生産物に対する中間需要が拡大する一方で、他部門から購入する原材料購入費（自部門への中間投入費）が縮小することになるので、成長産業（例えば労働節約的なハイテク産業など）であると解釈できる。逆に、サンプル期間における投入係数の変化が1より小さな $r_i$ と1より大きな $s_i$ の組み合わせで説明される産業部門 $i$ （図5で第2象限に属する産業）は、自部門の生産物に対する中間需要が縮小する一方で、他部門から購入する原材料購入費が拡大することになるので、衰退産業（例えば労働集約的な農林水産業など）であると解釈することができる。

表4 代替変化効果Rと加工度変化Sの係数

(a)前半期間(1985-1990)

産業番号	産業部門	代替変化効果 R	加工度変化効果 S
1	穀物	0.999	1.059
2	野菜	1.185	1.003
3	果樹	1.109	1.013
4	畜産	1.096	1.013
5	林業	0.897	0.991
6	水産	1.106	1.120
7	石炭・石油・鉱業	1.285	1.171
8	食品	1.004	0.946
9	油脂	1.012	0.994
10	製粉・パン・菓子	1.133	0.982
11	砂糖	0.957	1.046
12	タバコ・酒類・清涼飲料	1.005	1.042
13	繊維	1.073	0.972
14	皮革・靴	0.932	1.018
15	木製品・紙	0.997	1.030
16	肥料	0.832	1.034
17	薬品	1.013	0.985
18	素材	0.876	0.874
19	機械・車両・家具	1.099	0.992
20	電気・水道・ガス	0.924	1.023
21	小売	1.036	1.065
22	輸送	0.954	1.039
23	金融	0.991	1.048
24	行政	1.061	1.060

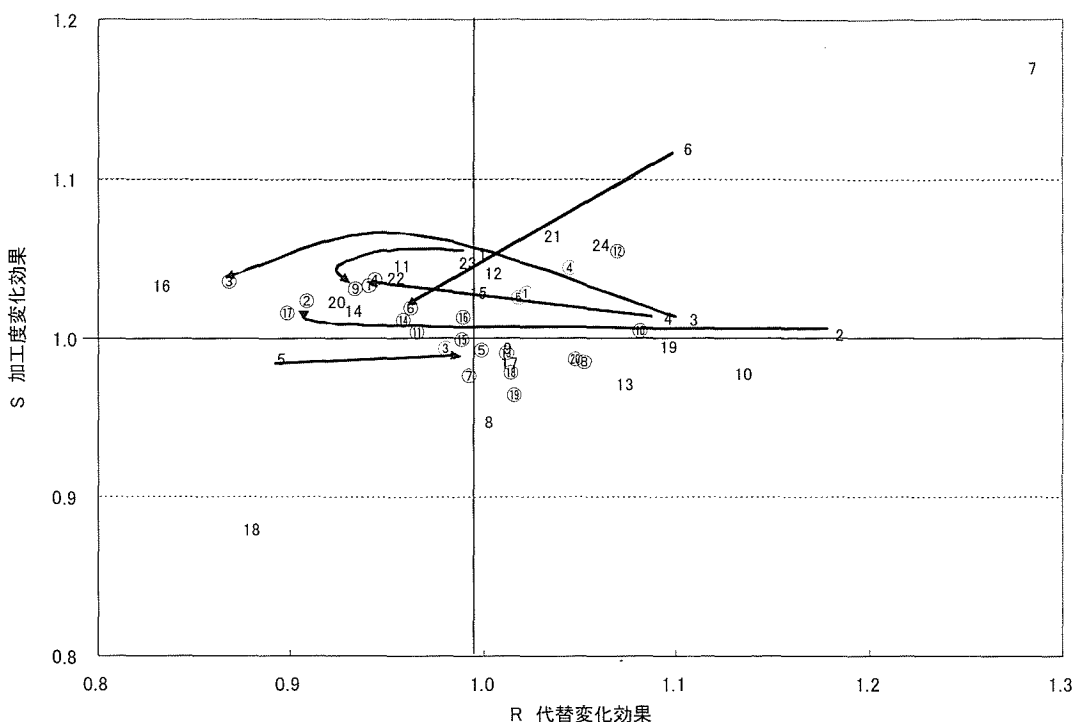
(b)後半期間(1990-1996)

