

原 著

わが国における結核の根絶年の予測

大森正子

結核予防会結核研究所

受付 平成3年7月16日

ESTIMATING THE YEAR OF ERADICATION OF TUBERCULOSIS IN JAPAN

Masako OHMORI*

(Received for publication July 16, 1991)

The time of eradication of tuberculosis has been discussed for several countries, and based on those results, a new strategic plan and goals have been elaborated. Considering such developments, and in order to make a new tuberculosis control strategy, it is important to determine the point at which eradication of tuberculosis would be achieved in Japan.

Styblo proposed the two conventional definitions of eradication of tuberculosis, namely that the incidence of smear-positive tuberculosis has fallen below 1 per million population or that the prevalence of tuberculosis infection in the general population has fallen below 1 % and continues to decrease.

The bacteriological results of new cases have been reported since 1975 in Japan. However, those results are still of doubtful validity and reliability. Therefore, the author estimated the year of eradication of tuberculosis, according to the criterion that tuberculosis is eradicated when the proportion of the population infected with tubercle bacilli is less than 1 %.

If the risk of infection is changing at a regular rate, it is possible to estimate the risk of infection at any time in the past and in the future. Once the risk of infection is determined, it is also possible to calculate the age-specific prevalence of infection and the proportion of the population infected with tubercle bacilli at various times in the past and in the future.

In Japan, the risk of infection before World War II was assumed to be around 4 % and not to vary with calendar year. And based on the data from the prevalence surveys in Okinawa in 1968 and 1973, the risk of infection was estimated 0.3 % in 1968 and has declined on average, by 10 to 11 % annually. At that time, Okinawa was the only area free from BCG vaccination in Japan.

The incidence rate in Japan also has declined, on average, by 10 % annually. However, since late 1970s, the annual speed of decline of the incidence rate has been slowed down. Therefore, I assumed that the recent trend of the infection risk is the same as the trend of the recent incidence rate among the 0-29 year age-group.

* From the Japan Anti-Tuberculosis Association, 3-1-24, Matsuyama, Kiyose-shi, Tokyo 204 Japan.

The size of the effect of age on the risk of infection has been discussed. The author also considered age-effects in the model. The weight applied to the risk of infection by age was determined by examining the age-specific positive rate in the 1930s before the era when BCG vaccination was widely used.

Weighting the risk-difference by age to the model that the annual risk of infection up to 1947 was 4 % constantly ; since then, it declined by 10 % annually up to 1977 ; since then, it has declined by 5 % annually, I concluded that the eradication of tuberculosis in Japan will take place in 2058.

Key words : Eradication, Smear-positive tuberculosis, Prevalence of tuberculosis infection, Risk of infection, Prevalence survey, Incidence rate, Model

キーワード : 根絶, 塗抹陽性結核, 既感染率, 感染危険率, 実態調査, 罹患率, 疫学モデル

はじめに

わが国において将来の結核対策を考える場合、まず考慮しなければならない問題の一つは、日本において結核が根絶されるのは、はたしていつか、という問題であろう。結核は天然痘と違って見た目ですぐに結核患者と識別できる病気ではない。また、結核はひとたび感染すると、その個体はその後何十年にもわたって結核発病のリスク¹⁾²⁾をもつことになる。そのため、結核発病を“ゼロ”にしたという確信を得るのははなはだ困難である。そこで、結核の疫学者の間では、結核の根絶基準を「塗抹陽性結核患者の発生が年間100万対1以下」、あるいは「結核既感染者の割合が全国民の1%以下」になった時点を結核の根絶年としようとして定めている³⁾。こうすると、オランダでは2025年にこの基準に到達するといわれている³⁾。アメリカ合衆国保健・福祉省では、1989年、アメリカ合衆国の結核根絶のための戦略プラン⁴⁾と題し、大々的な結核根絶計画を立て、2010年までに新発生症例を年間100万対1以下にするという目標に到達しようとしている。本研究は、わが国においても同様の考え方に立って結核の根絶年を推計し、わが国の結核問題の大きさを諸外国と比較し、将来の結核根絶戦略のためにその資料を提供しようとするものである。

資料と方法

結核の根絶年を規定するのに、Tuberculosis Surveillance Research Unit (TSRU) の考え方³⁾⁵⁾では、塗抹陽性患者の発生率から規定する方法と、既感染者の割合から規定する方法と2通りある。両者は、既感染者からの塗抹陽性の発病率についての検討から、根絶年の規定に同様の意義をもつものとされている⁵⁾。日本では塗抹陽性患者の発生率に関しては、1975年より菌検査

結果が定期報告として報告されるようになったものの、菌検査率とか検査結果の報告率においてまだ地域別、暦年別の変動が大きい。さらに検査方法も完全には統一されたものではなく⁶⁾⁷⁾、検査結果の精度上の問題も問われている⁸⁾。

それに加え疫学的な知見からは次のような問題がある。塗抹陽性罹患率の推移は菌所見が報告されるようになった1975年から横ばい状態で、最近では増加の兆しをみせている⁹⁾。新登録肺結核中の塗抹陽性例の割合に至っては、1975年以来一貫して増加を続けこの15年で3倍にもなった⁹⁾。そしてその理由はまだ完全には明らかにされていない⁷⁾。

これまで多少の違いはあるとしても、感染危険率は、0～4歳の髄膜炎罹患率、20歳代の塗抹陽性罹患率と並行して推移すると考えられ、感染危険率の間接法による推定も提案されてきた¹⁰⁾。しかし最近の塗抹陽性の動向からは、その方法に疑問が残る。そのため本研究での結核根絶年の推計は、結核既感染者の検討から行った。

