[原 著]

食料供給量と死亡率の関連に関する研究

市 川 雅 教* 豊 川 裕 之*

The study on the relationship between food supply and mortality rates

Masanori ICHIKAWA* and Hiroyuki TOYOKAWA*

We studied the relationship between food supplies and mortality rates of several diseases. Data was collected from two Japanese Publications, 1951–1976, Food Balance Sheet and Vital Statistics.

In the first stage, the variables, amount of food supplied annually, age-adjusted death rates, are grouped into five categories according to their types of regression lines: (1) monotonous increment, (2) monotonous decrement, (3) concave, (4) convex, (5) other.

Statistics calculated by means of principal component analysis represented characteristics of complicated phenomena.

After that, canonical correlation analysis was applied to typical foods and mortality rates which were selected because of their history of changing patterns. The first and second canonical correlation coefficients were extremely high. It was suggested that food supply and mortality rates had a significant relationship during 1951–1976.

Furthermore, it was suggested that rice consumption changed concurrently with hypertension, cerebrovascular disease and stomach cancer; and consumption of meat, oil, fat, dairy products, eggs and sugar increased concurrently with the increasing rate of cancers of the colon, rectum, breast and pancreas. The latter diseases have already been linked to Western or European food patterns. The results in this study strongly support previous results which have been reported by other studies.

I はじめに

第2次大戦後、日本人を取り巻く環境は著しく変化した。食生活や死亡構造もその例外ではなかった。食生活と健康の関連については、特に慢性疾患との関わり合いにおいて重視されており、多くの報告がある。(Alcantara(1976), Haenszel, 他(1972, 1973), Hirayama(1978), 児島(1966),

丸地(1973), Masironi(1970), 中村(1968), 小澤(1973), 佐々木(1960, 1978), 上島, 他(1974), Wynder, 他(1969), Wynder(1969), Wynder and Hirayama(1974), 柳川, 他(1976), 柳沢, 他(1974), 柳井, 他(1977))このような状況を踏まえて、本論文では昭和26年から51年までの資料を用いて食料供給量と各種疾患死亡率の変化および関連性について検討した結果を報告する。

* 東京大学医学部疫学教室

* *Department of Epidemiology, School of Health Sciences, Faculty of Medicine, University of Tokyo.*

II 資 料

1. 食料給供量

食料需給表（農林省）を資料とし、米、麦、いも、豆、肉、卵、乳類、砂糖、野菜、果実、魚介、油脂、みそ、しょう油、酒の15食品群について、昭和26年から51年までの各年の1人1日当りの供給量を用いた。

2. 死 亡

人口動態統計（厚生省）を資料として、16種類の疾病について、昭和26年から51年まで各年の性・年齢（5才階級）別の死亡数を求め、昭和10年の性・年齢階級別人口を基準人口とする訂正死亡率を算出した。また、65才以上はひとつの階級にまとめた。なお、実際に分析に用いたのは、男女総数の訂正死亡率である。疾病の選択にあたっては、いわゆる成人病で、食生活との関連性が指摘されているものや、死亡数が多いもの、近年増加傾向が著しいとされているものを選んだ。

III 分析 方法

1. 分割直線のあてはめ (Hudson (1966))

食料供給量や訂正死亡率の各変数について、その年次推移を類型化するために、年度を説明変数とする分割直線のあてはめを行なった。すなわち、各年度の食料供給量や訂正死亡率の年次推移が、以下の(1)から(3)の3つのモデルのうちのどれかひとつに従っているものと仮定してパラメーターの推定を行なった。

(1) 1分割

$$E(y_t) = \beta_0 + \beta_1 U_t + \varepsilon_t$$

(2) 2分割

$$E(y_t) \begin{cases} = \beta_{10} + \beta_{11} U_t + \varepsilon_t & (U_t < \alpha_1) \\ = \beta_{20} + \beta_{21} U_t + \varepsilon_t & (\alpha_1 \leq U_t) \end{cases}$$

