

での発育データが収集された。このデータをもとに、幼児期における肥満のなり始めに関する試験を得るべく、解析を行った。

B. 研究方法

本研究において収集した保育所調査のデータを用いた。平成 18 年 4 月から平成 19 年 3 月までに生まれの子どもなかで、1 歳から就学前までの 6 か月ごとの身体計測データの整っている 27,562 例を対象とした。

同一の時期の計測であっても、出生時期が 1 年間にわたって分布していたため、6 か月ごとの計測データからより正確な解析結果を導けるように、集計月齢幅を 6 か月とした(図 2)。たとえば、平成 24 年 4 月における計測であっても、平成 23 年 10 月における計測であっても、月齢 54-59 か月までにあたるならその区分に従って集計した。計測間隔が 6 か月なので、どの縦断的計測データも、各計測点がそれぞれの集計月齢幅に 1 個ずつ入ることになる。

BMI は体重 kg/身長 m 二乗、BMI SD スコア (BMI SDS) は、2000 年の日本の小児データに基づく基準をもとに計算された。

BMI リバウンド月齢は、一連の縦断的な BMI 値の中で最小の BMI を示した月齢とした。BMI リバウンド月齢を 12-17 か月、18-23 か月 … 66 か月以降の各月齢区分に分類した。66 か月以降にリバウンドがあるとした例は、最終計測が月齢 66-71 か月にあってその BMI が最低である場合と、最終計測が月齢 72-77 か月にあってその BMI が最低である場合と、月齢 66-71 か月で最低で、月齢 72-77 か月でそれより増加している場合が含まれている。ほぼ一般的な幼児は、リバウンドが 66 か月以降の群の BMI の推移を取る。それぞれのグループの間で BMI 推移などについて比較検討を行った。

66-71 か月における計測に関して、日本小児の過体重基準を上回る場合とそうでない場合に分けて、男女別に BMI と BMI SDS の月齢区分別平均と標準偏差を算出した。カットオフは男子で年齢別基準の 88 パーセンタイル (Z スコア 1.1)、女子で 90 パーセンタイル (Z スコア 1.2) とした。また 66-71 か月の過体重例と非過体重例の間で、BMI リバウンド月齢の分布の

相違を比較検討した。

BMI リバウンド年齢区別に、各月齢区分における BMI、BMI SDS の性年齢調整済み平均を算出しグループ間で比較した。また、各月齢区分の計測値から半年間の体重と身長増加を算出し、各グループ別に比較した。

性年齢調整には共分散分析を用い、順序ある分割表の検定にはマンテルヘンツェルのカイ二乗値を求めた。

C. 研究結果

月齢 66-71 か月での過体重・非過体重別の BMI 推移

各年齢区分における年齢調整済み BMI、BMI SDS の平均、標準誤差を月齢 66-71 か月における過体重の有無別に男女別に計算した結果を示す(図 3)。BMI は非過体重群で月齢とともに減少し、過体重群では 3 歳前後を境に減少から増加に転じた。非過体重群での月齢 12-17 か月で、男子は女子より BMI が有意に大きく、過体重群の 42 か月以降の月齢群で男子が女子より有意に BMI が大きかった。BMI SDS は、非過体重群では月齢 12 か月から 35 か月までで女子が有意に大きく、過体重群では 65 か月までのすべての月齢で女子が男子より有意に大きかった。

月齢 66-71 か月に過体重、非過体重別にリバウンド年齢区分の分布を比較した(図 4)。非過体重群では月齢 66 か月以降のグループが最も割合が多く、月齢が若い方に向かって減少していった。過体重群では月齢 36-41 か月近辺にピークがあり、両端に向けて少なくなっていた。検定の結果、分布は有意に異なっていた。

BMI リバウンド月齢群ごとの体格推移

リバウンド月齢群別の各月齢区分ごとの BMI 性年齢調整平均を図 5-1, 5-2 に示す。図 5-1 はリバウンド月齢が 12 か月から 35 か月までの 4 グループについて、図 5-2 はリバウンド月齢が 36 か月から 65 か月までの 4 グループについて、それぞれリバウンド月齢が 66 か月以上のグループと比較して示した。リバウンド月齢前後の BMI 増減が誇張されていたので、点線で示してある。リバウンド月齢 12 か月から 35 か月までの 4 グループにおいては、リバウンド後 BMI の値が上

がり続けることが分かった。リバウンド月齢が 36 か月から 59 か月までの 4 グループでは、リバウンド後 BMI 値が上がり続けるが、リバウンド月齢が 12 か月から 35 か月までの 4 グループよりは小さく、また、リバウンド前の BMI はリバウンド月齢 66 か月以上のグループとほぼ同じ値を取った。それぞれのグループ間の差は有意であった。

図 6-1 は、リバウンド月齢が 12 か月から 35 か月までの BMI SDS 調整平均の推移、図 6-2 は、リバウンド月齢が 36 か月から 65 か月までの BMI SDS 調整平均の推移を、リバウンド月齢 66 か月以降のグループの BMI SDS 推移と比較して示す。リバウンド月齢の前後で BMI SDS の平均の増減が誇張されていたので、この部分は点線で示した。リバウンド後はリバウンド前より大きい BMI SDS を取り、ほぼ増減がないか、わずかに増減してゆくことが分かった。リバウンド月齢が 36 か月から 65 か月までの 4 グループでは、リバウンド前の BMI SDS がリバウンド月齢 66 か月以上のグループとほぼ同じ BMI SDS の値を取っていた。

図 7-1 は、リバウンド月齢が 12 か月から 35 か月までのグループの 6 か月体重増加の調整平均の推移、図 7-2 は、リバウンド月齢が 36 か月から 65 か月までのグループの 6 か月体重増加の調整平均の推移を、リバウンド月齢 66 か月以降のグループの 6 か月体重増加の推移と比較して示す。リバウンド後に体重増加が大きくなり、月齢を追うごとに大きくなるのが分かった。リバウンド月齢が 36 か月から 65 か月までのグループのリバウンド前の体重増加は、月齢 66 か月以降のグループの同月齢区分の 6 か月体重増加よりわずかであるが大きいことが分かった。

図 8-1 は、リバウンド月齢が 12 か月から 35 か月までのグループの 6 か月身長増加の調整平均の推移を、図 8-2 は、リバウンド月齢が 36 か月から 65 か月までのグループの 6 か月身長増加の調整平均の推移を、リバウンド月齢 66 か月以降のグループの 6 か月身長増加の推移と比較して示す。リバウンド後は身長増加が大きくなり、月齢を追うごとに大きくなるのが分かった。リバウンド月齢が 36 か月から 65 か月までのグループのリバウンド前の身長増加は、月齢 66 か月以降のグループの同月齢区分の 6 か月身長増加よりわずかであるが大きいことが分かった。

D. 考察

我々は幼児期の肥満になり始めを検討するために、1 歳から 6 歳までの BMI 推移を検討した。その結果、BMI リバウンドが早いほど、大きい 6 歳 BMI を得ること、また、いったん BMI リバウンドが起こったら、一貫して同じレベルの過体重状態が続くことが分かった。

データセットの特徴

保育所調査のデータは、平成 16 年度生まれと、平成 18 年度生まれの二つのコホートのデータが集められている。平成 18 年度生まれコホートは被災の影響をみるもので、平成 16 年度生まれコホートは、そのヒストリカルコントロールとなっている。本解析は、一般小児の発育の特徴に注目しているので平成 16 年度生まれのコホートで解析するのがふさわしいかもしれないが、平成 18 年度生まれのコホートのほうが最近のデータを収集したため、収集した子どもの数も多く、測定データが整ったものが多いという特徴がある。被災例を除くことで、寧ろこの解析目的に合った対象ということが出来る。

被災したと回答していた子どもは除いたが、被災したと回答していなくても、福島県の原因事故の影響とみられる体格の変化など、様々な震災の影響を受けているコホートでもある。しかしながら、その割合が日本全国の子どものデータの中では小さいこと、そういった影響を受けたと思われる例を明確に除外することが困難であったことから、今回の解析では、除外していない。

集団の大多数を占める 6 歳時非肥満群や、リバウンド月齢 66 か月以降群で、BMI SDS が月齢 12-17 か月で 0.7~0.8 で、その後減少し月齢 66-71 か月で -0.3~-0.2 となっている。日本人小児の BMI 基準作成に用いた集団と、構成がほぼ同じであれば、集団全体の BMI SDS は 0 前後を推移するはずであり、それと大きく異なる理由が、保育園児の発育経過の特性であるのか、詳しくは不明である。

過体重のカットオフについて

本解析では、過体重の基準として、Cole が行ったの

と同様の方法で(1)、わが国のデータにおける17.5歳でのBMIが25に当たるパーセンタイルと同じレベルのパーセンタイルである年齢別BMIを過体重のカットオフとした。男子で88パーセンタイル($Z=1.1$)女子で90パーセンタイル($Z=1.2$)である。このため、過体重とされた数が男女で異なる。男子のほうが過体重群の数が多く、より肥満の度合いが小さいものが含まれるため、BMIやBMI SDSが女子よりも小さい結果となっている。1歳代のBMIやBMI SDSをみると、6歳時の過体重のいかんにかかわらず男子のほうが女子よりも大きい。データセットの特質かしのれないが、詳細はわからない。

