共分散分析的手法による分娩経過の解析

三 宅 章 彦*

THE ANALYSIS OF THE PARTURITION PROCESS BY THE METHOD OF COVARIANCE ANALYSIS

Akihiko MIYAKE*

The anticipation of the time of parturition was tried by the multiple regression based on items which indicated the advance in pregnancy toward parturition. Four multiple linear regression function of $\log T$ were prepared for anticipation in primiparous women before and after the rupture and in multiparous women before and after the rupture, respectively, where T express the interval between the time when each item was measured and the time of parturition.

Parturition Process was very different for each individual. But by the similar method as the Covariance Analysis, it was ascertained that the difference was sufficiently expressed by constant which vary with each individual and linear coefficient were common to each individual.

1. 緒 言

分娩時に産科医は、児の娩出が何時ごろになるかを、長い間の臨床経験によって、判断していた。それは児の下降度や陣痛の強弱など数多くの臨床所見を総合判定したものであり、したがって必ずしも正確なものではない。最近 partogram という分娩経過を図表化する手段があらわれ、産科臨床データを客観的に見ていこうとする方式が賞用されている。これも児娩出の予測を少しでも正確にしようとする意図からであろう。このように児娩出の時刻を予測するために数理的手段を用いることは、たしかに一つのいい方法である。今日ではいろいろの事象の予測が数理的手法によって行われており、例えば総選挙の結果や市場の状況の予測があり、また実地臨床でも木村 (1962) の心電図自動解析、古川 (1976) の確率モデルによる老化現象の解析、池 (1972) の線形判別関数による新生児仮死の予測、井上 (1974) の制御理論による糖尿病予後の判定などである。

今日まで分娩時刻の予測についても、数理的处理による報告はいくつか見られている。(Koller (1950), Cus-

mano (1955), Schwalm (1957), 石原 (1962), 一条 (1973), 今井 (1972), 久宮 (1973), 山本 (1973), 山本 (1973)).

しかし、それらの多くはただ一つの項目 (例えば、子宮口開大あるいは陣痛など) を用いた分析に過ぎなかった。そこで分娩時刻を予測とするうえに関係ありと思われる多数項目の情報を総合的に用いれば、より確度を高め得るであろう。この点について今回、塚本¹⁾ ははじめて多変量解析の手法を用い、できるかぎり計量的な観測項目を取り上げ、重回帰分析による分娩時刻予測式の作成をこころみ、それが実地臨床に有用であるか否かの検討を行った。

この場合臨床経験の立場から、初産、経産、破水前、破水後の四つの組み合わせのグループ分けを行い、それぞれの予測式を作っているが、果たしてその必要性があるか統計数理的に検討をこころみる必要がある。さらにまた、塚本は重線形重回帰分析をそのまま適用しているので標準的な分娩経過像を得ることは成功しているが、個人差の多い分娩時刻の予測には改善の余地がある。そこで個人ごとの分娩遅速の傾向を考慮した手法を

* 日本医科大学基礎科学数学教室 (Nihon Medical School, Fundamental Science, Mathematics.)

1) 「日本医科大学誌」昭和 52 年 8 月に掲載予定。

模索したところ、共分散分析的な重線形回帰の理論に到達した。具体的に言えば、重線形回帰予測式において、個人ごとに定数項を変化させて、遅速傾向を表現する。これにより、定数項を個人ごとに変えない普通の重線形回帰予測式に比して、段格の改善を示せた。このようにして、産科臨床の実態に沿うべく本研究を企てた次第である。

2. 研究方法

2.1 対象症例

日本医科大学附属第2病院産科病棟ならびに医療法人キリスト教伝導会衣笠病院産科病棟において正常分娩した119例について、時刻を変えて複数回計測したデータ計595サンプルを分析対象とした。症例はCPDを示さないもの（児は3,800 gr以下、骨盤外計測、または骨盤X線計測で正常値を示したもの）、分娩経過中に胎位、胎向、胎勢の異常を示さず、前方後頭位で出生したものに限った。

これらの症例は、初産、経産、破水前、破水後で四つの場合に分けると次のようになる。

初産	61例	349 サンプル
初産破水前	43例	137 サンプル
初産破水後	55例	212 サンプル
経産	58例	246 サンプル
経産破水前	41例	100 サンプル
経産破水後	54例	146 サンプル

