

## システム分析による過去の有病率の推定

青 木 国 雄

愛知県がんセンター研究所疫学部

遠 藤 昌 一

結核予防会結核研究所

受付 昭和 47 年 5 月 13 日

ESTIMATION OF PREVALENCE OF PULMONARY TUBERCULOSIS  
IN THE PAST BY SIMULATION ANALYSIS\*

Kunio AOKI and Shoichi ENDO

(Received for publication May 13, 1972)

It is inappropriate to compare the prevalence of active tuberculosis in the 1953 nationwide tuberculosis survey with that of 1958 or 1963, as the criteria for active cases in 1953 were different from that in 1958 or 1963.

The authors tried to estimate the prevalence of active cases in 1953 provided that the criteria in 1953 were the same as that in 1958 or 1963, by moving the system of our epidemic model of tuberculosis backward, which we have reported in 1970.

Various parameters during 1953 to 1958 were estimated as the same procedure during 1958 to 1968, and the other parameters are the same as before.

The initial situation was set at 1968. The output which the model generated has been examined comparing the results of nationwide tuberculosis prevalence survey in 1963 and 1958, and about the same figures could be obtained.

Then, the prevalence of active cases of tuberculosis estimated in 1953 was computed, and the results are as follows: Active cases with cavity were 632,400 and those without cavity 3,898,600, totalled 4,530,000 cases, that is 5.2% of general population. Comparing the above results with the figures in 1953 nationwide tuberculosis survey, the marked differences were obtained in the age groups 30 to 69. It may be caused by the difference of the criteria.

If the figures of prevalence during 1953 to 1968 are comparable, the reduction rates for the cases without cavity are 35% during 1953 to 1958, 30% during 1958 to 1963 and 25% during 1963 to 1968, and for the cases with cavity, they are 35%, 30% and 11%, respectively.

The other estimations were carried out under the conditions that the prevalence of active cases were the highest in 1955 during the study period, or the real prevalence in 1953 were 5,350,000, which were the sum of active and inactive cases in the 1953 nationwide tuberculosis survey.

Comparing various figures of prevalence estimated in 1953, the trend of prevalence in Japan was discussed.

\* From the Department of Epidemiology, Aichi Cancer Center, Research Institute, Nagoya-shi, Aichi Pref. 464 Japan.

はじめに

第 45 回日本結核病学会シンポジウムにおいて、「日本における結核症まん延のシステム分析」の演題で、結核実態調査成績を基礎に 1968 から 2013 までの有病率の将来予測とその要因について分析<sup>1)</sup>を行なった。そのさい 1958 年からスタートし、1953 年の結核実態調査資料は、1958 年以降と比べ診断基準、治療指針がかなり相違したと考えたため利用しなかつた。

結核実態調査成績に現われたように、1953 と 1958 の有病率が同じとは考えにくい他の疫学的事実が存在するので、もし 1953 の判定が 1958 以後と全く同じであつたとすれば、どのような有病者数であるかを、先に用いた疫学モデルによるシステムを 1968 から 1963, 1958 と 5 年ごとに逆算させて推計し、この間の有病率の推移の検討から戦後のわが国の結核まん延状況の実態を探ろうとした。

研究方法

疫学モデルは前回発表<sup>1)</sup>したものをそのまま用い、1968 から 1963, 1958 と逆算し、5 年ごとに結核実態調査結果と照合してほとんど差がないことを確かめた後 1953 の有病者数を算出した。

ある時点の各グループの有病者数から 5 年前の各グループの有病者数を算出する数式は前回の資料<sup>1)</sup>から誘導した(表 1)。

使用した統計資料と各種 parameter は 1968 から

1958 まで前回と全く同じで、1958 から 1953 も結核実態調査成績を基礎に算出し、人口や死亡率は人口動態統計を利用した。BCG 被接種者数は実態調査の成績をそのまま用い、防護効率は前回と同じく 50%、年間失効率 1% とし、移行率は 1958 の Data と比較し算出した。