BMIリバウンドの時期と将来の肥満について

一般的に、BMIリバウンド時期が早いほど、成人になってからの肥満、高血圧、糖尿病が多く、また、小児期においてもそのような症状の走りが出やすいことが言われている(2)。過去の検討においては、リバウンド年齢の最低を3歳としているものが多い。この解析では、リバウンドが1歳代、2歳代である場合にも、その後の経過を6歳まで観察していることに特徴がある。一方で、本解析の追跡期間は6歳までと短い。多くの研究で、6歳の時期の過体重とその後の過体重、高血圧、糖尿病とが関係があることを結論しているため、本解析結果から分かった6歳過体重を起こしやすい早い時期のBMIリバウンドは成人肥満にもつながりやすいことが想像できる。

6歳児に過体重であったもののリバウンド時期は3歳前後に多かった。4歳、5歳にリバウンドがある子どもについては、6歳児ではあまり過体重かどうかははっきりしていないものの、さらに大きな年齢において、過体重になってゆく可能性がある。多くの研究で、4歳、5歳のリバウンドを、早い時期のリバウンドとして位置付けている(3)。他の文献のリバウンド年齢は通常集団で6歳前後としており、3歳にリバウンドがあると成人肥満に繋がるとしており、本解析結果とに一貫性がある。

リバウンドタイミング別の体格推移

BMIリバウンドタイミング別のBMI、BMI SDS、体重増加、身長増加の解析において、リバウンド前後の値

の上下が大きく現れた。リバウンドにおいてBMI値が最低であるという条件でグループ分けしたために、そのタイミング前後の変動、BMIやBMI SDSが前後に比べて小さくなっていることや、そのタイミングの次の6か月体重増加が大きくなっていること、そのタイミングの次の身長増加が小さくなっていることなどが積算されて、誇張されることになったものと思う。このような難点があるものの、縦断的推移が比較的安定している部分に関して検討し考察した。

本解析によって、BMIリバウンドのタイミングが早い場合ほど、BMI、BMI SDS、体重増加が大きくなっていることが分かり、6歳の肥満状態と思春期成人のそれとが関連することもあり、リバウンドタイミングが早いほど思春期成人肥満、高血圧、糖尿病が多いと言われている定説と一致していることが分かる。

リバウンドの時期が月齢36か月から59か月の4グループにおいて、リバウンド前のBMIやBMI SDSは、リバウンド月齢66か月以降のものと変わらなかった。これらのグループでは、リバウンド前のBMIをみても、通常のグループと変わらないため、リバウンドが起こるかどうかが予測できないことが考えられる。

リバウンドの時期が月齢36か月から59か月の4グループにおいて、リバウンド前の半年体重増加、身長増加が0.2kg-0.4kg、0.12cm-0.3cmそれぞれリバウンド時期が66か月以降のグループよりも大きく、その後リバウンドが起こることと、何らかの関連があることが示唆されるが、明確な予測因子となりうるかは疑わしい。図には示さなかったが、体重や身長の値においても、月齢36か月から59か月の4グループにおいてリバウンド前でリバウンド月齢66か月以上のグループよりも0.3kg-0.5kg、0.2cm-0.4cm大きく、リバウンド前に体が大きくなっている。

限界と強み

この研究には、いくつかの限界がある。本研究は保育園児を対象としており、観察が6歳までとなっている。もっとも大きな関心の一つである成人肥満に繋がるかまでの検討が出来ていない。この集団のBMIは全体的に1,2歳で大きく、BMI SDSが平均で男子0.9女子0.8となっている。保育園児の特性であるのか定かでない。また、1歳から6歳まで計測データがすべて

揃っていないものも含めると全国 6%の小児をカバーするデータであるため、被災がはっきり記録されているものは除かれているものの、震災の影響を間接的に受けている子どものデータがわずかな割合ながら混入している。

これらの限界をさておいても、この研究の強みは、大きい例数である。そして他の研究ではあまり集められていない 1 歳や 2 歳のデータを含め、6 か月ごとの縦断的な計測データが整っていて、早い幼児期からの肥満のなり始めについて、検討が出来ていることである。

E. 結論

6 歳における過体重例では BMI リバウンドの時期は 3 歳を中心として分布していた。BMI リバウンド月齢が小さいほど 6 歳における肥満の度合いが大きかった。BMI リバウンド時の BMI、BMI SDS はリバウンド時期が早いほど大きく、リバウンド後ほぼ同じ水準の BMI SDS で推移した。リバウンドの時期が早いほど半年体重増加量は大きく、6 歳に向けて増加していたリバウンド時期が 5 歳未満の場合半年身長増加量が 0.2-0.3cm 大きく、リバウンドの時期によって特に差が無かった。BMI リバウンドが起こる前の BMI 推移には、特徴的なものはみられなかった。

<参考文献>

1. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj* 2000;320:1240-3.

2. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempé M, Guilloud-Bataille M, Patois E. Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr.* 1984 Jan;39(1):129-35.
3. Williams SM. . Weight and height growth rate and the timing of adiposity rebound. *Obes Res.* 2005 Jun;13(6):1123-30.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

加藤則子、磯島豪、横谷進、田中敏章、山縣然太郎、田中総一郎、呉繁夫、松原博子、石黒真美、菊谷昌浩、栗山進一 「保育所入所児における BMI リバウンド時期別の体格推移に関する検討」 第 26 回日本成長学会学術集会 (11 月 14 日 東京)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

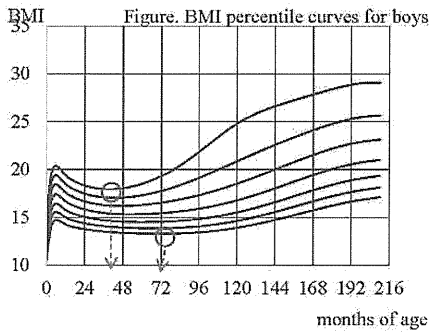
2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

図 1. BMI リバウンドに関して



標準的な子どものBMI値は、一旦下降してから上昇に転ずる

- Cochreaら Am J Clin Nutr, 1984 Adiposity rebound age (以下ARA) と命名 「この時期が早いことが成人になってからの肥満リスクと密接な関係がある」