なお1症例について5回以上計測した症例については、次のようになる。

初産	42例	281 サンプル
初産破水前	10例	62 サンプル
初産破水後	20例	122 サンプル
経産	19例	118 サンプル
経産破水前	3例	18 サンプル
経産破水後	7例	41 サンプル

2.2 計測項目

日本医科大学附属第2病院産婦人科から呈示された、次の10項目を検討の因子とした。

- i) 年齢 (x_1)
- ii) 陣痛持続時間 (x_2)
- iii) 陣痛間欠時間 (x_3)
- iv) 胎児心拍数 (x_4)
- v) 子宮口開大 (x_5)
- vi) 子宮口硬度 (x_6)
- vii) 子宮頸の厚さ (x_7)

- viii) 子宮口の位置 (x_8)
- ix) 子宮腔部展退度 (x_9)
- x) 腔入口—先進部間距離 (x_{10})

各個人ごとの重回帰分析を行うには、計測回数が変量項目より2以上多くなければならない。そこで、临床上からおよび数理統計上からもっとも重要と思われる次の3項目に変量を限定して、対象症例を確保した。

陣痛間欠時間	x_3
子宮口開大	x_5
腔入口—先進部間距離	x_{10}

なお上記各項目の所見を求めた時点から、児娩出時刻までの時間を以下 T として記載する。

2.3 分析のモデル

595 サンプルのデータを分類する要因として、a) 初産、経産、b) 破水前、破水後、c) 個人別、が考えられる。a), b), c) の組み合わせで種々の分類が考えられる。例えば a) で分類すれば、初産と経産の2グループになるし、a), b) で分類すれば、初産破水前、初産破水後、経産破水前、経産破水後と四つのグループになる。c) のみならば、61+58=119 グループとなる。

このように n グループに分割されたデータに対して、図1に示されたような3種の重線形回帰分析が考えられ

図1 各分析手法の関係

る。グループ分け要因を無視して同一の回帰式を求める i), グループごとに別々の回帰式を求める iii), i) と iii) の中間としてグループ分け要因を定数項の違いで表現して, 1 次係数を共通にした回帰式を求める ii) である。

ここで, i) ii) iii) のどれを求めるのが妥当であるかが問題となる。i) を ii) の水準まで精密化することに意味があるかどうかは, 図 1 の定数項 a, b, c, d を使った帰無仮説,

$$H_0; a_1 = a_2 = \cdots = a_n$$

の検定問題に帰着できる。同様に ii) を iii) に精密化すべきかは, 帰無仮説,

$$H_0; a_1 = a_2 = \cdots = a_n, b_1 = b_2 = \cdots = b_n,$$

$$c_1 = c_2 = \cdots = c_n,$$

の検定となる。これらの仮説検定は, 図 2 に示す考えにもとづき分散分析表を作製し, F 統計量により検定を行える。この分散分析は通常のものとは異なっており, ベクトル空間における正射影という概念 (柳井 (1972)) で問題を整理した後, それに適応した形に再編成したものであり, 検定手法としては, 今回著者が新たに案出したものである。

3. 分析結果

3.1 診察時から児娩出までの時間 (T) と診察項目との単相関数について

年齢 (x_1) 陣痛持続時間 (x_2) 陣痛間欠時間 (x_3) 胎児心拍数 (x_4) 子宮口開大 (x_5) 子宮口硬度 (x_6) 子宮頸の厚さ (x_7) 子宮口の位置 (x_8) 子宮腔部展退度 (x_9) 膣入口—先進部間距離 (x_{10}) と, 診察時から, 児娩出までの時間 (T) および $\log T$ との単相関係数を, それぞれ求めると表 1 のようになった。

以上のうち単相関係数の大きい $x_3, x_5, x_6, x_7, x_9,$

表 1 単相関係数

	T	$\log T$
x_1	-0.02	-0.01
x_2	-0.00	-0.04
x_3	0.53	0.49
x_4	0.10	0.17
x_5	-0.49	-0.76
x_6	-0.31	-0.59
x_7	-0.35	-0.58
x_8	-0.10	-0.16
x_9	-0.40	-0.36
x_{10}	0.48	0.72

x_{10} の 6 項目を選び, T の重線形回帰分析, T の 2 次回帰分析, $\log T$ の重線形回帰を求めると, 寄与率がそれぞれ 0.447, 0.486, 0.646 となり, 三つの分析法のうち 3 番目が最良となった。計算の便宜上 $\log T$ を 100 倍して, $100 \log T$ の重線形回帰分析を以下行う。