産業番号	産業部門	代替変化効果 R	加工度変化効果 S
1	穀物	0.940	1.033
2	野菜	0.908	1.023
3	果樹	0.868	1.036
4	畜産	0.943	1.037
5	林業	0.998	0.992
6	水産	0.962	1.019
7	石炭・石油・鉱業	0.992	0.976
8	食品	1.052	0.985
9	油脂	0.933	1.031
10	製粉・パン・菓子	1.081	1.005
11	砂糖	0.965	1.003
12	タバコ・酒類・清涼飲料	1.070	1.055
13	繊維	1.012	0.991
14	皮革・靴	0.958	1.012
15	木製品・紙	0.989	0.999
16	肥料	0.989	1.013
17	薬品	0.899	1.016
18	素材	1.014	0.979
19	機械・車両・家具	1.016	0.964
20	電気・水道・ガス	1.048	0.987
21	小売	1.020	1.029
22	輸送	0.979	0.993
23	金融	1.043	1.044
24	行政	1.016	1.026

(注)両期間の結果とも⑨式より計測。

表4は、このようにして、求められたRとSの対角要素を、各々、列ベクトルの形で示したものである。この第i番目の要素は、第i産業部門に対応する代替変化効果の係数と加工度変化効果の係数を示している。この係数 $r_i$ を横軸とし、係数 $s_i$ を縦軸とする二次元座標に各産業部門をプロットしたのが、図5である。

図5 代替変化効果と加工度変化効果 <前半(1985-90)から後半(1990-96)の変化>



- |        |               |            |                   |
|--------|---------------|------------|-------------------|
| 1.穀物   | 2.野菜          | 3.果樹       | 4.畜産              |
| 5.林業   | 6.水産業         | 7.石炭/石油    | 8.食品加工/酪農         |
| 9.脂肪   | 10.小麦粉/製パン/菓子 | 11.砂糖      | 12.タバコ/アルコール/清涼飲料 |
| 13.繊維  | 14.皮革/靴       | 15.木製品/製紙  | 16.肥料             |
| 17.医薬品 | 18.非金属/金属素材   | 19.機械/車/家具 | 20.公共事業/建設        |
| 21.小売  | 22.輸送         | 23.金融      | 24.行政             |

この図から、以下のことが示される。(註2)

- 1) 農林水産業は、サンプル期間の後半（1990年から1996年）に関して、その多くが1より小さい代替変化効果と1より大きい加工度変化効果を示し第2象限に属しているのが典型的な衰退産業の特徴を呈している。
- 2) 農林水産業の中で、林業部門だけは代替変化効果と加工度変化効果の両者とも1より小さく第3象限に属している。従って、林業部門に関しては、その生産物に対する他の部門からの原材料としての中間需要は、製品としての林産物に対する市場での最終需要に比して相対的に縮小傾向にあったと同時に、林業部門の生産工程においては、原材料としての中間投入費が総生産費用に比して相対的に縮小して、付加価値率が上昇したことを示している。また、前半期間（1985年から1990年）から後半期間（1990年から1996年）

にかけて両係数とも1、つまり全産業部門の平均に近づくようにシフトした。

- 3) 林業部門以外の全ての農林水産業部門は、前半期間から後半期間にかけて、第1象限から第2象限にシフトしている。このことは、これらの部門の生産物に対する中間需要が相対的に縮小したことを意味し、この期間に多くの農林水産業部門がますます衰退産業の特徴をより強くしたことを示している。

## 6. RAS分析による投入係数の予測と気象変動の産業構造への影響

前節の対角行列RとSを基準時点の投入係数行列Aに必要な回数だけ乗じることにより、予測期間の各時点の投入係数を予測できる。

ここでは、その際、サンプル期間の前半（1985年～1990年）における代替変化効果Rと加工度変化効果Sを用いて1996年の投入係数行列を予測し、その予測結果を同年（1996年）の元の投入係数行列の原データと比較することにより、このRAS法の予測精度に関してバリデーションを行っている。

さらに、サンプル期間の後半（1990年～1996年）から推計されるRとSを用いて1985年の投入係数行列を予測し、それと同年（1985年）の元の投入係数行列の原データと比較することにより、この手法の予測精度に関して逆行バリデーションをも行った。どちらのバリデーション結果からも、妥当な範囲の予測精度であることが確認された。

このようにして、求められた投入係数行列の予測値を同期間の気象変動を示す変数に回帰させることにより、気象変動が各部門の投入係数に及ぼす影響を推定することができ、また、それが各部門の生産物に対する派生需要を通じて産業構造全体に及ぼす波及効果を推定できることになる。

