わが国における平均出生体重の 季節変動の地域差に関する分析 (1974-1983)

松田 晋哉^{*1}, 広重 由可^{*1}, 曾根 智史^{*1},
土井 徹^{*2}, 華表 宏有^{*1}

^{*1}産業医科大学医学部公衆衛生学教室, ^{*2}国立公衆衛生院保健統計人口学部

Analysis of Geographical Differences in the Seasonal Variation of Mean Birth Weight in Japan (1974-1983)

Shinya MATSUDA^{*1}, Yuka HIROSHIGE^{*1}, Tomofumi SONE^{*1},
Toru DOI^{*2} and Hiroaki KAHYO^{*1}

^{*1}*Department of Human Ecology, School of Medicine, University of Occupational and Environmental Health, Kitakyushu*

^{*2}*Department of Public Health Demography, The Institute of Public Health, Tokyo*

Abstract Geographical differences in the seasonal variation in mean birth weight (MBW) were examined by a traditional time series analysis based on the birth data of 47 different prefectures in Japan for the period from January 1974 to December 1983.

The general pattern on the seasonality in MBW has two peaks in spring and autumn, and two troughs in summer and winter.

There is a general trend in the seasonality with the autumn-peak-dominant pattern observed in the northern part of Japan (Hokkaido, Tohoku, Kita-Kanto) giving way to the spring-peak-dominant pattern in the southwest.

Another interesting finding is that there is high statistical significance as a general tendency, in the seasonality among immensely populated prefectures such as Tokyo, Kanagawa, Aichi, Osaka, and Fukuoka, while in the case of scarcely populated rural prefectures, the time series fluctuates almost randomly.

Some socio-cultural and biometeorological hypotheses were evaluated to explain these results.

Key words: Mean birth weight (平均出生体重), Seasonal variation (季節変動), Geographical difference (地域差), Japan (日本)

緒 言

平均出生体重(以下MBWと略す)に季節変動があることは、わが国を含め、これまで多くの研究者によって報告されている^{1~7)}。そしてその背景要因としては妊娠中の労働等の社会文化的要因によるとする説と、雨量・日

照量といった環境の季節的変動の関与を仮定する生気象学的な説とが、これまで提示されているが、必ずしも十分な証明はなされていない。この理由としては、前報^{4~6)}でものべたように、出生体重を規定する要因が多岐にわたることがあげられる。したがって、MBWの季節変動の背景要因を探求するためには、こうした関連要因の季

Fig. 1 Factors associated with seasonality in mean birth weight

節変動について検討する必要がある。これまでの知見をもとにMBWに関連している要因を整理するとFig. 1のようになる。すでに著者等は福岡⁴⁾, 沖縄⁵⁾, 長野⁶⁾, 日本全体⁷⁾についてMBWの季節変動と出生体重にもっとも関係している平均在胎期間の季節変動について解析し, MBWの季節変動には地域差があること, 沖縄県以外ではMBWの季節変動と平均在胎期間の季節変動との間には統計学的に有意の一致性があることを報告した。

このようにMBWの季節変動に地域差があり, しかも背景要因が異なっている可能性があるということは, この現象のメカニズム解明のために, 異なった地域間における比較研究が重要であることを意味している。社会文化的仮説および生気象学的仮説のいずれを検討するにせよ, 民族学的に比較的均一である一方で, 南北に長いという地理的条件のために気象学的に, かなり異なった地域から構成され, しかも, 社会・文化的にみて, 同質性のなかに, まだ地域ごとに伝統的なものが残っている日本において, MBWの季節変動を県単位で観察することは, この領域での研究において意義が大きいものと考えられる。しかも, 日本の動態統計の記録の完全性, 記載内容の詳細さは, 他の国で行われてきた研究に比較して, 資料の信頼性の点でも貴重であると考えられる。例えば, 出生体重は児の性, 初産・経産によって, それぞれ約120 gと約80 gの差があることが報告されており⁸⁾, 出生体重に関する分析にあたってはこの区別をすることは重要である。しかしながら, これまで他の国で行われてきたMBWの季節変動に関する報告では, 児の性, 初産・経