3.2 一般重線形回帰分析について

陣痛間欠時間 (x_3), 子宮口開大 (x_5), 膣入口—先進部間距離 (x_{10}) による児娩出までの時間 (変換して 100

1) 重線形回帰理論

$$N \text{ 々のサンプル } (T, X) = \begin{pmatrix} t_1 & x_1 & \cdots & x_{1P} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ t_N & x_N & \cdots & x_{NP} \end{pmatrix}$$

で重線形回帰分析する

N 次元ベクトル空間 V の中で, ベクトル T を X の列ベクトルで張られる部分空間 $V(X)$ に正射影する。

2) F 検定の理論

$$V(X_1) \subset V(X_2),$$

(T, X_1) と (T, X_2) の重線形回帰式が一致する。

T ; 正規分布

$V(X_2)$ に対する V 内の直交補空間への T の正射影 T_1

; 平均 0 の γ_1 次元正規分布

$$\gamma_1 = N - \dim V(X_2)$$

$V(X_1)$ に対する $V(X_2)$ 内の直交補空間への T の正射影 T_2

; 平均 0 の γ_2 次元正規分布

$$\gamma_2 = \dim V(X_2) - \dim V(X_1)$$

コクランの定理

$$T_2' \cdot T_2 / T_1' \cdot T_1; = \text{自由度 } (\gamma_2, \gamma_1) \text{ の中心 } F \text{ 分布}$$

図 2 分析の理論 1), 2)

寄 与 率 R^2	0.584	重 相 関 係 数 R	0.764
-------------	-------	---------------	-------

iii)

a) 初産破水前

$$0.24x_3 - 1.56x_5 + 2.12x_{10} + 471$$

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	641844	3	213948
残 差	988269	133	7430
総 変 動	1630114	136	

寄 与 率 R^2	0.393	重 相 関 係 数 R	0.627
-------------	-------	---------------	-------

b) 初産破水後

$$0.43x_3 - 0.72x_5 + 3.28x_{10} + 333$$

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	2643712	3	881237
残 差	1580638	208	7599
総 変 動	4224350	211	

寄 与 率 R^2	0.625	重 相 関 係 数 R	0.791
-------------	-------	---------------	-------

c) 経産破水前

$$0.19x_3 - 3.94x_5 - 0.22x_{10} + 646$$

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	363424	3	121141
残 差	614712	96	6403
総 変 動	798136	99	

寄 与 率 R^2	0.371	重 相 関 係 数 R	0.609
-------------	-------	---------------	-------

d) 経産破水後

$$0.34x_3 - 0.88x_5 + 2.76x_{10} + 284$$

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	1481520	3	493839
残 差	1074780	142	7568
総 変 動	2556300	145	

寄 与 率 R^2	0.579	重 相 関 係 数 R	0.761
-------------	-------	---------------	-------

ンプル, 初産破水後 55 例, 212 サンプル, 経産破水前 41 例, 100 サンプル, 経産破水後 54 例, 146 サンプルが iii) である。

3.3 重線形回帰分析のグループ別の可否について

初産, 経産, 破水前, 破水後のグループ別にした方が娩出時刻を予測するうえに精度が高いか否かを求めた

め, 表 2 の i) 式と ii) の二つの式がまったく同一であるという帰無仮説の検定を, 図 1 および図 2 に示すような著者の考え方から導いた F 統計量で行うと以下のような成績になる。すなわち, F 統計値は,

$$F_{587}^4 = 35.20^{**}$$

となり, 初産の場合と経産の場合とで別々に重線形回帰分析することの妥当性が示された。

同様にして ii) と iii) から,

$$F_{331}^4 = 2.46^*$$

$$F_{238}^4 = 5.55^{**}$$

という結果が得られ, 初産破水前, 初産破水後, 経産破水前, 経産破水後の四つのグループに分けて分析した方がよいことが示された。

3.4 個人の傾向を考慮した重線形回帰分析について

前節で得られた重線形回帰式は, それぞれのグループにおける標準的な分娩経過を示すものであり, したがって, 個々の症例についての情報は埋もれている。これに対して, 個々の症例ごとに重線形回帰分析を施して, それらを総合した結果が, 表 3 の ii) の分散分析表である。

