

SEASONAL VARIATION IN HEMOGLOBIN CONCENTRATION AND HEMATOCRIT VALUE

ABCC-JNIH ADULT HEALTH STUDY, 1958-63, HIROSHIMA AND NAGASAKI

ヘモグロビン濃度およびヘマトクリット値の季節的変動

ABCC—予研成人健康調査，1958—63年，広島および長崎

SHOTARO NERIISHI, M.D. 鍊石昇太郎

KAZUKO FUKUSHIMA 福島和子

LEONARD A. SAGAN, M.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所—原爆傷害調査委員会

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

The ABCC Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, advisory councils, and affiliated government and private organizations. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

ABCC 業績報告書は、ABCC の日本人および米人専門職員、顧問、評議会、政府ならびに民間の関係諸団体の要求に応じるための日英両語による記録である。業績報告書集は決して通例の誌上発表に代るものではない。

SEASONAL VARIATION IN HEMOGLOBIN CONCENTRATION AND HEMATOCRIT VALUE

ABCC-JNIH ADULT HEALTH STUDY, 1958-63, HIROSHIMA AND NAGASAKI

ヘモグロビン濃度およびヘマトクリット値の季節的変動

ABCC—予研成人健康調査，1958—63年，広島および長崎

SHOTARO NERIISHI, M.D. 鍊石昇太郎

KAZUKO FUKUSHIMA 福島和子

LEONARD A. SAGAN, M.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
and
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

with funds provided by
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会

広島および長崎

米 国 学 士 院 — 学 術 会 議 と 厚 生 省 国 立 予 防 衛 生 研 究 所
と の 日 米 共 同 調 査 研 究 機 関

米 国 原 子 力 委 員 会 ， 厚 生 省 国 立 予 防 衛 生 研 究 所 お よ び 米 国 公 衆 衛 生 局 の 研 究 費 に よ る

CONTENTS

目 次

Summary	要 約	1
Introduction	緒 言	1
Subjects and Methods	対象者および方法	2
Results	結 果	3
Discussion	考 察	12
References	参考文献	14

Table 1. Number examined & mean values of hemoglobin and hematocrit by year, sex, and age		
表 検査件数とヘモグロビンおよびヘマトクリットの平均値：年度・性・年齢別		4
2. Mean & range of variation in year of hemoglobin & hematocrit		
ヘモグロビンおよびヘマトクリットの平均値と年間変動の幅		6
3. Seasonal index number of hemoglobin & hematocrit by sex & age		
ヘモグロビンおよびヘマトクリットの季節的変動指数：性・年齢別		8
4. Range in seasonal index number of hemoglobin & hematocrit		
ヘモグロビンおよびヘマトクリットの季節的変動指数における年間変動の幅		10
5. Correlation of hemoglobin & hematocrit to temperature or humidity		
ヘモグロビンおよびヘマトクリットの温度または湿度に対する相関関係		11
Figure 1. Monthly changes in hemoglobin, hematocrit, temperature & humidity		
図 ヘモグロビンおよびヘマトクリットと気温ならびに湿度の月別変動		5
2. Seasonal variation in hemoglobin & hematocrit by age & sex		
ヘモグロビンおよびヘマトクリットの季節的変動：性・年齢別		7
3. Seasonal variation in hemoglobin & hematocrit by relative weight group		
ヘモグロビンおよびヘマトクリットの季節的変動：相対的体重群別		9
4. Monthly changes in hematocrit for children & adults		
ヘマトクリットの月別変動，小児と成人		13

CONTENTS

目 次

四 季

春過ぎ夏たけて又

秋暮れ冬の来るをも

草木の色ぞ知らするや

あら恋しの昔や

謡曲 「俊 寛」

THE SEASONS

At the wake of spring comes summer,

And after autumn follows winter.

The seasonal changes in the colors of plants and leaves

Bring to mind the fond memories of the past.