下降から上昇に転ずる年齢は adiposity (BMI) rebound age と呼ばれる

図 2. データ処理の月齢区分に関して

計測データは6か月ごとの月齢区分に分けて解析した

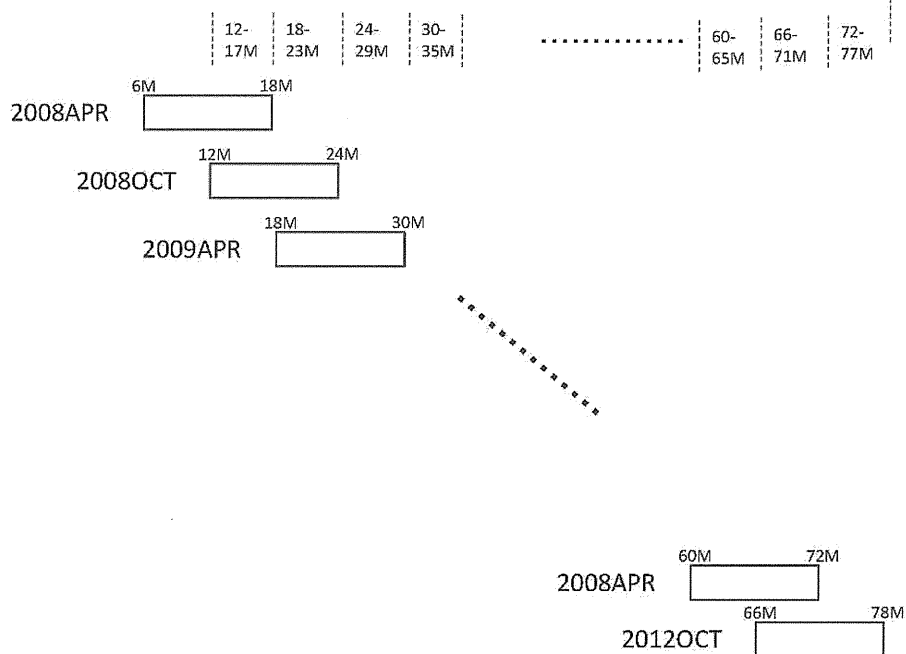


図 3. 月齢 66-71 か月における過体重・非過体重別 BMI 推移

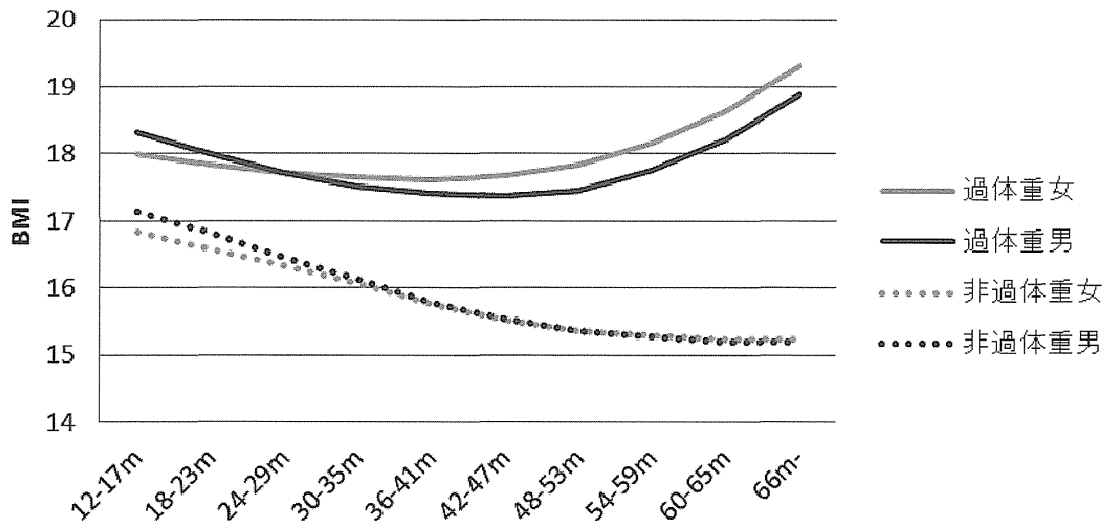
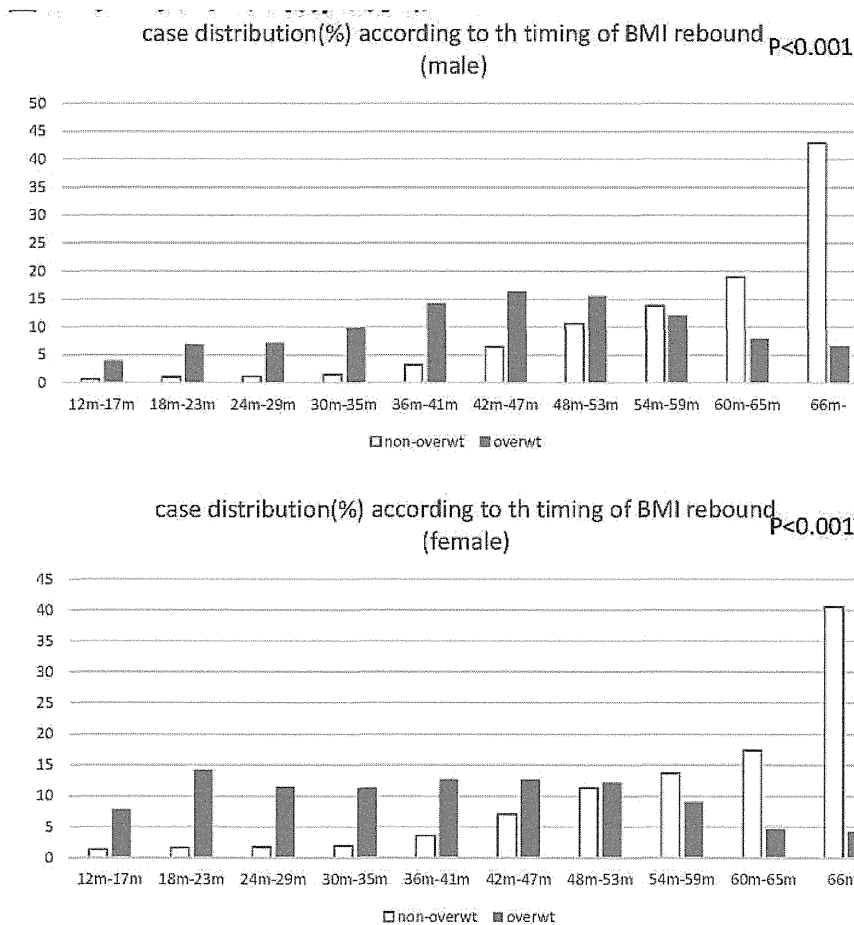


図 4. リバウンドの時期の分布



リバウンド時期別調整済みBMI平均値の推移

図5-1

○ リバウンドの時期

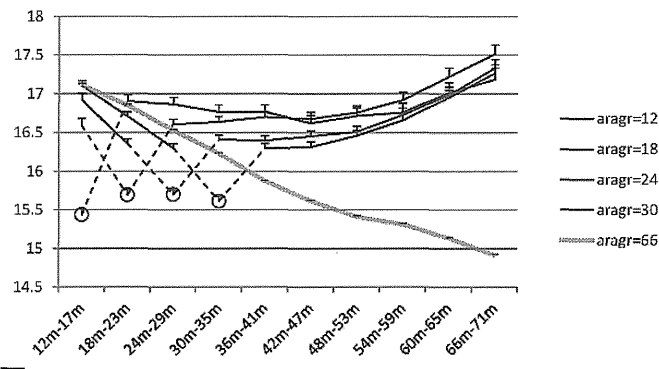
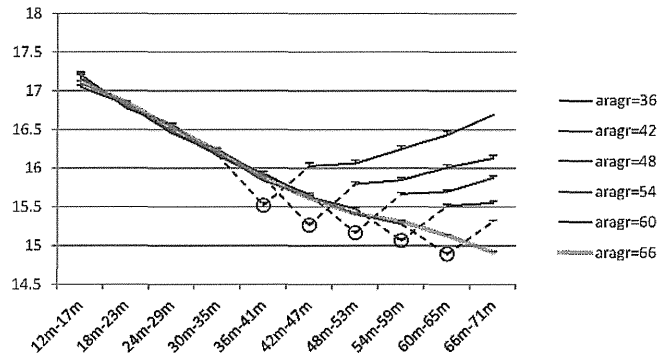


図5-2



リバウンド時期別調整済みBMISDS平均値の推移

図6-1

○ リバウンドの時期

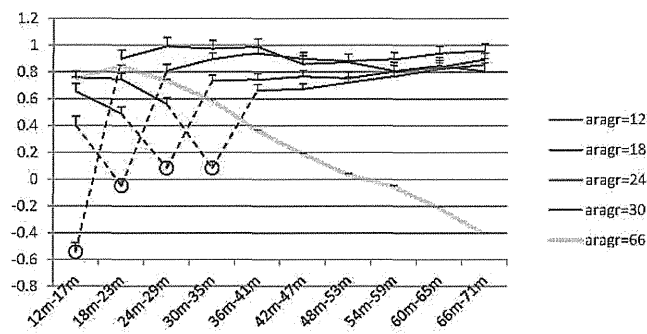
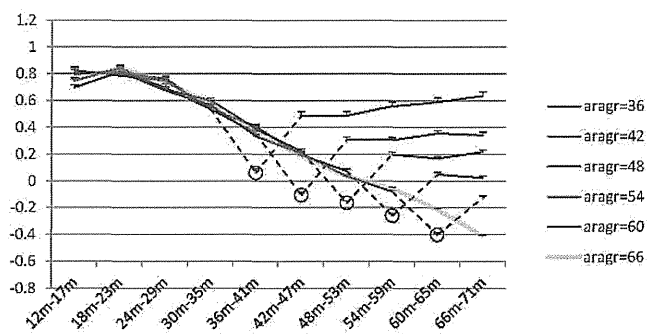
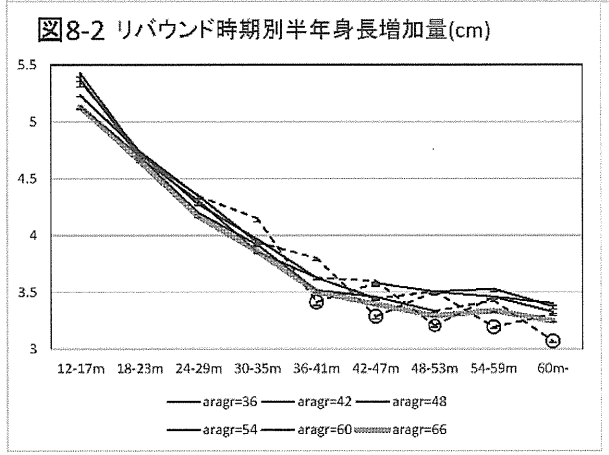
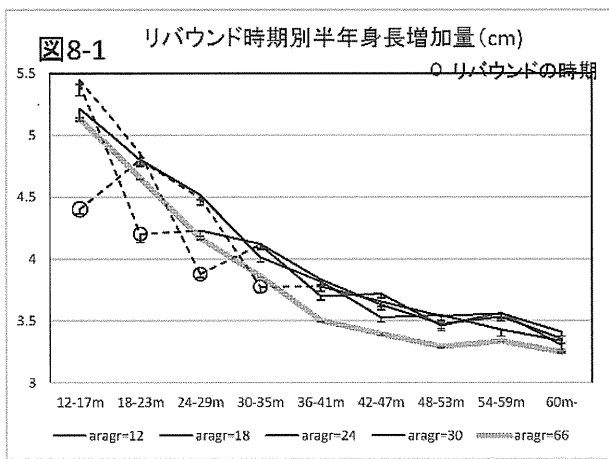
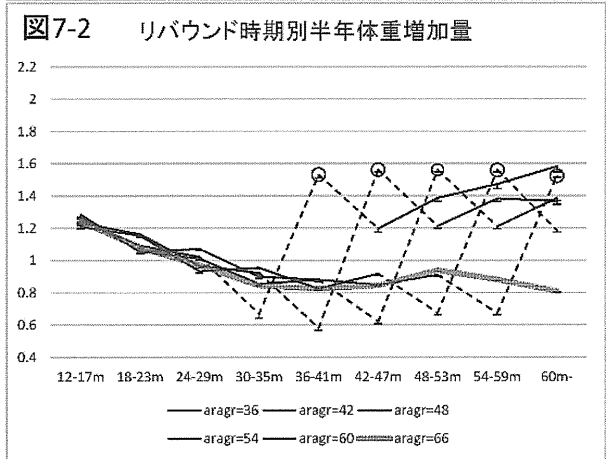
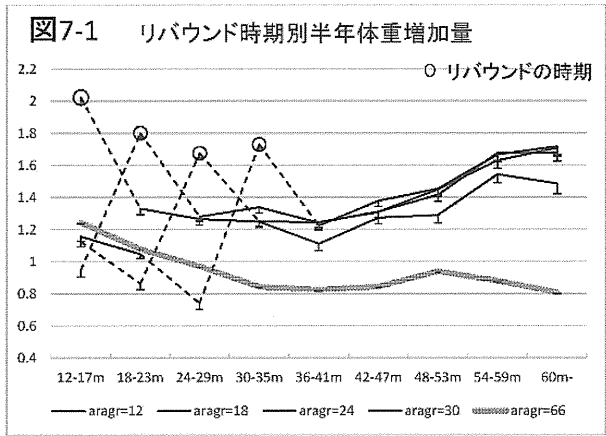


