

2011年東日本大震災に伴う人間被害の激甚性 — 一年令依存性に関する伝統の死亡率算定法を吟味する —

Severity of Mortality in the 2011 East Japan Giant Earthquake Criticizing Traditional Evaluation Way for Age-dependency

太田 裕¹⁾、小山 真紀²⁾、志垣 智子³⁾

- 1) 東濃地震科学研究所
- 2) 岐阜大流域研センター
- 3) 高齢者住宅研究所

OHTA Yutaka¹⁾, KOYAMA Maki²⁾ and SHIGAKI Tomoko

- 1) Tono Res. Inst. of Earthquake Science
- 2) River Basin Res. Center, Gifu Univ.
- 3) Institute of Elderly Housing Sciences.

概 要

本論はシリーズ研究の一環として、地震・津波に伴う死者の年令依存性を考察し、その中で特に災害弱者の在り様に関する一層の理解を心がけている。従来、災害弱者といわれてきたのは、主に年令軸の両端に位置する乳幼児と高令者等であるが、伝統の算定法による結果では高令者が高い死亡率となっている一方で、2011年東日本大震災においても乳幼児は一見災害弱者らしからぬ低い死亡率となっており、このままで放置しておくわけにはいかない。

今回は、この問題の解決に向けて、視点を変えて考察した。すなわち、本来災害弱者の筈の乳幼児が低い死亡率となっているのは家族・教師等の支援が奏功している一方で、伝統の算定法が単純に過ぎるために乳幼児の死亡実態をうまく捉えていないのではとの疑問があり、新規に2つの方法を試みた。1つは、災害の無い平常年の死亡率と対比する方法であり、他の1つは地震等の災害による死亡は本来有るべき余命年の剥奪に他ならないとみなし、これを特性損失量と定義して評価する方法である。その結果、伝統の算定法とは違って、両方法ともに、乳幼児の死亡率が十分に高いことを明らかにした。

キーワード；東日本大震災、年令依存性、死亡率算定法、乳幼児、高令者、災害弱者

ABSTRACT

We have been conducting a series of studies to clarify age dependency of mortality in earthquakes and found that there are 2 dominant types approximated by the capital U and J letters in English on the 2 dimensional coordinates of increasing ages in X-axis and of % mortality in Y-axis. The age dependency in the 2011 East Japan earthquake shows a typical J letter type indicating that the mortality gets heavier with increasing ages but for infants it stays in far milder range. Such age-dependency is, however, apart from our general recognition that infants are very much vulnerable as suggested in terms of heavy rate of deaths at any disasters. To settle this issue we made trials of two different algorithms. One is a modified Ozaki method by which the mortalities in one ordinary year with those in the 2011 East Japan earthquake can be compared. The second one introduced is to take into account of the loss of life expectancy due to an attack by an earthquake. In both trials we succeeded to make clear that the death risk of infants is far severer than that derived by means of the traditional method.

Keywords: Earthquake Mortality, Infants, Comparison with one ordinary year, Deprivation of life expectancy

1. はじめに

1.1 年齢区分別死亡率と死の厳しさ

本論は前報（太田・小山¹⁾）に引き続き、災害弱者の問題について年齢区分別の「死の厳しさ」について考察を続けるものであり、まずは前報¹⁾の成果を取りまとめることから話を始めたい。ここでは、地震・津波に伴う死者の年齢依存性の問題を中心に、文献Dataの抽出と分析・整理を行ったのだが、その際、Beta密度関数が示す多様な変化を参照しながら議論を進めた。理由は、これが区間(0, 1)上の連続分布をなす関数であり、かつ、たった2つのパラメータ(p, q)によって多様に変化することから、各種比率(不良率、成功率、出生、罹病率、死亡率等)を表わす分布形として使い勝手がよく、医学分野を初めとして一般に多用されていることによる(鈴木²⁾(1989))。実際には、横軸を右向きに5才~10才単位で増加する形の年齢軸とし、これを(0~1)からなる基準化軸に置換する。一方、縦軸は年齢区分別死亡率(%) {=死者数/人口母数} とした2次元座標上の曲線を考え、それらを参照しながら分類を試みた(この表示法はAge-band Specific Mortality と呼称され³⁾、伝統的に多用されてきている)。

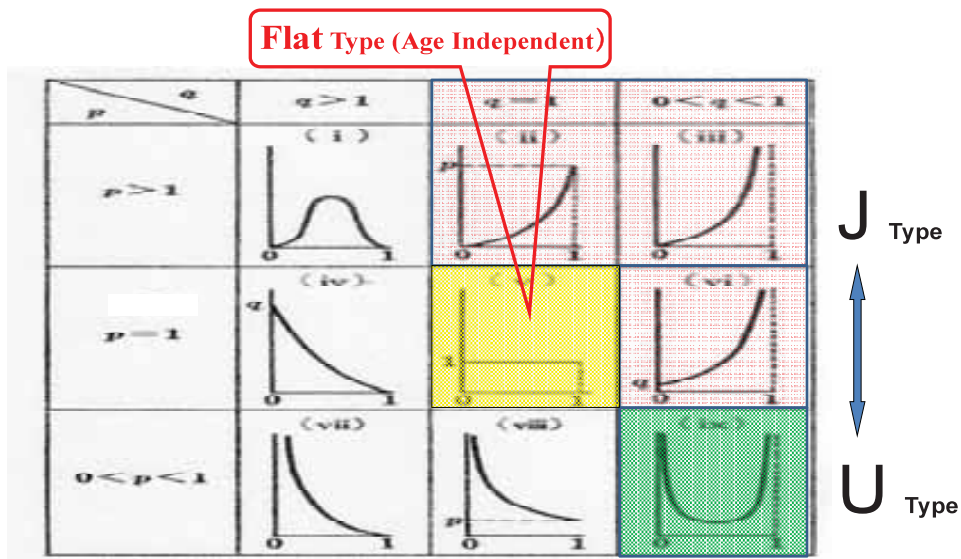


図1 2つのパラメータ(p, q)によって多様に変化するBeta密度関数：緑色表示部はU字型分布に相当し、赤色部はJ字型分布といえる。黄色色部は関数値が一定量(つまり、年齢非依存)となる特異点($p=q=0$)である。鈴木原図²⁾に加筆した。