-- from the Noh song "Priest Shunkan"

Approved 承認 24 September 1970

SEASONAL VARIATION IN HEMOGLOBIN CONCENTRATION AND HEMATOCRIT VALUE

ABCC-JNIH ADULT HEALTH STUDY, 1958-63, HIROSHIMA AND NAGASAKI

ヘモグロビン濃度およびヘマトクリット値の季節的変動

ABCC-予研成人健康調査, 1958-63年, 広島および長崎

SHOTARO NERIISHI, M.D. (鍊石昇太郎)¹; KAZUKO FUKUSHIMA (福島和子)^{2*};LEONARD A. SAGAN, M.D.³Departments of Clinical Laboratories,¹ Statistics,² and Medicine³臨床検査部,¹ 統計部,² および 臨床部³

SUMMARY: The observation that hemoglobin concentration and hematocrit value vary with the season has not been generally accepted but studies made in Japan support this.

Reported here are the results of analysis on the month-specific mean hemoglobin concentration and hematocrit values obtained from 29,482 blood samples collected during the 5 years from 1958 to 1963 from ABCC-JNIH Adult Health Study sample members in Hiroshima and Nagasaki. The values show definitely that seasonal variation is present. Both hemoglobin and hematocrit values showed a pronounced negative correlation to temperature and humidity.

It was found on grouping the subjects by sex, age, and relative weight that the range of seasonal variation was greater in older persons than in younger, and in obese persons than in those of light weight. It was characteristic that the range of seasonal variation was small in the groups with high levels and, contrarily, large in the group with low levels. The two extremes were presented in males under 40 years of age of the light relative weight group, and in obese males aged 40 and over.

要約 ヘモグロビン濃度ならびにヘマトクリット値が季節的に変動するという観察は一般には容認されていないが、日本で行なわれた研究はそれを肯定している。

ここに報告するものは、広島市および長崎市における成人健康調査対象者について1958-63年の5年間に収集した29,482件の血液標本からヘモグロビン濃度ならびにヘマトクリット値の月別平均値を求め解析した成績である。これらの値が季節的に変動することが明確に認められた。ヘモグロビン値もヘマトクリット値も、気温および湿度に対して明らかな負の相関を示した。

調査対象者を性、年齢および相対的体重値別に分類すると、高齢層は若年齢層に比べ、また、肥満群は軽体重群に比べ、季節的変動の幅が大きいことが認められた。季節的変動の幅は、検査で高値を示す群では小さく、低値を示す群では逆に大きいことが特徴的であった。その両極端は、男子における40歳未満の軽体重群と40歳以上の肥満群とに認められた。

INTRODUCTION

There have been a number of reports that hemoglobin concentration varies seasonally,¹⁻⁵ but this conclusion has not been generally accepted. Wintrobe, in his text book of hematology,⁶ denies the existence of seasonal variation.

緒言

ヘモグロビン濃度は季節的に変動するという報告が数編あるが、¹⁻⁵ この結論は一般的には容認されていない。Wintrobeはその血液学の著書⁶の中で季節的変動の存在を否定している。

* Hiroshima Branch Laboratory, Japanese National Institute of Health, Ministry of Health and Welfare

厚生省国立予防衛生研究所広島支所

Engelbreth-Holm and Videbaeck¹ reported in 1948 that determinations of hemoglobin concentration and red blood cell counts in 69 medical students in January, March, June, and October showed seasonal differences with somewhat lower values noted in June. According to Wilson² who made monthly examinations for 2 years between 1949 and 1952 of 15 members of an Antarctic Exploration Party, no variation was seen in red blood cell counts, but there was an evident seasonal variation in hemoglobin concentration. Further, Christie³ observed in six members of a party exploring the Central Greenland Icecap a rapid decline in hemoglobin level during the first 2 weeks, and thought it was probably attributable to physical labor.

