

## 日本におけるコーホルト累積結核死亡率の検討

## 第1報 全国値の観察

柳川 洋・重松 逸造

国立公衆衛生院疫学部

受付 昭和44年4月15日

AN ANALYSIS OF ACCUMULATED COHORT MORTALITY  
RATES FROM TUBERCULOSIS IN JAPAN\*

## Report 1. Observation on the Statistics for All Japan

Hiroshi YANAGAWA and Itsuzo SHIGEMATSU

(Received for publication April 15, 1969)

The changes of tuberculosis mortality in Japan were observed on 23 successive cohorts born from 1915 to 1959, analyzing the age specific cohort mortality rates and their accumulations calculated by life-table procedure.

The following results were obtained from these observations.

1. The age distribution of the mortality from tuberculosis showed the common pattern among the generations born before 1930, rising up from the age of puberty followed by the peak at early adult age and finally falling down in old ages. Such pattern, however, changed in younger generations born after 1930, particularly in those born after 1936, which were at the highest rates of the mortality from tuberculosis at the age under 5 years. One of the main factors influencing upon the change of age pattern was reasonably thought to be the development of chemotherapeutics.

2. The accumulated mortality rates from tuberculosis increased rapidly in younger ages almost identically among each generation born before 1928, but more and more gradually in generations born from 1929 to 1959. Such factors as BCG vaccination, improvement of living standard and chemotherapy may have caused these changes.

3. Sex difference of the accumulated mortality rate from tuberculosis was observed. The rates in male which were lower than those of female in young ages exceeded female at age 25 or later in the generations born before 1924. For the generations born between 1927 and 1939, the rates in male did not exceed those in female, and no significant difference were found between both sex in the generations born after 1940. Such fact suggested that male was benefited by the chemotherapeutics much more than the female.

4. The accumulated mortality rates from tuberculosis at 15 years of age were found to be in decrease even in the generations before the popularization of BCG vaccination.

5. A proportion of the death due to tuberculosis under 20 years of age among those under 40 years was constantly higher in female than male in all generations. This may be partly related to the difference of physiological resistance between both sex.

\* From Department of Epidemiology, Institute of Public Health, 4 chome Shirokanedai, Minato-ku, Tokyo 108 Japan.

I. 緒 言

1940 年台の後半以降日本の結核死亡率は急激に減少しはじめ、これに伴つてその年齢傾向も徐々に変化して、最近では戦前と全く異なる年齢パターンを示すようになった。

Frost<sup>1)</sup>は1880年から1930年までの米国マサチューセッツ州における年齢別結核死亡率の変化をコーホルト死亡率を使つて見事に説明しているが、著者らは日本における結核死亡率の世代による変化と性、年齢別の特徴を明らかにする目的で、コーホルト結核死亡率およびLife-Table法を応用した累積コーホルト結核死亡率を観察したので、ここにその成績の概要を報告する。

II. 研究方法

研究資料として結核年報1967年版(結核予防会)、人口動態統計昭和22~40年(厚生省統計調査部)などを用いて、年齢別結核死亡率、性、年齢別コーホルト結核死亡率、性、年齢別コーホルト累積結核死亡率(Life-Table法の応用による)などを観察した。なお年齢別コーホルト累積結核死亡率は下記の手順で計算した。

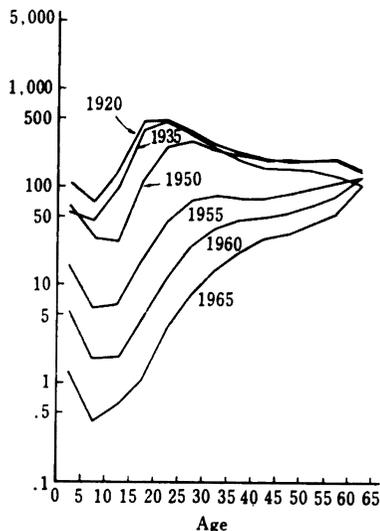
年齢別コーホルト累積結核死亡率の計算手順

あるコーホルトの0~4歳における結核死亡率を $p_0$ 、5~9歳の死亡率を $p_5$ 、10~14歳を $p_{10}$ ……として、0~4歳の各歳の結核死亡率がいずれも $p_0$ と仮定して累積すると、4歳の終りまでに結核死亡から免れる率 $Q_{0-4}$ は、