わが国ではBCG接種が広く普及しているので、結核に感染しているか否かをツベルクリン反応検査で直接判定することは困難である。したがって、既感染者の数を求めるのに、わが国の感染危険率の推移から既感染者の数を推計する方法をとった。わが国の感染危険率はFig. 1の実線で示すように、1945年あるいは47年以前は4%で暦年による変動はみられずほぼ一定、その後年々10%の一定速度で減少すると考えられ、これまででもいろいろなモデルに用いられてきた¹¹⁾¹²⁾。この単純なモデルでは、最初の感染危険率とその後の年平均減少速度を設定するだけで、ある特定年の感染危険率を容易に計算することが可能である。

感染危険率が一定水準であった時期の感染危険率をM%, 減少が始まる年を*i* = 1, その後の減少速度を年R

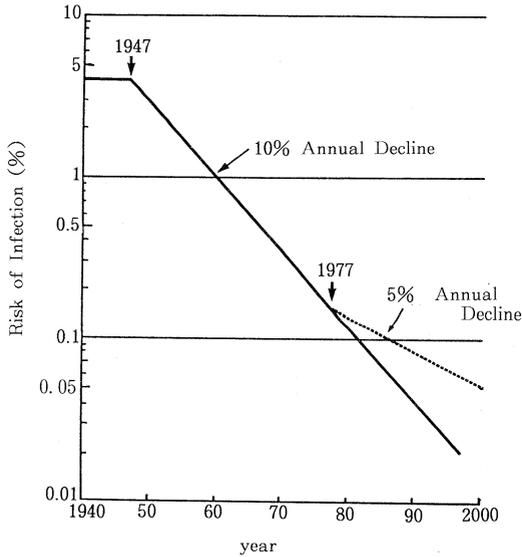


Fig. 1. Estimated Annual Risk of Tuberculous Infection, Japan.

The risk was estimated based on the following assumptions.
 — : Annual risk of infection up to 1947 was 4% and did not change according to calendar year ; since then, it has declined by 1% annually.

..... : Trend of annual risk of infection up to 1977 was the same as the above ; since then, it has declined 5% annually.

とすると、ある暦年 (i) の感染危険率 (P_i) は次式によって表される。

$$P_i = M(1-R)^{i-1}$$

年次別感染危険率が求められれば、ある暦年 (i) のある年齢 (j) の既感染率 (A_{ij}) は次式によって表される。

$$A_{ij} = 1 - \{ (1 - P_{i-j}) \cdots (1 - P_{i-2})(1 - P_{i-1}) \}$$

$i - j < 1$ の時は $P_{i-j} = M$

1970年代後半から罹患率の減少速度が鈍化しているが (Fig. 2), もし Fig. 1 の破線のように感染危険率の減少速度も途中のある暦年 (K) から変化した (R₁→R₂) と仮定すると、変化後のある暦年 (i) の感染危険率 (P_i) は次式によって表される。

$$P_i = M(1-R_1)^{k-1} (1-R_2)^{i-k}$$

$i > k$ の条件で

実際には、変化後の減少速度 R₂ は、最近感染を受けて短い期間に発病することが多く、感染危険率の変化の影響を受けやすいと思われる 0~29 歳の年齢層の最近 10 年間の罹患率減少速度 5% を採用した。

年次別年齢別既感染率は、ここで求めた P_i を A_{ij} の式に代入し、先と同じ手順で求めることができる。

感染危険率が年齢によって異なることは、これまでも指摘されてきた¹⁰⁾¹²⁾¹³⁾。もし年齢別にそれぞれある重

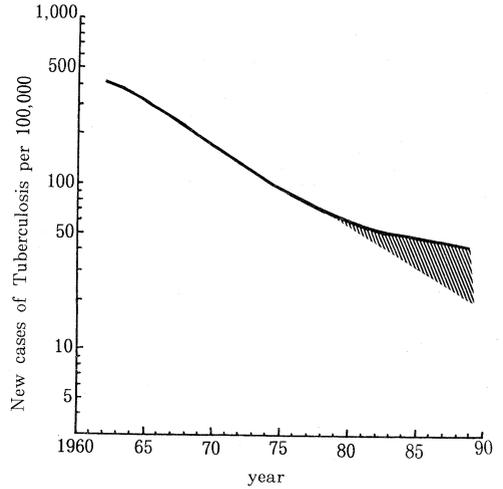


Fig. 2. Reported New Cases of Tuberculosis, Japan, 1962-1989.

み (W_j) を付けて、ある暦年 (i) のある年齢 (j) の既感染率 (A_{ij}) を求める場合、A_{ij} の式は次のように変えられる。

$$A_{ij} = 1 - \{ (1 - W_j \cdot P_{i-j}) \cdots (1 - W_2 \cdot P_{i-2})(1 - W_1 \cdot P_{i-1}) \}$$

Styblo らは、14~29 歳はそれ以外の年齢より感染危険率が高いとし、各年齢に 1.1~1.5 倍の重みを付けたが、彼らの年齢への重みは便宜的なもので、実際の重みを測定して付けたものではないので、本研究では年齢への重み (W_j) を、BCG が広く普及する以前の昭和 30 年代の年齢別ツベルクリン陽性率から検討した。

このようにして求めた年次別年齢別既感染率に年次別年齢 5 歳階級別推計人口¹⁴⁾ を掛け合わせ既感染人口を求めた。これから、全人口に占める既感染者の割合が 1% になる年を結核の根絶年とした。