In a 1-year follow-up study of the hematocrit value in 24 young Japanese men and women, Watanabe⁴ observed a decline in the summer, and ascribed it to probable blood dilution. The results of Wadsworth⁵ did not support the inference made by Watanabe. He could not demonstrate any statistical difference in hemoglobin value between inhabitants of tropical Singapore and of temperate Europe.

These reports indicate that opinions are divided regarding seasonal variation of hemoglobin and hematocrit values. Numerous factors might induce seasonal variation. For example, the amount of physical activity fluctuates during a year according to occupation, which could be reflected in seasonal variations in these values. They could be affected by seasonal changes in food variety and intake.

The presence or absence of seasonal variation in hemoglobin, hematocrit, and other blood constituents and the relationship of such variation to sex, age, and somatotype are examined here. Analysis was made of monthly variation in approximately 30,000 blood samples obtained during the 5 years from 1958 to 1963 from a large fixed sample of adults in two middle-sized Japanese cities.

SUBJECTS AND METHODS

The individuals on whom blood tests were regularly conducted are voluntary participants in the joint ABCC-JNIH Adult Health Study. This population sample comprises A-bomb survivors and nonexposed comparison subjects resident in Hiroshima and Nagasaki Cities.⁷⁻⁹ This fixed population is divided into 24 subgroups so that each month one subgroup will undergo medical examination in a biennial cycle. The actual visit of the subjects in each subgroup for examination may deviate 2 or 3 months from the scheduled month, but the subjects undergoing examination each month can be considered to be randomly representative of the entire sample.

Engelbreth-Holm および Videbaeck¹ は、1948年の報告書の中で、69人の医学生を対象として、1月、3月、6月および10月にヘモグロビン濃度および赤血球数を測定したところ、季節的な差がみられ、6月にいくらか低い値が認められたと述べている。南極探検隊員15人について1949年から1952年までの2年間に毎月検査を行なったWilson²によれば、赤血球数に変動は認められないが、ヘモグロビン濃度に明らかな季節の変動があった。さらに、Christie³は、グリーンランド中央部氷原の探検隊員6人について調査を行ない、最初の2週間にヘモグロビン値の急速な下降を認めたが、その原因はおそらく肉体労働にあるものと考えた。

渡辺⁴は、若い日本人男女24人のヘマトクリット値について1年間の追跡調査を行ない、夏季に下降を認めたが、それは血液の希釈によるものであるとみなしている。Wadsworth⁵の調査結果は渡辺の推論を支持していない。かれは、熱帯地方のシンガポールの住民と温暖地方のヨーロッパの住民との間にヘモグロビン値の統計学的な差を認めることができなかった。

これらの諸報告は、ヘモグロビン値およびヘマトクリット値の季節の変動に関する意見がまちまちであることを示している。季節の変動は多くの要因によってもたらされるものかもしれない。たとえば、職業の中には1年間の身体活動量に変動のあるものがあるが、それがこれらの値の季節の変動に反映しうるのであることが考えられる。また、これらの測定値は食餌の種類や摂取量が季節によって変化することにも影響されるかもしれない。

本調査では、ヘモグロビン、ヘマトクリットおよびその他の血液組成における季節の変動の有無、ならびにそのような変動と性、年齢および体型との関係について調べた。日本の二つの大都市における成人の大規模な固定集団について1958年から1963年の5年間に収集された約30,000件の血液標本における月別変動の解析を行なった。

対象者および方法

定期的に血液検査を行なった対象者は、ABCC—予研成人健康調査の受診者である。この調査集団は、広島市および長崎市に居住する原爆被爆者およびその対照群である非被爆者で構成される。⁷⁻⁹ この固定集団を24組の副次集団に分け、毎月1組ずつ2年周期で医学的検査を行なうようにしてある。各副次集団に属する対象者の実際の受診が予定の月から2—3か月ずれることはあるが、各月の受診者は、母集団全体を代表する無作為集団とみなすことができる。

Analysis was made of five items of the regular examination: hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), white blood cell count (WBC), and specific gravity of urine.