産の区別がないものが多い。本論文では, このような区別の記載のあるわが国の動態統計を基礎資料として, 1974年1月から1983年12月までの10年間に於けるMBWの季節変動を男女別, 初産・経産別に県ごとに観察した結果について報告する。

資料および分析方法

1. 資料としては1974-83年の人口動態調査出生票磁気テープ(厚生省大臣官房統計情報部)の転写テープを使用した。MBWの時系列はこのテープより作成した100 g単位(1-100 g, 101-200 g, ……)の度数分布表を用い, 単産出生児について男女別, 初産・経産別のMBWを月単位で120カ月について1 g単位で算出し, 時系列を作成した。ここで, MBWの算出にあたっては, 前報^{4~6)}と同様, 各階級の中央値を用いた(例えば, 3001-3100 gでは3050 g)。

2. 時系列分析としては, 福岡県, 沖縄県, 長野県におけるMBWの季節変動を検討した前報^{4~6)}と同じ手法を用いた。

1) 作成した時系列から季節変動を分離するために, 原時系列 y_i ($i=1, 2, \dots, 120$)と, 原時系列に最小二乗法をあてはめて求めた回帰直線から推定した予測値の時系列 y'_i ($i=1, 2, \dots, 120$)とから, 相対的季節変動($100 \times y_i/y'_i$)を求め, これを同じ月について10年分を平均したのち, 12カ月の平均が1200%となるように比例配分を用いて修正を行い, 季節指数(Seasonal Index: SI)を求めた。算出式は以下の通りである。

$$SI_i = \frac{\sum_{j=1}^{10} A_{ij}}{10} \times \frac{1200}{T}$$

ここで, SI_i = 第 i 月の季節指数 ($i=1, 2, \dots, 12$),

A_{ij} = 第 j 観察年 ($j=1, 2, \dots, 10$) の第 i 月

($i=1, 2, \dots, 12$) の相対的季節変動

$$T = \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{10} A_{ij} / 10$$

2) 観察された季節変動の有意性を検討するために, 初産経産別に, 各年ごとに月別相対的季節変動に1位から12位までの順位をつけ, その順位をもとにFriedman検定⁹⁾を行った。

結 果

Fig. 2は初産・経産別に男児についてMBWの季節変動を県別に示したものである。青森, 秋田, 山形, 福井, 滋賀, 鳥取の6県を除いて, 初産, 経産のいずれかで統計学的に有意な季節変動を認める(ただし, 10%で有意差を検討)。わが国のMBWの季節変動の一般的形態と

しては北海道、宮城、長野、香川、徳島、沖縄を除いて、春と秋に山、夏と冬に谷を持つパターンが認められる。また、一般的には隣接した県においては類似の季節変動のパターンであることも図より読み取れる。さらに、春と秋の山の大きさおよび夏と冬の谷の深さおよび季節変動の有意性に注目して、東北日本から西南日本へとパターンを観察していくと、いくつかの興味ある知見が得られる。まず、北海道、東北地方、北関東では秋の山が春の山より大きいとか同等であるのに対し、関東から西日本に進んでいくにつれて秋の山が小さくなり、春の山が顕著になっている。さらに、夏の谷と冬の谷の深さに留意してみると、愛知、三重、和歌山、高知、宮崎、鹿児島、沖縄といった西日本の太平洋岸域では冬の谷よりも夏の谷が深いという共通の特徴を示している。また、季節変動の有意性を見ると、東京、神奈川、千葉、埼玉といった首都圏、京都、大阪、兵庫の近畿圏、そして、愛知、福岡といった人口集中地域において、振幅は小さいが高度の有意性が観察されるのに対し、山陰あるいは東北地

