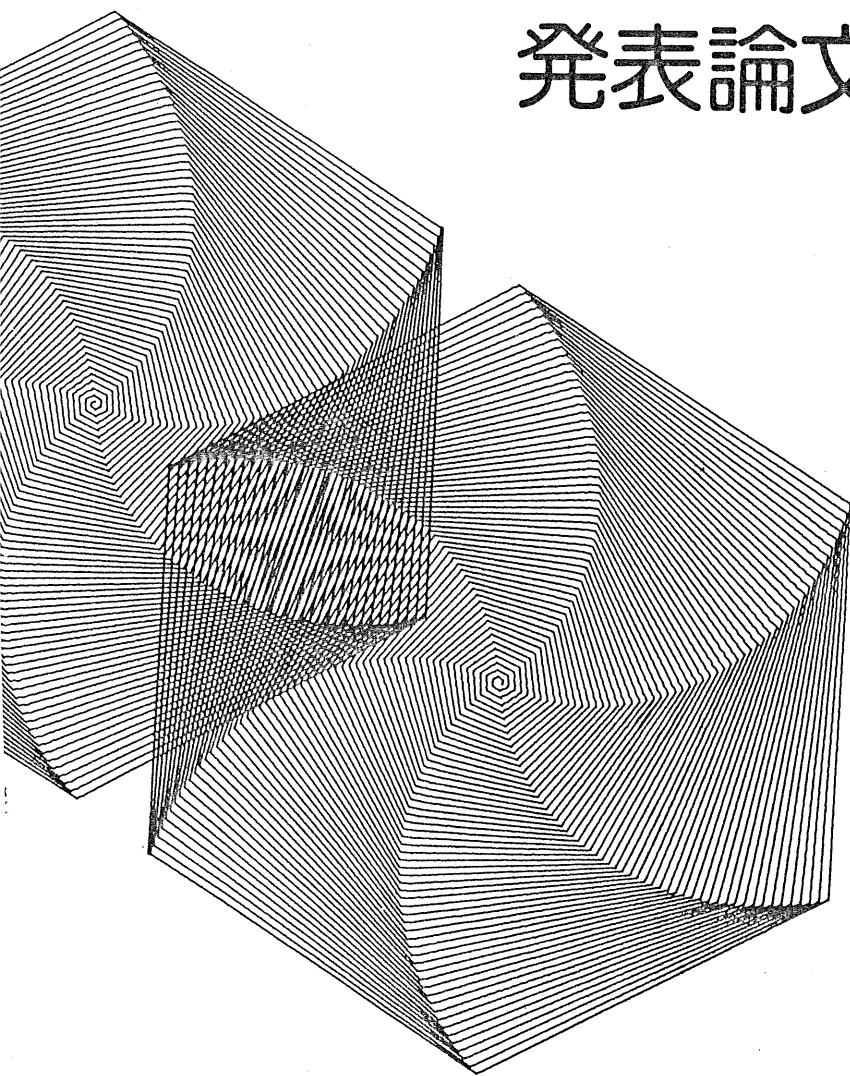


第 9 回

日本行動計量学会大会 発表論文抄録集



1981年9月3日(木)～9月5日(土)

於 名古屋大学教養部新館

Table 2 Variable selection and effect to other variables in causal modeling for esophageal cancer in males.

From	--> To	Effect	F-value(df)	p
1.Alcohol	--> Esophagus	0.343	5.852(44)	0.020
2.Meat	--> Esophagus	0.766	3.581(43)	0.065
	--> Total Energy	0.766	62.339(44)	0.000
3.Milk Products	--> Esophagus	-0.453	5.199(43)	0.028
	--> Meat	0.713	45.625(44)	0.000
4.Animal Oil	--> Esophagus	-0.348	2.534(43)	0.119
	--> Meat	0.756	58.596(44)	0.000
5.Total Energy	--> Alcohol	0.618	27.213(44)	0.000
6.Cereal	--> Sugar	-0.607	25.735(44)	0.000
7.Root	--> Alcohol	0.535	17.616(44)	0.000
8.Sugar	--> Milk Products	0.676	37.005(44)	0.000
9.Pulse	--> Total Energy	-0.665	34.949(44)	0.000
10.Tree Nuts	--> Vegetable	0.368	6.902(44)	0.012
11.Vegetable	--> Alcohol	0.572	21.343(44)	0.000
12.Fruit	--> Pulse	0.393	8.046(44)	0.007
13.Egg	--> Total Energy	0.718	46.784(44)	0.000
14.Fish	--> Tree Nuts	0.313	4.791(44)	0.034
15.Vegetable Oil	--> Stimulant	0.337	5.624(44)	0.022
16.Stimulant	--> Milk Products	0.566	20.757(44)	0.000