但し、 $U_{t_1} \leq \alpha_1 < U_{t_1+1}$

(3) 3分割

$$E(y_t) \begin{cases} = \beta_{10} + \beta_{11} U_t + \varepsilon_t & (U_t < \alpha_1) \\ = \beta_{20} + \beta_{21} U_t + \varepsilon_t & (\alpha_1 \leq U_t < \alpha_2) \\ = \beta_{30} + \beta_{31} U_t + \varepsilon_t & (\alpha_2 \leq U_t) \end{cases}$$

但し、 $U_t \leq \alpha_1 < U_{t_1+1}$, $U_t \leq \alpha_2 < U_{t_2+1}$

ここで説明変数 U_t は、 $U_t = t + 25$ ($t=1, \dots, 26$) すなわち各年度を昭和年次で表わしたものとす。また、 ε_t は独立に同一の分布 $N(0, \sigma^2)$ つまり平均0、分散 σ^2 の正規分布に従うものとする。この仮定のもとで各パラメーターの最小二乗推定量は最尤推定量に一致する。モデルの選択にあたっては、AIC（赤池の情報量基準）が最小になるものを採用した。（赤池（1976））以下では(1)、(2)、(3)のモデルをそれぞれ1分割、2分割、3分割のモデルと呼ぶことにする。

2. 主成分分析 (芝(1975), 竹内, 柳井(1972))

各食品群や疾病の変動傾向（年次推移）の要因を知るために主成分分析を行なった。また、各食品群や疾病を主成分負荷量のパターンによって分類し、その類似しているものを一群として各群から代表的な変数を選んで、後述する正準相関分析に用いた。なお、類似している一群の中からは、実際の供給量や死亡率の大きい変数を選んだ。

3. 正準相関分析 (芝(1975), 竹内, 柳井(1972), Levine(1977))

主成分分析の結果により選択した変数（6食品群、9疾患）を用い、食料供給量、訂正死亡率の両変数群について、変数対変数（回帰分析）、あるいは変数対変数群（重回帰分析）の関連性ではなく、変数群対変数群の関連性を検討するために正準相関分析を行なった。

なお、計算には東京大学大型計算機センターのHITAC M200Hを用いた。使用した言語はFORTRAN77で、一部SPSS及びBMDP も用いた。（25）

IV 結 果

1. 分割直線のあてはめ

各食品群の供給量の年次推移ならびに各疾病の訂正死亡率の年次推移に分割直線をあてはめた結果を表1、2ならびに図1-1から1-8に示す。

表1の交点とは、屈曲点すなわち各分割直線の交わる年度である。この表からわかるように、多くの変数において3分割のモデルが選択されており、1分割のモデルが選択された変数は、食品群

でも疾病でもみられない。

分割直線あてはめの結果により、表2に示すごとく、各変数の年次推移のパターンを次の5つに大きく分類した。

- (1) 単調増加型 (Ⅰ型)
- (2) 単調減少型 (Ⅱ型)
- (3) 極大値を持つ型 (Ⅲ型)
- (4) 極小値を持つ型 (Ⅳ型)

(5) その他の型 (Ⅴ型)

Ⅰ型は各分割直線がいずれも正の傾きを持つもので、この型に属するものは食品群では、肉、乳類、魚介、油脂、酒などであり、死亡率では、膀胱、気管・気管支・肺の悪性新生物、白血病などである。