The number examined each month is approximately 350-400 in Hiroshima and 100-150 in Nagasaki, and the total blood samples obtained in examinations during 1958-63 was 22,404 in Hiroshima and 7,078 in Nagasaki; a total of 29,482 for the two cities combined. Since the results of blood tests employed in this study showed no significant difference in mean values between the exposed groups and the nonexposed groups,¹⁰ data for all groups were combined in this study.

First, the year-specific mean values for each item classified by city, sex, and age were studied to determine the levels for each group and the presence or absence of a specific trend during the 5 years. The month-specific mean values were then examined by group to determine the presence or absence of seasonal variation. Month-specific mean values were obtained by pooling results for the 5 years.

Relative body weight was used as an index of somatotype. Those of the same sex, age, and stature were classified into three groups according to body weight: those under the 25th percentile were designated as the light weight group (L-group), those between the 25th and 75th percentile as the middle weight group (M-group), and those at the 75th percentile or more as the heavy weight group (H-group).¹¹

Standard methods were used in the blood tests.⁹ The cyanmethemoglobin method was employed for hemoglobin determination; for hematocrits the Wintrobe tube was used in Hiroshima and the capillary tube in Nagasaki.

The month-specific mean values for temperature and humidity were based on records of the weather stations of the two cities.

RESULTS

The mean hemoglobin and hematocrit values by city, age (<40 vs 40+), and sex in each year during the 5 years demonstrate a slight but not significant increase from 1958 to 1963 (Table 1). However, large differences are noted by sex and age. Therefore, the study of monthly changes was made by sex and age. Data were maintained by city since seasonal temperature and humidity variation are somewhat different in each city.

As shown in part in Figure 1, the curves of the mean hemoglobin and hematocrit values for the 5-year period

定期検診のうち、ヘモグロビン値、ヘマトクリット値、平均血球色素濃度 (MCHC)、白血球数および尿比重の5項目について解析を行なった。

各月の受診者数は広島では約350—400例、長崎では100—150例で、1958—63年の診察の際に得られた血液標本の合計は広島22,404件、長崎7,078件であり、両市合計は29,482件であった。この調査で行なった血液検査の結果では、被爆群と非被爆群との間に平均値に有意の差がなかったので、¹⁰ 本調査ではすべての群の資料を合計した。

まず、各検査項目の年度別平均値を、都市別、性別および年齢別に求めて、これらの各群の水準値を調べ、あわせて5年間にそれが特に上昇または下降の傾向を有しているかどうかを検討した。次に各群の月別平均値を調べて、季節的変動の有無を決定した。さらに、5年間の結果を合計した月別平均値を求めた。

体型の指標としては相対的体重値を利用した。同一の性、年齢および身長のある者を体重に応じて三つの群に分類した。すなわち、25百分位数未満の者は軽体重群 (L群)、25—75百分位数の者は通常体重群 (M群)、75百分位数以上の者は重体重群 (H群) として分類した。¹¹

血液検査は標準的方法によった。⁹ ヘモグロビン測定にはシアンメトヘモグロビン法を用いた。ヘマトクリットの測定には、広島では Wintrobe 管を用い、長崎では毛细管を用いた。

気温ならびに湿度の月別平均値は、両市の気象台の記録によった。

結 果

5年間の各年度におけるヘモグロビンおよびヘマトクリットの都市別、年齢別 (40歳未満と40歳以上) および性別の平均値では、表1のように1958年から1963年の間にわずかながら上昇がみられるが、有意なものではない。しかし、性別および年齢別には大きな差が認められるので、以下の月別変動の検討は性別および年齢別に行なった。なお、両市では温度および湿度の季節的変動がいくぶん異なると思われるので、資料は都市別に取り扱った。