結 果

Fig. 3 は 10 年ごとに、既感染率の年齢による変化を図示したものである。実線は 1947 年まで感染危険率 M = 4%、その後の減少速度 R = 0.1 (10%) として計算したものであり、破線は最近の罹患率の鈍化に鑑み 1977 年の時点で、感染危険率の減少速度を R₁ = 0.1 (10%) から R₂ = 0.05 (5%) に変えて計算したものである。ただし、これら 2 つのモデルは同じ暦年では、年齢が異なっても感染危険率は同じであるということが前提条件となっている。2 つの年齢別既感染率は、2000 年まではほとんど変わらないが、2000 年からは徐々に開きが大きくなり、特に若い年齢層での差が大きくなった。

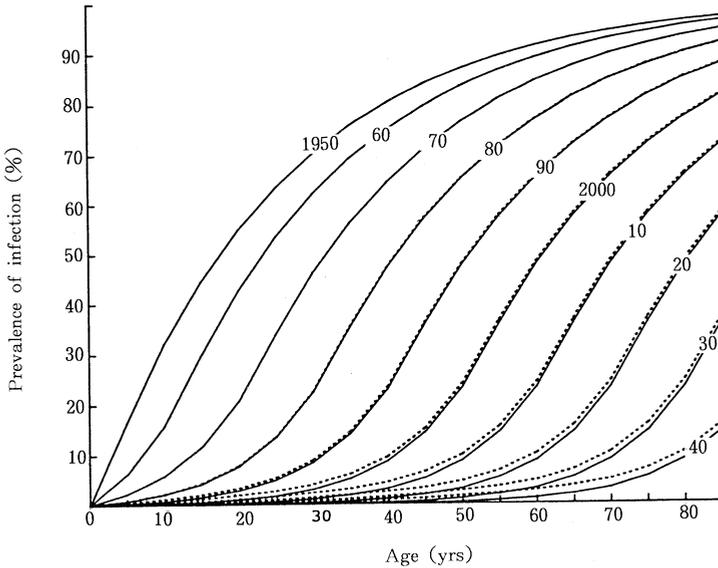


Fig. 3. Estimated Prevalence of Infection by Age at Various Times of Observation, Japan.

Two kind of curves were estimated based on the same assumptions as Figure 1 and the assumption that annual risk of infection does not change according to age.

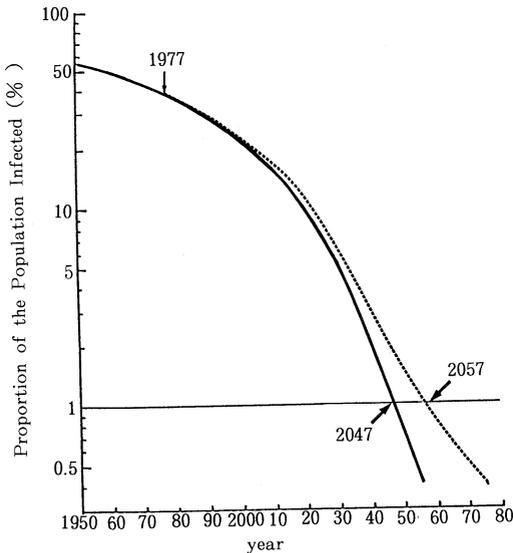


Fig. 4. Estimated Proportion of the Population Infected with Tubercle Bacilli, Japan, 1950-2080.

Two curves were estimated based on the same assumptions as Figure 3. Population data for calculation were obtained from reference 14.

Fig. 4 は, Fig. 3 の 2 つのモデルから計算された年齢別既感染率に人口を掛け合わせ, 既感染者人口を計算し, 全人口の中での既感染者割合を求め, その経年変化を示したものである。年齢別既感染率同様, 全人口に占める既感染者の割合は, 2000 年から徐々に広がりが増えていった。結核の根絶基準を既感染者が全人口の 1% に達する時点とすると, 減少速度を 10% でずっと一定に保ったモデルでは, 結核の根絶は 2047 年になったが, 1977 年から感染危険率の減少速度を半分の 5% にしたモデルでは, 結核の根絶は 10 年遅れの 2057 年と計算された。

Fig. 5 は Fig. 3 同様 10 年ごとに, 既感染率の年齢による変化を图示したものである。破線は 1947 年まで感染危険率 $M = 4\%$, その後の減少速度 $R_1 = 0.1$ (10%), 1977 年からそれが $R_2 = 0.05$ (5%) に変化したと仮定したモデルで Fig. 3 の破線と同じである。それに対し, 実線はこのモデルに Table (p.825) の (d) にしたがって 0~4 歳はその暦年の全体の感染危険率の 0.693 倍, 5~9 歳は 0.818 倍というように年齢に重みを付けたものである。1970 年まで年齢に重みを付けた既感染率曲線は, 15~29 歳で一気に既感染者割合を高め, それから高齢に向かって少しずつその割合を高めていく形を示した。しかし 1980 年からは年齢に重み付けないモデルの曲線と同じくくだらかな曲線となり,