図6-2





テーマ 7 : 東日本大震災後の体格の地域性

主たる解析者 磯島 豪 東京大学医学部附属病院 小児科・助教

研究要旨

自然災害後の小学校入学前の子どもの成長へ与える影響についての研究は少なく、縦断的な成長データを用いた研究はほとんど存在しない。本研究において収集した保育所調査のデータを用いて、東日本大震災後の被災3県（岩手県、宮城県、福島県）の小学校入学前の子どもの成長への影響について検討した。その結果、身長縦断的な成長への影響は認められなかった一方で、body mass index (BMI) の縦断的な成長へは地域差が認められた。岩手県と宮城県では、震災後に一過性の BMI SD スコアの上昇を認めたものの、その後は大きな影響なかったのに対して、福島県では、震災後に BMI SD スコアが上昇して、その影響は小学校入学前まで持続した。福島県の子どものみで、詳細に検討すると、この震災後の BMI SD スコアが上昇という現象は、男児でのみ統計学的に有意であった。さらに、福島県内で検討すると、沿岸部ではこの現象が認められたが、内陸部では認められなかった。BMI SD スコアの持続的な上昇が、福島県内の沿岸部でのみ認められたことから、福島第一原子力発電所事故の間接的な影響ではないかと考えられた。

研究協力者

横谷 進（国立成育医療研究センター）

小野 敦史（福島県立医科大学 小児科学講座）

A. 研究目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、その規模、死者・行方不明者の数など、あらゆる観点から、近代社会において最も大きな自然災害の1つである。東日本大震災では、地震に加えて、地震に伴う津波、津波による福島第一原子力発電所事故の3つの災害を引き起こしたことにより被害が大きくなった。

過去60年間に大規模な原子力事故は5回生じている。1957年にはKyshtymとWindscale Piles、1979年にはThree Mile Island、1986年にはChernobyl、そして2011年の福島第一原子力発電所事故である。事故後の放射線被ばくによる健康被害については、言うまでもなく重大な問題であるが、それに加えて過去の経験から、社会心理的な影響も、原子力事故の間接的な影響として無視できないものであることが言われている(1)。これらの間接的な影響は、特に高齢者や小児医療を必要としている人に起こりやすいと言

われている(2)。

震災後の健康状態に関する研究はこれまで多数存在するが、小学校入学前の子どもへの影響についての研究は少ない。さらに、縦断的なデータを用いて震災による体格の変化を検討して研究はほとんど存在しない。

そこで本研究では、東日本大震災後の子どもの体格の変化について、保育所に通う子どもの縦断的な記録を用いて、東北地方の6県について、被災3県（福島県、宮城県、岩手県）と非被災3県（青森県、秋田県、山形県）に分類して、詳細に検討を行った。

B. 研究方法

対象として、平成24年度に実施した全国の保育所調査の平成16年度生まれの子ども（historical control group）と平成18年度生まれの子ども（東日本大震災を生後47から59か月の時に経験した子ども：exposed group）を用いた。東北地方は、日本の他の地域よりも肥満傾向にあるという報告(3,4)もあるため、本検討では東北地方内で被災が著しかった3県（福島県、宮城県、岩手県：被災3県）とその他の

3 県（青森県、秋田県、山形県：非被災 3 県）を比較検討した（図 1）。平成 16 年度生まれの子どもは、福島県 990 人、宮城県 1,751 人、岩手県 880 人、青森県 1,120 人、秋田県 1,427 人、山形県 620 人であった。平成 18 年度生まれの子どもは、福島県 1,534 人、宮城県 2,338 人、岩手県 1,228 人、青森県 1,468 人、秋田県 1,708 人、山形県 728 人であった。

保育所調査のデータには、0 歳から小学校入学までの 4 月と 10 月の測定された最大 14 回の測定データが存在したが、生後 2 歳までのデータには、体長と身長が混在している可能性を考えて、最初の 3 年間のデータを使用せずに、後半の 4 年間の 8 回の測定データを使用した（測定点 1(M1)から測定点 8(M8)）。すなわち、平成 16 年度生まれの子どもは、平成 19 年 4 月から平成 22 年 10 月のデータ、平成 18 年度生まれの子どもは、平成 21 年 4 月から平成 24 年 10 月のデータである。

最初に、各データについて日本人小児の標準値を用いて（5）、身長 SD スコア（SDS）、Body mass index（BMI）SDS を算出した。これらの値を用い最初に下記の 2 つの検討を行った。

1) 福島県、宮城県、岩手県、非被災 3 県（青森県、秋田県、山形県の 3 県）のそれぞれについて、平成 16 年度生まれの子どもと平成 18 年度生まれの子どもの、縦断的な体格の推移の差を検討した。

2) 福島県、宮城県、岩手県のそれぞれと非被災 3 県の、縦断的な体格の推移の比較を、平成 16 年度生まれの子どもと平成 18 年度生まれの子どものそれぞれについて検討した。

次に、本検討では、福島第一原発事故の間接的な影響の検討も行う目的で、福島県のデータに注目して検討を行った。

3) 平成 16 年度生まれの福島県のデータは十分に存在したため、福島県内の保育所に通う子どもの成長曲線（福島県特異的成長曲線）を作成した。地域差を考慮するため、historical control group を用いた福島県の子どもの標準値を作成することで、福島県における震災前後の体格の変化を検証することとした。成長曲線の作成には、LMS 法（6）を用いた。

今回の検討で作成した福島県特異的成長曲線を用いて、下記の検討を行った。

4) 平成 18 年度生まれの子どもの身長 SDS、体重 SDS、BMI SDS を、福島県特異的成長曲線を用いて作成して、縦断的な体格の変化を検討し、さらに男女で差があるかどうかについても検討した。

最後に、平成 18 年生まれの子どもの縦断的な体格の変化が、福島県内での地域により差があるかどうかについて検討した。

5) 福島県を沿岸部（浜通りと中通り）と内陸部（会津）の 2 つに分類して（図 2）、縦断的な体格の変化に差があるかどうかを検討した。

統計学的手法としては、SDS の比較には t 検定を用いて、多重検定の調整には Bonferroni 法を用いた。福島県内の縦断的な体格の推移の検討では、震災直前のデータを基準として Dunnett 法を用いた。これらの計算は、JMP 8（SAS Institute Inc., Cary, NC, USA）を用いて行い、 $P < 0.05$ を有意とした。

C. 研究結果

1) 平成 16 年度生まれと平成 18 年度生まれの子どもの体格の推移の比較（図 3）

非被災 3 県では、平成 16 年度生まれの子どもと平成 18 年度生まれの子どもの身長に測定点 M2、M4、M5、M6 で統計学的に有意な差を認めた。BMI では、測定点 M4 で平成 16 年度生まれの子どもの方が統計学的に有意に高値であったが、他の測定点では 2 つの年代で差は認めなかった。

福島県では、2 つの年代の子どもの間に、身長では統計学的に有意な差は認めなかったが、BMI は、震災後の M7 と M8 で統計学的に有意な差を認め、震災に曝露した平成 18 年度生まれの子どもの方が BMI 高値であった。

宮城県では、2 つの年代の子どもの間に、身長では M1 と M2 に統計学的有意な差を認めたが、BMI には統計学的有意な差は認めなかった。

岩手県では、2 つの年代の子どもの間に、身長では統計学的有意な差は認めなかったが、BMI では、震災直後の M5 に統計学的有意な差を認めた。

2) 非被災 3 県と被災 3 県の子どもの体格の差の比較（図 4～図 6）

福島県と非被災 3 県の比較では、身長は、非被災 3 県の方が、平成 16 年度生まれの子どもも平成 18 年度

県の方が、平成 16 年度生まれの子どもも平成 18 年度生まれの子どもも高かった。一方 BMI は、平成 16 年度生まれの子どもには、統計学的に有意な差が無かったが、平成 18 年度生まれの子どもでは、震災前には、差が無かったが、震災後の M5、M7、M8 では、福島県の子どもの方が、統計学的に有意に高値であった。(図 4)

宮城県と非被災 3 県の比較では、身長は、非被災 3 県の方が、平成 16 年度生まれの子どもも平成 18 年度生まれの子どもも高かった。一方 BMI は、平成 16 年度生まれの子どもには、統計学的に有意な差が無かったが、平成 18 年度生まれの子どもでは、震災直後の M5 でのみ、宮城県の子どもの方が統計学的に有意に高値であった。(図 5)