方、四国等の過疎地域においては、季節変動の振幅は大きい、その有意性は観察されにくい傾向が認められる。

初産と経産とを比較すると、ともに有意性を示す県においては、形態、振幅ともにほぼ同様の季節変動のパターンを示している。なお、ここには示していないが、女兒の初産・経産もほぼ同様の結果を得た。

考 察

本研究により、県別に観察してもわが国のMBWには統計学的にも明らかな季節変動があることが、改めて確認された。そして、一般的にはこの季節変動は春と秋に山、夏と冬に谷を持つパターンを示していた。しかし、山の大きさ、谷の深さおよびそれらの位置に着目して、県別に季節変動のパターンを眺めると、東北から西南に移動するにつれて、春山の増高と秋山の漸減、あるいは西日本太平洋岸における大きな夏の谷といった系統的な地域差が観察される。この現象はどのように説明できるのであろうか。

Fig. 2 Geographical changes in seasonality of MBW (Male)

****: $p < 0.001$, ***: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, *: $p < 0.10$, —: not significant

upper: Primiparae, lower: Multiparae

The horizontal axis: Months, The vertical axis: Seasonal Index (SI)

—— Primiparae Multiparae

Fig. 2 (continued)

MBWの季節変動をもたらす要因については、大きく分けてこれまで、社会文化的仮説と生気象学的仮説とが提示されている。前者に属するものとして、例えばBantjeとNiemeyer³⁾はタンザニアにおいて農繁期における妊娠中の労働およびその時期に一致しておこる食料供給量の減少が、妊婦の栄養状態の低下を招き、その結果としてMBWが低下するという仮説を提示している。わが国においてMBWに影響を及ぼすほどの大きな食料供給量の季節変動があるとは考えられない。しかし、食欲には季節変動が存在し、また摂取する食物の質にも季節的な違いが存在しており、このようなことが母体から胎児への栄養供給条件を変え、その結果MBWの季節変動が生じている可能性も否定できない。例えば、高木¹⁰⁾は124名の妊婦を対象とした調査の結果から、摂取する蛋白質の量が一定以上になると出生体重が低下することを報告している。また、米山¹¹⁾も147名の妊婦を対象とした調査の結果、酒類、嗜好飲料、果物等に関する食物摂取のパターンが出生体重に関連していたという報告を行っている。もし、このような食物摂取のパターンに明らかな季節変動があるのであれば、それによりMBWの季節変動の一部を説明することができる可能性もある。さら

に、平成元年の栄養調査¹²⁾の結果を見ると、食物摂取の内容は地域ごとに特徴があり、このことがMBWの季節変動の地域差をもたらしている可能性もある。この仮説を明らかにするために、食物摂取のパターンとMBWとの関係について、異なった地域の産科施設をベースとして、それらの季節変動も含めて詳しく検討する必要があると考えられる。

先進工業国における妊婦労働の出生体重に与える影響については、これまで種々の報告があるが、両者の関連性については、まだ一定の結論は得られていない^{13~15)}。また、労働内容の季節変動という点に関しても、農林漁業を除くと、さほど著明な季節的差異があるとは考えにくい。しかし、例えばわが国の農業に限って考えると、東北地方は一期作、一毛作が中心であるのに対し、西南にいくにつれて二期作、二毛作が多くなるという系統的差異が存在している。農業労働の季節性とMBWの季節変動との関連の有無を観察するために、世帯の職業を農業に限定して、県単位(あるいは農業人口が少ないことを考慮して地方単位)で、MBWの季節変動の有無と、もし存在するならばそのパターンを比較検討することが有用であるかもしれない。

一方で、今回著者らの分析で明かとなったMBWの季節変動パターンの系統的な地理的变化は、気象条件等の環境要因の関与を仮定する生気象学的仮説を改めて考えさせるものでもある。例えば、春あるいは秋に向う時期は母体を取り巻く環境要因を含めて胎児の発育に適した条件が整っており、夏あるいは冬に向う時期はその逆であるのかもしれない。さらに、東北日本では秋に向う時期の方が春に向う時期よりも、そして、逆に西南日本では春に向う時期の方が秋に向う時期よりもそのような条件が整っているのかもしれない。このような“胎児の発育に適した条件”を明らかにするためには、特徴的な季節変動を示すいくつかの地域(例えば、北海道、宮城、東京、長野、愛知、大阪、鹿児島、沖縄など)における、医療機関をベースとした、より詳細な情報による比較研究が必要であると考えられる。

