

[別紙 1]

論文の内容の要旨

論文題目 Growth and its relevant environmental factors among rural Sundanese children in West Java, Indonesia

和訳 インドネシア西ジャワ州スンダ農村における子どもの成長に関わる環境要因

紹介教官 渡辺知保教授
氏名 関山牧子

1. 緒言

子どもの成長は、遺伝と環境に影響されるが、その相対的な重要性は成長段階によって異なる。このことは、同じ遺伝的背景を共有し異なる環境で生活する集団の成長を比較した研究から明らかにされ、成長段階の中でも思春期前は、環境の影響を受けやすい時期である。一方、思春期後の成長に対する環境の影響については一貫した研究結果が得られていない。

成長に影響する環境因子は多様であるが、特に栄養素摂取量と疾病は最も重要である。疾病の中でも、寄生虫症と貧血症は開発途上国に蔓延し、成長への影響が最も頻繁に指摘されてきたが、その影響が子どもの成長段階によって異なるか否かはほとんど検証されていない。

内分泌環境も子どもの成長に関わる重要な因子である。GH は、骨軟骨に対する成長促進作用をもつ重要なホルモンであり、その作用の多くは IGF-I を介する。また、IGF-I の安定化や運搬には IGF 結合タンパクが働くが、中でも血中に最も多く存在するのは IGFBP-3 である。そのため、IGF-I 及び IGFBP-3 は、成長との関連において研究が蓄積されてきたが、開発途上国におけるデータはほとんどない。また、これらのホルモンは思春期前の成長に影響することが実証されているが、思春期後の成長への影響については一貫した結果が得られておらず、その意義は明らかではない。

成長に影響を及ぼすこのような諸因子は、様々な学問分野から特定の年齢層について研究されてきたため、思春期前の子どもが環境因子の影響を受けやすいかについての系統的な実証データはない。その点を明らかにするためには、広い年齢層の子どもに対し、様々な環境因子の相対的な影響を同時に検討する必要がある。また、その影響を見るためには、環境ストレスの強い子どもが対象として適している。

本研究は、インドネシアの農村集団を対象として、縦断的な身体計測に基づいて対象集団の成長パターンを明らかにすること、及び、疾病・栄養素摂取量・成長因子という成長への関連が指摘される三因子の影響が、成長段階によって異なるかを検証することを目的とした。

2. 対象と方法

2-1. 対象地域と対象者

対象村は、インドネシア、西ジャワ州、ボゴール県にあるスカジャディ村である。この村は典型的なスダ農村であり、人口は 6,434 人で、村人の 98% はイスラム教徒である。主な生業は、農業、小規模商業、近郊都市への出稼ぎ労働である。村人は伝統的な生活を維持しており、野菜や果物を洗わずに生のまま食べるというスダ民族特有の食習慣や、トイレや水源を家に持たないという衛生環境は、寄生虫症のリスク要因として指摘されてきた。

本研究では、スカジャディ村の 10 集落のうち 2 集落を選び、2001 年 7 月の時点で在住していた 0 - 12 歳の子ども 518 名を対象とした。これらの子どものうち、63 名が調査期間中に移住し、37 名が採血に同意しなかったため、計 4 回の調査全てに参加が得られた 418 名を分析対象とした。

2-2. 方法

フィールドワークは計 4 回行った。縦断的な成長データを得るために、2001 年 7 月 (RI)、2002 年 7 月 (RII)、2003 年 7 月 (RIII) に身体計測を行い (計測項目: 身長、体重、皮脂厚、上腕周囲)、RI と RII、RII と RIII の期間成長量を求めた。また、2003 年 10 月から 2004 年 2 月に長期調査を行い、食事調査、採便、採血、身体計測 (RIV)、聞き取り調査を行った。RIV の身体計測値は Z スコアに換算し、横断的な栄養状態の指標とした。食事調査は、各対象者 3 日ずつ、3 時間毎の思い出し法 (1 日に 5 回) により行い、1 日あたりの平均栄養素摂取量を計算した。便サンプルは、Kato-Katz 法に基づく *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, hookworm の卵保有数測定に、血液サンプルは、貧血の指標としてのヘモグロビン、ヘマトクリット値測定、成長因子である IGF-I、IGFBP-3 の測定に用いた。IGF-I、IGFBP-3 はコーカシアン用のデータを用いて Z スコア化した。また、データ解析においては、Bogin (1999) の定義に基づき、対象者を成長段階別に分類した。すなわち、6 歳以下を Childhood、7 - 11 歳の男子と 7 - 9 歳の女子