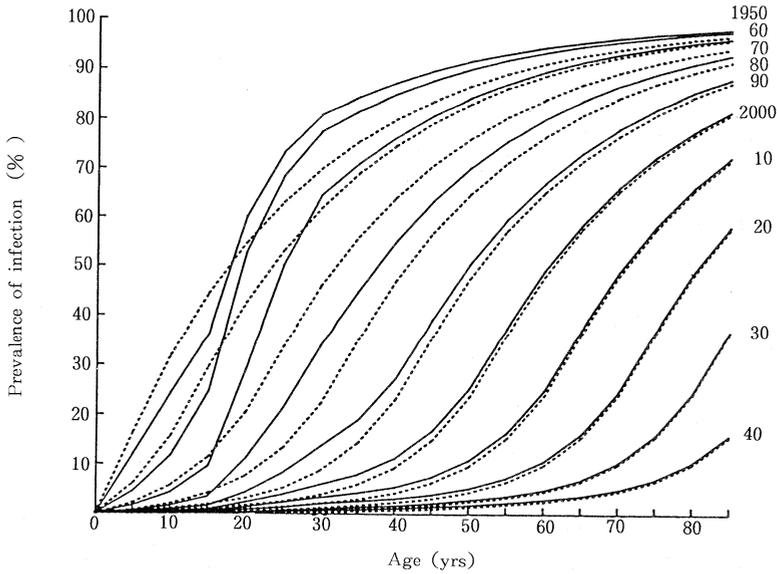


Fig. 5. Estimated Prevalence of Infection by Age at Various Times of Observation, Japan.

..... : They are the same curves as the broken lines in Figure 3. That is, annual risk of infections up to 1947 was 4% and did not change according to calendar year; since then, it has declined 10% annually; since 1977, it has declined by 5% annually
 — : Calculation for estimation of prevalence of infection by age was the same as the above, but annual risks of infection by age were weighted by the ratio (d) of Table.

2000年からは、両者はほとんど重なってしまった。

Fig. 6 は Fig. 5 の2つのモデルから計算された年齢別既感染率に人口を掛けあわせ、既感染者人口を計算し、全人口に占める既感染者の割合を求め、その経年変化をグラフに示したものである。実線は年齢に重みを付け、破線は年齢に重みを付けないもので、Fig. 4の破線と同じである。この2つのグラフを比較すると、重みを付けないモデルでは Fig. 4でも示したように2057年に結核の根絶基準に達したが、年齢に重みを付たモデルでも1年違いの2058年に根絶年に達した。

考 察

1. わが国の感染危険率の推移について

1930, 1940年代のわが国の感染危険率は、青木によって次のようにまとめられている¹⁰⁾。①暦年による変動はほとんどなく、ほぼコンスタント(減少速度0)。②農村では2%, 都市では6%, 全国平均では4%。③青年期までは年齢とともに高くなる傾向にある。

戦後のわが国の感染危険率については、BCGが広く普及し、ツ反によって結核菌への感染の有無を直接測定することは困難である。唯一それが可能であったのが沖縄県で、沖縄では日本に返還される間近まで集団BCG接種が行われなかったため、1968年、1973年の沖縄県

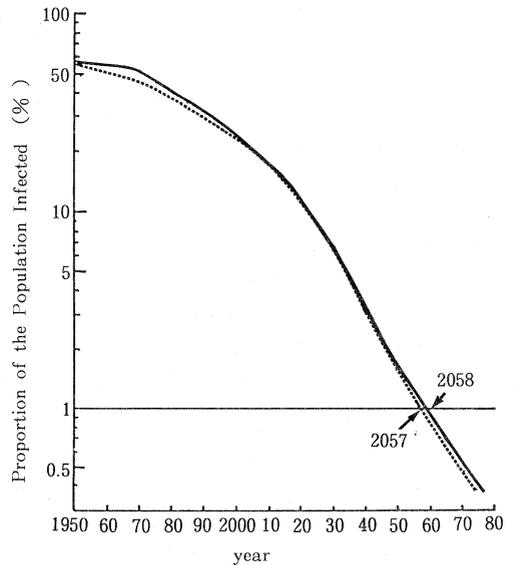


Fig. 6. Estimated Proportion of the Population Infected with Tubercle Bacilli, Japan, 1950-2080.

Two curves were estimated based on the same assumptions as Figure 5. Population data for calculation were obtained from reference 14.

結核実態調査から感染危険率が計算された。この結果沖縄県の感染危険率は1968年におよそ0.3%、その年間減少速度は9.8~11.3%で、指数関数的に減少するというモデルがよく適合することが明らかにされた¹²⁾。沖縄県結核実態調査成績とわが国全体の結核実態調査成績が大きくは変わらなかったため、この感染危険率はそのまま全国の結核感染危険率として用いられ、その後0~4歳の髄膜炎罹患率、20~29歳の塗抹陽性罹患率等の推移と比較検討され¹⁰⁾、かなり妥当なものとなっている。ただし、最近の諸指標間の関係についての問題は先に指摘したとおりである。

本研究でも1953~73年の結核実態調査成績から感染危険率の妥当性を検討した。ある暦年まで感染危険率は一定、その後一定速度で減少するという基本モデルを想定すると、ある暦年とその時の感染危険率、その後の年平均減少速度の3つの定数にさまざまな値を代入することによって、さまざまな条件の年次別年齢別既感染率曲線が描ける。そうして描いた年次別年齢別既感染率曲線と、わが国の1953~73年の結核実態調査のデータからBCGなしのツ反中等度以上の割合、肺結核有所見率の年齢分布曲線を比較した結果、基本モデルで3つの定数を、1945~47年までの感染危険率3~4%、その後の減少速度10~11%の範囲で変えても、結果は実態調査成績と大きく違うものではなかった¹⁵⁾。このことから、基本モデルでわが国の感染危険率を1947年まで4%で一定、その後の減少速度を10%としたのは1970年代までは、現実と大きく違っていることはないと思う。

2. 最近の罹患率減少速度の鈍化を考慮して

日本における結核罹患率は年10%の割合で順調に減少してきたが、1970年代後半からその減少速度にかけりがみられ、1970年代後半では8.5%、1980年代前半では5%、1980年代後半では年平均3.5%までに鈍化するようになった(Fig. 2)。この傾向はすべての年齢層で観察され、特に39歳以下で顕著である。このため、最近の感染危険率についても一定の割合で順調に減少していると考えられるには疑問がある。そこで日本における感染危険率の減少速度も同じように鈍化していると考えた。