MBWの季節変動の生気象学的仮説により説明しようとする試みは多い。例えば、Roberts²⁾は香港において気象学的要因とMBWの季節変動との間に統計学的に有意な相関を認め、これをもとに生気象学的な仮説を提示している。しかし、こうした分析は気象学的な要因の季節的变化が、母体に直接的な生理学的変化(例えば、ホルモン動態の変化)をもたらす結果生ずるのか、あるいは食料や流行性疾患といった他の要因を介して生ずるも

のであるかを明かにするものではない。

出生体重に関連する要因は数多く報告されている^{8, 16~18)}。その主なものを列挙すると、例えば存胎期間、妊娠前の母親の肥満度、児の性、出生順位、母親の身長、母親の喫煙習慣などがある。しかし母親の肥満度や児の性、出生順位がどのような生理学的機序で出生体重に関連しているのかは必ずしも明かではない。したがって、MBWの季節変動のメカニズムを生理学的に明かにしようとするならば、これまでの疫学的研究のように単に母体の体格や児の性といった要因との関連を見るのにとどまるのではなく、その基礎にある生理学的あるいは生化学的なレベルでの研究が必須である。例えば、これまで産科学領域、生殖科学領域で行われてきた研究の知見をもとに胎児の発育に関連すると考えられている要因を、胎児側の因子、母体側の因子、そして胎盤因子に分けて整理したものがFig. 3である。このうち、子宮胎盤間の血流、臍帯血流、胎盤から胎児に供給されるグルコース量、胎児インスリンが胎児発育にとくに重要であると考えられている¹⁷⁾。例えば、糖尿病の母体中の胎児ではインスリン分泌が増加するため、このインスリンの同化作用により児の発育が促進されると説明されている。

また、生気象学的には、例えば寒冷ストレスは血圧上昇と血小板数の増加をもたらし、全血の粘稠性を高めることが報告されている¹⁹⁾。このことは、例えば冬に満期を迎える妊娠では全血粘性の増大により、母体—臍帯間の血液循環が妨げられ、その結果出生時の体重が小さくなる可能性を示しているとも考えられる。また、冬と夏とを比較すると、一般的に冬は交感神経の緊張の亢進、夏は副交感神経の緊張が亢進する。こうした自律神経系の季節変動が母体—臍帯—胎児間の循環系になんらかの影響を及ぼすのであれば、それによってもMBWの季節

変動の一部を説明することが可能であるかもしれない。さらに、胎児インスリンおよび母体および胎児の糖代謝の季節変動の有無についての検討も必要であると考えられる。

一方、著者等はすでにMBWの季節変動と平均在胎期間の季節変動との有意の関連性について報告している^{4, 6, 7)}。出生体重を規定している第一の要因は在胎期間であり、したがって各県別に本研究と同様の平均在胎期間の季節変動の地図を作製し、MBWのそれと比較検討することが、MBWの季節変動の要因を明らかにするために必要であると考えられる。

ところで、青森、秋田、山形、福井、滋賀、鳥取の6県では、初産・経産ともに統計学的に有意な季節変動は観察されなかった。Table 1に示したように、この10年間の出生数を見ると、この6県はいずれも低出生数県であり、また人口過疎県である。季節変動の有意性の検討に本研究のようなノン・パラメトリックの手法を用いた場合、検定力がパラメトリックなものに比べて5%程度落ちることが指摘されている⁹⁾。隣県と比較してほぼ同様のパターンを示しているのに統計学的有意性が観察されなかった県においては、対象集団の規模が比較的小さいものにノン・パラメトリック検定を用いたという手法上の問題が関係していると考えられる。しかし、月別の変動に、一定の傾向を持たない大きなバラツキを示している県においては、それ以外の攪乱要因の存在を推定させる。例えば、生気象学的には気象条件の安定性といったものが考えられる。