以上の如く, 標準的回帰式を表 2 の iii) で考え, また各症例ごとに別々な回帰式を表 3 の ii) で考えたが, 次にその中間として, 全症例に共通な標準的 1 次係数を持ち, 定数項は症例ごとに変わる回帰式ができないか検討した。このような分析手法として, 図 1 および図 2 に示

表 3 個人傾向を考慮した重線形回帰分析

i)

a) 初産破水前

$$0.02x_3 - 1.26x_5 + 2.88x_{10}$$

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	1429749	45	31772
残 差	200365	91	2201
総 変 動	1630114	136	

寄 与 率 R^2	0.877	重 相 関 係 数 R	0.936
-------------	-------	---------------	-------

b) 初産破水後

$$0.15x_3 - 1.00x_5 + 3.13x_{10}$$

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	3676341	57	64497
残 差	548009	154	3558
総 変 動	4224350	211	

寄 与 率 R^2	0.870	重 相 関 係 数 R	0.932
-------------	-------	---------------	-------

c) 経産破水前

$$-0.06x_3 - 2.45x_5 + 2.27x_{10}$$

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	867713	43	20179
残 差	110423	56	1971
総 変 動	978136	99	

寄 与 率 R^2	0.887	重相関係数 R	0.941
-------------	-------	-----------	-------

d) 経産破水後

$$0.23x_3 + 0.91x_5 + 3.01x_{10}$$

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	2247174	56	40128
残 差	309126	89	3473
総 変 動	2556300	145	

寄 与 率 R^2	0.879	重相関係数 R	0.937
-------------	-------	-----------	-------

ii)

a) 初産破水前

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	1601491	113	14172
残 差	28623	23	1244
総 変 動	1630114	136	

b) 初産破水後

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	4118350	168	24513
残 差	10600	43	2465
総 変 動	4224350	211	

c) 経産破水前

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	949962	93	10214
残 差	28174	6	4695
総 変 動	978136	99	

d) 経産破水後

	S. S.	D. F.	M. S.
回帰による変動	2524390	112	22539
残 差	31910	13	2454
総 変 寄	2556300	145	

されような共分散分析理論が考えられる。ただ目的が分散分析から回帰分析に変わっている。

この分析を初産破水前 43 例, 137 サンプル, 初産破水後 55 例, 212 サンプル, 経産破水前 41 例, 100 サンプル, 経産破水後 54 例, 146 サンプルに施した結果は, 表 3 の i) に示すとおりである。

3.5 定数項を変えた重線形回帰予測式の臨床価値について

表 2 の iii) に示された標準的回帰式と, 表 3 の i) に示された個人ごとに定数項を変えた回帰式とが, まったく同一であるという帰無仮説は, 図 1 および図 2 に示す考え方による F 統計量で検定される。

四つの場合について,

$$F_{91}^{42} = 8.52^{**}$$

$$F_{154}^{54} = 5.37^{**}$$

$$F_{56}^{40} = 6.39^{**}$$

$$F_{89}^{53} = 4.15^{**}$$

となり仮説は有意水準 1% で棄却され, 個人ごとに定数項を変えることに意義が見出される。

次に, 個人ごとに定数項を変えた回帰式 (表 3 の i)) と個人ごとに作られる回帰式 (表 3 の ii)) とが, まったく同一であるという帰無仮説は,

$$\text{初産破水前} \cdots \cdots F_{23}^{68} = 2.02^*$$

$$\text{初産破水後} \cdots \cdots F_{43}^{111} = 1.61^*$$

$$\text{経産破水前} \cdots \cdots F_6^{50} = 0.35$$

$$\text{経産破水後} \cdots \cdots F_{13}^{76} = 1.48$$

すなわち, 初産破水前, 初産破水後の場合は 5% の有意差があり, 経産破水前, 経産破水後の場合は有意差がない。

3.6 定数項を変える重線形回帰予測式のグループ分けの可否について

定数項を変える回帰式が前述の中でもっとも臨床に則した結果となったが, 個人ごとに定数項を変えるなら 4 通りのグループに分ける必要がないかもしれぬ。そこで次の場合についての検討をこころみた。