しかし、前報の結果から、地震・津波に伴う死者という範疇では図1のパターンの全てが現われるわけではなく、2つのパターンが特に卓越する様子がみられた。1つは死亡率が乳幼児と高令者という年齢軸の両端で高くなる「U字型分布」であり、他の1つは死亡率が乳幼児側では低く、年齢に応じて右上がりに増加する「J字型分布」である。これをBeta密度分布がもつパラメータとの対比でみると、 $p > 0$ となる全範囲が該当するが、 q については $0 < q \leq 1.0$ の狭い範囲に限定されることが判る。これらの分布形を参照して得た、前報の成果を要約しておく。

(i)内陸・海洋性の、10個の地震(津波)Data整理の結果、年齢に伴う死亡率変化が英語の大文字であるU字型、J字型を2大代表とする一方で、年齢に依存しない(高、低)両極端からなるFlat型の、合計4パターンに集約できる。

(ii)これらを「死者発生の厳しさ」で順位付けすれば大約 F_{low} 型 < J字型 < U字型 < $F_{extreme}$ 型の不等関係となる。ただし、被災域のほぼ全員が死亡となる $F_{extreme}$ 型はまれな事例(2004年インド洋地震において唯一の報告)である。

(iii) Fextreme 型を例外とすれば、「災害弱者」といわれる乳幼児・高令者が、共に高い死亡率を示すのはU字型であり、典型事例をやはり 2004 年インド洋地震でみた。わが国でも戦前～終戦直後にはこれに近いパターンがみられた。

(iv) 近年のわが国ではJ字型分布が専らであり、代表例が 1995 年神戸の地震とか、今回の東日本大震災である。従って、わが国近年の事例をみる限り、高令者は高い死亡率を持つという意味で間違いなく「災害弱者」であるものの、乳幼児・若年層は高い死亡率をもった災害弱者とはいえないこととなり、一見従来とは相当に違った状況となっている。

(v) J字型多発という結果に到達したのは、防災に関わるハード・ソフト両面の増強に加えて、家族・近隣、時には教師等の支援・介護によるところが大きいのが、その一方で、伝統の死亡率算定法自体が単純に過ぎて災害に伴う「死の厳しさ」を的確に評価し得ない場合があるのではといった疑問が残る。

本論は、上記要約のうち、特に項目 (iv) と (v) を踏まえた上で、「J字型分布」に注目し、問題点を改めて整理し、考察する。その上で伝統の死亡率算定法に加えて、新たな方法の導入を計り、再計算を実行するものである。それ故、J字型分布について再度やや詳しく眺めてみることから話を始めなければならない。

1.2 J字型の出現と理解

先ず、表 1 を示しておく。これは前報で検討した地震群の一覧表であるが、それに地震毎に識別した年令依存性について、U字型・J字型に始まるパターン区分を付け加えたものである。

表 1 前報で考察した地震・津波群に年令別依存性パターン区分を加えたもの

Earthquake	Occurrence Time	M	No. Deaths	Age-dependency	Remarks
1933 Shouwa Sanriku	02h31m, Mar. 3	8.3	1,522	Inbetween of U and J	Strong Shaking, Tsunami
1946 Nankai	04h19m, Dec.21	8.1	1,331	U type	Strong Shaking, Tsunami
1993 Hokkaido Nansei	22h17m, July 12	7.8	230	Inbetween of U and J	Strong Shaking, Tsunami, Fires
1995 Hanshin-Awaji	05h46m, Jan. 17	7.3	6,434	J type	Strong Shaking
2011 East Japan	14h46m, Mar. 11	9.0	19,000	J type	Giant Tsunami
1970 Gediz, Turkey	23h02m, Mar. 28	7.1	1,086	J type	Shaking, Fires
1976 Çardiran, Turkey	14h22m, Nov. 24	7.1	3,840	Compound	Strong Shaking
1988 Armenia, USSR	11h41m, Dec. 7	6.9	25,000	J type ?	Strong Shaking
1999 Chichi, Taiwan	01h47m, Sept. 21	7.3	2,329	J type	Strong Shaking
2004 Indian Ocean	07h58m, Dec. 26	9.3	230,000	U type	Giant Tsunami 12 countries

前報で調べた地震は全部で 10 個あるが、このうち J字型の典型事例となるのは、国内の 1995 年阪神・淡路大震災（以後、神戸の地震と略称）、2011 年東日本大震災そして外国の 1970 年 Gediz 地震、1999 年台湾集集地震等であるが、J字型分布を理解していただくための参考事例として神戸の地震を採り上げる。

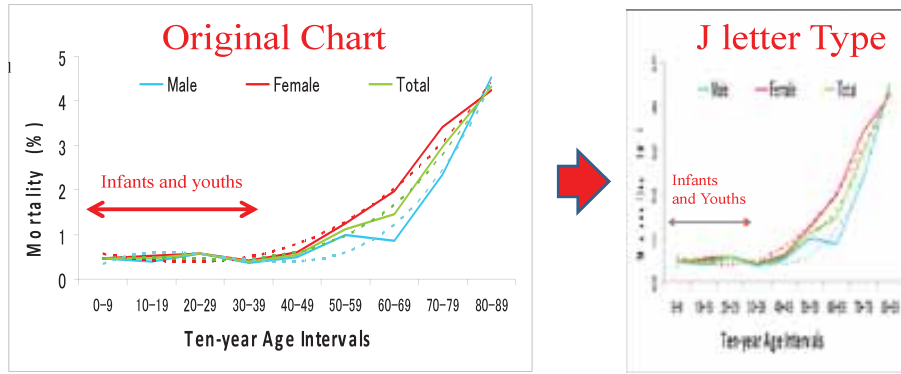


図2 左図は1995年神戸の地震（震災の帯=震度7のゾーンの住民を母数）について年齢を10才毎に区分し、男女別および全体について死亡率を描いたものであるが⁴⁾、これをJ字型と呼ぶのは、難しいかも知れない。そこで、年齢軸を半分程度に縮めると右図となり、これならJ字型と呼べよう（以下のグラフも同様にみていただきたい）。点線は多項式近似による平滑曲線である。