ただし、昭和10年の年齢構成で年齢を補正すると、罹患率の減少速度の鈍化はかなり改善され、最近の全年齢での罹患率減少速度の鈍化に人口の高齢化による影響が大きいのは確かであろう。近年高齢者における再感染発病の可能性を示唆する報告¹⁶⁾¹⁷⁾もでていますが、徳田によると、高齢者の発病の大部分は、やはり内因性再燃によると考えられるものであった¹⁸⁾。したがって、最近の感染危険率の変化を全体の罹患率の変化から捉えることはできない。そこで、最近感染を受けて短い期間に発病することが多く、感染危険率の変化の影響を受けや

すいと思われる0~29歳の年齢層の最近10年間の罹患率減少速度を、最近の感染危険率の減少速度に等しいと考えた。

3. 感染危険率の年齢差

感染危険率の年齢の違いによる影響を考慮することの必要性はこれまでも強調されてきた¹⁰⁾¹²⁾¹³⁾。同じ暦年の中では、青年層と若い成人での感染危険率は、子供や年長者での感染危険率に比べ高いといわれている。この年齢の影響を検討するため、Stybloらは、14~29歳の各年齢に1.1~1.5倍の重みを付けて、いくつかの異なる出生コホートで50歳になるまでの年齢別既感染率を計算し比較した¹³⁾。しかし、年齢に重みを付けても付けなくても、結核問題の将来予測には、実質的な差を生じることはないという結論を得た。

本研究でも、同様に年齢に重みを付ける方法で、年齢による影響を検討した。Fig. 7のAとBのグラフは1930年代に全国で実施されたさまざまなツ反の調査結果を掲載した良田の論文¹⁹⁾から得た年齢別ツ反陽性率である。どちらも全国の年齢別ツ反陽性率として載せられていた資料である。2つのグラフはいずれも30歳以上で加齢とともに陽性率がわずかに減少している。理論的には一度感染を受けてツ反陽性となったものが再び陰性になることは起こらないはずであるが、このような“陰性復帰”は実際のツベルクリン検査ではしばしば観察される¹²⁾。Stybloらによって開発された年齢別既感染率から感染危険率を計算する方法は、一度獲得されたツ反陽性の反応は、決して陰性に戻ることはないという仮定に立っている。そのため本研究では、29歳までの年齢別既感染率を年齢の重みを決めるためのデータとして用いた。

Fig. 7の3本の破線は、感染危険率がそれぞれ5%、4%、3%で年齢および暦年による違いはなく一定であると仮定したときの年齢別既感染率を示したものである。これらと直接ツ反をして得られたツ反陽性率のグラフA、Bを比べると、グラフAの29歳までの曲線は感染危険率4%の曲線に近く、グラフBの29歳までの曲線は感染危険率3%の曲線に近い。基本モデルで感染危険率は1947年まで4%で一定としたので、この4%の曲線に近いグラフAを、1947年までの年齢別ツ反陽性率を代表するグラフと考えた。

Tableの(b)はグラフAの年齢別ツ反陽性率であるが、これから森の方法¹²⁾で年齢階級別感染危険率(c)を計算した。次に全体の感染危険率4%に対する年齢階級別感染危険率の比(d)を計算し、その比を年齢に付ける重みとした。感染危険率が4%で年齢および暦年による違いはなく一定であると仮定したモデル(Fig. 7の破線4%)に年齢の重みを組み込むと、Fig. 7の線

Table Age-specific Positive Rate and Average Annual Risk of Infection.

(a) Age	(b) Positive rate	(c) Risk of Infection	(d) Ratio to 4% Risk
0-4	6.8	2.77	0.693
5-9	21.1	3.27	0.818
10-14	28.0	1.83	0.458
15-19	55.6	9.20	2.300
20-24	70.6	7.90	1.975
25-29	79.6	7.00	1.750
30-	68.6	*4.00	1.000

(a) Age-group

(b) Age-specific tuberculin positive rate (%).
Data are from reference 19.

(c) Average annual risk of infection by age.
Calculation is based on reference 12.

* : As the positive rate of those over 30 years old was less than that of the 25-29 year age-group, calculation is impossible. Annual risk of infection for the over 30 year age-group is assumed to be 4%, because the curve A up to 29 years in Fig. 7 is distributed around the curve whose overall risk of infection is 4%.

(d) Ratio to the annual risk of infection 4%.

Wのようになった。この曲線はグラフAの29歳までの年齢別ツ反陽性率のグラフをよく再現している。

遠藤らは, Waaler の疫学モデルを改変し, 結核実態調査成績を当てはめるシステム分析の方法²⁰⁾で, 1958年, 1968年の年齢別既感染率を推定したが, これは本研究での推定とよく一致していた。これからも年齢への重みの妥当性が指示される。

既感染率に与える年齢の影響は, Fig. 5 に示されるように1970年までは大きい, それ以降は次第に小さくなり, 2000年からはほとんど影響がないといえる。これは感染危険率の高い時代は, 若い年齢層で年齢による影響が強く反映されるが, 感染危険率が低下し既感染者のほとんどが高年齢に移っていった時点では, 若い年齢層への新たな感染の機会是非常に小さく, そこに大きな年齢の重みをかけても既感染者の割合に影響を与えるほど大きな要因にはならないことの現れである。