i) グループに分けず, すべてに共通な 1 次係数を持ち, 定数項のみを個人ごとに変える回帰式

ii) グループに分けず, すべてに共通な 1 次係数を持ち, 定数項のみを個人ごとに, さらに破水前と破水後に変える回帰式

iii) 初産, 経産で二つのグループに分けて, 各グループ内で共通な 1 次係数を持ち, 定数項を個人ごとに変える回帰式

iv) 破水前、破水後で分けない、個人ごとの回帰式前のを合わせると 21 通りの重線形回帰分析を考えたことになるが、これらの中には精密化傾向または細分化傾向によって(半)順序関係が存在し、その精密化または細分化が有意義かどうかの F 検定が、図 1 および図 2 のとおりに考えられ、その結果を図示したものが図 3 である。三つの文字のうち、最上段は初産、経産の分類を示し、中段は破水前、破水後を示し、最下段は個人別、症例別を示している。○じるしは分類を無規することを、◎じるしは分類を定数項の変化だけで表現することを、●じるしは個人別症例別の分類を意味している。

図から読み取れることは、初産、経産、および破水前、破水後によって四つの場合に分けて、定数項を個人ごとに变化する重線形回帰分析まで、精密化または細分化することが有意義であり、個人ごとに別々の重線形回帰分析を行うことは必要でないという結論である。

4. 考 察

臨床医学の領域において、数理分析法を応用して診断をこころみた業績としては、わが国においても木村ら(1962)や岡島ら(1964)の心電図の自動診断を始めとし

て、脳障害や肝疾患の鑑別診断、腎疾患の予後判定など、多くのものを挙げることができる。(高橋(1969)、柳井(1976))。

産科領域においても、産婦が入院したとき、その時点から児娩出にいたるまでの時間と密接な関係がある諸情報を知ることができれば、実地臨床に大きな利益をもたらす。それゆえ数理分析法を用いてこの予測を行うことが、電子計算機利用の発展にともなってみられるようになり、わが国においても、三宅(1974)、諸橋(1969)、久保(1973)などがそれぞれの成果を報告している。

分娩時間の予測の精度を高めるには、関連のある項目を多く取り上げることが不可欠であり、その分析手法として、多変量解析を考えざるを得ない。そしてそれらのパラメータ、すなわち子宮口開大、陣痛間欠時間、腔入口ー先進部間距離等のデータは、観測時間間隔が不定期で、回数も少ない多変量データであり、目的変量が時間そのものであることにより、重線形回帰分析を採用する塚本の方法が妥当と思われる。

分娩時間の予測を行うにあたって、まず問題となるのは、分娩経過中のいかなる時点基準にして予測を行うかということである。従来の研究を見ると、山本(1973)は規則的な陣痛発作が 10 分間隔で起こるようになった時点をもって陣痛開始点となし、その後の経過時間と子宮口開大の関係から、児娩出までの時間を計算している。しかし陣痛間隔は単調に推移するものではなく、いったん 10 分になったとしても、そのあとふたたび 15 分、あるいは 20 分に逆もどりすることもあり、その時点をはっきり決めることは困難な場合がある。また陣痛間欠時間と子宮口開大とは完全に平行に進行するものではなく、今回の成績では、両者の単相関係数は、 -0.38 に過ぎなかった。したがって、陣痛間隔によって定めた出発点から、子宮口開大の経過を追跡することにはかなりの疑問がある。子宮口開大の経過を追うのであるならばむしろ子宮口開大が 2 cm になった時点のごときを基準点として用いる方が適当であると考えられる。鈴木(1964)は陣痛周期(発作時間+間欠時間)と子宮口開大の間に比較的良好な関係を見出している。子宮口開大が分娩経過をよく代表することは、著者の調べた結果から見ても異論のないところである。