$$Q_{0-4} = (1 - p_0)^5$$

と計算される。したがつて、その期間に結核で死亡する率 $P_{0-4}$ は、

Fig. 1 Age Specific Mortality Rates from Tuberculosis for Selected Years Per 100,000 population



$$P_{0-4} = 1 - Q_{0-4}$$

と計算される。また9歳までに結核死亡から免れる率 $Q_{0-9}$ は同様に、

$$Q_{0-9} = Q_{0-4} \times (1 - p_5)^5$$

となり、結核で死亡する率 $P_{0-9}$ は、

$$P_{0-9} = 1 - Q_{0-9}$$

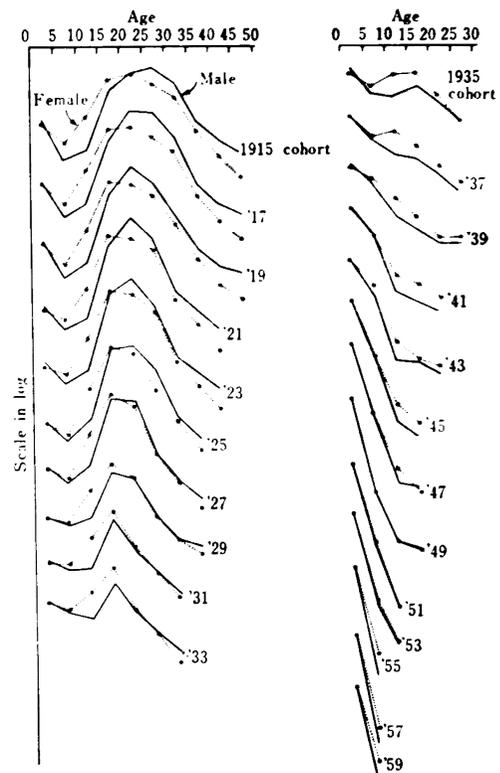
と計算される。この計算を順次繰り返して、コーホルト累積結核死亡率を計算した。

III. 研究成績

1. 年齢別結核死亡率の推移

まず年齢別結核死亡率を戦前の2時点(1920年, 35年)および戦後の4時点(1950年, 55年, 60年, 65年)について比較すると、図1に示すように、戦前戦後とも結核死亡率は0~4歳から5~9歳に移行するとき一たん下降した後、上昇を開始している。しかし10~14歳以後の年齢では、戦前の1920年, 35年ともに20~24歳まで上昇を続け、以後年齢とともに減少の一途を辿っているのに対して、戦後その傾向がくずれ、1950年にはピークが25~29歳へと、5歳だけ高年齢層へずれてきている。また1955年からは30歳以後も結核死亡率の下降がほとんどみられなくなり、1960年, 65年においては5~9歳に最低の死亡率を示した後、年齢とともに上昇の一途

Fig. 2. Cohort Mortality Rates from Tuberculosis by Sex



を辿り、戦前とは全く変わった年齢パターンを示している。

2. 性、年齢別コーホルト結核死亡率

図2は1915年生れ群(1917年に0~4歳であつたもので、実際には1913~17年生れであるが便宜上中間をとつて1915年生れとした)から1959年生れ群にいたる23種類のコーホルトについて、性、年齢別結核死亡率を比較したものである。