Ⅱ型は、各分割直線がいずれも負の傾きを持つもので、食品群ではこの型に属するものはない。

表1 分割直線あてはめの結果

		残 差 平 方 和			交 点 の 年 度(昭和)	
		モデル1	モデル2	モデル3	1	2
食 料 供 給 量	米	12,524.0	1,037.5	626.9	37.3	44.2
	麦	1,728.8	233.1	148.5	37.7	41.0
	いも	3,127.8	2,127.3	888.1	31.2	42.0
	豆	205.6	49.6	44.9	34.1	
	肉	123.3	26.4	24.3	34.9	
	卵	225.8	164.4	32.0	34.3	46.1
	乳類	1,356.9	457.3	243.9	31.5	43.6
	砂糖	498.8	339.6	126.3	39.6	47.3
	野菜	16,128.5	6,568.0	1,726.5	29.3	43.0
	果実	897.9	505.4	485.8	48.0	
	魚介	292.2	261.9	212.6	34.9	36.0
	油脂	26.0	11.9	4.1	33.3	48.6
	みそ	35.3	17.3	8.7	27.4	37.0
	しょう油	153.4	108.3	35.1	30.9	38.3
	酒	1,072.1	636.6	287.0	33.8	38.8
訂 正 死 亡 率	総死亡	21,956.7	8,472.9	6,175.0	27.1	38.9
	全結核	3,365.9	450.4	57.2	27.5	35.7
	合計	203.4	17.4	5.2	34.1	42.5
	悪 口腔・咽頭	0.035	0.017	0.014	30.9	48.3
	食道	0.374	0.112	0.093	40.6	44.4
	性 胃	73.1	10.2	1.57	32.8	43.3
	大腸	0.492	0.074	0.045	27.7	38.4
	新 直腸	0.194	0.113	0.064	37.4	49.0
	すい臓	0.264	0.046	0.041	45.3	
	生 気管・気管支・肺	2.03	0.19	0.16	34.2	39.6
	乳房	1.13	0.21	0.19	38.9	
	子宮	5.77	0.52	0.41	30.1	36.2
	白血病	1.27	0.09	0.04	30.2	38.4
	糖尿病	2.36	1.73	0.29	34.3	44.6
	高血圧性疾患	72.5	10.2	2.8	30.0	37.3
	虚血性心疾患	90.3	19.5	11.6	28.5	44.1
	脳血管疾患	2,375.2	132.9	89.4	37.7	44.6
	肝硬変	2.93	1.83	0.84	30.8	41.0

この場合、AICは、 $N \log(RSS/N) + 2P + C$ であらわされる。

(Nは、観測値の数、RSSは、残差平方和、Pはパラメーターの数、Cはモデルに無関係な定数項)

死亡率の年次推移がこの型に属するのは総死亡、全結核、子宮の悪性新生物である。

Ⅲ型に属するのは食品群では米、いも、卵、砂糖、果実、みそであり、死亡率では、悪性新生物・食道、同・胃、同・直腸および糖尿病、脳血管疾患などである。

Ⅳ型に属するものは、食品群ではない。一方、死亡率の年次推移がこの型に属するのは、悪性新生物・口腔・咽頭、同・大腸、同・乳房などである。

Ⅴ型に属するのは食品群では、麦、豆、野菜、しょう油であり、死亡率では、高血圧性疾患、虚血性心疾患、肝硬変である。

2. 主成分分析

表3に昭和26年から51年までの15食品群の供給量を主成分分析した結果を示す。第1主成分の寄与率は81.8%，第2主成分の寄与率は10.0%で、第2主成分までの累積寄与率は91.8%と大きい。第1主成分への負荷が高い食品群は、野菜、乳類、果実、酒、魚介、砂糖、油脂、肉、卵（正）や、いも、みそ（負）であり、第2主成分への負荷が高い食品群は、米、豆（正）、麦（負）であった。表3の主成分負荷量行列に示されるように、野菜、乳類、果実、酒、魚介、砂糖、油脂、肉、卵などの負荷量のパターンがよく似ている。この主成分分析の結果に基づいて、正準相関分析に用いる変

表2 年次推移の型により分類した結果

	食 品 群	訂 正 死 亡 率
I型	単調増加型	肉、乳類、魚介、油脂、酒
II型	単調減少型	悪性新生物・すい臓、同・気管支・気管支・肺、白血病
III型	極大値を持つ型	総死亡、全結核、子宮の悪性新生物
IV型	極小値を持つ型	悪性新生物・会計、同・食道、同・胃、同・直腸、糖尿病、脳血管疾患
V型	その他の型	悪性新生物・口腔・咽頭、同・大腸、同・乳房
		虚血性心疾患、高血圧性疾患、肝硬変