全人口に占める既感染者の割合から結核は何年に根絶基準に到達するかをみると, 年齢に重みを付けたモデルと重みを付けないモデルで, 推定された根絶年はわずか1年しか違わない。これから, 年齢の影響は将来の結核問題の大きさを予測するという目的のためには, ほとんどその影響力はないといえるだろう。

4. 最近の感染危険率の推定についての問題

根絶年を予測するにあたり最も重要な問題は, いかに

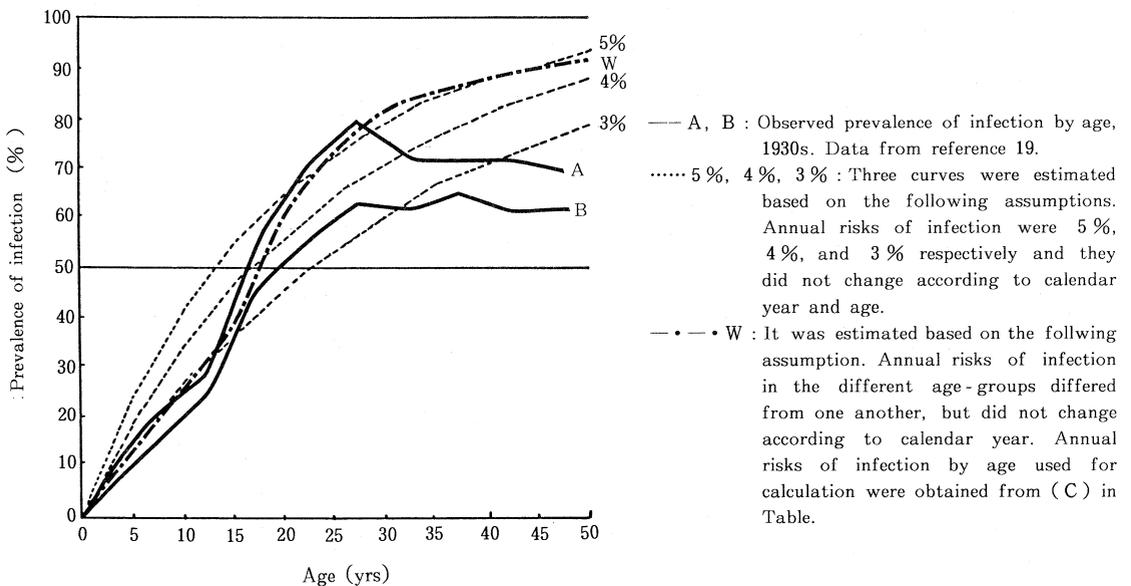


Fig. 7. Observed and Estimated Prevalence of Infection by Age, Japan, 1930s.

して信頼できる最近の感染危険率を得るかという点である。全体の罹患率の減少速度の鈍化は、日本における急速な高齢化によるものと考えられる。高齢者からの発病は、過去の高蔓延期に強い感染を受けた人が、細胞性免疫能の低下²¹⁾²²⁾、結核発病の引金になる合併症の増加²³⁾等の理由で発病する内因性再燃による発病がほとんどと考えられる。このような状況下では、罹患率の減少速度の鈍化イコール感染危険率の鈍化とはならない。しかし、現在は次のような特徴をもった“時代”という問題がある。

1940年代後半に起こった急速な結核死亡率の低下は、感染危険率も急速に低下させたと考えられる。しかし感染危険率低下の恩恵を受けたのはその後生まれたコホートのみで、そこでは既感染率の急速な低下が起こった。同時に1950年代に入って始まったわが国の高齢化は先進諸国に比べてもまれにみる急速なテンポであった¹⁴⁾。そのため、戦前に生まれほとんどが強い感染を受け既感染となっているコホートは、数を減らすことなくそのまま時の流れとともに高齢に移っていった。そして現在1990年には、戦前に生まれ既感染率が50~80%と高い年齢コホートは50~60歳代の年齢に達した。50~60歳代の年齢層はまだ社会の第一線で活躍している。戦後のベビーブームに生まれ団塊の世代といわれる40歳代も既感染率は約25%あり、いわゆる働き盛りの世代となった。これらの世代がほとんど結核に未感染の30歳代以下の世代と一つ屋根の下に同居し、社会的活動を共にしている。このような時代は結核の長い歴史でみれば、かなり特殊な一コマといえるだろう。職場で高齢者からより若い者への感染を引き起こすような事例は、最近の集団感染等で観察されるように頻繁に起こっている²⁴⁾。したがって罹患率の鈍化がそのまま感染危険率の鈍化とはならないまでも、最近の罹患率減少速度の鈍化に鑑み、感染危険率も1977年から鈍化させたことは現実的なものであると考える。

ただし、鈍化の始まった1977年からの感染危険率の年平均減少速度を、過去10年間の0~29歳の罹患率の減少速度に等しいと仮定したが、この年代の罹患率の減少速度も必ずしも安定したものではない。また1977年の時点で10%から5%と変化させた減少速度を根絶基準に達する年まで用いることについても、いろいろ問題があろう。

日本における高齢化は2020年まで続き、この年にピークに達すると予測されている¹⁴⁾。2000~2010年は、現在の50~60歳代が社会の第一線から退く時期であり、2020年からはその世代が徐々に世を去る時期となる。それまで増加を続けてる60歳代の既感染者数は2000年から下降に転じ、70歳代の既感染者数も2010年から下降に転じる²⁵⁾。このことは現在起こっている高齢者

発病による若年者への感染の機会を急速に低下させるものであろう。この状況を考えれば、1977年から5%とゆるくした減少速度を、2010年からは再び元の10%に近づけるほうがより妥当であるかもしれない。