まず男子の死亡率を1915年生れ群から順次観察していくと、1915年生れ群~29年生れ群ではどの世代も0~4歳から5~9歳にかけて死亡率が一たん低下した後、年齢とともに上昇を開始し、1915年生れ群では25~29歳、1917年生れ群~25年生れ群では20~24歳、1927年生れ群~29年生れ群では15~19歳で死亡率がピークを示した後、年齢とともに下降を続けている。ところが1931~35年生れ群の世代ではピークの年齢に変わりはないが、その形がくずれはじめ、1937年生れ群以後の若い世代では0~4歳のときの死亡率が最も高く、以後年齢とともに下降の一途を辿っている。

次に女子についてみると、全般にほぼ男子と同様の傾向を示すが、0~4歳から5~9歳にかけて死亡率が下降して後上昇するという傾向が1915年生れ群から37年生れ群までにみられ、男子よりも若い世代にまで続いている。また死亡率がピークを示す年齢は全般に男子よりもやや若い傾向がみられる。1939年生れ以降の世代では

男子と同様、年齢とともに下降の一途を辿っている。女子は男子より、全般に20歳以下の若年で高い死亡率を示す傾向がみられた。しかし25歳以後の年齢では、1915年生れ群~25年生れ群で男子が高率を示していたが、1927年生れ群以後の世代ではその傾向がはつきりしなくなつてきている。

3. Life-Table法による性、年齢別コーホルト累積結核死亡率

図3は先に示したコーホルト結核死亡率をLife-Table法により順次年齢を追つて累積して観察したものである。

まず男子についてみると、1915年生れ群~27年生れ群の世代ではいずれも15~25歳の年齢で死亡増加の勾配が以後の世代に比べて強くなつている。またこれらの世代では5歳、10歳、15歳の各年齢にいたるまでの死亡率は世代により差を認めるが、いずれの世代も20歳でコーホルト10万対2,700~3,000とほぼ等しくなつている。25歳以後の年齢では、世代が新しいほど死亡数は少なくなつている。なおこれらの世代が40歳までに経験した結核死亡の割合は出生時(正確には2.5歳である)の人口に対して1915年生れ10%、17年生れ12%、19年、21年生れ10%、23年生れ8%、25年生れ6%、27年生れ5%と計算された。

1929年生れ群以後の世代では若年における死亡増加

Fig. 3. Accumulated Cohort Mortality Rates from Tuberculosis by Sex (Application of Life-Table Method)

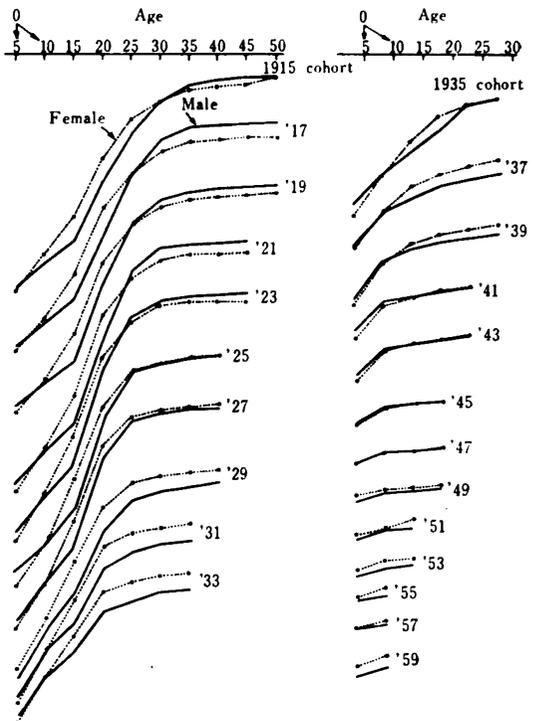
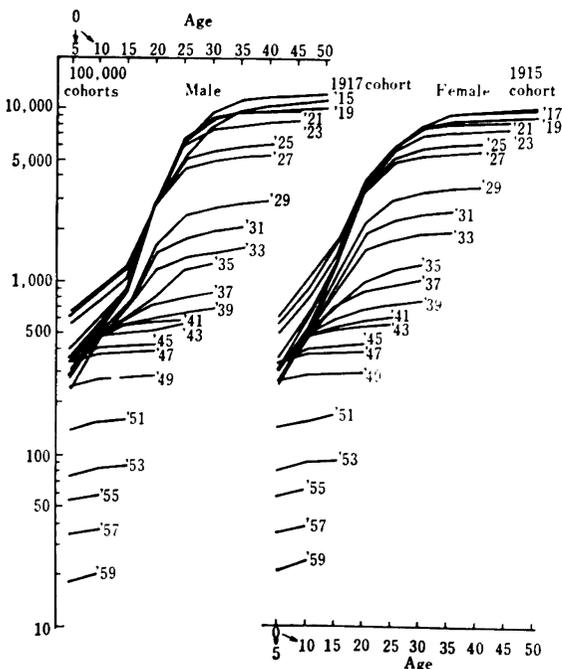