図1-1 肉の供給量の年次推移

数として、米、いも、麦、豆、野菜、肉を選択した。

表4に昭和26年から51年までの各種疾病の訂正死亡率の主成分分析の結果を示す。第1主成分の

寄与率は72.2%，第2主成分の寄与率は17.4%で第2主成分までの累積寄与率は、89.5%である。

第1主成分への負荷が高い疾病は、大腸、直腸、膵臓、気管・気管支・肺の悪性新生物や、糖尿病、

表3 主成分負荷量行列

昭和26年から51年までの食料供給量を主成分分析した結果

	第1主成分	第2主成分
米	-0.526	0.838
麦	-0.820	-0.507
いも	-0.973	0.006
豆	0.657	0.588
肉	0.969	-0.190
卵	0.979	-0.158
乳類	0.997	-0.001
砂糖	0.963	-0.143
野菜	0.955	0.099
果実	0.980	-0.008
魚介	0.982	-0.027
油脂	0.986	-0.126
みそ	-0.939	-0.025
しょう油	-0.671	-0.284
酒	0.995	-0.043
寄与率(%)	81.8	10.0
累積寄与率(%)	81.8	91.8

表4 主成分負荷量行列

昭和26年から51年までの訂正死亡率を主成分分析した結果

全結核	-0.854	-0.436
悪性新生物(口腔・咽頭)	0.805	-0.318
同 (食道)	-0.241	0.616
同 (胃)	-0.892	0.416
同 (大腸)	0.987	-0.118
同 (直腸)	0.970	-0.047
同 (すい臓)	0.980	0.184
同 (気管・気管支・肺)	0.974	0.210
同 (乳房)	0.832	-0.498
同 (子宮)	-0.975	-0.196
白血病	0.875	0.443
糖尿病	0.959	0.133
高血圧性疾患	-0.034	0.884
虚血性心疾患	0.913	0.359
脳血管疾患	-0.753	0.648
肝硬変	0.875	0.091
寄与率 (%)	72.2	17.4
累積寄与率 (%)	72.2	89.5

図1-2 すい臓の悪性新生物の年次推移

虚血性心疾患(正), 子宮の悪性新生物(負)などである。また, 第2主成分への負荷が高い疾病は, 食道の悪性新生物, 高血圧性疾患, 脳血管疾患(正), 乳房の悪性新生物(負)などである。表4の主成分負荷量行列に示されるように, 虚血性心疾患, 気管・気管支・肺, 脾臓, 直腸, 大腸の悪性新生物や糖尿病, 肝硬変などが, よく似た主成分負荷量のパターンを示している。この結果から,

正準相関分析に用いる変数として, 全結核, 食道, 胃, 直腸, 乳房の悪性新生物, 高血圧性疾患, 虚血性心疾患, 脳血管疾患, 肝硬変を選択した。

3. 正準相関分析

表5ならびに図2, 3に正準相関分析の結果を示す。正準相関分析は2つの変数群についてそれに属する変数の1次結合により, 互いに直交する合成変量(正準変量)を作るものであり, 表5に

図1-3 全結核の年次推移

図1-4 米の供給量の年次推移

みられるように、第1変数群（食料供給量）と第2変数群（訂正死亡率）の両変数群において、変数の数が少ない群の変数の数と同じだけの正準変量の組（この場合6組）が得られたわけであるが、1%水準で有意なのは、1番目から4番目までの正準変量であった。

表5の正準変量負荷量行列は、正準変量と元の

変数の相関係数の行列で、因子分析における因子負荷量行列に相当する。したがって負荷量行列のある列の成分の2乗和を、その変数群に属する変数の数で割れば、その正準変量が変数群の全分散のうちのどの程度を説明出来るかがわかるわけで、これは主成分分析や因子分析における寄与率に相当する。（Levine(1977)）両群における正準変量

図1-5 脳血管疾患の年次推移

図1-6 乳房の悪性新生物の年次推移

の寄与率をみると、第1変数群（食料供給量）では、第1正準変量が60.8%、第2正準変量が29.3%、第3正準変量が2.6%、第4正準変量が5.7%である。第2群（訂正死亡率）では、第1正準変量が60.1%、第2正準変量が22.3%、第3正準変量が6.0%、第4正準変量が2.1%である。それぞ

れの群における第2正準変量までの累積寄与率は第1群では90.1%、第2群では82.4%といずれも大きい。また、一方の群の正準変量によって他の群の分散のうち、どの程度までが説明出来るかを知るために、以下に記すような冗長性係数（redundancy coefficient）を算出した。（Levine (1977)）