図2にみるように、神戸の地震では、乳幼児から30才近傍の年齢層までは死亡率が0.5%に近く、かつ、この低い値で安定しており、これが40才を越える辺りから次第に上昇して80才超で最大5%に近い値となっている。従って、「高令者/乳幼児」の死亡率比が10倍に近い大きな値となり、この高い倍率が30才近傍まではほぼ成り立っている等の特徴をみる事が出来る。次に、図3に本論の主対象である東日本大震災について、県を単位とする年齢区分別死亡率グラフを東北3県（岩手、宮城、福島）一括で掲げておく（以降は話を簡単にするため男女を一括扱いとしている）。

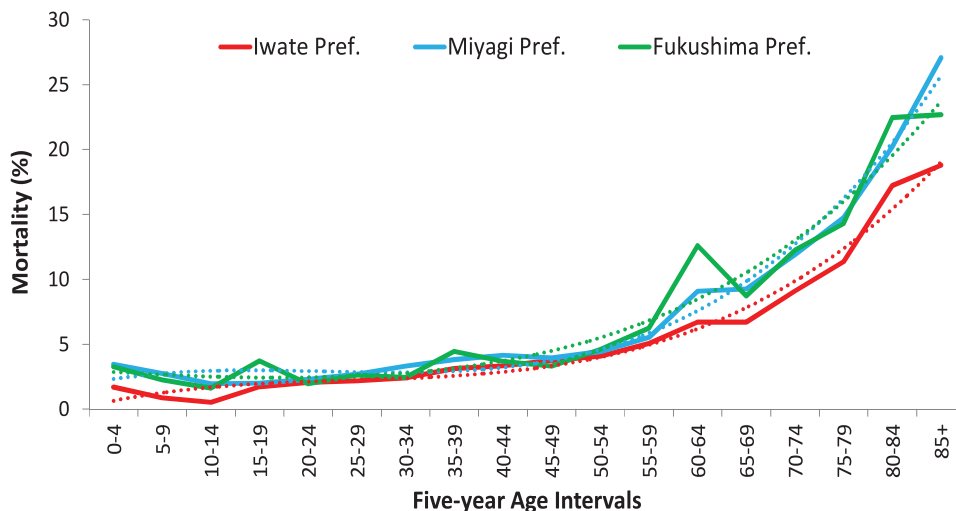


図3 東日本大震災における東北3県（岩手、宮城、福島）について、県別かつ年齢区分別に死亡率を描いたもの。点線は多項式近似曲線である。

なお、死亡率の絶対値は母数となる人口の与え方次第で、大きく変わることから、地震別とか複数の論文のDataを対比する際には特段の注意が要る。しかし、この場合の死亡率は津波による死者の大半が木造家屋等の流失域在住の住民であるという小山等⁵⁾ (2012)の調査結果を重用して、当該地域の夜間人口を母数とした絶対的死亡率であり、3県間の死亡率カーブを直接比較できる。

この図から、「高令者/乳幼児」の死亡率比は大約10倍前後であり、神戸の地震と酷似している。その一方で、高令者側死亡率の最大値が神戸で5倍程度であるのに対して、東日本では15~25倍のよう

に相当大きな値となっていることに注意しておく必要がある。一方、もう少し丁寧にみると調査に基づく死亡率曲線群と平滑曲線群との間には年令区分に応じて上あるいは下にズレが散見される。それらはやはり相応の意味を持つ筈であり、別途やや深く立ち入って考察しておく必要がある。

一方、外国の事例としてJ字型といえるのは、トルコ西部の Gediz 地震とか台湾集集地震であるが、乳幼児/高令者の死亡率比は前者が 1/3 程度であり、後者も超高令者（95 才以上）を除けば、比率はそれほど大きくはない（被災域の広がり、つまり人口母数をどのようにとるかにも関係するが）。そこで、こういった事情を踏まえ、以降は東日本大震災に注目し、乳幼児から高令者に至る死亡率とその対比に的を絞って、議論を進める。その際、2つの新たな算定法を導入し、冒頭に述べた伝統法に拠った場合“本来災害弱者である乳幼児等が一見低い死亡率をもった年令層にみえる”疑問について、事態解明への道を探っていく。

2. 算定法の見直し(I) 改訂尾崎法の適用

ある事象がもつ「死の厳しさ」を計量しようとした場合、当該事象限定ではなく、何か別の対象を選び出した上で相互比較するのが得策である。その1つに尾崎⁶⁾(2012)の提案があり、医学分野ではよく知られた方法である。これは災害時の年令区分別死者を〔平常時、1年、10万人〕で発生するそれと比べる方法であり、実際にも1995年神戸の地震に伴って西宮市(当時の人口≒40万人)で発生した死者を平常時のそれと対比した上で、“若年層では普段の年には無い、多数の死者となった”ことを指摘している。ここで平常時というのは災害等の著しい事件の無いことをいい、1年間というのは人口統計 Data が得られる最小期間である。この方法は簡明ながら、狙いどころを鮮明に浮き彫りに出来る優れた方法である。また、医学分野の評価法としてみればそれ以上に大きな意味をもつ。話は少々飛ぶが、和藤(2003)⁷⁾は「災害に伴う死者を医学からみた場合、改善目標は大きく2段階ある」という。第1目標は災害に伴って発生する死者のうち、平常時ならば通常の医療活動を通じて助けられたであろう死者群(Preventable Deaths)をゼロに近付けることであり、第2目標は平常時の医療活動における救命率向上に努めることであり、両様相俟って災害時の死者低減に大きく寄与するという。そして、このサイクルを繰り返すことで災害による死者多発という最悪状態からの脱出を図ろうとするものである。こういった考え方を簡明に描いたのが図4である。