Fig. 4. Sex Difference of Accumulated Cohort Mortality Rates from Tuberculosis by Generation

の勾配がゆるやかになり、1937 年生れ以後の世代では若年に特有であつた急勾配が消失し、1949 年生れ以後の世代においては 0~4 歳の乳幼時期の死亡率も世代とともに減少している。

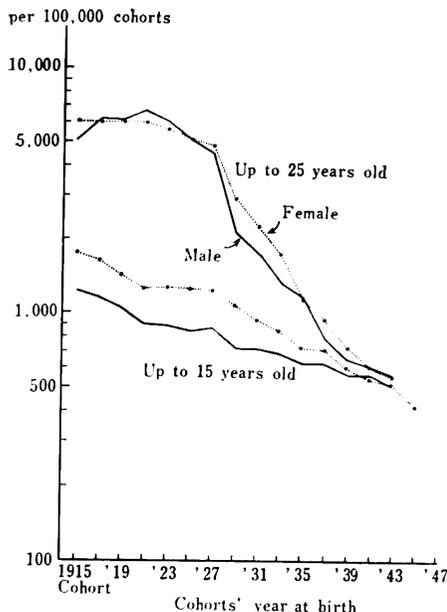
女子では 1915 年生れ群~27 年生れ群はほぼ男子と同様の傾向を示しており、20 歳までに経験した結核死亡はコーホルト 10 万対 3,300~3,800 に達していた。また男子の場合と同様に 40 歳までに経験した結核死亡の割合をみると、1915 年生れ群、17 年生れ群 10%、19 年生れ 9%、21 年、23 年生れ 8%、25 年生れ、27 年生れ 6% となつていた。

次に各コーホルトを性別に比較すると、図 4 に示すように 1915 年生れ群~23 年生れ群においては、女子の死亡が男子に比べて若年で高くなつており、25 歳または 30 歳で男子が女子を超越した後、常に男子の方が高いという経過を辿つている。ところが 1927 年生れ群~39 年生れ群においては 30 歳以後になつてもなお女子が高いままの経過を辿つている。1941 年生れ群~47 年生れ群においては、若年時に女子が高いという原則もくずれたようだが、1949 年生れ群以後の新しい世代で再び若年における女子の率が男子に比べて高い傾向にもどつている。

4. 一定年齢 (15 歳, 25 歳) までに経験した結核死亡の推移

図 5 は各コーホルトが一定年齢に達するまでに経験した累積結核死亡率の推移を順次世代を追つて性別に観察したものである。まず 15 歳までの結核死亡について

Fig. 5. Changes of Accumulated Cohort Mortality Rate from Tuberculosis Attained under Certain Ages by Cohort