なお、ここでは、気象変動がトルコ共和国の産業構造全体に及ぼす波及効果について焦点を当てているため、各部門の生産過程における中間投入の投入係数の総計（列和）を被説明変数として用いており、これの逆数を各部門における中間投入財の生産性の代理変数として把握している。通常、生産性について検討する場合、労働、土地、資本などの生産要素の投入について論じるが、ここでは敢えて、中間投入財に関する投入係数を使用した。というのは、労働、土地、資本などの生産要素に関する数値は、産業連関表の内生部門ではなく、付加価値部門に属するので、全く違った取扱いが必要である。別の拙稿では、労働係数を用いて、気象変動が各部門の就業機会に及ぼす波及効果を論じているが、本稿では、上記の意味で、特に農林水産業関連の各部門における中間投入財に関する生産性に焦点を当てることとした。

つまり、この関係は次のような回帰式で示される。ここで、 $a_{ij}$ は投入係数であり、Precは

降雨量である。具体的には、アダナ地域とコンヤ地域の年間降雨量の時系列データを使用している。またTempは年平均気温の変数であり、ここでは、同じくアダナ地域とコンヤ地域の年平均気温の時系列データを使用した。また、DMは、データ・ソースの差異や異常気象などを示すダミー変数である。

$$a_j = \sum_i a_{ij} = f(\text{Prec}, \text{Temp}, \text{DM}, \dots)$$

この回帰分析の結果は、表5に示すとおりである。データのサンプル期間はバリデーションとしては1985～1996年、予測に関しては1990～2003年である。表には、係数推定値と各係数の有意性を検討するためのt値およびp値（到達された有意水準）、さらに誤差項の系列相関の有無を検討するためのダービン・ワトソン値と当てはまりの良さを検討するための自

表5 回帰分析結果

穀物部門				野菜部門			
変数	係数	t 値	p値	変数	係数	t 値	p値
定数項	-5320.633	-5.90	0.010	定数項	-1266.381	-16.16	0.001
RainK	0.268	1.70	0.189	RainK	0.014	1.04	0.374
TempK	6.527	2.34	0.101	TempK	0.076	0.31	0.774
RainA	-0.038	-0.30	0.786	RainA	-0.019	-1.71	0.185
TempA	-9.018	-2.24	0.111	TempA	0.091	0.26	0.811
DMdt	-25.913	-5.90	0.010	DMdt	-2.284	-5.99	0.009
DM93	2.499	0.59	0.598	DM93	-0.939	-2.54	0.085
DM94	-2.186	-0.31	0.775	DM94	0.267	0.44	0.690
DM99	2.190	0.54	0.624	DM99	-0.395	-1.13	0.340
DM01	-7.015	-1.31	0.282	DM01	0.149	0.32	0.770
year	2.741	6.06	0.009	year	0.649	16.52	0.000
R <sup>2</sup> (adj)= 0.791 DW= 1.807				R <sup>2</sup> (adj)= 0.983 DW= 1.997			

果樹部門				家畜部門			
変数	係数	t 値	p値	変数	係数	t 値	p値
定数項	-1059.882	-6.87	0.006	定数項	-1408.864	-5.87	0.010
RainK	0.042	1.57	0.215	RainK	0.059	1.41	0.253
TempK	1.194	2.51	0.087	TempK	2.000	2.70	0.074
RainA	-0.006	-0.27	0.806	RainA	-0.001	-0.03	0.976
TempA	-1.636	-2.38	0.098	TempA	-2.805	-2.62	0.079
DMdt	-5.778	-7.69	0.005	DMdt	-7.673	-6.57	0.007
DM93	0.584	0.80	0.481	DM93	1.458	1.29	0.288
DM94	-0.356	-0.30	0.786	DM94	-0.729	-0.39	0.722
DM99	0.150	0.22	0.841	DM99	0.190	0.18	0.871
DM01	-1.427	-1.56	0.217	DM01	-2.636	-1.85	0.162
year	0.548	7.08	0.006	year	0.749	6.23	0.008
R <sup>2</sup> (adj)= 0.863 DW= 1.863				R <sup>2</sup> (adj)= 0.829 DW= 2.008			

林業部門				水産部門			
変数	係数	t 値	p値	変数	係数	t 値	p値
定数項	-89.595	-0.78	0.494	定数項	-9328.142	-3.54	0.038
RainK	0.033	1.65	0.197	RainK	0.770	1.67	0.193
TempK	0.869	2.44	0.093	TempK	19.237	2.37	0.099
RainA	-0.003	-0.19	0.862	RainA	-0.064	-0.17	0.874
TempA	-1.223	-2.38	0.098	TempA	-27.104	-2.31	0.104
DMdt	-3.103	-5.52	0.012	DMdt	-66.717	-5.21	0.014
DM93	0.473	0.87	0.449	DM93	9.687	0.78	0.492
DM94	-0.276	-0.31	0.778	DM94	-7.405	-0.36	0.741
DM99	0.296	0.57	0.606	DM99	7.884	0.67	0.550
DM01	-0.973	-1.42	0.251	DM01	-21.098	-1.35	0.270
year	0.059	1.02	0.381	year	4.850	3.68	0.035
R <sup>2</sup> (adj)= 0.892 DW= 1.878				R <sup>2</sup> (adj)= 0.734 DW= 1.863			