しかし、年平均減少速度を2010年の時点以降加速させることは、将来問題になることが予想される次の危険を無視することになる。

第1の問題は、結核問題の地理的な偏在化である。この問題は以前から論じられてきたが、保健所別に罹患率等を見ると、その格差はより広がりつつある。特に、結核患者の発生の多い大阪の西成保健所、東京の浅草保健所は管内に簡易宿泊所街を持ち、単身の男子労働者が多く住む所であるが、ここでは、近年全国平均との差をより拡大しつつある²⁵⁾。そこに住む住民はアルコール依存による肝機能障害者が多いうえ、労働者の大半が住所不定かつ未組織である。そして結核問題では社会的要因により治療の継続が非常に困難なのが、最大のネックとなっている²⁶⁾²⁷⁾。このようなスラム地区の住民が低蔓延下の結核のふきだまり²⁸⁾となり、最近の米国のように日本の結核問題のかなりの部分を占めるような時期がくることも考えられる。そのようになった場合、そこは結核の感染・発病・治療のすべての面で問題が残された地域であるため、感染危険率の減少速度は非常に遅いものとなる。

第2の問題は、アジア諸国からの入国者の問題である。近年、就労・就学を目的に入国する入国者からの結核の発生が増加の一途をたどっている。最近5年間に入国した外国人から発生した結核患者の調査²⁹⁾では、年発生数はまだ日本全体の1%にも達しておらず、日本人に感染させたという報告もないが、その発生数は年々急増している。日本語学校就学生を対象にした検診からの患者発見率は、日本の学校検診に比べ約40~60倍との報告もある³⁰⁾³¹⁾。

米国では、外国生まれの新発生結核患者の割合が1987年には22.6%を占めるまでに増加した。特にアジア人での罹患率は高く、米国入国直後1年では10万対200~300という非常に高い値を示している¹⁶⁾。日本の経済が安定している限り、観光ビザなどで入国する不法労働者も含め、結核が高蔓延のアジア諸国からの入国者は増え続けると考えられ、この問題は今以上に大きくなるであろう。

第3の問題は、HIV感染者の動向である。結核既感染者がHIVおよび、AIDSに感染すると結核発病率は高いが、結核の低蔓延国ではHIVの高危険群の15~49歳での結核既感染率はすでにかかなり低くなっているため、HIV問題は根絶年の推計に影響を与えるほどのものではないとの考え³⁾³²⁾もある。しかし、米国での結核罹患率の低下が1985年以降止まったことの原因の

一部は HIV の流行による⁴⁾¹⁶⁾と考えられている。

現在、日本の HIV 感染者はまだ少ないが、近年若い女性の血液凝固剤以外の理由による HIV 感染者が増えており、やがては諸外国と同様の流行をたどるのではないかと危惧する声も出始めている³³⁾。現在 30 歳代以下のほとんどは結核に未感染であるため、この年齢層に HIV 感染が起こったとしても結核の発病につながる可能性は小さいので、今のところ日本では将来の感染危険率に及ぼす影響はほとんどないといえるだろう。しかし、急増している外国人では結核の既感染率は高く、この集団での HIV 感染の今後の動向が問題となる可能性もあり、上記の危惧を完全には否定できない。

以上の諸事情を考えると、2010 年頃急速な高齢化の一応の安定と既感染人口グループの減少という人口構成の変化に伴い感染の機会が減少するとしても、それによって替わり特定地区、特定グループの問題の悪化がより顕著になるであろうことは、かなり現実味を帯びて想像される。その改善と悪化のバランスがどの程度か、現時点で推定することはできないが、それぞれの傾向が明らかになるまで、1977 年から根絶基準に達するまで感染危険率を一律 5% としたモデルは、かえって有効であるかもしれない。

5. 根絶年の妥当性について

日本の結核死亡率は 1989 年に 10 万対 2.9 であったが、これはオランダの 1960 年の死亡率 2.9、米国の 1969 年の死亡率 2.8、イングランドウェールズの 1971 年の死亡率 2.9 とほぼ同じ値である。これから単純に日本の結核事情を世界先進諸国と比較すると、オランダより 29 年遅れ、米国より 20 年遅れ、イングランドウェールズより 18 年遅れとなっている。今回求めた日本の結核の根絶年は 2058 年で、オランダで推計されている根絶年 2025 年より 33 年の遅れであり、結核死亡率からみた遅れとほとんど変わらない。

幾つかの先進諸国では 21 世紀前半に結核が根絶基準に到達し、残りの先進諸国でも 10~20 年後には、この基準に到達すると考えられている³⁾。死亡率や罹患率等他の疫学指標の動向をこれらの国々と比較してみても、日本の状況は 20~30 年遅れで同じ経緯をたどっていることからすれば、本研究で行った感染危険率からみた根絶年の予測が、非常に違うことはないと考える。

ま と め

感染危険率とその減少速度から、日本において結核が根絶基準に達する年を推計した。年次別年齢別既感染率を計算するにあたり、年齢による影響を考慮したモデルも検討した。しかし、根絶年を予測するにあたり、年齢の影響は非常に小さいことがわかった。最近の感染危険

率の減少速度をどの程度に設定するかで、根絶年の予測はかなり違ったが、現在の日本の結核問題の大きさを先進諸国と比較し、2050 年代後半に日本の結核は根絶基準に達するであろうと予測した。