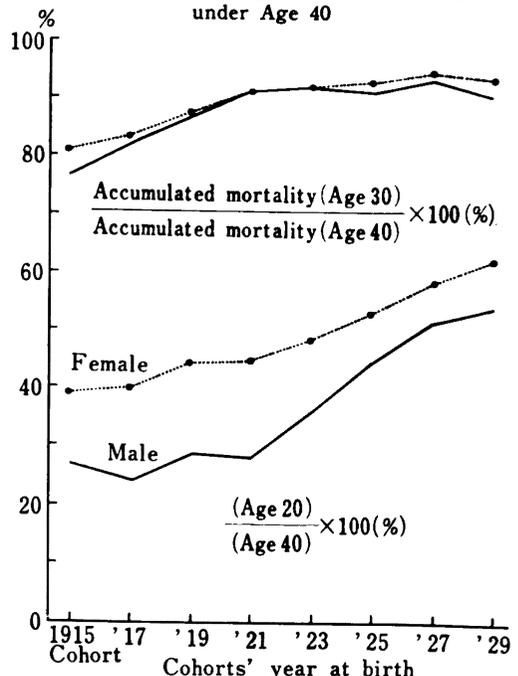
ると、1915 年生れ群ではコーホルト 10 万対男子 1,200、女子 1,800 と女子が男子の 1.5 倍の高率を示していた。男女とも世代が新しくなるにつれて、これらの率は低下し、1933 年生れ群以後の世代より男女差が縮小しはじめ、1945 年生れ群では男女とも 400 と男は当初の 1/3、女 1/5 にまで減少している。また 25 歳までの時点について同様の比較をすると、1915 年生れ群では男子 5,200、女子 6,100 と女子がやや高く、その後男子が女子よりも高くなり、1929 年以後の世代から男女とも著明に低下している。1943 年生れ群の世代では男女とも 600 となり、男子は当初の世代に比べて 1/9、女子は 1/10 にまで減少した。

図 6 は各コーホルトについて、40 歳までに結核で死亡した数に対する 20 歳または 30 歳までにおける結核死亡の割合を現在 40 歳またはそれ以上の年齢に達した世代のみについて観察したものである。まず 20 歳までの死亡の割合をみると、1915 年生れ群では男子 27%、女子 39% であつたが、以後世代が新しくなるにつれて上昇の傾向を示すとともに男女の差は狭くなる傾向にあり、1929 年生れ群では男子 55%、女子 62% となつていた。なお 30 歳までの死亡については男女とも世代とともにゆるやかな上昇の傾向を示したが、男女差はほとんどみられなかつた。

IV. 考 案

Frost<sup>1)</sup> は米国マサチューセッツ州における 1880 年か

Fig. 6. Changes of Percentage Cohort Mortality Rates from Tuberculosis Accumulated under Age 20 or 30 among those Accumulated under Age 40



ら50年間の年齢別結核死亡率の変化の特徴として、(1)死亡率は各年齢とも年次とともに低下していること、(2)死亡率の年齢傾向では各世代とも0~4歳から5~9歳にかけて低下し、以後上昇するが、そのピークの年齢は1880年、90年などの初期に生れた世代では20歳、30歳代であるのに対して、1930年生れ以降の世代では50歳代以上に移行していること、(3)年齢別コーホルト結核死亡率ではいずれの世代も20歳代にピークがあること、などをあげ、年齢別結核死亡率のピークが高年齢にずれたからといって、結核死亡のRiskが高年齢にずれたことを意味するものではないことを指摘している。日本においても戦後の急速な結核死亡率減少に伴い、年齢パターンもこれとほぼ同様の変化を示してきている。また年齢別コーホルト結核死亡率を観察すると、1915年生れ群~35年生れ群のものでは15~19歳と25~29歳の間でピークをつくり、少なくともこの世代においてはFrostの指摘した通りの傾向を示している。またピークの年齢は世代が新しくなるにつれて若年にずれていく傾向がみられ、このことは英国の資料による報告にもみられる<sup>9)</sup>。