図1-7 麦の供給量の年次推移

図1-8 高血圧性疾患の年次推移

ここで、両変数群をX群、Y群とし、X群の第i正準変量を x_i 、Y群の第i正準変量を y_i 、i番目の正準相関係数を r_{ci} とする。(ここで、 $1 \leq i \leq K$ ・但しKは有意とされる正準相関係数の数) r_{ci} は x_i と y_i の相関係数であるから y_i の分散のうち、 x_i によって説明される部分の割合は r_{ci}^2 である。(この逆も成り立つ。すなわち、 x_i の分散のうち、 y_i によって説明される部分の割合は、 r_{ci}^2 である。)したがってX群の第i番目の正準変量 x_i によって説明

されるY群の分散の割合は、Y群の第i番目の正準変量 y_i の、Y群への寄与率 V_{ri} と、i番目の正準相関係数 r_{ci} の2乗 r_{ci}^2 との積、すなわち $r_{ci}^2 V_{ri}$ である。同様にして、Y群の第i番目の正準変量 y_i によって説明されるX群の分散の割合は、 $r_{ci}^2 V_{xi}$ である。この両者は一般に等しくない。さて、1番目の正準変量 x_1 、 y_1 にむいて、 y_1 がY群の分散のかなりの部分を説明しているとき(つまり、Y群の各変数の第1正準変量 y_1 への負荷が高い場

表5 正準相関分析の結果

第1変数群 (食料供給量)	正準変量1	正準変量2	正準変量3	正準変量4
米	-0.774	-0.594	0.128	0.117
麦	-0.609	0.765	-0.174	-0.001
いも	-0.890	0.373	0.133	0.137
豆	0.464	-0.688	-0.016	0.551
肉	0.984	-0.144	0.076	-0.013
野菜	0.838	-0.434	-0.295	-0.067
寄与率	0.608	0.293	0.026	0.057
累積寄与率	0.608	0.901	0.928	0.984
冗長性係数	0.606	0.289	0.024	0.040
第2変数群 (訂正死亡率)	正準変量1	正準変量2	正準変量3	正準変量4
全結核	-0.757	0.557	-0.131	-0.246
悪性新生物・食道	-0.240	-0.342	-0.577	-0.186
同・胃	-0.938	-0.222	-0.175	0.136
同・直腸	0.972	-0.075	-0.015	0.045
同・乳房	0.897	0.344	0.145	-0.027
高血圧性疾患	-0.181	-0.946	-0.065	-0.133
虚血性心疾患	0.861	-0.474	-0.153	0.019
脳血管疾患	-0.835	-0.493	-0.183	0.015
肝硬変	0.822	-0.209	0.270	0.239
寄与率	0.601	0.223	0.060	0.021
累積寄与率	0.601	0.824	0.883	0.905
冗長性係数	0.599	0.219	0.054	0.015

番 号	正準相関係数	χ^2	自 由 度	有意水準
1	0.998	245.3	54	0.000
2	0.991	147.3	40	0.000
3	0.949	77.1	28	0.000
4	0.836	37.6	18	0.004
5	0.785	17.2	10	0.070
6	0.227	0.9	4	0.925

合), x_1 が X 群の分散を殆ど説明していないとする。
(このとき, X 群の変数のうちの 1, 2 個の変数のみが x_1 への負荷が高い.) このような場合, もし正準相関係数の 2 乗 r^2_{ci} がかなり大きかったとすると, x_1 が与えられたとき, Y 群は全体としてかなり冗長であることになる。(しかしながら逆は成立しない.) つまり因子分析の用語で説明するなら, Y 群の共通因子が X 群の特殊因子によって説明されることになる。(Levine (1977)) 表 5 に示されるように, 今回の分析では冗長性係数は両群についてほぼ対称であった。

表 5 ならびに図 2, 3 より, 正準変量負荷量のパターンを第 1 群 (食料供給量) についてみると, 第 1 正準変量への負荷が高いのは, 肉, 野菜(正), いも (負) であり, 第 2 正準変量への負荷が高いのは, 米, 豆 (正), 麦 (負) であった。同様にして第 2 群 (訂正死亡率) の正準変量負荷量のパターンをみると, 第 1 正準変量への負荷が高いのは, 乳房, 直腸の悪性新生物, 虚血性心疾患(正), 胃の悪性新生物, 脳血管疾患 (負) であり, 第 2 正準変量への負荷が高いのは, 高血圧性疾患(正),