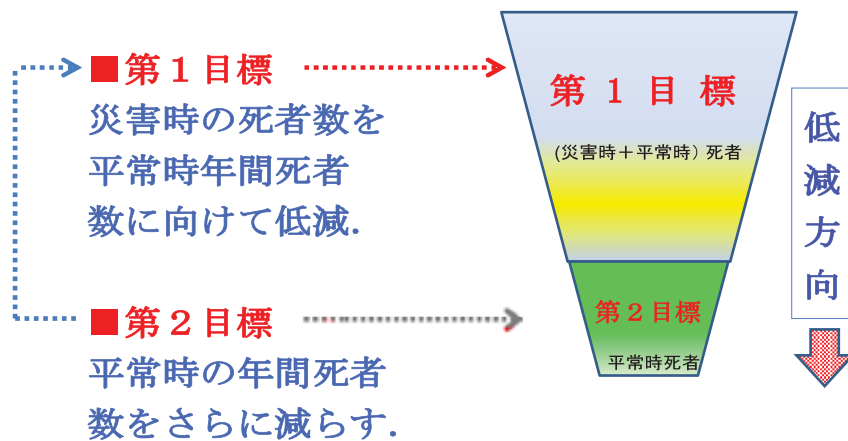


図4 災害に伴う死者低減戦略の概観図 (原案：和藤 2003)

尾崎の提案は、平常時だったら助かった筈の死(の候補者)を年令別に仕分けることで、Preventable Deathsに関する具体的な目標値(=災害時死者-平常時死者)を設定することに他ならず、伝統の死亡率算定法に比べて医学的にも一段と合理性の高い方法とみることが出来る。しかし、元々の尾崎法では、比較対象群の人口母数が10万人と固定されており、対象とする集団サイズがこれと大きく違う

場合には使い勝手が少々悪くなる。そこで、尾崎法の自然の発展として、『ある地域で地震等の災害に起因して発生した死者総数と同数の死者を平常時1年間に齎すような仮想人口集団を導入し、この仮想集団との間で年齢区分別死者数を対比する』という手順を採り入れる。そして、こういった僅かな工夫を行うことで上記の難点を除去できる。本論では、この改訂方式で、東北3県（岩手、宮城、福島）について（木造等家屋の流失域における）地域別の相当人口と年間相当死者数とを算定し、平常時対地震時の年齢区分別死者数について対比を試みた（ただ、行方不明者は、考慮外となっている）。

実際の計算は、以下のように進めることが出来る。対象とする地域（i）の全人口を P_i （既知量）とし、年代区分別のそれを p_{ij} （既知量）とすれば当然 $P_i = \sum p_{ij}$ となる。一方、地震等の災害がない「平常時、1年間」の当該地域の死者総数を C_i 、年齢区分別の死者数を c_{ij} とおくと $C_i = \sum c_{ij}$ である（既知量）。同様に、地震等の災害による当該地域内の死者総数を D_i 、年齢区分別にみた死者数を d_{ij} とすると、 $D_i = \sum d_{ij}$ （既知量）ある。このとき、災害による死者の総数 D_i 相当分を平常時1年間に齎す（であろう）相当人口は $Q_i = P_i \cdot D_i / C_i$ で与えられる。ここで Q_i の年代区分別の相当人口を q_{ij} と書けば、 $Q_i = \sum q_{ij}$ の関係があり、 Q_i は $q_{ij} = P_i \cdot d_{ij} / c_{ij}$ を通じて既知量となる。そこで、相当人口 Q_i 下で、かつ平常時と災害時の年齢区分別死亡率 Mortality (%) をそれぞれ $(\alpha_{ij}, \beta_{ij})$ とすれば

$$\alpha_{ij} (\text{平常時}) = (P_i / Q_i) \cdot d_{ij}, \quad \beta_{ij} (\text{災害時}) = (P_i / Q_i) \cdot c_{ij}, \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

によって算定出来る。それ故、これら両者、 $(\alpha_{ij}, \beta_{ij})$ 、を年齢区分別 ($j=1, 2, \dots, m$) にペアーとして描くことで、平常時1年間のそれと対比する形で災害時の「死の厳しさ」を知ることが出来る。同様に、年齢区分別死者発生率比は

$$\text{Amplification Factor} = \alpha_{ij} / \beta_{ij} = d_{ij} / c_{ij}, \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

と書ける。両者は内容的には同等であるが、(1)式側が（平常時、地震時）の年齢区分別死者発生率（＝死亡率）数を直接比べる形となっているのに対して、(2)式は（平常時/地震時）の死者率比を描く形となっており、力点の置き方が違っている。ともあれ、双方を活用することで「死の厳しさ」について、理解進展が一段と進む。実際には、平常時の年齢区分別 Data としては発災以前かつ直近が望ましいことから、2010年の国勢調査 Data (e-stat) を利用した、以下、岩手県を事例として手順を示しておく。まず、国勢調査から年齢区分別平常時死者数 c_{ij} が既知であり、総計も既知となり、 $(C_i) = \sum c_{ij} = 157$ の相当死者数を得るための換算係数 $= D_i / C_i = 4384 / 15774 = 0.278$ となる。同様に、2010年の国勢調査 Data (e-stat) を利用することで、宮城県の場合は 0.396 となり、福島県では 0.071 を得る。