感染率は各 5 歳間隔年齢階層別にみて、昭和 28~43 年まで linear に減少したものと考え逆行して推計した。

発病率および新発病者の有空洞率は 1958 から 1963 の期間と同率とした。

患者の経過は 1968 から 1958 までの各年齢階層別の推移から洞あり型は、不変、死亡、洞消失改善、洞消失略治、洞なし型は、死亡、空洞化、不変、略治の各 4 群に分け、それぞれ 1968 から 1958 の 10 年間の推移から回帰式を用いて逆に推計した。その他の parameter は 1958 から 1963 の間と同じ数値を用いた。

このシステムでは 75 歳以上は 1 群としたため逆算のための移行率が決めにくく、したがって 70~74 歳までを計算し、75 歳以上は各結核実態調査年度の数値を用いて総有病者数を算出した。

計算はすべて computer を用いた。

1953 年における有病者数の推計

1968 の有病者数は前回の疫学モデルによる推計値、洞あり (CK) 26 万、洞なし活動性 (C3) 130 万を用いて 2 群別々に計算を開始した。

1963 の有病者数を逆算すると、CK 28.7 万、C3

Table 1. Equations for Estimation of Prevalence of Tuberculosis Five Years Ago

Susceptibles	$S_x = \frac{S_{x+5} \cdot f(RA, RB, RC) - Bp_{x+5} \cdot f'(RA, RB, RC)}{\left\{ (1-RBCG5 \cdot RA) (1-RB) (1-RC) - \frac{RB}{2} \cdot RA \cdot RBCG5 \right\} (1-D_5)}$
BCG protected	$Bp_x = \frac{(1-RC) (1-RBCG5 \cdot RA) Bp_{x+5} - S_{x+5} \cdot RBCG5 \cdot RA \cdot \left( 1 - \frac{RC}{2} \right)}{\left\{ (1-RBCG5 \cdot RA) (1-RB) (1-RC) - \frac{RB}{2} \cdot RBCG5 \cdot RA \right\} (1-D_5)}$
Infected	$XIS_x = f(XIS_{x+5}, CK_{x+5}, C3_{x+5}, NIS_{x+5})$
Active cases with cavity	$CK_x = f(XIS_{x+5}, CK_{x+5}, C3_{x+5}, NIS_{x+5})$
Active cases without cavity	$C3_x = [XIS_{x+5} \cdot HS + CK_{x+5} \cdot HT + C3_{x+5} \cdot HU - NIS(HL \cdot HS + HM \cdot HT + HN \cdot HU)] \times \frac{1}{DENOM}$

\* DENOM = (1-RIO)(1-D<sub>5</sub>)(RKK·R33-R3K·RK3)+RIO· $\frac{4}{10}$ ·{RK·(RK3·R31-RK1·R33)+(1-RK)·(RK1·R3K-RKK·R31)}  
 HS = RK3·RIO [  $\frac{6}{10}$  {RK·RKK+(1-RK)·R3K} +  $\frac{4}{10}$  RK ] - RKK·RIO [  $\frac{6}{10}$  {RK·RK3+(1-RK)R33} +  $\frac{4}{10}$  (1-RK) ]  
 HT = RK1·RIO [  $\frac{6}{10}$  {RK·RK3+(1-RK)R33} +  $\frac{4}{10}$  (1-RK) ] - RK3 [ (1-RIO)(1-D<sub>5</sub>) +  $\frac{6}{10}$  RIO {RK·RK1+(1-RK)·R31} ]  
 HU = RKK · [ (1-RIO)(1-D<sub>5</sub>) +  $\frac{6}{10}$  RIO {RK·RK1+(1-RK)R31} ] - RK1 [ RIO {  $\frac{6}{10}$  {RK·RKK+(1-RK)·R3K} +  $\frac{4}{10}$  RK } ]  
 HL = [ (1-RM)(1-D<sub>5</sub>) +  $\frac{6}{10}$  RM {RK·RK1+(1-RK)R31} ]  
 HM = RM [  $\frac{6}{10}$  {RK·RKK+(1-RK)R3K} +  $\frac{4}{10}$  RK ]  
 HN = RM [  $\frac{6}{10}$  {RK·RK3+(1-RK)R33} +  $\frac{4}{10}$  (1-RK) ]

174.6万, 計 203.3万, 同じく 1958 は CK 40.5万, C3 260万, 計 300.5万で結核実態調査成績とほぼ一致した(表2)。ただし洞なしの0~4歳, 5~9歳は若