岩手県と非被災 3 県の比較では、身長は、非被災 3 県の方が、平成 16 年度生まれの子どもも平成 18 年度生まれの子どもも高い傾向は認めたが、統計学的な有意差は認めなかった。一方 BMI は、宮城県と同様に、平成 18 年度生まれの子ども震災直後の M5 でのみ、岩手県の子どもの方が非被災 3 県の子どもよりも高値を示した。(図 6)

3) 福島県特異的成長曲線の作成(図 7)

平成 16 年度生まれの子どもとして福島県の保育所から登録された 990 人から、他県から転入した 70 人、他県へ転出した 345 人を除いた、福島県で出生して福島県で育った 575 人(男児 312 人、女児 263 人)の体格データを使用した。575 人のデータの中から、極端な外れ値(集団内で $\pm 3SD$ を超えるもの)を除外した、男児:身長 2,390 データ、体重 1,999 データ、BMI 2,360 データ、女児:身長 2,017 データ、体重 1,999 データ、BMI 1,999 データを用いて、LMS 法により成長曲線を作成した。図 7 に、散布図と作成した $\pm 2SD$ 、 $\pm 1SD$ 、平均の曲線を示す。

4) 福島県特異的成長曲線を用いた、平成 18 年度生まれの子どもの体格の縦断的推移(図 8)

震災直前の M4 を基準とすると、身長は、震災前後で変化しておらず、体重は震災後に増加傾向があったが、統計学的に有意な増加ではなかった。一方で、BMI は震災後の M5、M7、M8 で統計学的有意な上昇があり、福島県の子どもでは、全国の基準値を用いた検討と同様に、震災後に BMI が上昇していた(図 8A)。さらに、

男女別に検討すると、男児では、BMI が同様に震災後に統計学的に有意に上昇し、体重も M8 で統計学的有意に増加していたが(図 8B)、女児では、震災前後で体格の変化は無かった(図 8C)。

5) 福島県特異的成長曲線を用いた、平成 18 年度生まれの子どもの体格の縦断的推移の地域差

図 2 のように、福島県を沿岸部(浜通りと中通り)と内陸部(会津地方)に分けて、4)と同様に震災直前の M4 を基準として、震災前後の体格の推移を検討すると、沿岸部の子どもの BMI の M7 と M8 だけ統計学的有意な上昇があった(表 1)

D. 考察

本研究の結果から、東日本大震災後に、福島県の保育所に通う子どもの BMI は上昇していた。この結果は、日本小児の基準値を用いた身長 SDS と BMI SDS の検討(図 3、図 4)で明らかであったが、今回新たに作成した福島県特異的成長曲線においても同様の結果が再現された。学校保健統計によると震災後に福島県の児童の肥満の増加が指摘されているが(7)、本研究によりこの傾向は小学校入学前の子どもにも生じていることが明らかになった。さらに、男女別に検討するとこの現象は、男児にのみ明らかであることが判明した(図 8)。この現象が、福島県のみに見られていることや男児のみで明らかであったことから、原因として、福島第一原子力発電所事故後の、子どもの外遊びの減少が一因なのではないかと推察された。これまで、小学校入学前の子どもの活動性は、男児の方が女児よりも多いという報告(8)や、そうとは限らないという報告(9)があり、また、今回の検討は現象を見ているだけで因果関係を明らかにしたものではないため、これはあくまでも 1 つの推論に過ぎない。また、地震後には食行動の乱れが出現するという海外の報告(10)や、東日本大震災後に子どもにおいて行動の問題がみられたという報告(11)もみられることから、東日本大震災という未曾有の災害後に、ストレスなどにより食生活が乱れた影響の可能性も考えられる。

さらに、福島県、宮城県、岩手県の被災 3 県においては、震災直後に BMI が上昇する現象も認められた。震災後には、炭水化物の多い食事になりがちであり、東日本大震災後にはバランスの取れた食事の供給が

遅れたとの報告もある (12)。災害後の食事の供給について今後の課題であると考えられた。

一方で身長に関しては、東日本大震災前後で、特に影響は無かった。これまで、大災害後には栄養不足などの問題で成長障害の子どもが増えるなどの報告 (13) が存在するが、東日本大震災ではそのようなことは無かった。

本研究は、保育所に通う子どもを、後方視的な縦断的データを用いた検討であり、結果の解釈については注意が必要ではあるが、自然災害後に小学校入学前の子どもの BMI が上昇したことを示した初めての報告である。自然災害後の影響として BMI の上昇が継続する可能性も、今後の災害対策の 1 つとして考える必要がある。

E. 結論

震災直後には、宮城県、岩手県、福島県とも BMI の上昇が認められ、特に福島県の男児の BMI が上昇し、この傾向は小学校入学直前まで認められた。この傾向は、宮城県や岩手県では認められなかったこと、福島県でも男児のみに認められたことから、福島第一原子力発電所事故後の、外遊びの減少やストレスの増加などといった間接的な影響が出たのではないかと推察された。

<参考文献>

1. Hasegawa A, Tanigawa K, Ohtsuru A, Yabe H, Maeda M, Shigemura J, et al. Health effects of radiation and other health problems in the aftermath of nuclear accidents, with an emphasis on Fukushima. *Lancet*. 2015;386(9992):479-488.
2. Brandenburg MA, Watkins SM, Brandenburg KL, Schieche C. Operation Child-ID: reunifying children with their legal guardians after Hurricane Katrina. *Disasters*. 2007;31(3):277-287.
3. Kato N, Takimoto H, Eto T. The regional difference in children's physical growth between Yaeyama Islands of Okinawa Prefecture and national survey in Japan. *J Natl Inst Public Health*. 2012;61:448-453.
4. Yokoya M, Higuchi Y. Geographical differences in the population-based cross-sectional growth curve and age at peak height velocity with respect to the prevalence rate of overweight in Japanese children. *Int J Pediatr*. 2014;2014:867890.
5. Tanaka T, Yokoya S, Kato N, et al. Fundamental policies on evaluating auxological data for Japanese children (in Japanese). *J. Jpn. Ass. Hum. Auxo.* 2011;17(2):84-99.
6. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med*. 1992;11(10):1305-1319.
7. 文部科学省 学校保健統計調査 http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/1268826.htm.
8. Taylor RW, Williams SM, Farmer VL, Taylor BJ. Changes in physical activity over time in young children: a longitudinal study using accelerometers. *PLoS One*. 2013;8(11):e81567.
9. De Craemer M, De Decker E, De Bourdeaudhuij I, Vereecken C, Deforche B, Manios Y, et al. Correlates of energy balance-related behaviours in preschool children: a systematic review. *Obes Rev*. 2012;13 Suppl 1:13-28.
10. Carmassi C, Antonio Bertelloni C, Massimetti G, Miniati M, Stratta P, Rossi A, et al. Impact of DSM-5 PTSD and gender on impaired eating behaviors in 512 Italian earthquake survivors. *Psychiatry Res*. 2015;225(1-2):64-69.
11. Fujiwara T, Yagi J, Homma H, Mashiko H, Nagao K, Okuyama M, et al. Clinically significant behavior problems among young children 2 years after the Great East Japan Earthquake. *PLoS One*. 2014;9(10):e109342.
12. Tsuboyama-Kasaoka N, Purba MB. Nutrition and earthquakes: experience and recommendations. *Asia Pac J Clin Nutr*.

2014;23(4):505-513.

13. Webb P, West KP, O'Hara C. Stunting in earthquake-affected districts in Nepal. Lancet. 2015;386(9992):430-431.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

磯島豪、横谷進、小野敦志、加藤則子、田中敏章、山

縣然太郎、田中総一郎、松原博子、石黒真美、菊谷昌浩、千田勝一、細矢光亮、栗山進一、呉繁夫 「東日本大震災が福島県の乳幼児の体格に与えた影響」
第118回日本小児科学会学術集会(4月17日 大阪)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表 1: 福島県基準値を用いた平成 18 年度生まれの児の体格の縦断的推移

		浜通り+中通り	P 値			会津	P 値
M1	N	610		M1	N	166	
	Height	0.01 (1.1)	0.90		Height	-0.09 (1.0)	0.99
	Weight	0.05 (1.1)	0.94		Weight	0.03 (1.0)	0.86
	BMI	0.04 (1.0)	0.69		BMI	0.09 (1.0)	0.66
M2	N	654		M2	N	177	
	Height	0.05 (1.1)	1		Height	-0.05 (1.0)	1
	Weight	-0.01 (1.1)	0.99		Weight	0.06 (0.92)	0.58
	BMI	-0.02 (1.0)	1		BMI	0.10 (0.91)	0.50
M3	N	910		M3	N	237	
	Height	0.03 (1.1)	0.99		Height	-0.09 (1.0)	0.99
	Weight	0.02 (1.0)	0.99		Weight	-0.06 (1.0)	0.99
	BMI	0.03 (1.0)	0.79		BMI	0.08 (0.91)	0.57
M4	N	942		M4	N	243	
	Height	0.06 (1.1)	1		Height	-0.06 (1.0)	1
	Weight	0.0 (1.1)	1		Weight	-0.08 (1.0)	1
	BMI	-0.02 (1.0)	1		BMI	-0.04 (0.94)	1
M5	N	970		M5	N	258	
	Height	-0.06 (1.1)	0.09		Height	-0.10 (1.0)	0.99
	Weight	0.01 (1.1)	1		Weight	0.01 (1.0)	0.89
	BMI	0.10 (1.1)	0.049		BMI	0.13 (0.95)	0.23
M6	N	1038		M6	N	266	
	Height	-0.02 (1.1)	0.49		Height	-0.01 (1.0)	0.99
	Weight	-0.01 (1.1)	0.99		Weight	0.0 (1.0)	0.95
	BMI	0.04 (1.1)	0.66		BMI	0.03 (0.96)	0.92
M7	N	1083		M7	N	275	
	Height	-0.06 (1.1)	0.07		Height	-0.04 (1.0)	0.99
	Weight	0.04 (1.2)	0.96		Weight	0.10 (1.1)	0.25
	BMI	0.13 (1.0)	0.0047*		BMI	0.17 (0.96)	0.066
M8	N	1097		M8	N	276	
	Height	-0.04 (1.1)	0.22		Height	-0.01 (1.0)	0.99
	Weight	0.09 (1.2)	0.32		Weight	0.08 (1.1)	0.32
	BMI	0.12 (1.1)	0.010*		BMI	0.07 (1.0)	0.62