一方で、大都市圏においては季節変動の幅は小さいものの、統計学的には高度に有意な季節変動が認められる。この理由としては、対象集団の規模が大きいことによる統計学的安定性が考えられる。しかし、その一方で生活

Fig. 3 Factors influencing fetal growth (Vorherr, H (1982))

Table 1 Number of single live birth of each prefecture by birth order between 1974 and 1983

Prefecture	Primiparae	Rank primiparae	Multiparae	Rank multiparae
Hokkaido	347877	6	448860	6
Aomori	92062	25	129190	27
Iwate	81738	29	118782	30
Miyagi	133891	15	178930	15
Akita	73166	31	90950	37
Yamagata	71686	33	96046	33
Fukushima	120288	16	178448	16
Ibaragi	157128	12	217975	12
Tochigi	114052	19	156046	19
Gunma	112591	20	154136	20
Saitama	349313	5	476256	5
Chiba	306886	8	397336	8
Tokyo	751467	1	811670	1
Kanagawa	465864	3	564134	3
Niigata	142732	14	198288	13
Toyama	62566	38	85564	38
Ishikawa	66101	37	95831	35
Fukui	46639	43	64520	42
Yamanashi	44539	44	61844	44
Nagano	116481	17	167219	17
Gifu	114491	18	160843	18
Shizuoka	214375	10	296052	10
Aichi	411108	4	541500	4
Mie	97621	23	129566	26
Shiga	67658	36	95854	34
Kyoto	152190	13	195750	14
Osaka	550706	2	693971	2
Hyogo	318453	7	426687	7
Nara	72307	32	94121	36
Wakayama	61038	39	82562	39
Tottori	34031	47	48842	47
Shimane	40385	46	60564	45
Okayama	107598	21	152090	21
Hiroshima	170286	11	230985	11
Yamaguchi	88602	27	120751	29
Tokushima	47903	42	60514	46
Kagawa	58720	40	77834	40
Ehime	85454	28	122104	28
Kochi	44111	45	62210	43
Fukuoka	287363	9	375351	9
Saga	49103	41	75733	41
Nagasaki	90995	26	141558	24
Kumamoto	101330	22	144124	23
Oita	69634	34	97991	32
Miyazaki	68792	35	103922	31
Kagoshima	95759	24	148059	22
Okinawa	75059	30	132713	25

環境の安定性といったものが、こうした季節変動を安定化させている可能性も考えられる。これについては、都市化の過程とMBWの季節変動の関係を、経年的に観察していくことで、なんらかの仮説を引き出すことができるかもしれない。もちろん、この場合、“都市化”の指標についても詳しい検討が必要である。

以上、動態統計をもとに、わが国の単産出生児のMBWの季節変動を、初産・経産別、男女別に県単位で分析した結果を示した。MBWの季節変動の系統的な地域差を明らかにしたことで、この現象の背景要因を解明するための種々の研究が、この分析結果をもとに可能であると考えられる。

結 語

1. 1974年-1983年の人口動態出生票磁気テープを基礎資料として、MBWの季節変動について初産・経産別、男女別に県単位で検討した。

2. 観察期間におけるわが国のMBWの季節変動の一般の形態としては、春と秋に山、夏と冬に谷を持つパターンが認められた。しかし、春と秋の山の大きさに留意して東北日本から西南日本へとパターンを観察していくと、北海道、東北地方、北関東では秋の山が春の山より大きいか同等であるのに対し、関東から西日本に進んでいくにつれて秋の山が小さくなり、春の山が顕著になっていた。さらに、夏の谷と冬の谷の深さに留意してみると、愛知、三重、和歌山、高知、宮崎、鹿児島、沖縄といった西日本の太平洋岸域では冬の谷より夏の谷が深いという共通の特徴を示していた。また、季節変動の有意性を見ると、人口集中地域においては振幅は小さいが高度の有意性が観察されるのに対し、過疎地域においては、季節変動の振幅は大きい、その有意性は観察されにくい傾向が認められた。