を Juvenile、12 歳以上の男子と 10 歳以上の女子を Adolescence とした。

3. 結果

3-1. 縦断的成長

対象者の成長パターンを明らかにするために、平均的な成長速度を年齢・性別に求め、CDC 標準値と比較した。身長・体重の増加量が最大となるのは、男子で 13 歳、女子で 12 歳であった。身長の増加量は、幼少期で CDC 標準値より少ないが、男子は 9-11 歳、女子は 8 歳で、CDC 標準値レベルに達した。体重の増加量は、男子が 13 歳まで、女子が 11 歳まで CDC 標準値を下回った。

3-2. 栄養状態、栄養素摂取量

HAZ スコアが -2 以下 (stunting) の子どもは 55%、WAZ スコアが -2 以下 (underweight) の子どもは 47% であった。エネルギー摂取量の RDA (FAO/WHO/UNU, 1985) に対する NAR (nutrient adequacy ratio) は 96、たんぱく質摂取量の RDA (Hardinsyah et al., 1990) に対する NAR は 86 であった。

3-3. 貧血と寄生虫症

対象者の 22% は貧血であり、その頻度には成長段階や性による差はなかった。寄生虫症に関しては、31% が *Ascaris* に、23% が *Trichuris* に陽性であり、そのいずれかに罹っていた子どもは全体の 39% であった。寄生虫症への罹患についても成長段階や性による差は見られなかった。

3-4. 成長因子

IGF-I は年齢とともに値が上昇し、身長の最大成長年齢より 1 年遅れ、すなわち、男子では 14 歳、女子では 13 歳でピークを迎えた。IGFBP-3 も年齢に伴って値が上昇し、男子は 15 歳、女子は 13 歳でピークとなった。IGF-I、IGFBP-3 のいずれも、男子より女子のほうが高値であった。

3-5. 栄養状態に影響する要因—成長段階による比較

栄養素摂取量と栄養状態の相関を成長段階と性別に分析した結果、いくつかのケースで有意な関連が見られた。次に、貧血の子どもと貧血でない子どもとで、成長段階ごとに栄養状態を比較した結果、Childhood においてのみ貧血の子どもの HAZ が低かった ($p < 0.01$)。寄生虫症についても同様の結果が得られ、Childhood においてのみ寄生虫症の子どもの HAZ が低かった ($p < 0.01$)。また、IGF-I、IGFBP-3 のいずれも、栄養状態と強い相関を示し、特に Adolescence においては非常に高い相関が見られた。

栄養状態に関連する諸因子の影響が、成長段階によって異なるか否かを検討するため

に、性、年齢、エネルギーとたんぱく質摂取量の NAR、寄生虫症と貧血の有無、IGF-I と IGFBP-3 の Z スコアを独立変数、HAZ、WAZ を従属変数とした重回帰分析を行った。その結果、疾病は Childhood においてのみ有意な説明変数となり、栄養素摂取量の影響は見られなかった。また、IGF-I の Z スコアは、全ての成長段階において強い効果を示し、特に Adolescence の前期においては、その説明率が、HAZ に対しては 0.297、WAZ に対しては 0.364 と高値であった。

4. 考察

本対象集団は、Juvenile の前期までは CDC 標準値よりも成長量が少なかった。インドネシアの富裕層では同時期の成長が CDC 標準値と同様であるという報告が複数みられるため、農村部での貧しい生活環境がこのような成長の遅れをもたらしたと考えられる。しかし、Juvenile の後期から Adolescence の前期にかけては、CDC 標準値と同様の成長を示し、環境以外の要因が成長に影響することが示された。

寄生虫症や貧血の罹患率には、成長段階による差がなかったが、これらの疾病が栄養状態に及ぼす影響は、Childhood においてのみ有意であった。Childhood の成長は、下痢症などの疾病の影響を受けやすいということは一般に言われてきたが、軽度の寄生虫症や貧血などについても Childhood の子どもが影響を受けていることは新たな発見である。インドネシアでは寄生虫症の予防プログラムが小学校ベースで行われているが、寄生虫症による成長への影響が顕著な就学前の子どもに焦点をあてるべきであることが示された。

IGF-I レベルは成長と非常に強い相関を示し、特に Adolescence 開始の 1 年後に男女とも最も強い相関を示した（相関係数；0.91、0.70）。そして、その翌年に男女ともに身長最大の成長が見られた。IGF-I の思春期前後の成長への影響について、本研究により、IGF-I レベルが Adolescence 初期の成長に非常に強い相関を示したことから、急速な思春期成長は IGF-I レベルの上昇によってもたらされると考えられる。また、IGF-I レベルは puberty のおこる Juvenile から Adolescence への移行期において、栄養素摂取量と強い相関を示し、思春期の開始は適切な栄養素摂取によって促される可能性が強く示唆された。