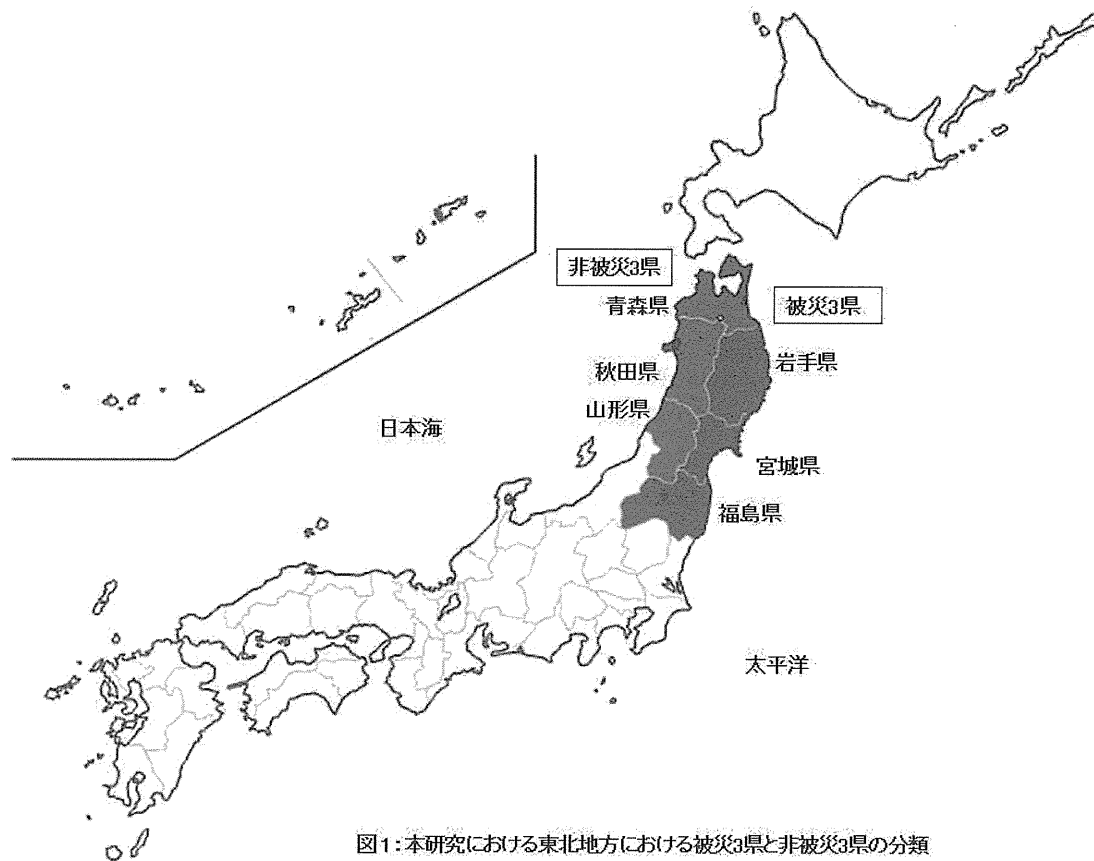


図1: 本研究における東北地方における被災3県と非被災3県の分類

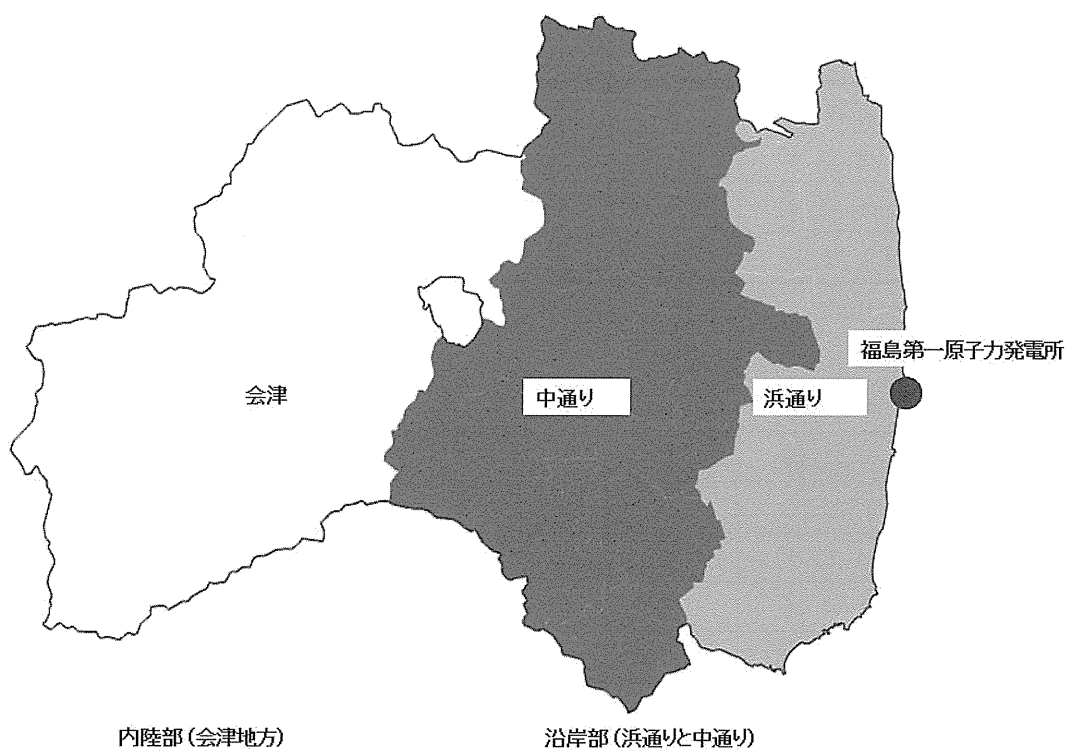


図2: 本研究における福島県の地域の分類

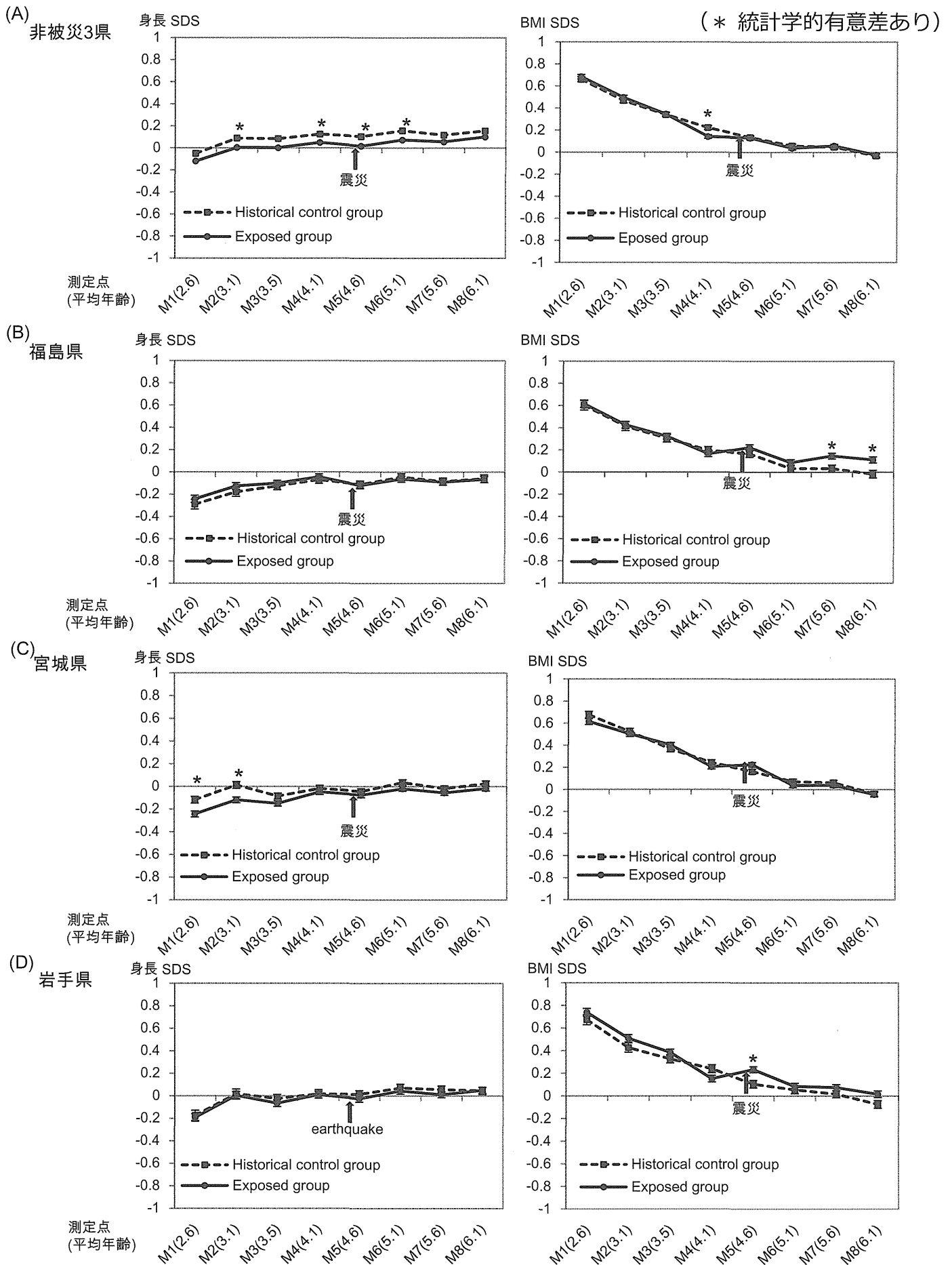
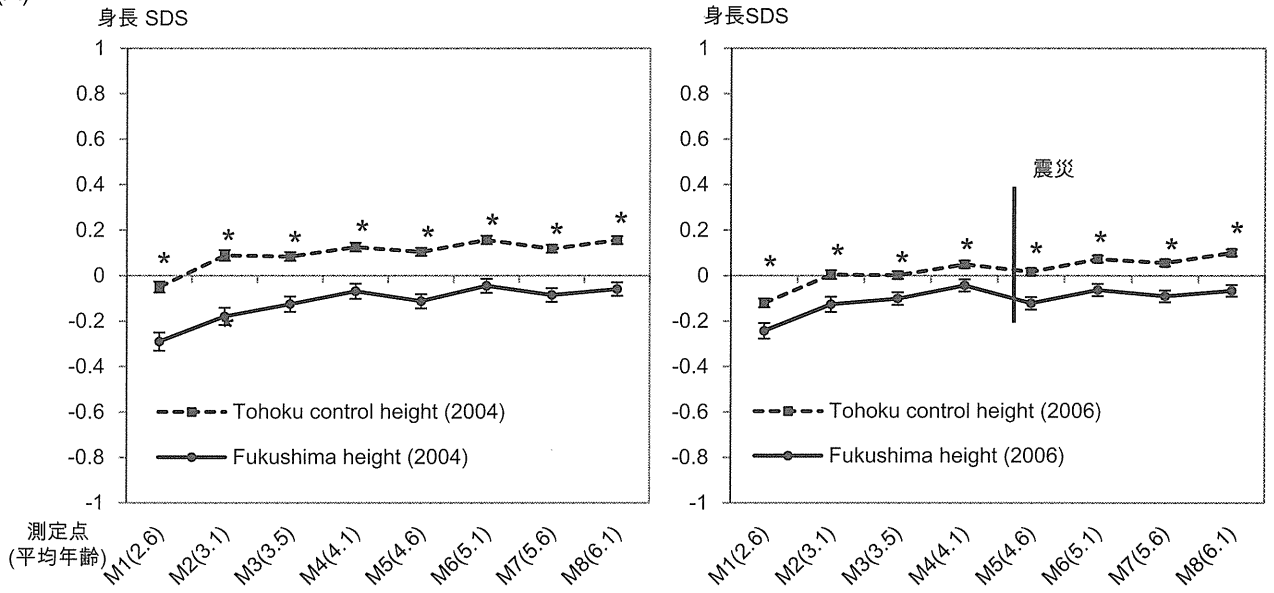


図3 平成16年度生まれ(historical control group)と平成18年度生まれ(exposed group)の比較