それ故、これらの関係を活用することで、従来災害時の死者にのみ注目していたのに対して、平常時の死亡率との対比が可能となり、今まで以上に立ち入った詳しい分析ができる。つまり、先ず式(1)による「平常時、災害時死亡率」を個別に表す図面を作成し、次いで、式(2)による死亡率比と対比した図面を作成してやることである。こうして出来たのが図5(a)～(c)でありの左右に式(1)によるものと式(2)による県別のグラフを並べて示す。当然ながら、これらは内容的には同等であるが、平常時との死亡率の対比という点ではそれぞれの右側の図面（死亡率の割り算を示したもの）の方が両者の違いを直感的に捉え易い表示となっている。

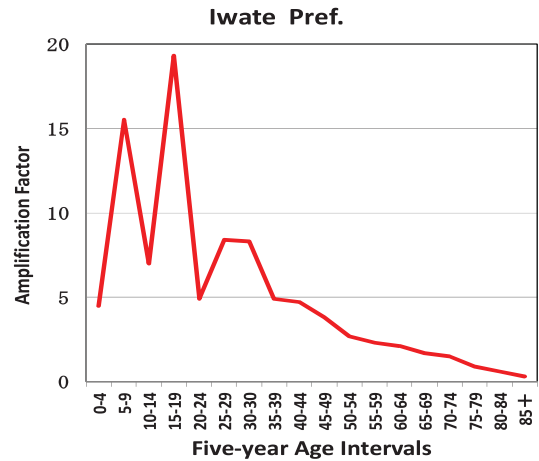
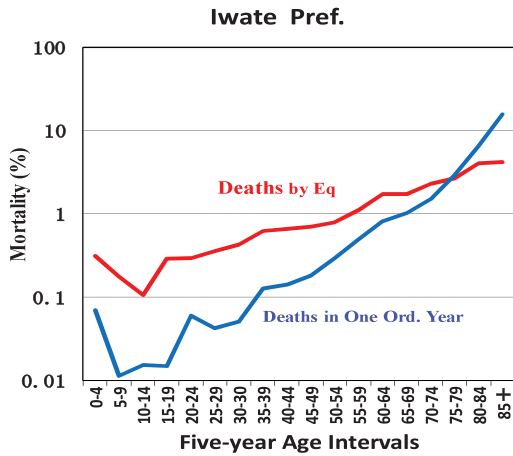


図 5(a) 岩手県：左図は平常時と地震時の死者総数が等値となる、
仮想人口母集団上で年齢区分別

死亡率を対比したもの（青色＝平常時、赤色＝地震時）。縦軸は死者数を対数表示。
右図は年齢区分別死者の「地震時/平常時」発生比率を描いている。

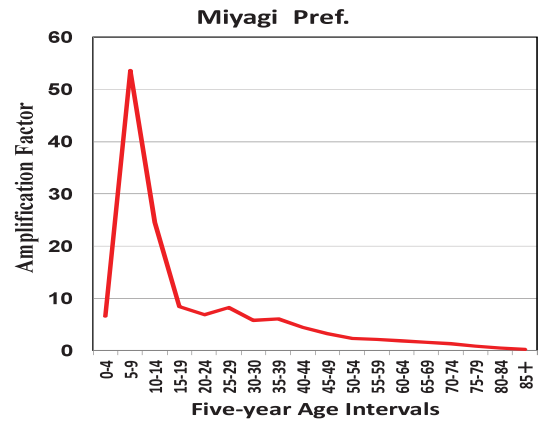
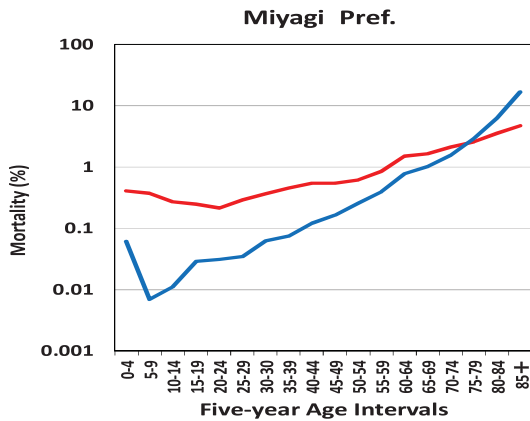


図 5(b) 宮城県：同上。大勢は岩手県と似ているが、右図をみると平常時との違いが
乳幼児・若年層（5才～14才）で突出している。

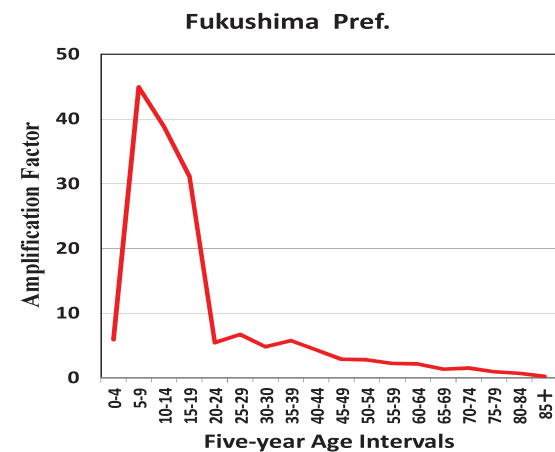
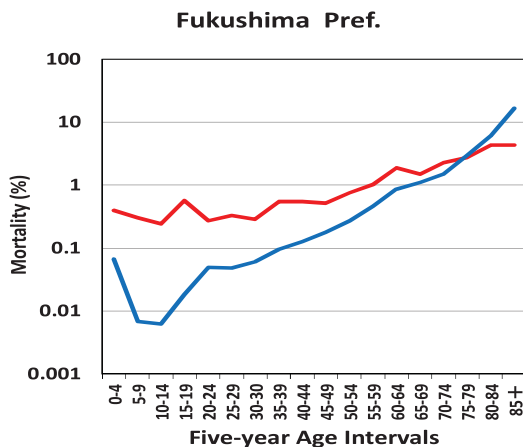