Table 2. Prevalence of Active Tuberculosis in 1958 Computed by Retrograde Calculation Using Epidemetric Model (Started in 1968)

Age (Years)	(Thousand)	
	With cavity Computed (Observed)	Without cavity Computed (Observed)
0~4	0 (0)	73.0 (53)
5~9	0 (0)	38.0 (46)
10~14	0.6 (1)	40.0 (39)
15~19	5.9 (6)	85.3 (84)
20~24	21.9 (22)	189.2 (188)
25~29	36.9 (37)	269.3 (268)
30~34	47.2 (46)	292.1 (307)
35~39	41.3 (41)	249.5 (255)
40~44	41.1 (41)	238.4 (241)
45~49	42.0 (42)	238.1 (239)
50~54	37.8 (38)	208.3 (208)
55~59	36.0 (36)	189.8 (190)
60~64	30.0 (30)	151.1 (151)
65~69	22.1 (24)	114.8 (115)
70~74	19.0 (19)	80.0 (80)
(75~)	(23)	(74)
Total	404.8(406.0)	2,530.9(2,538.0)

Table 3. Prevalence of Active Tuberculosis in 1953 Computed by Retrograde Calculation Using Epidemetric Model (Started in 1968)

Age(Years)	(Thousand)	
	With cavity Computed (Observed)	Without cavity Computed (Observed)
0~4	0 (0)	67.0 (108)
5~9	0 (1)	36.7 (111)
10~14	12.3 (4)	91.7 (117)
15~19	48.9 (19)	367.9 (187)
20~24	63.5 (48)	450.9 (284)
25~29	85.7 (70)	438.2 (344)
30~34	64.6 (57)	360.8 (252)
35~39	66.4 (51)	324.4 (203)
40~44	69.7 (54)	337.0 (190)
45~49	56.8 (48)	305.9 (149)
50~54	39.2 (46)	310.2 (127)
55~59	36.2 (42)	242.6 (101)
60~64	17.4 (37)	209.3 (72)
65~69	27.7 (35)	151.0 (60)
70~74	(26) (26)	61 (61)
75~	(18) (18)	144 (144)
Total	632.4(556.0)	3,898.6(2,510)

干の食い違いがあつた。またこの結核実態調査の有病者数は前回のシステム分析と同じ数値を用いたが、総数は一致しているが、年齢別には若干訂正されたものである。

この資料をもとに 1958 から 1953 を逆算すると表3のごとく CK 63.2万, C3 389.8万, 計 453万となり, 1953 の結核実態調査結果 CK 54万, C3 238万, 計 292万とも, また表3の訂正有病者数 CK 55.6万, C3 251万, 計 307.6万より約 150万人多い数値となつた。

年齢別にこれをみると、洞あり群は図1のごとく、1953の結核実態調査値と、推計値がかなり近似してお

Fig. 1. Age Distribution of Prevalence Rate of Tuberculosis with Cavity by Year  
— Observed Rate by Nation-wide TB Survey and Computed Rate —

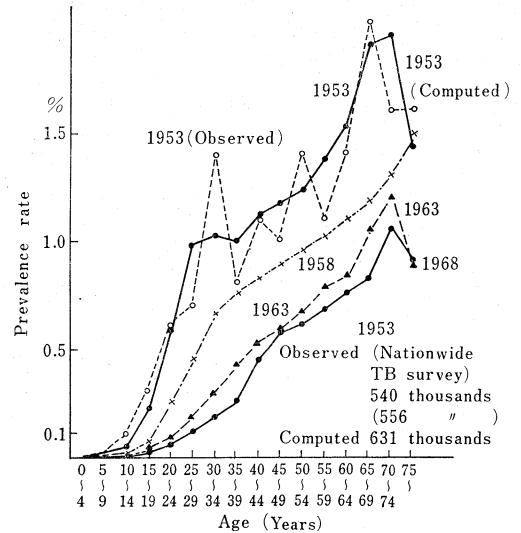
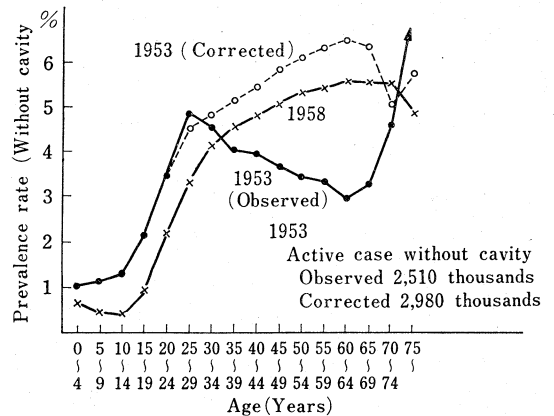