全結核 (負) であった。

V 考 察

第 2 次大戦後の我が国の食生活や死亡構造が変わったことはこれまでも指摘されている。しかしこれらの指摘は, 個々の食品群の供給量や摂取量, あるいは個々の疾患の死亡率の変化をもとにして, 何卒ごろから増加したとか減少したとかいった記述の域を出ない場合が少なくない。本研究においては, “ある期間内は一定の増加率ないし減少率を示す” ことを仮定して分割直線をあてはめることにより個々の変数についてその年次推移に変化が生じた点を示すことが出来た。なお, 分割直線は細分した方が当てはまりがよくなるが, 26 年分のデータにおいて 4 分割以上の分割が必要であるものは, そもそも分割直線を用いることが適当であるとは考えにくいし, 4 分割以上では分割直線をあてはめることの利点が認めがたいので, 3 分割を限度とした。

食料供給量や死亡率の年次推移は図に示される

図2 正準変量負荷量の平面図
第1変数群 (=食料供給量)

図3 正準変量負荷量の平面図
第2変数群 (=訂正死亡率)

ように、おおむね良好なあてはまりを示しているが、中には必ずしもそうではないものもある。食料供給量では、豆、みそ、しょう油はその年次推移が極めて不安定であり、ある年度においてはそれまでの傾向と断絶したような値をとることがある。

一方死亡率では、口腔・咽頭や乳房の悪性新生物のあてはまりがよくない。これらは分割直線ではその年次推移が十分に説明出来ないものである。死亡数が少ない疾患ではその年次推移が不安定になることは十分予想されるが、同じように死亡数が少ない疾患であっても、白血病や脾臓の悪性新生物は良好なあてはまりを示している。従って、単に死亡数に依存した問題であるとは言いがたく、疾病それ自体および診断技術等の諸問題との関連で考えられなければならないと思われる。なお、全結核、胃、気管・気管支・肺の悪性新生物、白血病の年次推移は、比較的単純な曲線をあてはめることが出来るように思われたが、今回はすべて分割直線を用いた。

さて、各変数の年次推移をⅠ型からⅤ型までの5種類に分類したわけであるが、そのうち、Ⅰ型、Ⅱ型については、同じ単調増加(ないし単調減少)といっても、増加率まで考慮すると上に凸のタイプ、下に凸のタイプ、S字型のタイプなどが考えられるが、6タイプ以上の細分は類型化の目的に反するので、今回はそこまで細分化しなかった。次に、Ⅲ型、Ⅳ型に分類されたものについてであるが、いもの供給量の推移は、1番目の区間においては2番目以降の区間に比べて変動が大きく直線のあてはまりがよくないのでこの型の典型とは言いがたく、Ⅱ型に近いとも考えられる。

一方死亡率では、食道の悪性新生物は観察期間を通じてほぼ一定の値を保っているものと思われる極値を持つとするのが適当であるかは明らかでない。また、糖尿病は昭和30年代中頃から40年代中頃にかけて急激に増加したものが、40年代後半から安定してきたとはいえ、すでに減少傾向にあるかどうかは明らかではない。さらに、直腸の悪性新生物のように3番目の短い区間だけ減少傾向の

もの、あるいは大腸の悪性新生物のように1番目の短い区間だけ減少傾向にあるものは、いずれも全期間を通じて単調増加であるとして、Ⅰ型と考えた方が適切であるかもしれない。なお、分割直線のあてはめを通して屈曲点に注目し、食料供給の屈曲点が死亡率のそれに常に先行しており、しかも疾患の食物要因をうまく説明するものであることを期待したが、成績からもわかるようにそうならなかった。

さて、各年の食料供給量と訂正死亡率との関連について、正準相関分析により検討した。正準相関分析では寄与率にはあまり触れていない例が多いようであるが、実際に使用出来る正準変量の対の数は一般的に、統計的に有意とされる正準変量の対の数よりも少ないという指摘もあるので(Levine(1977)), 寄与率も調べた。その結果、どちらの群においても第2正準変量までの寄与率は十分に大きかったので、統計的に有意な正準変量の組は4組得られたが、実際的な見地からは、はじめの2組について検討すれば十分であると考え、これらについてのみ検討した。なお、冗長性係数は両群についてほぼ対称であった。