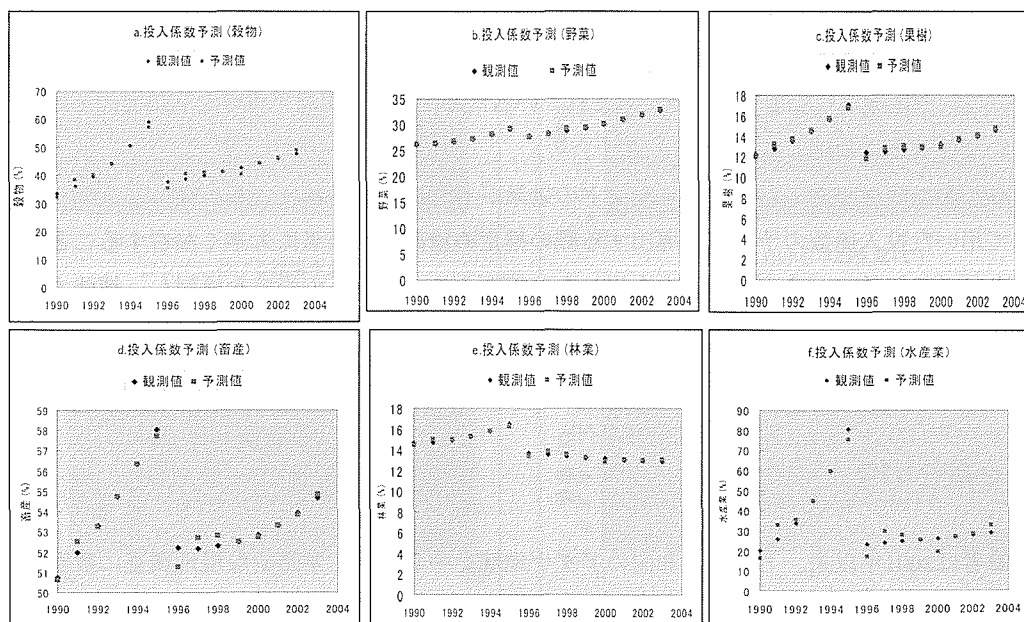
由度調整済みの決定係数 $R^2(\text{adj})$ を示している。これらの統計指標で見ると、かなり良好な推定結果と言える。

ここで、各変数の意味は次のとおりである。

RainK	コンヤ地域の年間降雨量
TempK	コンヤ地域の年平均気温
RainA	アダナ地域の年間降雨量
TempA	アダナ地域の年平均気温
DMdt	データ・ソースの差異を示すダミー
DM93	1993年の異常気象ダミー
Dm94	1994年の異常気象ダミー
DM99	1999年の異常気象ダミー
DM01	2001年の異常気象ダミー
Year	トレンド

また、農林水産業部門の各々について、回帰式による投入係数の予測値と観測値を図示したのが図6のa)～f)である。1996年に見られる不連続は投入係数値の導出過程におけるデータの不連続によるものである。

図6 投入係数の予測



さらに、図7～図12のa)～d)は、農林水産物部門の各々について、その投入係数と特定の気象変数との関係について、各々の観測値系列と予測値系列をプロットしたものである。ここでは、気象変数として、コンヤ地域およびアダナ地域の年間降雨量と年平均気温に焦点を当てて図示している。

これらの分析から、以下の点が指摘される。

1) 穀物、果樹、畜産、林業および水産業に関しては、コンヤ地域の平均気温はプラスの方向に作用しているが、アダナの気温はマイナスに作用していて、どちらも統計的に有意に計測される。このことは、アダナはセイハン川下流の温暖な平地灌漑地域であるが、コンヤ地域は季節によっては寒冷な丘陵地帯であるという地理的差異が関係しているものと思われる。

2) 野菜部門に関しては、コンヤとアダナの両地域の気象変化（年間降雨量と年平均気温）は統計的に有意な形では影響していない。これは、野菜部門は、灌漑設備や施設栽培などの気象変動の影響を吸収する環境のもとでの栽培が一部に見られることを反映しているものと見られる。