(* 統計学的有意差あり)

(A)



(B)

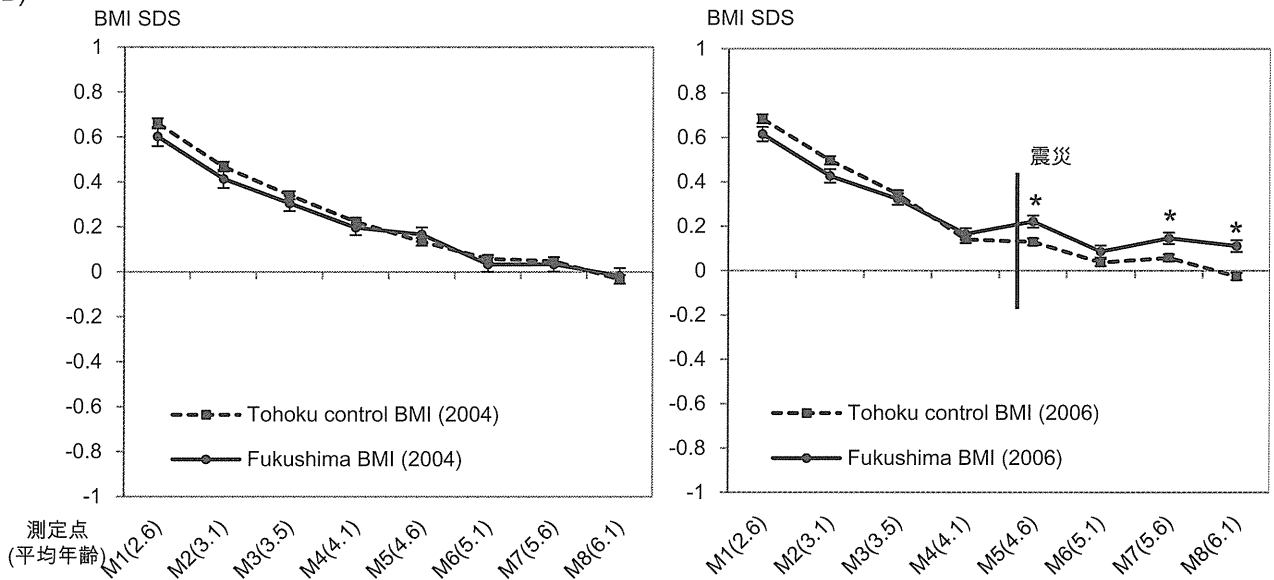


図4 福島県と非被災3県との比較 (左:平成16年度生まれ、右:平成18年度生まれ)
A: 身長SDスコアの比較、B: BMI SDスコアの比較

(* 統計学的有意差あり)

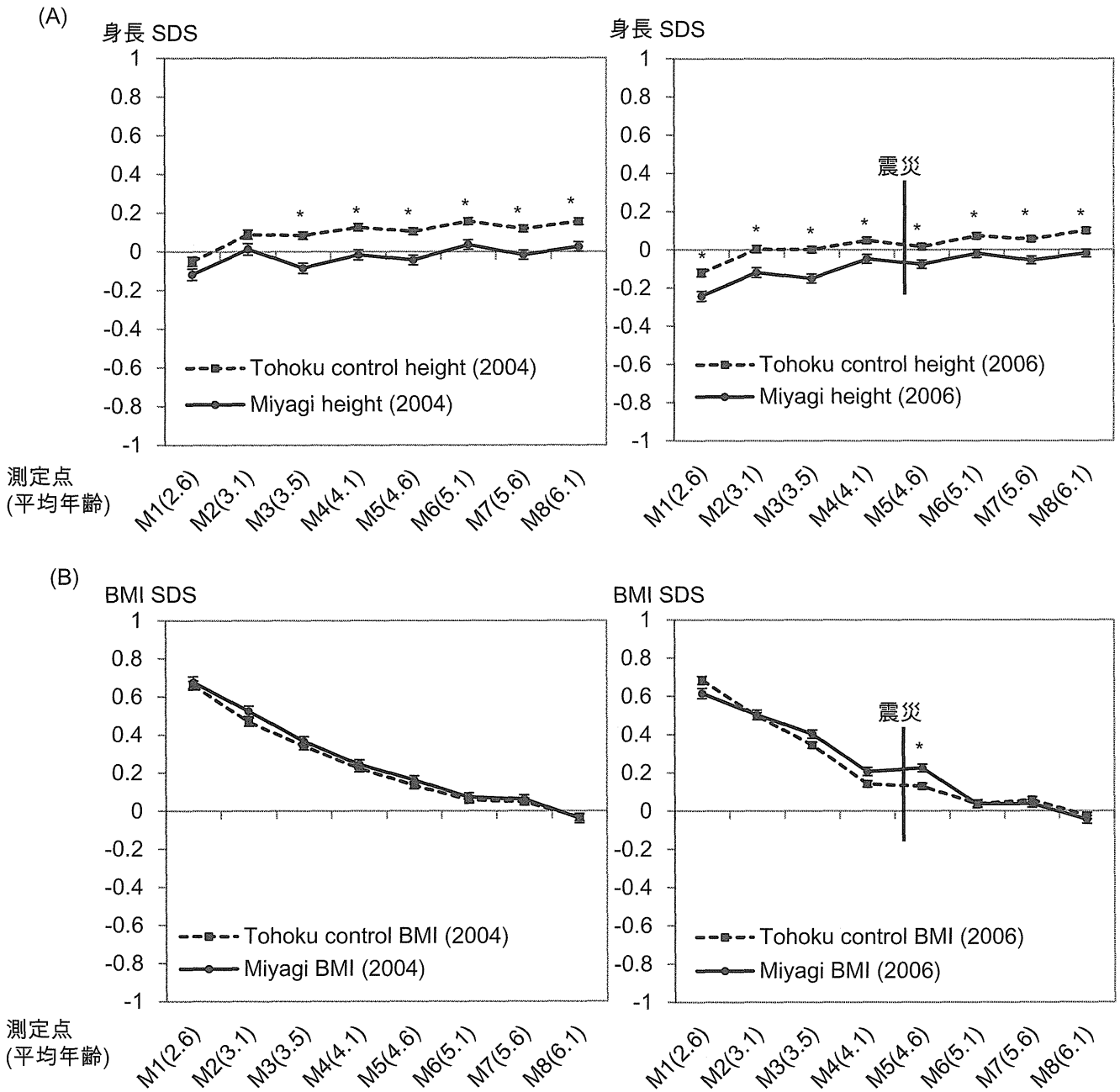


図5 宮城県と非被災3県との比較 (左:平成16年度生まれ、右:平成18年度生まれ)
 A: 身長SDスコアの比較、B: BMI SDスコアの比較

(* 統計学的有意差あり)