図 5(c) 福島県：同上。大勢は岩手・宮城両県と似ているが、乳幼児・若年層の突出具合は宮城県に
近い。やはり、5才～14才で地震時の死者数比が平常時の50倍に近い値を示している。

このような対比図を作成することで鮮明になるのは、乳幼児から相当の高令者に至る年令層で、死亡率が「地震時>平常時」の不等関係となっていることである。図 4(a)~4(c)の右図はこれを「地震時/平常時」の比率として直接描いており、こちらの方が判り易いかも知れない。興味深いのは、平常時 1 年間（青色）でみると一新生児を例外とすれば一死亡数を示すカーブがいずれの場合も“対数線形的”に増加していることである。これは（医学の現時点レベルを反映した上の）自然の摂理ともいえる関係であろうか？（なお、左図は、縦軸を線形表示に戻してみるとやはり“J字型”となっていることを注意しておく）。一方、地震時のカーブもほぼ右上がりの傾向を示すが、勾配は平常時に比べると遙かに小さい。その結果、平常時対地震時の死亡者数カーブの交差点は 3 県共に 75 才超である。これらの算定結果は以下のように纏められる。

(a) 尾崎が西宮（神戸の地震時）の Data にもとづき、乳幼児の死亡率が平常時を大きく上回っていることを述べているが、東日本大震災においても、同じことが成り立っている。

(b) 0 才~70 才までは地震時の死亡率が平常時を上回るが、それ以上の高令者となると、平常時>地震時となり、不等関係が逆転する。しかも、こういった逆転は全年代を通じてただ 1 回のみという、単純な関係となっている。

(c) 地震時/平常時の死亡者数比が際立って大きいのは、宮城・福島両県では 0 才~15 才までの乳幼児・若年層である。岩手県では状況が少し違い、この比率が 30 才近くまで高い値を示している（つまり、災害弱者=乳幼児+高令者という単純な図式では説明仕切れない面がまだ残っている）。

以上、年令区分別死者の存在比を単純にみるだけでは判然としなかった乳幼児~若年層の死亡率が、改訂尾崎法を適用することで相当際立って見えるようになった。その一方で、J字型パターンにおいて高令者側で目立っていた死亡率が（平常時、1年間）のそれよりも低いことが浮き彫りになった。

3. 算定法の見直し(II) 余命特性損失の視点

この問題を今一つ違った視点で捉えてみる。いうまでもなく、人命は年令・性別に関係なく一様に尊い。しかし、余命残存年数を中軸において考えてみると、同じ死者でもこれの長い人間の死亡は一当然あって然るべき生存の年月が剥奪されることであり一損失が特に大きいことを意味する。そして、他ならぬ乳幼児・若年者がその該当者となり、期待余命年数を生きることによって実現出来たであろう、あらゆる可能性が奪い取られることとなる。こういった考え方の原点は（福祉厚生経済学者の）Amartya Sen⁸⁾にある。彼は主題を「貧困・飢餓」とし、その結果、寿命の低減・若年性の死者多発となり、人間が本来的に持つ可能性（Capability）が剥奪されるという意味で極めて重大な問題となることを主張している。彼の言う貧困・飢餓を「地震（津波）災害に伴う死者」と置き換えれば、我々の議論となる。このような視点から、余命残存年数を重み付け要素とした上で災害時死亡に伴う年令別の余命特性損失量をみることが出来る。このとき平均余命が問題となるが、これは 0 才児のそれに他ならず、男女を一体的にみると、わが国では 80 余歳である。しかし、現に 100 才以上の生存者も多いことから、積算に際してはこの平均余命よりかなり大きな値を考えるのが適当であろうと考えた。その上で、本論では、簡単のため、これに 100 才を与えることで、『死者一人当たりの余命特性損失量（=重み係数） w_i 』を次式で求めることとした。

すなわち、

$$w_i = (100 - \text{死亡年令})^{\text{Index}} \quad (3)$$

ここで、べき乗指数（Index）は任意量であり、それ自体は科学的論理のみで一意的に決められる量ではないが、残存年令に比例ないしはそれ以上（つまり、 $\text{Index} \geq 1$ の不等関係）にあることが無理なく想定できることから、試行ということで $\text{Index} = 1 \sim 3$ の間で幾つか変えて算定した。

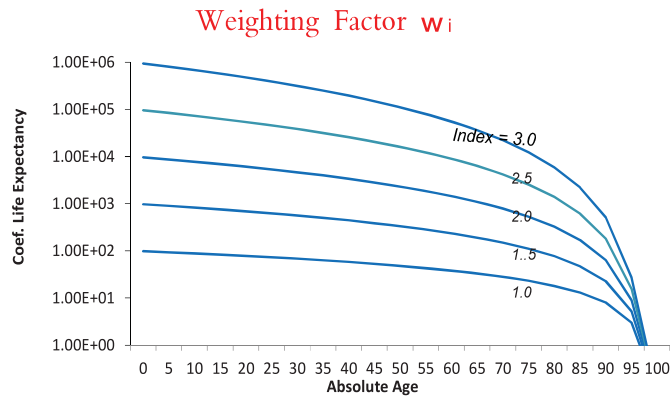


図 6 単位余命特性損失量（縦軸の値）の年齢別変化を表すグラフ（Index=1~3 の間で算定）。

図 6 は、1 例として 0.5 刻みで求めた単位余命損失量の年齢別カーブを示している。この図にみるように、0 才児を基準にしていることから、このような設定では乳幼児・若年者では、べき乗指数 index が 0.5 上昇することで単位余命特性損失量は 10 倍に近く変化するが、年齢とともにこれが次第に低減し、75 才超（後期高齢者）で減少傾向は特に急激となり、100 才で丁度ゼロとなるといった関係にある。さらに、地震等の災害に伴って発生する年齢区分別余命特性損失量を $W(i)$ とすれば、年齢区分別死者数を h_i とすると、以下のようになる。