図1に例示するように、5年間のヘモグロビンおよびヘ

TABLE 1 NUMBER EXAMINED & MEAN VALUES OF HEMOGLOBIN AND HEMATOCRIT
BY YEAR, SEX, AND AGE—HIROSHIMA & NAGASAKI 1958-63

表1 検査件数とヘモグロビンおよびヘマトクリットの平均値：年度・性・年齢別
(1958—63年，広島・長崎)

		Year 年度	<40			40+			Total 計
			Number 例数	Hemoglobin g/100 ml ヘモグロビン	Hematocrit % ヘマトクリット	Number 例数	Hemoglobin g/100 ml ヘモグロビン	Hematocrit % ヘマトクリット	
Hiroshima 広島	Male 男	1958-59	601	14.1	43.9	888	13.6	42.5	1489
		59-60	680	14.5	44.6	1157	13.8	42.5	1837
		60-61	603	14.5	44.7	990	13.8	42.9	1593
		61-62	561	14.7	44.5	1035	13.9	42.6	1596
		62-63	595	14.7	45.2	1027	14.1	43.4	1622
		Total 合計	3040	14.5	44.6	5097	13.8	42.8	8137
	Female 女	1958-59	919	12.0	37.7	1327	12.0	37.8	2246
		59-60	1597	12.2	37.7	1900	12.1	37.5	3497
		60-61	1115	12.2	38.1	1632	12.2	38.0	2747
		61-62	1162	12.4	38.1	1742	12.4	38.1	2904
		62-63	1056	12.3	38.4	1817	12.4	38.4	2873
		Total 合計	5849	12.2	38.0	8418	12.2	38.0	14267
Nagasaki 長崎	Male 男	1958-59	167	14.2	44.1	144	13.6	42.5	311
		59-60	467	14.5	44.1	464	14.0	42.7	931
		60-61	194	14.7	45.3	181	14.0	43.2	375
		61-62	378	14.5	44.7	465	13.9	43.2	843
		62-63	428	14.6	44.2	452	14.1	42.7	880
		Total 合計	1634	14.5	44.5	1706	13.7	42.9	3340
	Female 女	1958-59	263	11.9	37.6	165	11.8	37.2	428
		59-60	815	12.2	37.6	464	12.2	37.5	1279
		60-61	321	12.2	38.0	206	12.3	38.2	527
		61-62	787	12.1	38.0	503	12.2	38.0	1290
		62-63	690	12.3	37.5	524	12.4	37.6	1214
		Total 合計	2876	12.1	37.7	1862	12.2	37.7	4738

Total: Hiroshima 22404, Nagasaki 7078
合計 広島 長崎

and the mean curves for temperature and humidity vary inversely. That is, the hemoglobin and hematocrit curves are elevated during the cold season between December and February and are depressed in the warm season between July and September. This phenomenon, though differing in extent, is noted in all sex and age groups, and the monthly variations are all significant at the 1% level by the F-test.