これとは別に男女別の食道癌の訂正死亡率を従属変数とし，各食物を独立変数として，前進選択法による重回帰分析を行なった。変数の選択は自由度再調整済み重相関係数の最大のものまでを採用することとした。

実際の計算は東京大学大型計算機センタの HITAC M200H を用い，重回帰分析には SPSS を使用し，因果連鎖モデルには，高木によるプログラム（FORTRAN 77 による）を用いた。

結果と考察

男女別の食道癌の訂正死亡率ならびに各食物間の相関係数を表 1 に示した。表 1 をもとに因果連鎖モデルを作成するための段階を表 2 に示した。表 2 中の Effect は，各食物と食道癌との間では標準偏回帰係数に一致し，各食物間では相関係数と一致している。

表 2 の関係を図示すると図 1 のようなモデルが描ける。

表 2 および図 1 から，男の食道癌に直接影響があるものは，Alcohol, Meat, Animal Oil, Milk Products の 4 つがあることが推定される。他の変数は直接的な影響はなく，これら 4 変数を通じて間接的な影響があるものとして取りあつかうことにする。ただし，Total Energy は Meat の影響をうけ，さらに Alcohol に影響し，最終的に食道癌に影響するので，原因から結果へのパスの流れを考えたとき重要な役割を果たしている。

女の食道癌についても同様の手順で図 2 に示したようなモデルが作成できる。図 2 から直接影響のある食物は Fruit, Fish, Animal Oil, Milk Products, Stimulant の 5 変数であり，他の変数は間接影響のみと考える。しかし，男の食道癌についてと同様に，Pulse, Total Energy, Meat の 3 変数はモデル上意義がある。

図 1，図 2 は全ての変数を含むものであるが，モデルとしては簡単なほど理解しやすくかつ以後の研究にも有用と考えられるので，図 3，図 4 のように中心部

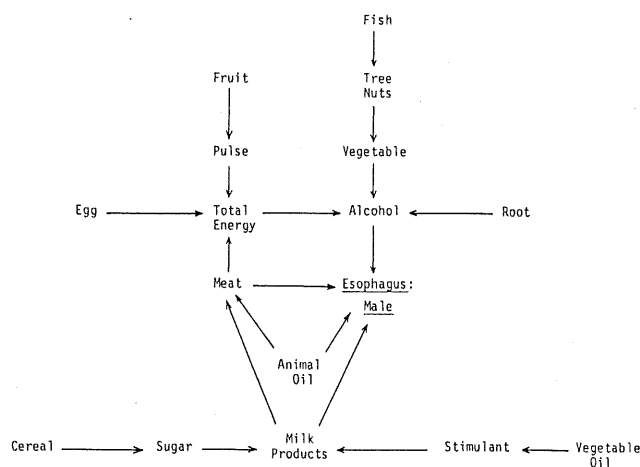


Figure 1 1st step of causal modeling for esophageal cancer in males by the use of sixteen food items.

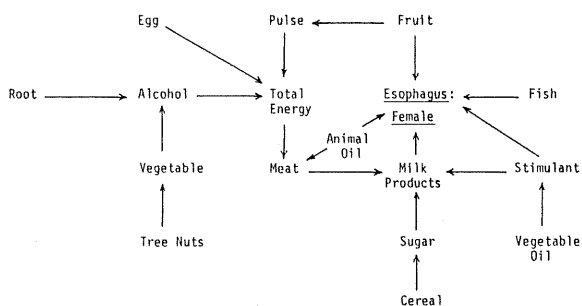


Figure 2 1st step of causal modeling for esophageal cancer in females by the use of sixteen food items.