$$\text{余命特性損失量 } W(i) = \sum (h_i \cdot w_i) \quad (4)$$

ここに、 $i=1, 2, \dots, n$ (年齢区分数) である。

以下では、この提案の下で [在来法による年齢区分別死亡率、Index=1, 2, 3 の場合の年齢区分毎の余命特性損失量を尺度とする死亡率比] を 3 県について求め、県別に描いている (図 6(a)~(c))。

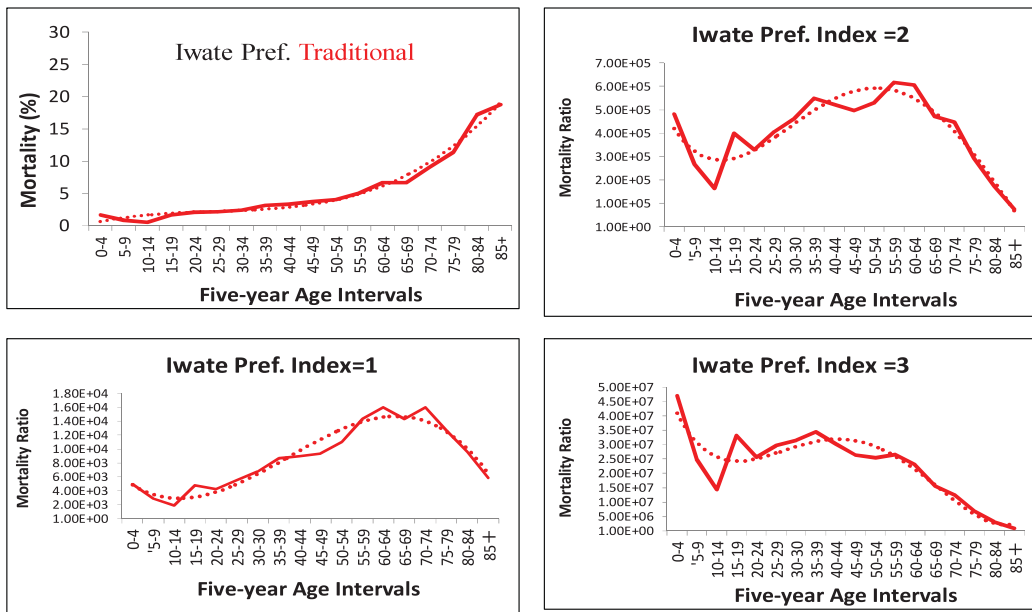


図 7(a) 岩手県。左上のグラフが伝統手法による年齢区分別死亡率を再掲したもので、残りのグラフは Index=1, 2, 3 の場合の年齢区分別余命特性損失量を示す。多項式近似の平滑曲線を付記。