Fig. 2 Age Distribution of Prevalence Rate of Tuberculosis without Cavity by Year (25 Years old and over)



り、総数は前者 55.6 万、後 63.1 万となり、7.5 万人多いことになる。1953 から 1968 に至る減少傾向がだいたい予想される経過を辿っているように思われる。一方洞なし群では、図 2 のごとく 1953 の結核実態調査結果と照合すると 29 歳までは比較的近似しているが、30~74 歳の間は深い谷をつくる予想外の低い有病率を示し、推計値と大きく食い違っている。

1953 の有病率を要医療者のみでなく、洞なし要指導者をとつて比較すると、図 3 に示すごとくで、24 歳まではかなり推計値と近似しているが、25~49 歳は、はるかに高い有病率を示している。洞なし要指導のうち洞の疑ある群を除いてみると、推計値と近似してくるが、洞疑い群の大部分は C3 に入ると思われ、洞なし群の中には不活動性患者も含まれていると考えられるのでこの数値をとるのは危険であろう。

1953 の実態調査の洞なし要医療は 251 万、要指導は 535.3 万、一方推計値は 390 万で両者の中間値にあたる。

ここで洞なし 251 万が正解として各種 parameter を変えてみると、高齢層で 1958~68 とは著しく異なる比率を導入せねばならず、他の疫学資料から得られた予測値と矛盾してくる。一方 535.3 万をとるとすると、1958~53 の間で 25 歳以上では患者の経過が強力な化学療法の普及した 1958 以降よりより良好という数値を用いねばならない。

一方、菌陽性率の推移を結核実態調査結果からみると、

Fig. 3. Age Distribution of Prevalence Rate of Tuberculosis without Cavity by Year  
— Observed Rate by Nation-wide TB Survey and Computed Rate —

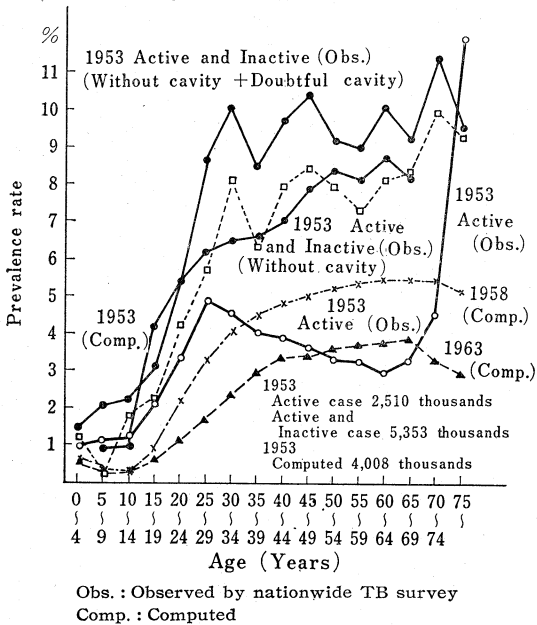
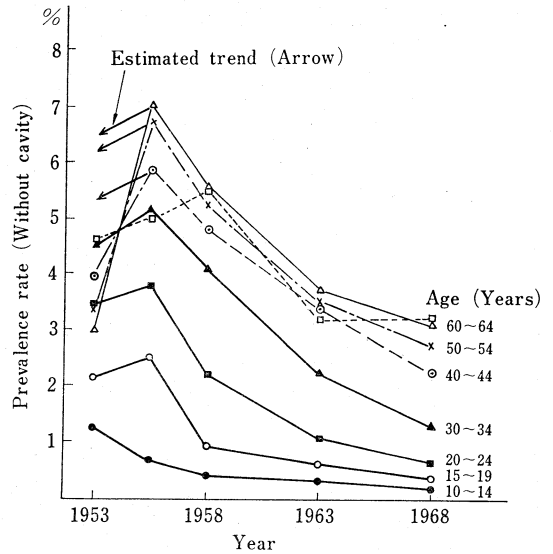