コーホルト法によつて死亡率の年齢傾向を考える場合、各コーホルトが年をとるほど生活環境が良くなり、治療も進んでいくという事実を考慮しなければならない<sup>9)</sup>。1931年生れ群で20歳代の山が変形しはじめ、以後の世代においては死亡率が年齢とともに低下しているのは、明らかに化学療法出現の影響であると考えられる。一方1915年生れ群、1917年生れ群の男子が25~29歳で高率を示しているのは第二次大戦の影響が加わっているものと思われる。なお日本のコーホルト結核死亡率については、これまで多くの研究者によつて分析されている<sup>4)-10)</sup>。

次に各コーホルトの累積結核死亡率を順次古い世代から観察していくと、まず1915年生れ群~27年生れ群では、男女とも生れて5歳までの乳幼児期あるいは10歳までの学童期の死亡は新しい世代ほど低くなっているが、15歳の時点でそれらが接近しはじめ、20歳で各世代ともほぼ等しくなっている。すなわち10歳までの累積死亡はこの12年間にわずかながら減少傾向を示しているにも拘らず、10歳から20歳までの死亡は逆に新しい世代ほど多くなっているわけで、これらの世代はいずれも15歳までにBCGを受けるチャンスがなかつたこと(最後の世代である1927年生れ群が15歳になるのは1942年である)、新しい世代ほど戦争時期に接近していることなどを考慮すると興味深い。

1929年生れ群~47年生れ群では20歳までの死亡は世代とともに低下の傾向を示しているが、5歳までの死亡はどの群もほぼ等しい。これは明らかに化学療法の出現の影響によるものであり、また更にBCG接種による免疫の獲得、生活水準の向上などといった条件が若い世代

ほど強く加わつたためと考えられる。

1949年生れ群以後の世代ではこれらの諸条件のほか結核流行が下火になつたことも加わり、更に若い5歳までの死亡も加速度的な減少を示した<sup>11)</sup>と思われる。

コーホルト累積死亡曲線から、ある世代のものが一定年齢に達するまでにどれだけの割合で結核の犠牲になつたかということも推定できる。たとえば1923年以前に生れた世代つまり現在45歳以上の世代では約10%のものが40歳までに結核で死亡したことになる。

次に累積結核死亡を観察したい。ここで注目したいことは男女差が世代によつて異なつてきていることである。男女差の動きを戦後の結核医療の進歩、結核対策の確立などとの関連で観察するために、これらの諸条件がよくなりはじめた時点として仮に1951年(結核予防法公布、SM, PAS, INHの登場)をとり、その年に各世代が達した年齢をみた。これによると青年期に男子が女子を凌駕する世代(1915~23年生れ群、逆転群と呼ぶ)では28歳以上、女子が青年期以後も男子より高率を維持する世代(1927~39年生れ群、非逆転群)は12~26歳、男女差がなくなつた世代(1941~47年生れ群、性差なし群)は4~10歳、再び女子がやや高くなつた世代(1949年生れ群以後の世代、女子高率群)は当時3歳以下または1951年以後の生れという結果が得られる。最初のグループつまり逆転群はほぼ30歳まで戦後の結核医療、結核対策の恩恵に浴さなかつたグループであり、次の非逆転群は10歳代または20歳代で、性差なし群は10歳未満でこれらの恩恵に浴したグループであると考えられる。また最後の女子高率群にあつては生後すぐからこれらの良い条件がそろつていたことが考えられる。このことはこれらの恩恵が当時の青年男子に濃厚に作用したことを意味している。

一方15歳までの累積死亡を各世代についてみると、BCG接種の開始された昭和10年台後半以前においても順調な低下を示しており、集団免疫、生活環境、栄養などの諸要因も無視できないことを示している<sup>12)</sup>。

各コーホルトが40歳までに経験した結核死亡のうち20歳までの死亡が占める割合は女子が高く、30歳では男女ほとんど差を示さないのは男女の成熟年齢の違いによる生理的な抵抗力の差<sup>13)14)</sup>が関係しているものと思われる。ただし世代が新しくなるにつれて20歳までの死亡の割合が男女とも少しずつ上昇していくのは、後の世代ほど20歳以前の環境条件が改善されたためであろう。