しかし分娩時間の予測をでき得るかぎり正確に行おうとするなら、なるべく多くの変量項目を用いて総合的に処理するのが有利なことはいうまでもない。多数の臨床的項目を用いるほど、正しい予測に近づくことは、医学的にも常識である。さらにそのデータ処理にあたって多

図 3 各分類法の系統図と検定の結果

変量解析の手法を用いるのがもっともすぐれていることは、今日における定説である。そこで本論文では、分娩時間の予測は多変量解析の基礎理論である重線形回帰分析により、塚本もこれを採用して従来にないいい成績を得ている。

予測の数理的手法として、重線形回帰分析を用いるにしても、その適用の仕方には種々な方式がある。塚本は、初産と経産に分類し、さらに破水前、破水後で2分して、合わせて四つの場合について、重線形回帰分析をこころみている。このように分けることは臨床経験から見ても、異論のないところであり、今井ら (1972)、久宮ら (1973)、山本ら (1973) も4通りの分け方を採用している。前期、後期の分け方につき、久宮ら、山本らは、子宮口開大5cmをその境として、前期では時間 T を対数変換して $\log T$ とし、後期では対数の2乗変換して $\log(\log T)$ とすることが有効であると主張している。このように、分娩経過を二つに分けることは著者と共通の見解であるが、分娩時間の取り方が異なっている。すなわち従来までの諸家の報告では陣痛間欠時間が10分になった時点基準として時間 T を測り始め、時間 T につれて子宮口開大がどのような経過を示すかを追跡しており、今回の方式は子宮口開大その他の変量項目を計測した時点から児娩出までの時間を T としており、その点が異なる。言いかえると従来の方法における T は独立変数であり、時の経過とともに大きくなるのに対し、今回の方式における T は従属変数であって、時の経過とともに小さくなる。それ故に従来の諸家の主張する対数変換あるいは対数の2乗変換がそのまま今回の方式にあてはまるわけではない。

以上のように T の計測の方向が逆であるから、対数の2乗変換は採用できないが、単なる対数変換は必要である。鈴木、山本、久保も分娩時間の対数変換をしている。今回の研究成績からも同じ結論が得られた。さらにまた、 $\log T$ の採用は、誤差評価の面から見ても妥当と考えられる。すなわち、重線形回帰分析における最少2乗法は、目的変量（この場合は、 $\log T$ ）の絶対誤差の平方和を最少にする方法である。しかし、 $\log T$ の絶対誤差は、 T の相対誤差に他ならないから、 T の相対誤差の平方和を最少にする手法と言える。

T の適中の度合を評価するには、絶対誤差よりは相対誤差の方がよいことは、10時間と予測して1時間の誤差を生ずることと、60分と予測して6分の誤差を生ずることとを同等に評価することが合理的であることから見て明らかである。

以上のように、 $\log T$ の重線形回帰分析により予測するに際し、初産と経産に分類し、さらに破水前と破水後に2分することが臨床経験的に考えられ、塚本がその方法を取っている。このように、三つあるいは四つのグループに分けて分析することの必要性を、客観的に、推計学的に、今回たしかめることができた。それならば、さらに4グループに分けるのみでなく、個人的に別々な重線形回帰分析を行うことの方が、個人差の強い分娩経過に当てはまるかもしれない。たしかに塚本の方法は、四つのグループ内において全産婦の標準的な分娩経過を重線形回帰式の形で求め、これからはずれるものは異常分娩という考え方を示している。しかし求めるものは個人別に児娩出の時間をより正確に求めることにある。

ここに今回意図した新しい共分散分析的な発想がある。すなわち重線形回帰予測式において、個人ごとの分娩経過の遅速を、定数項の大小に集約的に表現し、各変量の係数を共通とすることである。

このように、重線形回帰分析の適用にあたり、個人を無視した標準像に関する回帰分析、個人差を定数項の違いで表視する回帰分析、個人毎に別々に行う回帰分析、といった三つのタイプが考えられ、図1に対応している。このうちのどれがもっとも妥当であるか、今回の結論によると、中間にあたる共分散分析的な重線形回帰分析が妥当な解析手法であった。これを示すには、図1および図2に示されているように、重線形回帰分析、共分散分析等の基礎となる数学理論に立ち戻り、理論の再構成が必要であった。(Draper (1966), Kshirsagar (1972), 柳井 (1972))。