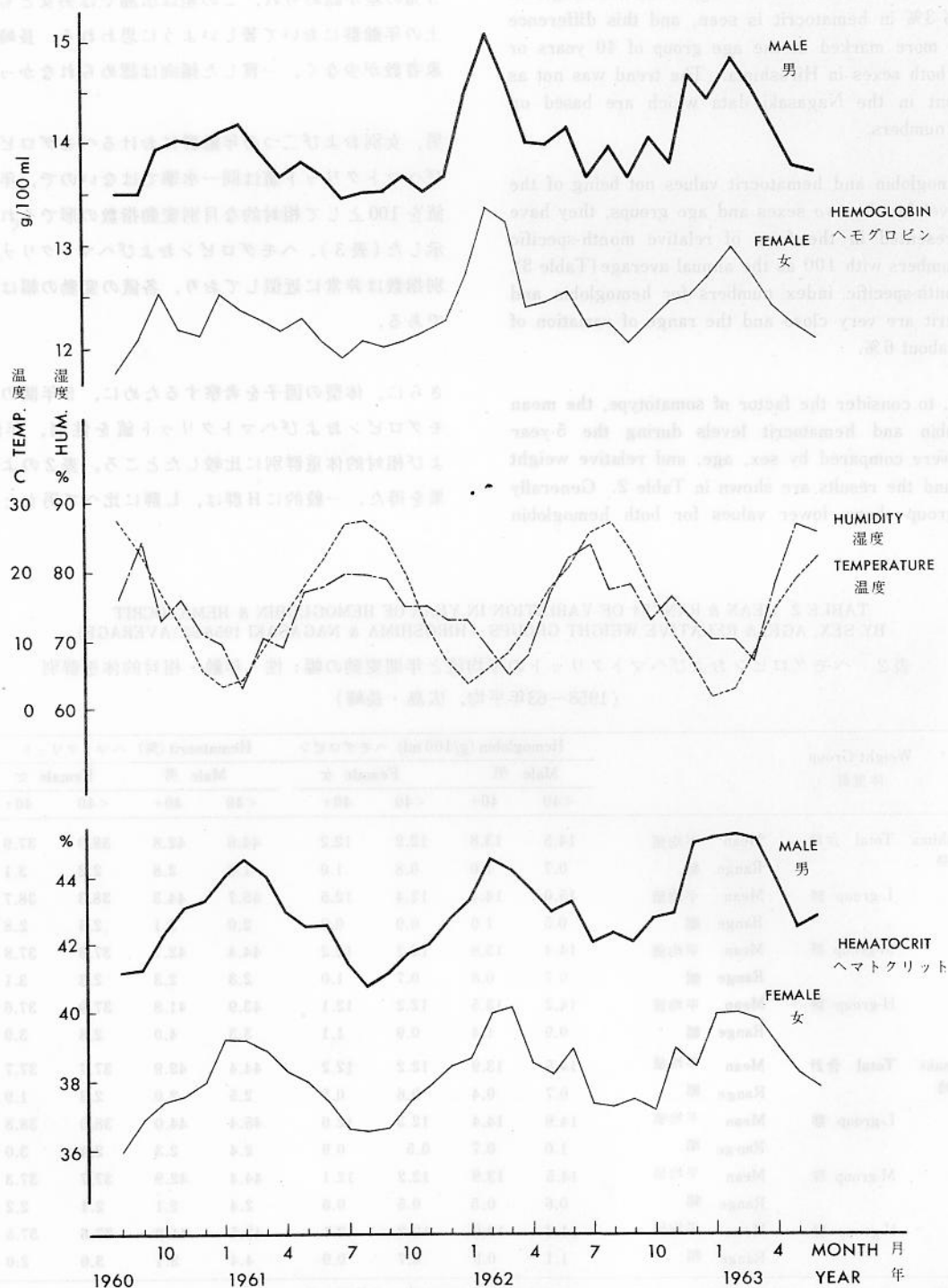
Since the yearly increment was negligible for the hemoglobin and hematocrit values, an index of seasonal variation could be obtained by merely averaging all results over the 5-year period for each specific month, and it was not necessary to employ more sophisticated methods, such as link relatives.

マトクリットの平均値曲線と，気温および湿度の平均曲線とは相反する変動を示す。すなわち，ヘモグロビンおよびヘマトクリット曲線は12月—2月の寒期には上昇し，7月—9月の暖期には低下する。この現象は，程度の差こそあれ，男女とも，どの年齢群にも認められ，月別変動はF検定ではいずれも1%の水準で有意である。

上述のように，ヘモグロビンおよびヘマトクリット値の年度別の増加は無視できる程度のものであったので，簡単に5年間における同一月の全資料を平均するだけで季節的変動の指標が得られ，連環比率法などの複雑な方法を使用する必要はなかった。