3. 上記のようなMBWの季節変動の系統的な地域差をもたらししている要因について、これまでの知見をもとに、社会文化的仮説と生気象学的仮説の両面から考察した。

文 献

- 1) Selvin, S. and Janerich, D.T.: Four factors influencing birth weight, *Br. J. Prev. Soc. Med.*, **25**, 12-16 (1971).
- 2) Roberts, D.F.: Environment and the fetus, In "The Biology of Human Fetal Growth. Vol. XV" (Editors: Roberts, D.F. and Thomson, A.M.), pp. 267-283, Taylor and Francis, London (1976).
- 3) Bantje, H. and Niemeyer, R.: Rainfall and birth weight distribution in rural Tanzania, *J. Biosoc. Sci.*, **16**, 375-384 (1984).
- 4) 松田晋哉, 華表宏有: 福岡県における平均出生時体重の季節変動の分析, *日生気誌*, **28**, 145-152 (1991).
- 5) 松田晋哉, 曾根智史, 土井 徹, 華表宏有: 沖縄県における平均出生時体重の季節変動の分析, *日衛誌*, **46**, 1063-1070 (1992).
- 6) 松田晋哉, 曾根智史, 土井 徹, 華表宏有: 長野県における平均出生時体重および出生数の季節変動の分析, *日衛誌*, **47**, 609-617 (1992).
- 7) Matsuda, S., Sone, T., Doi, T. and Kahyo, H.: The seasonality of mean birth weight and mean gestational period in Japan, *Hum. Biol.*, **45**, 665-679 (1993).
- 8) Kramer, M.S.: Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis, *Bull. WHO*, **65**, 663-737 (1987).
- 9) S. ジーゲル(藤本熙監訳): ノンパラメトリック統計学—行動科学のために, p.172-179, マグロウヒルブック, 東京(1983).
- 10) 高木謙三: 妊婦の栄養摂取量と胎児の発育との関係, *日本児科誌*, **73**, 135-146 (1969).
- 11) 米山京子, 池田順子, 永田久紀: 妊娠中の食生活と出生時体重との関連, *日本公衛誌*, **39**, 236-244 (1992).
- 12) 厚生省公衆衛生局栄養課編: 国民栄養の現状, 昭和57年国民栄養調査成績, 第一出版, 東京(1984).
- 13) Mamelie, N., Laumon, B. and Larar, P.: Prematurity and occupational activity during pregnancy, *Am. J. Epidemiol.*, **119**, 309-322 (1984).
- 14) Armstrong, B.G., Nolin, A.D. and MacDonald, A.D.: Work in pregnancy and birthweight for gestational age, *Br. J. Ind. Med.*, **290**, 1235-1237 (1989).
- 15) Sanjose, S., Roman, E. and Beral, V.: Low birth weight and preterm delivery, Scotland, 1981-1984: effect of parents' occupation, *Lancet*, **338**, 428-431 (1991).
- 16) Fabia, J.: Régression multiple du poids de naissance utilisant dix variables "prédictives", *Can. J. Public Health*, **64**, 548-551 (1973).
- 17) Vorherr, H.: Factors influencing fetal growth, *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **142**, 577-588 (1982).
- 18) Matsuda, S.: Analysis of factors associated with birth weight, *Jpn. J. Hyg.*, **45**, 752-761 (1990).
- 19) Keatinge, W.R., Coleshaw, S.R.K., Cotter, F., Mattock, M., Murphy, M. and Chelliah, R.: Increases in platelet and red cell counts, blood viscosity, and arterial pressure during mild surface cooling: factors in mortality from coronary and cerebral thrombosis in winter, *BMJ*, **289**, 1405-1408 (1984).

(受付 1992年11月11日 受理 1993年6月4日)