この理論にもとづいて仮説検定をこころみるには、変量項目数が多すぎると適用可能な例が少なくなり精度が落ちるので、10個の変量項目のうちでもっとも寄与率が高い項目、陣痛間欠時間 x_3 、子宮口開大 x_5 、膈入口—先進部間距離 x_{10} に絞ることとした。これは実地臨床の経験からいっても妥当なことであり、Friedman (1955, 56, 66)、山本 (1973)、久保 (1973) もこの重要性を認めている。

今回の検討で、個人ごとに定数項のみならず3変数の係数も変える方式は、果たして意味があるかを F 統計量により検定したところ、経産破水前、経産破水後の場合は、5%の危険率でも仮説は棄却できず、個人ごとに別々に重線形回帰予測式の必要はなく、定数項だけを個人ごとに変えた式を作ればよいという結果が得られた。しかし、初産破水前、初産破水後の場合では、1%の危険率では棄却できないが、5%の危険率で棄却されるこ

となり、経産の場合のように単的に結論が出せない。

この場合、個人ごとに別々の回帰分析の手続きを詳しく検討すると、すべての個人について重線形回帰分析をこころみているわけではなく、5回以上計測を重ねている個人のみについて3変数の重線形回帰分析が行われていることがわかる。このことは、検定の理論においては自由度の面で調整されるので、問題がないが、5回以上も計測された症例は分娩遷延傾向を持つものであり、重線形回帰分析の行われなかった4回以下計測の症例との間に質的な差の存在が考えられる。このために、定数項を変えるだけでじゅうぶんか、それとも別々の重線形回帰式が必要であるかを問う上の検定においては、現実の姿以上に仮説が棄却される傾向を持つ、したがって、初産破水前、初産破水後の二つの場合において、仮説が5%の危険率で棄却されたが、これを割り引いて考える方が妥当であるかもしれない。

しかし、これら3段階の検定の結果からも、初産と経産の違いが汲み取れ、初産は経産より個人差が多いと考えられ、これは産科臨床の経験とよく一致する。この点から考えても、初産、経産、破水前、破水後と4分し、いずれの場合でも、個人ごとの分娩の遅速を定数項の違いで表現し、3変数の係数を共通とした重線形回帰予測式を考えることが適当であると考えられる。今回分娩時間の個人差の著しいことを考え、初産、経産、破水前、破水後、個人別といった要因の種々の組み合わせについて総合的な検討を図3のように行った。この図3から読み取れる結果も、上述の結論と一致してくる。

結 語

児の娩出される時刻を、分娩進行と関係の深い諸因子を用い、重線形回帰により予測する式を作成した。今回はとくに分娩時間の個人差の大きいことにかんがみ、共分散分析と密接な関係にある重線形回帰分析をこころみた。その内容は次のとおりである。

1) 児娩出までの時間 (T) の予測には、 $\log T$ の重線形回帰がすぐれており、とくに分娩進行と関係の深い因子として陣痛間欠時間、子宮口開大、膈入口一先進部間距離の3項目を取り上げた。

2) 児娩出までの時間 (T) と、これらの計測値の関係を検討するに、初産と経産、破水前と破水後で著しく態度が異なった。よって、初産破水前、初産破水後、経産破水前、経産破水後の4通りの場合に分け、それぞれのグループに重線形回帰予測式を作製することの妥当性を、 F 統計量による検定で示唆した。

3) 個人ごとの分娩経過の遅速を表現するものとしては、重線形回帰予測式の定数項でじゅうぶんである。すなわち変数の係数は共通でいいことが、 F 統計量により、共分散分析的に検定し、確定された。この場合、初産破水前、初産破水後、経産破水前、経産破水後の四つのグループに分けて、個人ごとに定数項の変わる重線形回帰予測式を作製することの妥当性が示された。その際の寄与率は、0.877, 0.870, 0.887, 0.879 のきわめて高い値になった。

本論文の要旨は第13回日本ME学会において発表した。稿を終わるに臨み、日本医科大学第2産婦人科学室岡一教授に深謝いたします。また検査対象の御提供を頂いた附属第2病院産婦人科塚本光志助手はじめ教職員一同に感謝いたします。