3) 平均気温は畜産部門に最も有意に影響している。これは、気温が家畜の成長に及ぼす直接的作用に加えて、気温の状況を反映した牧草の生育状況が家畜の成長に大きく作用することを示すものと思われる。次いで果樹部門、林業部門、水産部門、さらに穀物部門の順の有意さで影響している。

4) コンヤとアダナの両地域における年間降雨量は、どの農林水産部門に対しても必ずしも統計的に有意な形では影響していない。

5) 全てのケースにおいて、コンヤ地域における年間平均気温の方がアダナ地域の年間平均気温よりも有意な形で影響を及ぼしている。いうまでもなく、これは、アダナ地域は、元来、コンヤ地域よりも温暖な気候に恵まれているため、年平均気温が重要な制限要因とはなっていないことに対応している。

6) 全てのケースにおいて、トレンドの効果が有意に観察されている。従って、データとして用いた投入係数の予測値を導出する際の推定の精確さが結果に大きく左右することは否めない。それ故、パネル・データを用いた分析により、これらの帰結を検討し、補強することが残された課題である。

## 7. おわりに

筆者は2001年以来、トルコ共和国のアダナ地域を中心とする学際的な現地調査に数回にわたって参画してきた。本稿での分析は、その際に得た調査情報と首都アンカラ市の行政機関や大学・研究所における補足調査等に基づいている。既述したように、本分析は、トルコ共

和国における気象変化が産業構造に及ぼす影響に焦点を当てている。そのため、敢えて、各部門の中間投入額に関する生産性（効率性）への影響を問題にし、それを投入係数の逆数という形で捉えた。産業構造全体への影響ではなく、各部門の生産性あるいは効率性自体を議論する場合には、中間投入財ではなく、労働、土地、資本などの生産要素に関する生産性を検討するのが通例であるが、本稿の場合は、それを直接の中心課題とはしていない。これは、自然科学領域を中心とする学際的な総合プロジェクトの中で筆者が担当した分担課題の設定によるものである。その際、主として、産業構造あるいは産業間の連関関係への気象変動の波及効果を論じることに焦点を当てることにより、他の領域からの研究成果との補完関係あるいは相乗効果を意図している。そのため、敢えて上記のような扱いをした。本稿はその前段部分のみを取りまとめたものである。経済活動全体の中で農林水産業が総体として占めるウェイトは必ずしも大きくはないが、気象要因を通じた部分の相互依存的影響には大きなものがある。また、農林水産業の中でも、波及効果の生じる状況は部門ごとに均一ではないことを指摘した。残された問題は今後の課題としたい。