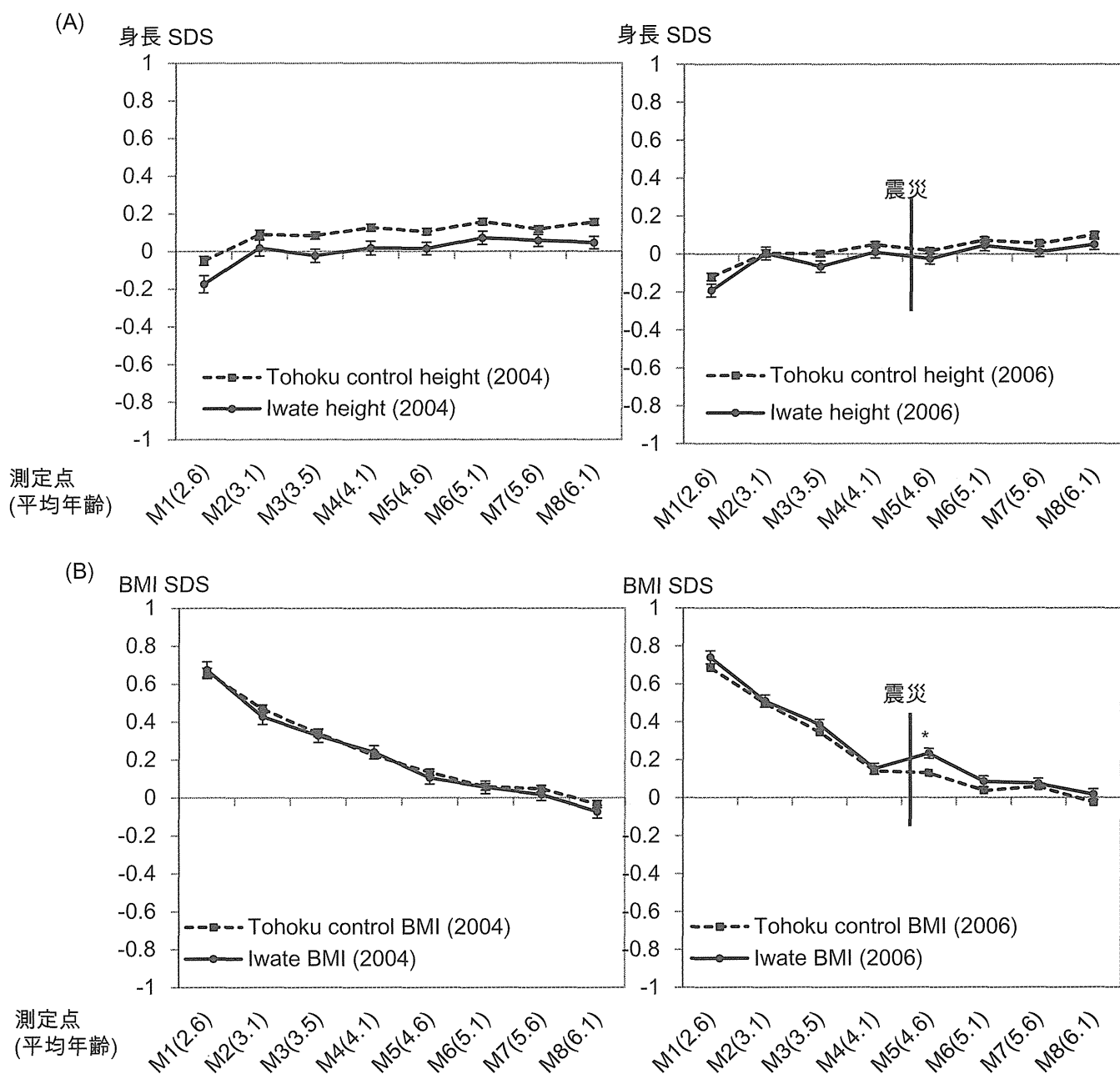


図6 岩手県と非被災3県との比較 (左:平成16年度生まれ、右:平成18年度生まれ)
A: 身長SDスコアの比較、B: BMI SDスコアの比較

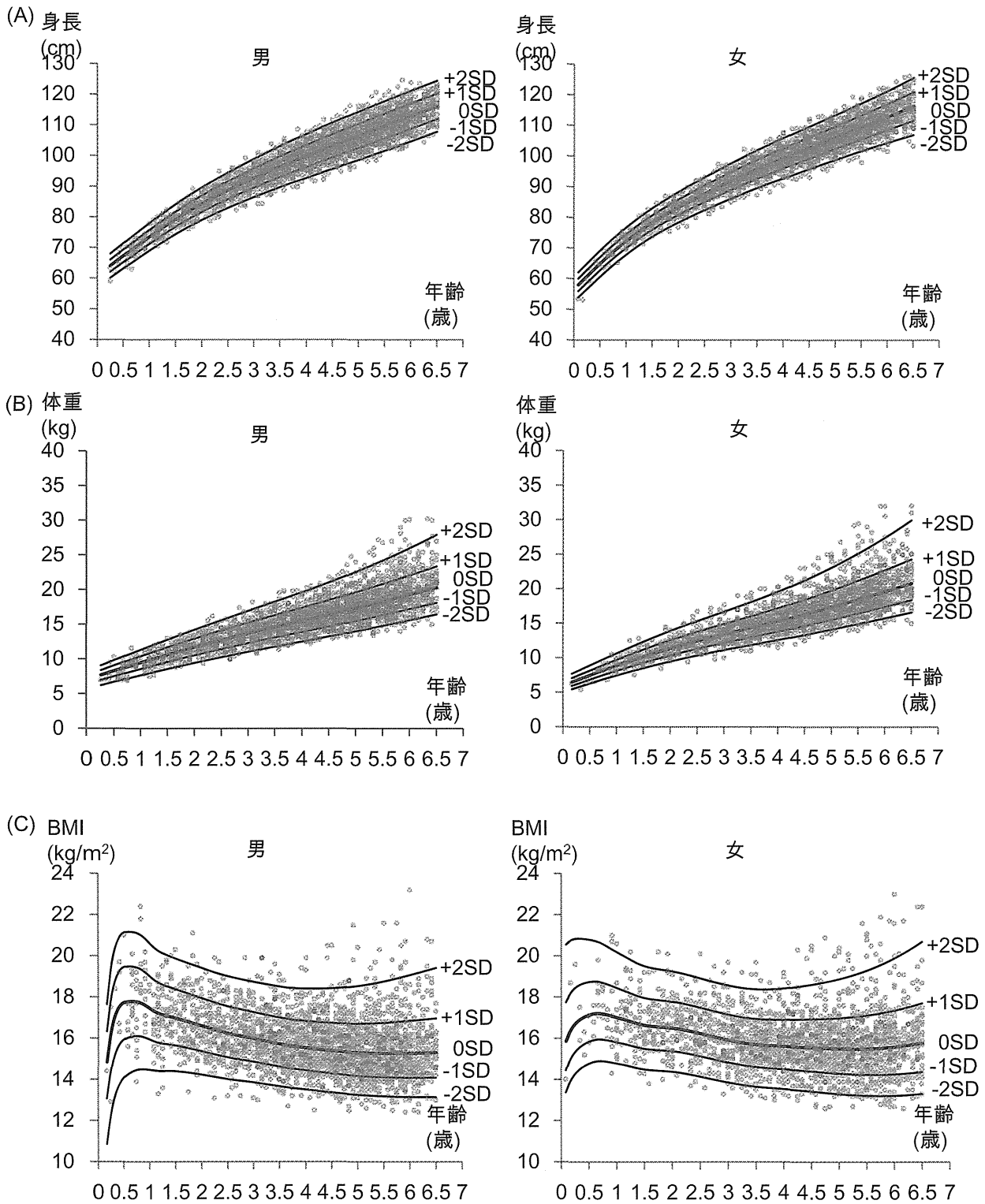


図7: 福島県特異の成長曲線 (左: 男児、右: 女児)
A: 身長、B: 体重、C: BMI