参 考 文 献

- Cusmano, L. Ferrario, E. (1955). Premiers résultats de votre expérience sur l'enregistrement Graphique de l'évolution de l'accouchement. *Gynécologie*, **141**, 93-113.
- Draper, N.R. Smith, H. (1966) Applied Regression Analysis. John Wiley and Son. New York
- Friedman, E.A. (1955). *Obst & Gynec.*, **6**, 567
- Friedman, E.A. (1956) *Am. J. Obst & Gynec.*, **71**, 1189.
- Friedman, E.A., *Obst & Gynec.*, **28**, 4, 495-501.
- 古川俊之, 高杉成一, 井上通敏, 梶谷文彦, 稲田 紘, 堀 正二, 武田 裕 (1976) 現代環境における老化のモデル, 行動計量学, **3**, 2, 12-22.
- 久宮 雄, 大橋克洋, 竜 誠之助, 服部光顕, 佐藤義弘 (1973) 分娩経過と所要時間, 特に遷延分娩の検討について, 日本産科婦人科学会関東連合地方部会会報第17号第8群分娩 (II) 38.
- 池 洵 (1872) 分娩時フィータルディストレスの数学的解析による診断について, 産婦人科の世界, **24**-10.
- 石原 力 (1962) 分娩経過図 (パルトグラム) による分娩の分析, 日産婦誌, **14**-8, 686.
- 一条元産 (1973) いわゆる難産—遷延分娩, 現代産婦人科学大系 1613, 中山書店
- 井上通敏, 高杉成一, 古川俊之, 阿部 裕 (1974) 疾病予後の予測と制御 行動計量学, **1**-1, 55-61.
- 今井史郎, 作村 晃, 芹生順一, 川村泰弘, 三宅 馨, 倉智敬一 (1972) 分娩監視装置と持続流入ポンプの併用による分娩進行の制御に関する研究, 第11回日本ME学会大会予稿集, **6**, 1-2, 191-192.
- 木村栄一 (1962) 電子計算機による心電図診断, 最新医学, **17**, 794-804.
- 木村栄一, 壬生倉裕, 三浦 茂, 御穂保正, 安藤雅子

- (1962) 電子計算機による心電図の診断, 日本臨床 20, 2293-2305.
- Koller, T. Abt, K (1950) Das Vertikale Partogramms zusätzliche Kontrolle des Geburtsverlaufes. *Gynecologia*, **130** 6, 419-424.
- Kshrsagar (1972) Multivariate Analysis. Dekker, New-York
- 久保武士, 康華 武, 坂元正一 (1973) ミニコンピュータによる CPD 診断, 第 25 回日本産科婦人科学会総会第 IV 群 ME, 診断, 検査 123.
- 諸喬 侃 (1969) 胎児心電波型の研究—電子計算機による自動診断とその分析について, 慶応医学, **46**.
- 岡島光治, 安井昭二, 外畑 巖, 古川 忠, 堀 一彦, 水野 康 (1964) 一次判別関数による心電図診断, 医用電子と生体工学, **2**, 252.
- Schwalm, H. (1957) Das Partogramm. *Geburtshu Frauenheilk*, **17**, 2, 105-121.
- 鈴木正勝 (1964) 子宮収縮に関する研究, 第 16 回日本産科婦人科学会報告
- 高橋脩正編著 (1969) 計算診断学, 東京大学出版会.
- 三宅章彦, 柳井晴夫 (1976) 計量医学の手法と関連分献, 数理科学, **161**, 61-68.
- 三宅章彦, 恵羅 博, 塚本光志, 室岡 一, 松下道雄 (1974) 分娩難易の数理的検討, 第 13 回日本 ME 学会大会資料集 I-F-143.
- 柳井晴夫, 竹内 啓 (1972) 多変量解析の基礎, 東洋経済新報社.
- 山本皓一, 安永洸彦, 宮沢 豊, 篠原秀隆, 坂井宏朗, 柴田 興, 山本俊郎, 木内偉仁, 佐藤直樹 (1973) 分娩経過と予後の逐次判定と優秀型分娩, 第 25 回日本産科婦人科学会総会第 V 群産科 (I) 62.
- 山本皓一 (1973) 棄却曲線による分娩経過の判定と優秀型分娩, 産科と婦人科, 40-12.