図7 気象変動と投入係数（穀物）の関係

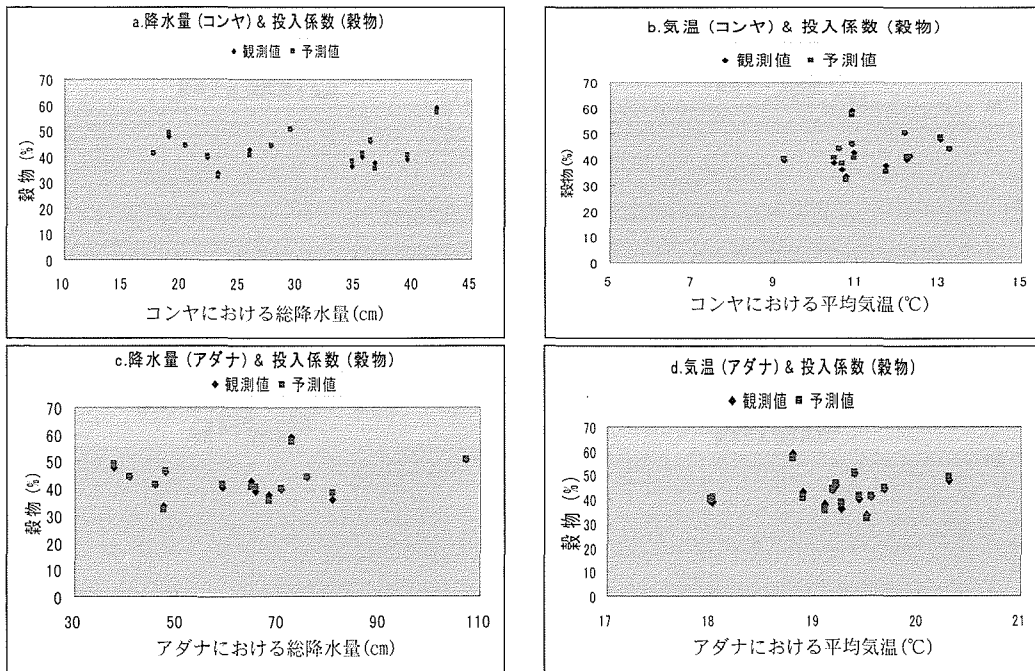


図8 気象変化と投入係数（野菜）の関係

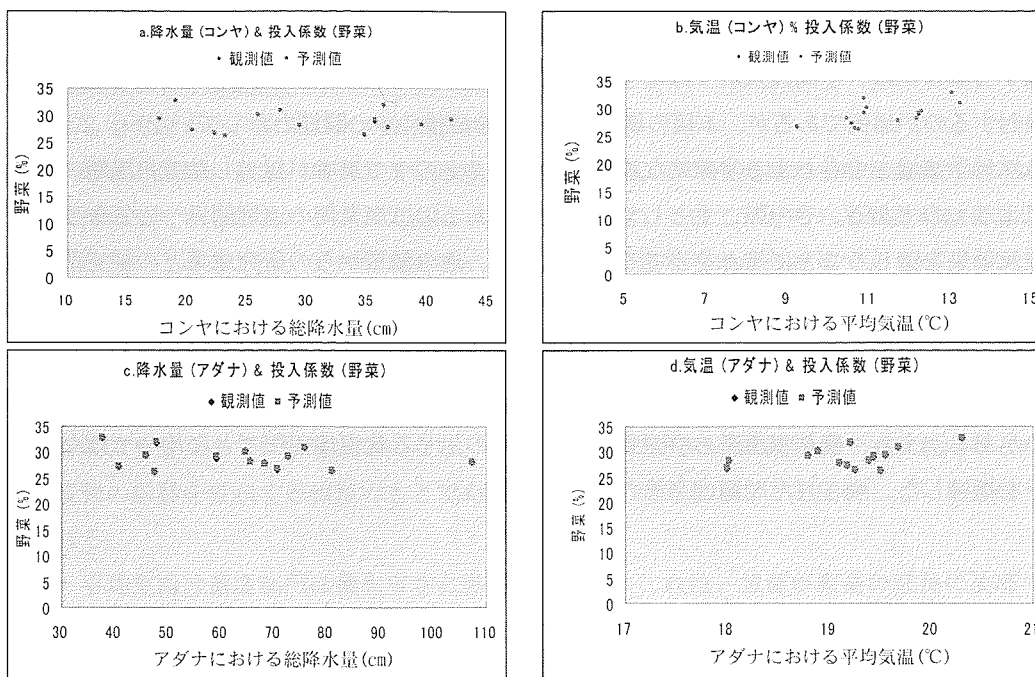


図9 気象変動と投入係数（果樹）の関係

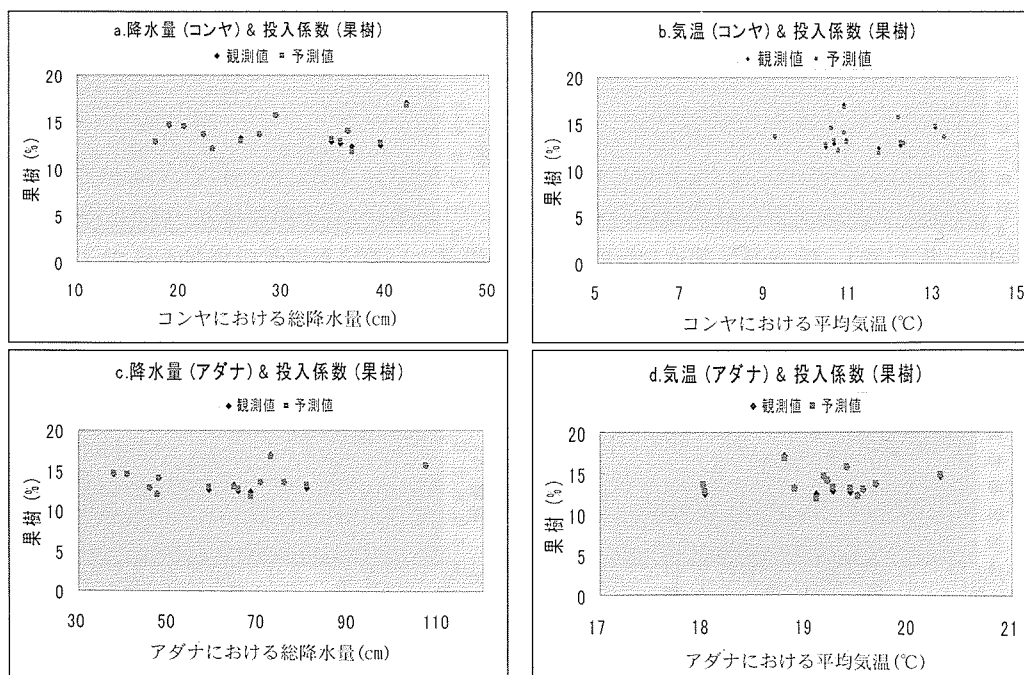


図10 気象と投入係数（畜産）の関係

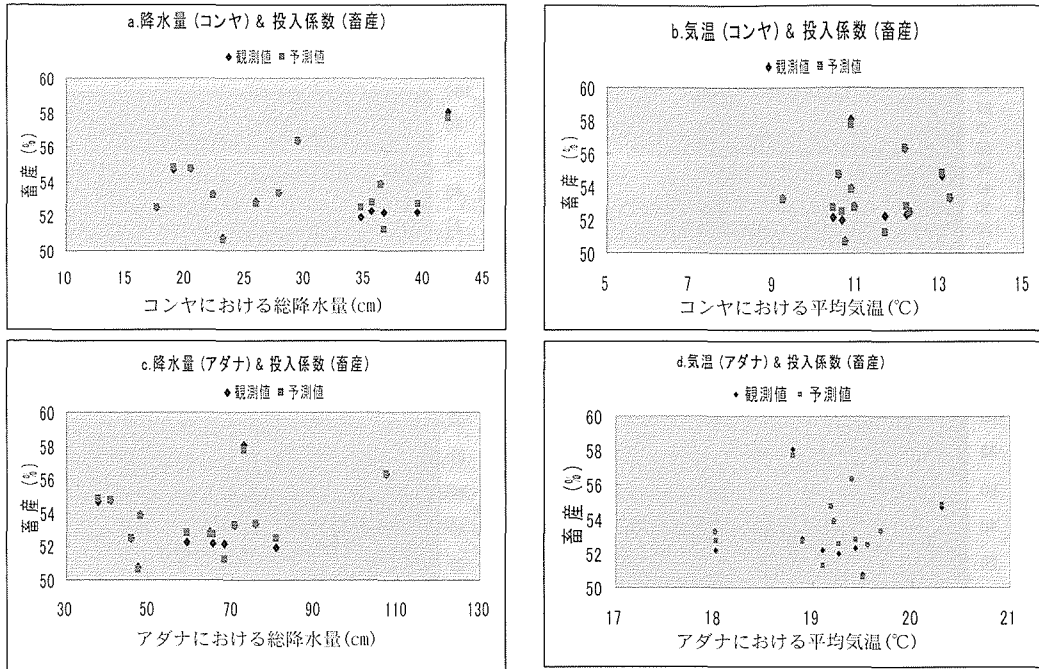


図11 気象変動と投入係数（林業）の関係

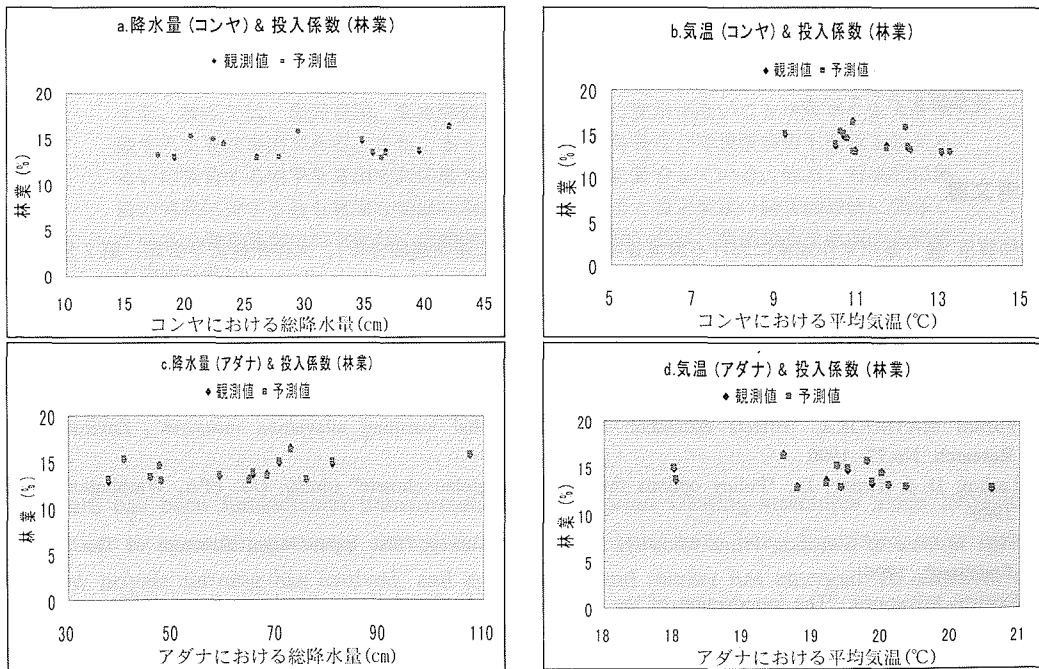
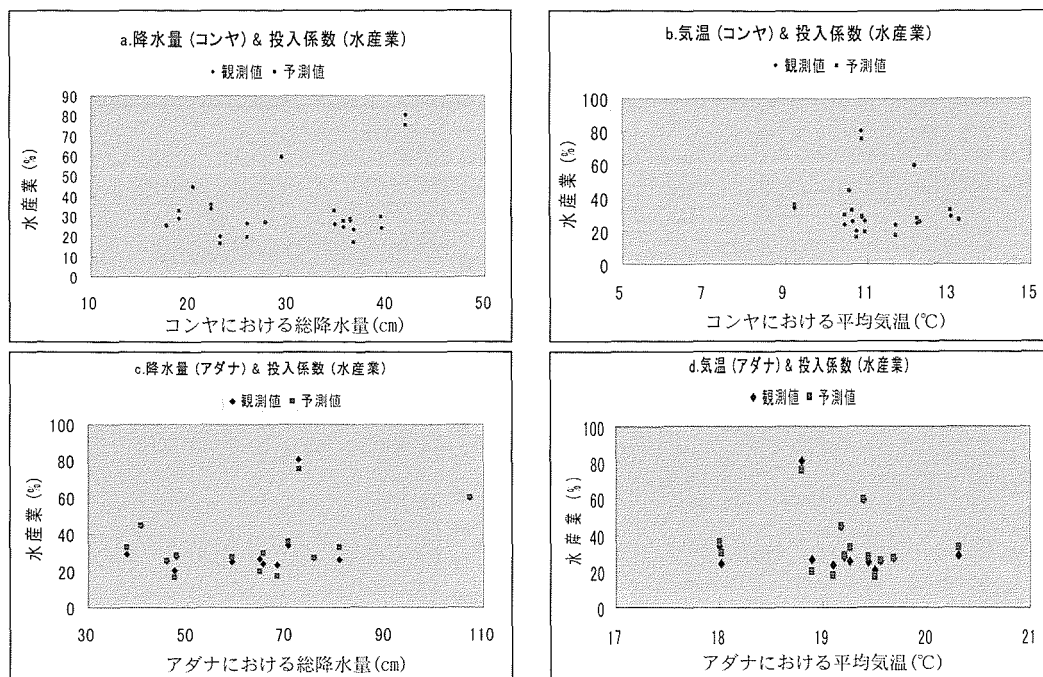


図12 気象変動と投入係数（水産業）の関係



注

- 注1) 本稿の第1節におけるトルコ共和国の地理的概況(図1、アダナ地域及びコンヤ地域)については、丸健氏および草処基氏から得た情報を参考にした。
- 注2) 図2および図5に関する記述において、第1～第4象限という表現は、原点を(1,1)に設定した場合の各象限を示している。

参考文献

- [1]加賀爪 優「豪州米作地域における環境資源保全に関する産業連関分析」、大洋州経済学会誌、第7号、1993年10月、17～42頁。
- [2]加賀爪 優「地球温暖化と稲作からのメタン発生量」、農業計算学研究、第24号、1991年12月、133～142頁。
- [3]Masaru KAGATSUME, "A Regional Econometric Study of the Interrelations Among Climate Changes, Agricultural Supply & Demand and Agro-Environmental Policy ---- the approach by the Input-Output analysis --- ", ICCAP Project Report, March, 2004.
- [4]Yuzuru MATSUOKA, "Effects estimation model of global warming alleviation measures", Environmental Research, No.77, 1990
- [5]Lashof, D & Tirpak, D., "Policy options for stabilizing global climate" (draft), US. EPA, Washington, DC., 1989
- [6]State Institute of Statistics, Prime Ministry, Republic of Turkey, "The Input-Output Structure of The Turkish Economy", 1996
- [7]Kenichi Miyazawa, "The introduction of the Input Output Analysis", Japan Economic Press. 1980

(受理日 2005年1月31日)