FIGURE 1 MONTHLY CHANGES IN HEMOGLOBIN, HEMATOCRIT, TEMPERATURE, & HUMIDITY -
HIROSHIMA 1960-63 AGE 40 & OVER

図1 ヘモグロビンおよびヘマトクリットと気温ならびに湿度の月別変動
(1960-63年, 広島, 40歳以上, 男女別)



The levels for each month are shown in Figure 2. The range of annual variation (the difference between the highest and the lowest values) together with the annual mean derived from the mean values for the 5-year period are shown in Table 2. Between the summer and the winter season a difference of 0.5-1 g/100 ml in hemoglobin and 2%-3% in hematocrit is seen, and this difference appears more marked in the age group of 40 years or over in both sexes in Hiroshima. The trend was not as consistent in the Nagasaki data which are based on smaller numbers.

The hemoglobin and hematocrit values not being of the same level for the two sexes and age groups, they have been presented in the form of relative month-specific index numbers with 100 as the annual average (Table 3). The month-specific index numbers for hemoglobin and hematocrit are very close and the range of variation of each is about 6%.

Further, to consider the factor of somatotype, the mean hemoglobin and hematocrit levels during the 5-year period were compared by sex, age, and relative weight group, and the results are shown in Table 2. Generally the H-group shows lower values for both hemoglobin

各月の値は図2に示した。年間変動の幅(最高値と最低値との差)ならびに5年間の平均値から求めた年間平均値は表2の合計欄に示す。夏季と冬季とでは、ヘモグロビンに0.5-1 g/100 mlの差、ヘマトクリットに2%-3%の差が認められ、この差は広島では男女とも40歳以上の年齢群において著しいように思われる。長崎では対象者数が少なく、一貫した傾向は認められなかった。

男、女別および二つの年齢群におけるヘモグロビンおよびヘマトクリット値は同一水準ではないので、年間平均値を100として相対的な月別変動指数の形でそれらを表示した(表3)。ヘモグロビンおよびヘマトクリットの月別指数は非常に近似しており、各値の変動の幅は約6%である。

さらに、体型の因子を考察するために、5年間の平均ヘモグロビンおよびヘマトクリット値を性別、年齢別および相対的体重群別に比較したところ、表2のような結果を得た。一般的にH群は、L群に比べて男女とも、ま

TABLE 2 MEAN & RANGE† OF VARIATION IN YEAR OF HEMOGLOBIN & HEMATOCRIT BY SEX, AGE, & RELATIVE WEIGHT GROUPS—HIROSHIMA & NAGASAKI 1958-63 (AVERAGE)