Fig. 4. Trend of Prevalence Rate of Tuberculosis without Cavity by Age



1958 以降は linear に減少を続けているが、1953 と 1958 の間は、その後と減少傾向が異なり、より平坦で減少度が少ない事実がある。このことはいろいろ解釈しようが、もし、1953 と 1958 の間に有病率のピークがあり、たとえば、1953 から 1955 まで有病率は上昇し、以後下降に転じたと仮定した場合の 1953 の有病率を算出しようとした。

図 4 は 1955 年に有病率のピークがあつたと仮定した場合の年次別年齢別分布を示したものである。10 歳以下は順調に減少していると考え、15 歳以上について 1955 の推定有病率を計算して図示した。39 歳までは 5 歳ごとにかかなり類似した年次推移を示すが、40 歳以上では、1963 から 1955 までの上り勾配が強く、1953 で急激に下降している。40 歳以上も、39 歳以下と同じ傾向で下降するとして低い有病率を補正することにした (図の矢印)。図 5 はその修正値で、1955 のピーク時と 1953 の値が示されている。これらは、1963、1958 と比べ妥当な年齢別分布を示すと考えられるが、1955~58 と 1958~63 の減少傾向はほぼ同様と考えてよい。このときの有病者総数は 1955 は 321.5 万、1953 は 298 万である。

表 4 はこれらの推計値と各 5 年間の減少率を示したものである。

洞あり群では、下段のごとく 1968~63 は -11%、1963~58 は -30%、1958~53 は推計値では -35%、結核実態調査値とは、-24% となる。洞なし群では、それぞれ -25%、-30%、-35%、+6% であり、1953 の要指導をとると -53%、1955 年に有病率のピークがあつたと条件づけた推計値では -15% となつた。

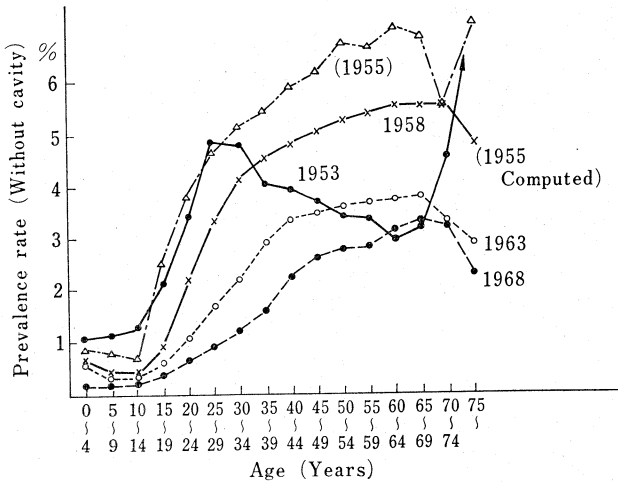
これらの減少率から考えると、推計値、洞あり 63 万、

Table 4. Numbers of Prevalence of Tuberculosis in the Past Estimated by Simulation Analysis

	1968	1963	1958	1953	1953	
					Active and inactive total	Computed (Corrected)
Active case without cavity (Ten thousands)	130	175	253	390 (238)	535	298
Reduction rate (%)	-25	-30	-35	(+6)	-53	-15
Active case with cavity (Ten thousands)	26	29	41	63 (54)		
Reduction rate (%)	-11	-30	-35	(-24)		

( ) Observed numbers of nationwide TB survey.