だけについてのモデルを作る。図中の $U_1 - U_5$ は誤差要因を示している。図 3 の男の食道癌については、Meat のパス係数が 0.633 と最も正に高く、次いで Alcohol が 0.276 と正のパス係数をもつ。これらの消費量が増加すると食道癌の訂正死亡率が高まることを示すものと考えられる。逆に Animal Oil, Milk Products では負のパス係数を持ち、直接的には訂正死亡率を減少させる傾向を持つことを示すものと考えられる。また、Animal Oil と Meat, Meat と Total Energy, Total Energy と Alcohol 間には強い正相関があり、各食物消費量との間に関係が強いことを示している。

図 4 の女の食道癌では Milk Products が正のパス係数 (0.455) を持ち、男と

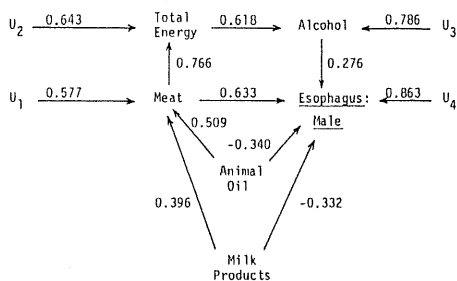


Figure 3 2nd step for causal modeling for esophageal cancer in males by the use of five food items.

*Numerical values are standard partial regression coefficients.

は関係が逆になっている。また Fish も正のパス係数を持ち、これらの消費量の増加が訂正死亡率を増加させることになる。逆に、Fruit, Animal Oil, Stimulant などの直接影響は負であり、抑制的に働くことになる。

上記の結果と比較するために、重回帰分析を行なった。変数選択の過程は表 3 に示した。表 3 から男では自由度再調整済み重相関係数の 2 乗が 0.295 と最も大きい 7 変数 (Alcohol, Fruit, Total Energy, Meat, Tree Nuts, Egg, Vegetable) を選んだ。また女では同様に 6 変数 (Fish, Sugar, Vegetable Oil, Fruit, Animal Oil, Meat) を選んだ。ただし、女では自由度再調整済み重相関係数は Animal Oil を含めることで一度減少するが、これと極めて相関の高い Meat (0.756) を含めることで再上昇している。

これらの変数の標準偏回帰係数は表 4 の Beta の欄に示してある。標準偏回帰係数はパス係数とこの場合一致するものである。男の食道癌では Meat が 0.803, Alcohol が 0.411 と、前述の結果と同様に大きな影響力があることがわかる。重回帰分析では因果連鎖モ

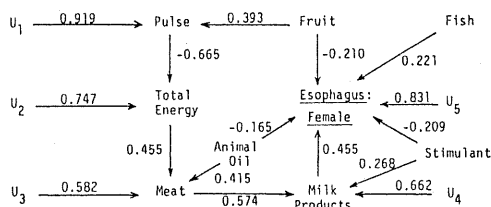


Figure 4 2nd step of causal modeling for esophageal cancer in females by the use of eight food items.

*Numerical values are standard partial regression coefficients.

Table 3 Variable Selection by Forward Selection Procedure in the case of Multiple Regression Analysis

Step	Food	Simple Cor. Coef.	R ²	$\hat{R}^2$	$\hat{R}^2$	F-value
<u>Esophagus:Male</u>						
1.	Alcohol	0.343	0.117	0.097	0.078	5.852
2.	Fruit	-0.270	0.178	0.139	0.103	3.143
3.	Total Energy	0.107	0.246	0.192	0.140	3.800
4.	Meat	0.259	0.355	0.292	0.232	6.965
5.	Tree Nuts	0.206	0.418	0.345	0.276	4.308
6.	Egg	0.062	0.454	0.370	0.290	2.579
7.	Vegetable	0.337	0.482	0.386	0.295	2.019
8.	Cereal	-0.059	0.498	0.390	0.286	1.239
<u>Esophagus:Female</u>						
1.	Fish	0.391	0.153	0.134	0.115	7.950
2.	Sugar	0.333	0.256	0.222	0.189	5.983
3.	Vegetable Oil	-0.212	0.340	0.293	0.248	5.324
4.	Fruit	-0.328	0.377	0.316	0.258	2.405
5.	Animal Oil	0.042	0.399	0.324	0.252	1.487
6.	Meat	0.249	0.450	0.366	0.285	3.641
7.	Tree Nuts	-0.088	0.467	0.368	0.274	1.151
8.	Vegetable	-0.069	0.493	0.383	0.278	1.913
9.	Alcohol	-0.115	0.505	0.381	0.263	0.880