以上の観察により、コーホルト累積結核死亡率は各世代の特徴をかなりよくとらえているものと思われるが、計算方法にはいくつかの問題点が残されている。たとえば各5歳群は5年間同じ死亡率で結核死をするという仮定で累積してあり、また結核以外の死因による死亡については全く無視されているという問題が残されている。

これらの問題点に加えて人口移動、累積による誤差の蓄積なども考慮すれば、府県別の特徴をつかむこともできよう。

## V. 総 括

わが国における結核死亡率の世代別にみた推移を明らかにする目的で、性別コーホルト結核死亡率および Life-Table 法を応用した累積コーホルト結核死亡率を観察した結果を要約すると次の通りである。

1. 年齢別コーホルト結核死亡率は 1929 年生れ群以前の世代では、男女とも青年期に 1 度ピークをつくつた後下降しているが、以後の世代でこの傾向がくずれ、1937 年生れ群以後の群では年齢とともに下降の一途を辿っている。このような変化をもたらした主因として化学療法の出現があげられる。

2. 青年期における累積結核死亡率増加の勾配は男女とも 1927 年生れ群以前の世代ではどの世代も同程度に急峻であるが、それ以後の群では、世代が新しくなるにつれてゆるやかになっており、これには化学療法の出現のほか、BCG 接種による免疫の獲得、生活水準の向上などの条件も関与していると考えられる。

3. 累積結核死亡率の男女差を観察すると、1923 年生れ群以前の世代では若年で女子が高く、25 歳以後で男子がこれを追い越しているが、1927 年生れ群～39 年生れ群では男女の逆転はみられなくなり、1941 年生れ以後の世代では各年齢とも男女差がなくなっている。このような性差の動きから、化学療法の出現が当時の青年男子に強い影響を与えたことがうかがわれる。

4. 15 歳まで累積結核死亡率は BCG 接種の開始された昭和 10 年台後半以前においても順調な低下を示しており、集団免疫、生活環境、栄養などの諸要因も無視できないことを示している。

5. 40 歳までの累積結核死亡中に占める 20 歳までの死亡の割合は女子が高く、30 歳まででは男女差がみられなかつたが、これには男女の生理的な抵抗力の差も関与しているものと思われる。

以上の観察から年齢別コーホルト結核死亡率を累積することによつて各世代の結核死亡とその特徴がかなりよくとらえられることが認められた。

本論文の一部は第 26 回日本公衆衛生学会において発表した。

## 文 献

- 1) Frost, W. H.: *Am. J. Hyg., Sect. A*, 30 : 91, 1939.
- 2) Springett, V. H.: *Lancet*, 1 : 521, 1952.
- 3) MacMahon, B., Pugh, T. F., Ipsen, J.: *Epidemiologic Methods*, Little Brown and Co., Boston, 1960.
- 4) 重松逸造: 診断と治療, 48 : 151, 昭 35.
- 5) Shigematsu, I.: *Japanese J. Tuberc., Supplement* : 1, 1966.
- 6) 柳川洋: 結核, 41 : 181, 昭 41.
- 7) 佐分利輝彦: 胸部疾患, 5 : 76, 昭 36.
- 8) 城戸春分生・本郷尚史 他: 日本医事新報, 2172 : 10, 昭 40.
- 9) 田中美知子: 関西医科大学雑誌, 11 : 536, 昭 34.
- 10) 鹿児島県: 鹿児島県結核死亡低減対策樹立のための実態調査報告書, 昭 40.
- 11) Myers, J. A.: *Am. J. Pub. Health*, 38 : 516, 1948.
- 12) McDaugall, J. B.; *Tuberculosis, A Global Study in Social Pathology*, The William & Wilkins Co., Baltimore, 1949.
- 13) Dahlberg, G.: *Brit. J. Soc. Med.*, 4 : 220, 1949.
- 14) Springett, V. H.: *Lancet*, 1 : 574, 1952.