Fig. 5 Age Distribution of Prevalence Rate of Tuberculosis without Cavity by Year



洞なし 390 万が比較的实际に近い値かもしれない。

考 案

1953 は結核実態調査の初年度であり、病型分類も岡分類が主体であつた時代である。治療法はこの後特に昭和 30 年以後から格段の進歩をとげ、全国的に普及するようになった。したがつて 1953 の診断、治療方針が 1958 以降と比べ差が生じたことは当然と思われる。わが国の結核まん延の実態をより正確に知るため、1958 以降と同じ判定基準とした場合の 1953 の有病率を推計しようとして上記のごとき検討を試みたわけである。

前回の将来予測に用いた疫学モデル、システム<sup>1)</sup>をそのまま利用し、各種 parameter は 1968~58 までの推移から回帰式を用い推定した。BCG 保護効率率は 50% としたが、疾病がより prevalent な時代であるので、もう少し高率にとつてもよかつたかもしれない。ただ若年者が主体であるので総有病者数には大した影響がないとも思われる。発病率、有空洞率も多少は異なると考えたが、1958~63 と同じにして患者の経過を多少修正して

処置することにした。

逆行計算式が複雑なため感染率、発病率が低く、臨床経過も正確な値が得られにくかつた 0~4 歳、5~9 歳で推計有病者数の算出が円滑にゆかなかつたのは一つの問題であつた。

逆行計算による推計値としては、洞あり 63 万、洞なし 390 万の値を得たが、洞あり群で 50~69 歳で結核実態調査結果の 25% 減となつており、これはさらに修正すべきかもしれない。ただ洞あり、洞なしとも 1958~53 の減少率が -35% と合致していた。

70 歳以上の推計も容易でないことを付記したい。

1953 の結核実態調査結果が 1958 と全く同じ判定基準によつたと仮定すると、40 歳以上の年齢層で病状経過が期待値よりはるかに悪い値をとることになり、また予測された死亡率を少なくしてでも患者を生存せしめねば、1953 と 1958 の数値が一致しない矛盾がでてくる。

1953 の要指導数が 1958 以降と同じ判定の要医療者とすると、洞なし群の 1953 から 1958 の減少率が -53% となり、当時の医療対策から考え、減少率が大きすぎる結果となる。ただ要指導の年齢分布をみると、1958~68 の要医療の年齢分布と平行的であることは、1953 の推定要医療率も 1958~68 と平行的なものではないかということを示している。当時の診断を顧みると要観察、要休養の中になりに要医療が混在していることは事実ではがあつて 292 万という有病者数よりは多いことは疑いない。

1953 と 1958 の間に有病率にピークがあつたとの仮定の根拠は薄弱である。ただ菌の陽性率の推移が、1958~68 に比べ 1953~58 が平坦であるので、この期間内に変曲点があつたのではないかと想定したにすぎない。1951 から 1958 の期間は戦後の第 1 の経済成長の高い時代で、人間の移動、交流が激しくなり、労働負担も増加

し、感染発症機会が一時的に上昇したか、あるいは減少にブレーキがかかった時代ではなかったかと妄想したからである。これは全国的にみて小中学生、高校生の発病率が constant な減少を続けていることから否定できるかもしれない。

どの推計値を実態に近いかを考える一つの決め手として各5年間の減少率の推移をとつてもよいかもしれない。

### おわりに

わが国の結核症まん延の実態をより明確にするため、診断および判定基準の異なつた 1953 の有病者数を疫学モデルを用いたシステムを逆行させて推計しようとした。

1. 1953 の実態調査結果が、そのまま 1958 以降と同様とすると、1958~53 の各種 parameter を 1958~68 の間と相当変えねばならず、他の疫学現象とも食い違うので 1953 の判定基準は 1958 以後と異なつていたと考えざるをえない。

2. 1953 の要指導者全体を 1958 以降の要医療と同一視することは、1953~58 の有病者の減少が -53% になり、患者の経過を当該期間の対策に比べ異常によくせねばならない矛盾がある。

3. 1953~58 の経過が 1958~68 と同じ傾向で推移したと仮定して、要医療者を推計すると、活動性洞あり(CK) 63 万、洞なし(C3) 390 万、計 543 万(人口対率 5.2%) となつた。この値が比較的实际の値に近いとも考えられるが、洞ありはもう少し高率かもしれない。

なお 1953~55 まで有病率が上昇、その後下降に転じたという仮定のもとに推計値を算出し検討した。

### 引用文献

- 1) 遠藤昌一・青木国雄：日本における結核症まん延のシステム分析，結核，46：99，昭46。

### 参考文献

- 1) 厚生省：結核実態調査 I~VII。
- 2) 厚生省大臣官房統計調査局：人口動態統計，昭25~43。