R²:Squared Multiple Correlation.

$\hat{R}^2$:Squared Multiple Correlation Adjusted for the Degree of Freedom.

$\hat{R}^2$:Squared Multiple Correlation Readjusted for the Degree of Freedom.

デルでは選択されなかった変数が多数入っている。Fruit, Tree Nuts, Egg, Vegetableである。ところでTakagiによるモデルはクラスタ分析の最近隣法によく似た手順をとることが判っている。(Takagi, Behaviormetrika, 1980, No.8) 図1の結果から, Tree Nuts, Vegetable, Alcoholは一つの因果連鎖上であり, 因果モデルとしては食道癌に最も近いAlcoholが採用されたことになる。

この事情はEgg, Fruitにもあてはまり, これらはTotal Energyが各クラスタを代表するものとしてあつかわれている。実際上の問題としては, Total EnergyとMeatが0.766と高い相関をもつことである。両者ともに食道癌との相関は各々0.107, 0.259と低い正相関をもつにすぎないが, その内部相関が大きいため, 標準偏回帰係数は大きくなっている。さらにTotal Energyでは負に大きくなっている。

Table 4 Partial Regression Coefficients of Selected Variables

Food	Beta	B	SE(B)	F	p
<u>Esophagus:Male</u>					
1.Alcohol	0.411	0.0194	0.00858	5.088	0.030
2.Fruit	-0.332	-0.0180	0.00716	6.329	0.016
3.Total Energy	-0.676	-0.0047	0.00174	7.487	0.009
4.Meat	0.803	-0.0144	0.00381	14.356	0.001
5.Tree Nuts	0.292	0.0401	0.01995	4.035	0.052
6.Egg	-0.384	-0.0729	0.03964	3.384	0.074
7.Vegetable	0.236	0.0370	0.02606	2.019	0.163
(Constant)		(13.181)			
<u>Esophagus:Female</u>					
1.Fish	0.356	0.0120	0.00422	8.025	0.007
2.Sugar	0.278	0.0027	0.00146	3.524	0.068
3.Vegetable Oil	-0.328	-0.0034	0.00128	7.164	0.011
4.Fruit	-0.219	-0.0040	0.00229	2.962	0.093
5.Animal Oil	-0.415	-0.0035	0.00160	4.823	0.034
6.Meat	0.380	0.0023	0.00119	3.641	0.064
(Constant)		(1.0097)			

Beta:Standard regression coefficient.

B:Regression coefficient.

SE(B):Standard error of B.

女の食道癌については, Animal Oilが負の比較的大きな係数をもつが, Fish, Fruitは図4のモデルと数値上大差はない。重回帰分析ではMeatが直接影響のあるものとしてあつかわれているが, 図4のモデルではMilk Productsを通しての間接影響のみとなっている。また, Vegetable Oilは図4ではStimulantによって代表されている。同様のことはSugarとMilk Productsにもいえる。

上述のように因果連鎖モデルと重回帰分析には共通点もあるが, 相異点も多くある。因果連鎖モデルでは, 結果に対する各変数の影響をあらかじめ仮定し, 変数が特定の連鎖を作るように考案されていることによると考えられる。モデルはあくまでも仮説的なものであり, 必ずしも実態を表わすものではないが, 重回帰分析などと同時に使用することにより, 疫学的な因果関係の解明のための一つの方法になり得るものと考えられる。