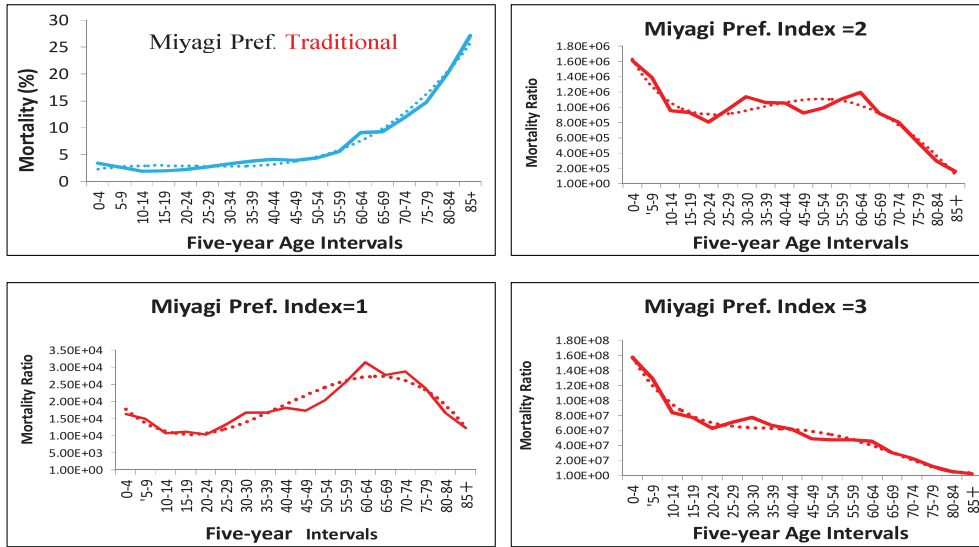


図 7(b) 宮城県、同上。乳幼児・若年層の死亡率比が大きくなる状況は岩手県より遙かに顕著である。

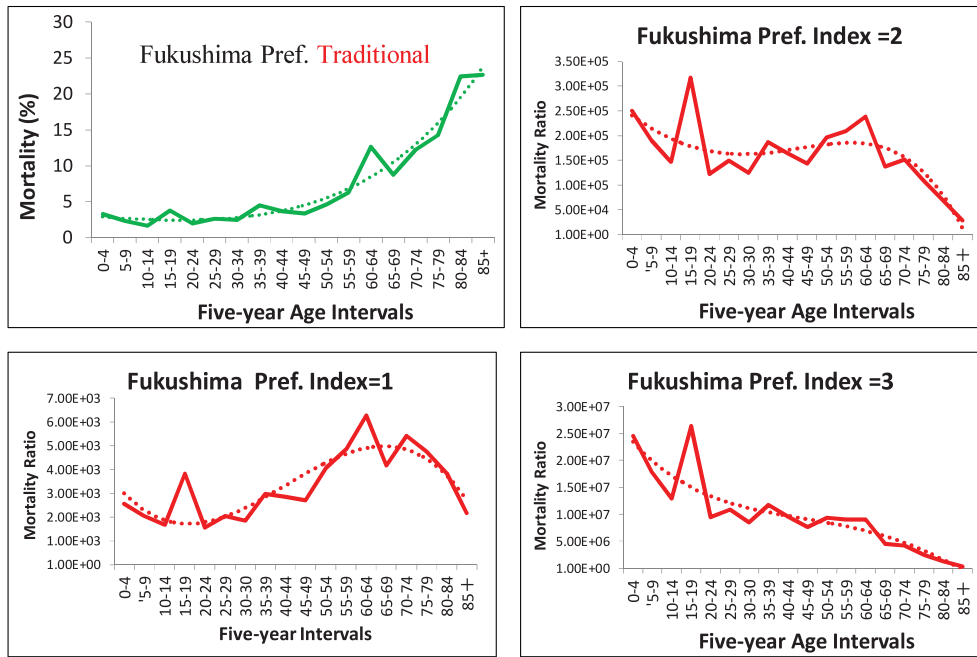


図 7(c) 福島県。同上。乳幼児・若年層の死亡率比が大きくなる状況は宮城県と同様で、岩手県の場合より顕著である。

これらの図で注目すべきは、従来からの伝統法による年令区分別死亡率のカーブ（図の左上端部のグラフ）とそれ以外の、縦軸を余命特性損失量とするグラフ群との対比である。まず 3 県に共通する特徴として、Index 如何に拘わらず余命特性損失量は乳幼児・若年層において相対的に高い値をとり、伝統手法による死亡率カーブとは様相が大きく違っている。そして、この傾向は Index が 1→2→3 と増えるに従って急激に鮮明になる。こういった傾向は 3 県共に大筋共通であるが、やや細かくみると「岩手県」と「宮城県・福島県」の 2 グループに分けることも出来る。まず、岩手県では乳幼児・若年層の余命特性損失量は Index >1, 0 ではじめて目立ってくるが、宮城・福島両県では Index の値

に拘わらず特性曲線が酷似しており、かつ Index 値が増大すると共に乳幼児・若年層の損失量が際立ってくる。こういった分析の結果、程度の差はあれ、年齢区分別の余命特性損失量をみることで、乳幼児～若年層においてその損失が特に際立って大きいことが確認出来る。

4. 終わりに

従来のように地震等災害による死者発生率を年齢区分別（死者数/人口数）の存在比という伝統の算定法によった場合、J字型の関係が得られ、その結果、乳幼児・若年層の死者が非常に少ないようにみえることがあるが、視点を変えた算定法を導入することで、実は彼らの年代が相当多くの死者を出していることが明らかとなった。新たな算定法の1つは「改訂尾崎方式」であり、これを導入・適用の結果、乳幼児側の死者が平常時に比べて格段に多いことが明瞭となった。また、第2の方法である「期待余命特性損失量」なる概念を導入した年齢区分別重み付け法によっても、乳幼児側のそれが相対的に大きくなるという、結果を得た。つまり、地震時の乳幼児（及び若年者）の死亡は伝統の算定法による結果とは違って実は相当に大きいことが鮮明となり、彼らは間違いなく“災害弱者”であることを改めて浮き彫りにすることが出来た。

一方、本論で算定対象とした2011年東日本大震災時の実Dataも主に県単位の分析という大まかに過ぎる扱いに止まっており、単位地域を市町レベルにする等さらに立ち入った議論も欠かせない。また、死者の年齢依存性パターン区分としてはJ字型のみを対象とした議論に止まっていること等々、いまだ充分とはいえず、対象をさらに広げていく必要がある。順次考察を進めていく所存である。

謝辞

金沢医科大学教授で災害医学を専門とされる和藤幸弘先生には本論の進め方について種々ご討議いただいた。特に本文中の「平常時と災害時の死者を対比させることの意義を図化したもの（図4の作成）」については、特段のご教示をいただいた。ここに厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 太田裕・小山真紀、2011年東日本大震災に伴う人間被害の激甚性—既往地震群との対比でみる死者発生率の年齢依存性—、JAEE論文集 15、2、11-24.
- 2) 鈴木雪夫、統計学、新数学講座 11、pp. 68、1989年、朝倉書店.
- 3) Sawai, M., Who is vulnerable during tsunamis? Experiences from the Great East Japan Earthquake 2011 and the Indian Ocean Tsunami 2004, 1-18, 2012, ESCAP Special Report.
- 4) 阪神淡路大震災調査報告編集委員会、共通編—1、総集編、pp. 63、表 3. 1. 10、2000、丸善出版.
- 5) 小山真紀他、東北地方太平洋沖地震における浸水状況を考慮した市町村別・年齢別階級別死者発生状況、土木学会、地震工学研究会論文集、64、32、2012.
- 6) 尾崎米厚、地震災害時および災害後の健康被害について—阪神淡路大震災を例にとりて—、厚生指標、59、30-35、2012.
- 7) 和藤幸弘、地震被害およびその管理に関する評価方法への考案、東濃地震科研報告 Seq. No. 11. 145-148. March, 2003.
- 8) 例えば、Amartya Sen（東郷えりか訳）、人間の安全保障、集英社新書、2006等を参照.

（補注）本論は2014年12月開催のJAEE Sympo用に提出した論文「2011年東日本大震災に伴う人間被害の激甚性—乳幼児・高年齢者の死亡率を再考する—」を下地としてさらに相応の考察の上で、改訂を行った結果の報告である。