本研究は日本公衆衛生学会¹⁵⁾で発表したものを一部修正し、その後 TSRU³⁴⁾で発表したものをもとに考察を加えまとめたものである。稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜りました結核予防会結核研究所所長、青木正和先生、御校閲を賜りました同副所長、森亨先生に深く感謝の意を表します。また、図表の作成に協力下さいました同疫学の宮本薫さんに御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 青木正和：結核症の感染と進展—わが国の最近の様相—, 日本医師会雑誌, 82: 561~569, 1979.
- 2) 三上理一郎：臨床免疫学的にみた結核発病の要因, 結核, 59: 39~63, 1984.
- 3) Styblo, K. : Eradication of tuberculosis in developed countries in the HIV era., Bull IUATLD, 64, No. 3: 58-64, 1989.
- 4) US Department of Health and Human Services : A strategic plan for the elimination of tuberculosis in the United States, MMWR 38 (Supplement) : 1-25, 1989.
戸井田一郎訳：アメリカ合衆国の結核根絶のための戦略プラン, 呼吸器疾患・結核文献の抄録速報, 40 : 833~841, 1989.
- 5) Styblo, K. : The elimination of tuberculosis in the Netherlands., Bull. IUATLD 65, No. 2-3 : 49-55, 1990.
- 6) 河合 道, 藤木明子, 望月テル：わが国における結核菌(抗酸菌)検査の現状(第2報, 塗抹染色・分離培養検査), 衛生検査, 36 : 1783~1786, 1987.
- 7) 吉山 崇, 森 亨：気管支内視鏡検査の塗抹陽性患者数に与える影響について, 第66回日本結核病学会, 結核, 66 : 167, 1991.
- 8) 山田祐子, 森 亨：電算化サーベイランス情報の信頼性について, 第65回日本結核病学会, 結核, 65 : 134~135, 1990.
- 9) 塗抹陽性患者発生の様相：「結核の統計1990年版」(厚生省保健医療局結核・感染症対策室監修), 結核予防会 : 8, 1990.
- 10) 青木正和：わが国における結核感染の最近の様相, 日本胸部臨床, 38 : 674~681, 1979.
- 11) 森 亨：結核感染をめぐる諸問題(2), 結核, 63 : 39~48, 1988.
- 12) 森 亨：沖縄における結核の疫学的分析(1),

- Styblo のモデルからみた感染の様相, 結核, 46 : 357~364, 1971.
- 13) Styblo, K., Meijer, J., Sutherland, I. : The transmission of tubercle bacilli, its trend in a human population., TSRU Report No. 1, Bull. IUAT, 42 : 5-104, 1969.
 - 14) 人口問題研究所 : 日本の将来推計人口—昭和60~100年一, 研究資料第244号, 1987.
 - 15) 大森正子, 青木正和 : 結核の感染危険率の見直しと既感染者の将来推計, 第47回日本公衆衛生学会総会抄録集Ⅲ, 35 : 304, 1988.
 - 16) Rieder, H., Cauthen, G., Kelly, G. et al. : Tuberculosis in the United States, JAMA, 262, 3 : 385-389, 1989.
島尾忠男訳 : 米国の結核, JAMA 日本語版, 124, 3 : 96~101, 1990.
 - 17) 青木正和 : 結核感染をめぐる諸問題(1), 結核, 63 : 33~38, 1988.
 - 18) 徳田 均 : 高齢者結核の発病機転—入院例の分析および高齢者集団のツ反成績, 結核, 63 : 808~812, 1988.
 - 19) 良田圭子 : 本邦に於ける結核感染状況ならびに之が結核死亡率との関係, 人口問題研究, 4 : 8~35, 1943.
 - 20) 遠藤昌一, 青木国雄 : 日本における結核まん延のシステム分析, 結核, 46 : 99~111, 1971.
 - 21) 岸本 進 : 老化と免疫, 結核, 55 : 547~550, 1980.
 - 22) 原田 進, 高木正祇, 原田泰子他 : 高齢者肺結核の臨床免疫学的検討, 結核, 64 : 43~50, 1989.
 - 23) 亀田和彦 : 老人の肺結核の臨床的研究, 結核, 55 : 561~563, 1980.
 - 24) 青木正和 : 「全面改訂・増補, 結核集団感染」, 結核予防会 : 13~19, 1988.
 - 25) 大森正子 : 第41回結核予防全国大会分科会要旨, 結核予防会 : 43~54, 1990.
 - 26) 山口 亘, 北風久夫, 中井忠臣 : 大阪愛隣地区における結核の現状と今後の課題について, 第2報, 第61回日本結核病学会総会 : 結核, 61 : 229~230, 1986.
 - 27) 今村昌耕, 石館敬三, 福田良男他 : 特別な地域の結核患者の過去10年間の動向, 第62回日本結核病学会総会, 結核, 62 : 197, 1987.
 - 28) 森 亨 : 低蔓延下の結核対策のあり方, 公衆衛生, 48 : 532~538, 1984.
 - 29) 清田明宏, 森 亨, 石川信克他 : 在日外国人の結核, 第65回日本結核病学会総会, 結核, 65 : 172, 1990.
 - 30) 伊藤和子 : 外国人留学生からの結核, 第65回日本結核病学会総会, 結核, 65 : 70, 1990.
 - 31) 前田秀男 : 日本語学校就学生の結核検診について, 第66回日本結核病学会総会, 結核, 66 : 116, 1991.
 - 32) Styblo, K. : The Impact of HIV infection on the global epidemiology of tuberculosis., Bull. IUATLD 66 : 27-32, 1991.
 - 33) 岩石隆光 : AIDS 日本事情, JAMA 日本語版, 138, 5 : 100, 1991.
 - 34) Ohmori, M., Aoki, M. : Estimating the year of eradication of tuberculosis., TSRU Progress Report No. 1 : 45-54, 1991.