第1正準相関係数と第2正準相関係数は高い値を示しており、両変数群には密接な関連があることがわかる。また、正準変量負荷量のパターンは主成分負荷量のパターンとよく似ている。したがって正準変量負荷量の平面図において、第1変数群(食料供給量、図2)では、肉、野菜の周囲には乳類、果実、酒、魚介、砂糖、油脂、卵などが位置していると想定出来るし、第2変数群(訂正死亡率、図3)では、虚血性心疾患、肝硬変、直腸、乳房の悪性新生物の付近に、白血病、気管・気管支・肺、脾臓、大腸の悪性新生物、糖尿病などが位置していると想定出来る。

米は正準変量負荷量の平面図において、第2象限に位置している。一方、第2象限に位置している疾患としては、高血圧性疾患、脳血管疾患、胃、食道の悪性新生物があげられる。これらのうち、脳血管疾患、胃の悪性新生物については、米の摂取との関連が従来言われているが(児島(1966)、

小澤(1973), 佐々木(1960, 1978), 上島, 他(1974), 柳川, 他(1976), 柳井, 他(1977)), これは米の多食が他の栄養素とのバランスの失調や, 漬物, みそ汁といった塩分を大量に含む食品の多食を伴うことによるとされている. このような食物の摂取を論じるにあたっては, 食品群相互の関連を考慮しなければならないことは, 豊川ら(1975)のすでに指摘するところである. また, 正準変量負荷量の平面図において, 米は肉とほぼ正反対に位置しているが, 脳血管疾患においては, 米の多食や塩分の過剰摂取とともに, 動物性たん白質の不足も関与しているとする指摘(児島(1966))に適合すると考えられる. 第1象限と第4象限についてみると, 正準変量負荷量の平面図では第4象限に位置する食品群はない. しかし, 食料供給量, 死亡率ともに主成分負荷量のパターンと正準変量負荷量のパターンとの類似性から, 横軸の右端付近には第1象限と第4象限にまたがって多くの変数が密集していると想定出来る. すなわち, 図2において, 肉, 野菜の付近には, 油脂, 乳類, 卵, 砂糖, 果実などが位置していると考えられ, 図3では, 直腸, 乳房の悪性新生物, 虚血性心疾患, 肝硬変の付近には, 大腸, 膵臓の悪性新生物, 糖尿病などが位置していると考えられる. これらの食品群ならびに疾患は, 欧米型の食生活や死亡構造に特徴的なものであり, ここに見出された両者の関連は, 食物摂取と死亡率の国際比較(Alcantara(1976), Masironi(1970), Wynder(1969), Wynder, Hirayama(1977)や, ハワイの日本人移民を対象とした研究(Haenszel, 他(1972, 1973))などにより指摘されていることと一致している.

本研究でいう関連は各年の供給量と死亡率との相関関係で, 年次推移の類似性に基礎をおいているので, これから食生活と健康について因果関係的な結論を引き出すことは出来ない. また, 疾患相互の関連性についても変動傾向の類似性が直ちにそれらの病因論的成り立ちの類似性を意味するものではないことは言うまでもない. なお, 食料供給量と死亡率の2変数群の関連ということで, それぞれの群を構成する個々の変数について, 数

量的に細かく検討した結果を述べることはしなかったが, 食料供給量と死亡率の変化およびそれらの間の関連を, 分析方法を工夫することにより, 視覚的にも示すことが出来た.

VI ま と め

1) 昭和26年から51年までの各年の15食品群の供給量ならびに16種類の疾患の死亡率に, 年度を説明変数とする分割直線をあてはめ, 多くの変数において良好な当てはまりを見た.

2) 上記の結果に基づいて, 各変数の年次推移を5種類に分類した.

3) 食料供給量ならびに死亡率のそれぞれについて主成分分析を行ない, 年次推移のパターンにより各変数の特徴を抽出した.

4) 主成分分析の結果に基づいて選択した変数を用いて, 食料供給量と死亡率の関連を検討するために正準相関分析を行なった.

5) 正準相関分析の結果得られた正準変量負荷量のパターンは, 食料供給量, 討正死亡率ともに上述の主成分負荷量のパターンとよく似ていた.

6) 第1, 第2正準相関係数の値は極めて高く, 食料供給量と死亡率には密接な関連があることが示された.

7) 正準変量負荷量の平面図上に変数を位置づけることにより, 食品群と疾患の対応が示されたが, それらはこれまでの研究によって指摘されてきたものとほぼ一致していた. なお, これは食品群を取り上げたものであって, 各々の食品を取り上げたものではないことを強調せねばならない.

文 献

- 赤池弘次(1976): 情報量基準とは何か, 数理科学, 153, 5-11
- Alcantara, E. N. & Speckmann, E. W. (1976): Diet, Nutrition and Cancer, Am. J. Clin. Nutr., 29, 1035-47
- Haenszel, W. et. al. (1972): Stomack cancer among Japanese in Hawaii, J. Natl. Cancer Inst., 49, 969-88

- Haenszel, W. et al. (1973) : Large-bowel cancer in Hawaii Japanese, J. Natl. Cancer Inst., 51, 1765-79
- Hirayama, T. (1978) : Epidemiology of breast cancer with special reference to the role of diet, Preventive Medicine, 7, 173-95
- Hudson, D. J. (1966) : Fitting segmented curves whose join points have to be estimated, J. Am. Statist. Ass., 61, 1097-129
- 児島三郎(1966) : 秋田地方を中心とした脳卒中の特異性, 日本公衛誌, 13, 907-24
- Levine, M. S. (1977) : Canonical analysis and factor comparison, Sage Publications
- 丸地信弘(1973) : 腺がんに関する疫学的展望, 日本公衛誌, 20, 509-24
- Masironi, R. (1970) : Dietary factors and coronary heart disease, Bull. Wld. Hlth. Org., 42, 103-14
- 三宅一郎(1977) : SPSS統計パッケージⅡ解析編, 東洋経済新報社
- 中村元臣(1968) : 冠・脳動脈硬化の地理病理学的特徴と成因, 日本医事新報, 2319, 9-13
- 小澤秀樹(1973) : 脳卒中の地域差と過去の食生活, 日本公衛誌, 15(6), 551-66
- 佐々木直亮, 他(1960) : わが国の脳卒中死亡率の地域差と関連のある栄養因子について, 農民栄養調査による分析, 日本公衛誌, 7, 1137-43
- 佐々木直亮(1978) : 高血圧と食塩摂取, 栄養と食糖, 31(4), 301-10
- 芝祐順(1975) : 行動科学における相関分析法 (第2版), 東京大学出版会
- 竹内啓, 柳井晴夫(1972) : 多変量解析の基礎, 東洋経済新報社
- 豊川裕之, 三宅由子, 伊藤雅治(1975) : わが国の食物摂取に関する研究 (第1報) 全国規模の分析, 日本公衛誌, 22(10), 571-8
- 上島弘嗣, 合田良子, 古川美枝子(1974) : 脳卒中和栄養, 成人病, 14(1), 42-54
- Wynder, E. L. (1969a) : Environmental factors of cancer of the colon and rectum, Cancer, 23, 1210-20
- Wynder, E. L. (1969b) : Identification of women at high risk for breast cancer, Cancer, 24, 1235-40
- Wynder, E. L. and Hirayama, T. (1977) : Comparative epidemiology of cancers of the United States and Japan, Preventive Medicine, 6(4), 567-94
- 柳川洋, 橋本勉, 福富和夫, 他(1976) : 循環器疾患死亡率の地域格差と食品摂取に関する統計的検討, 日本公衛誌, 23(11), 711-9
- 柳沢健一郎, 石川善紀, 伊藤治, 他(1974) : 日本人の血圧とその関連因子に関する検討, 厚生指標, 21(10), 30-9
- 柳井晴夫, 他(1977) : 胃がんの Risk Factor に関する統計的分析, 日本公衛誌, 24, 547-56

(受稿1981. 4. 15)