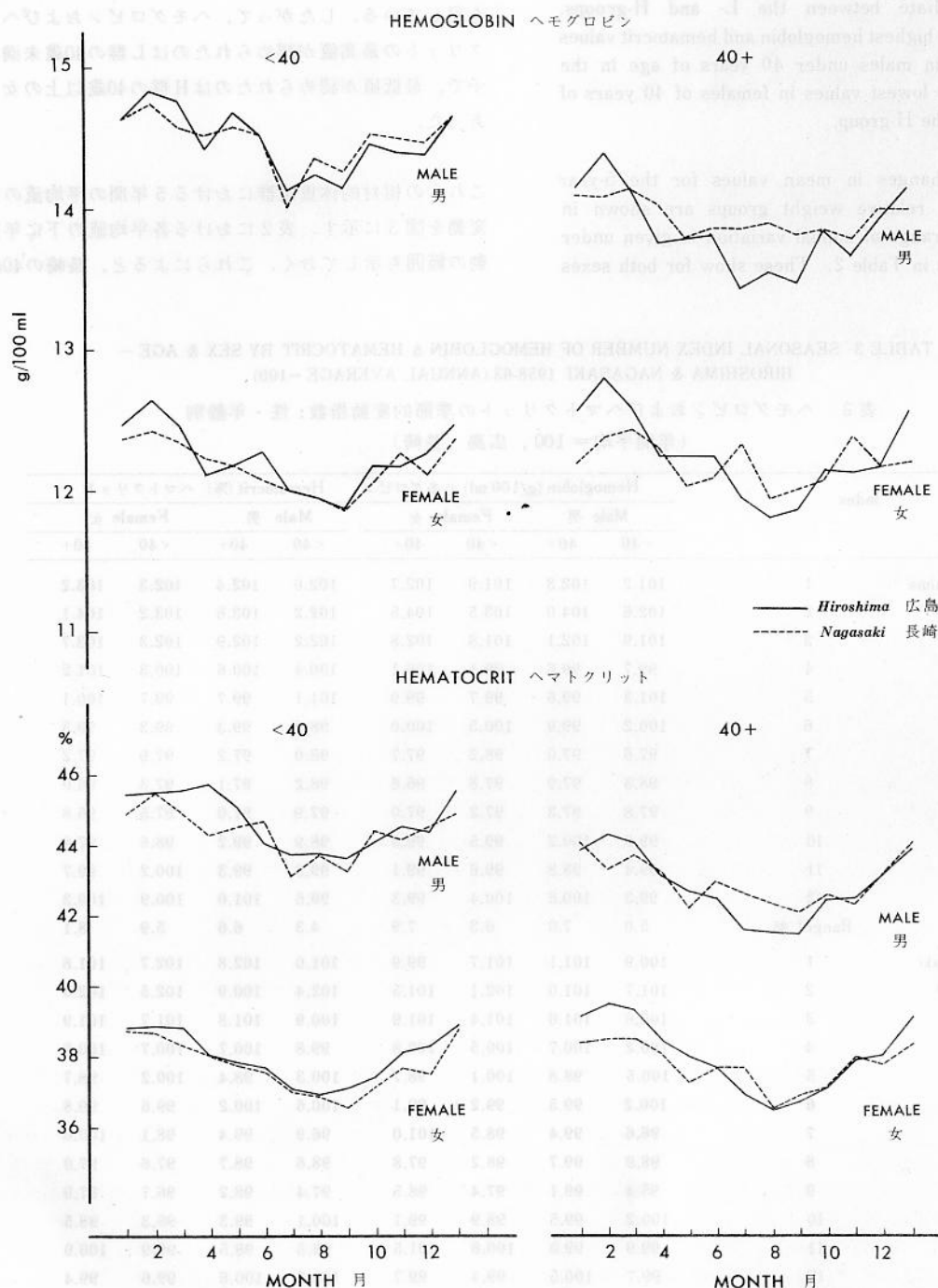
表2 ヘモグロビンおよびヘマトクリットの平均値と年間変動の幅：性・年齢・相対的体重群別 (1958-63年平均, 広島・長崎)

Weight Group 体重群				Hemoglobin (g/100 ml) ヘモグロビン				Hematocrit (%) ヘマトクリット			
				Male 男		Female 女		Male 男		Female 女	
				<40	40+	<40	40+	<40	40+	<40	40+
Hiroshima 広島	Total 合計	Mean 平均値		14.5	13.8	12.2	12.2	44.6	42.8	38.0	37.9
		Range 幅		0.7	1.0	0.8	1.0	1.9	2.8	2.2	3.1
	L-group 群	Mean 平均値		15.0	14.4	12.4	12.5	45.7	44.3	38.3	38.7
		Range 幅		0.5	1.0	0.9	0.9	2.0	3.1	2.6	2.8
	M-group 群	Mean 平均値		14.4	13.8	12.2	12.2	44.4	42.7	37.9	37.8
		Range 幅		0.7	0.8	0.7	1.0	2.3	2.3	2.3	3.1
	H-group 群	Mean 平均値		14.2	13.5	12.2	12.1	43.9	41.8	37.9	37.6
		Range 幅		0.9	1.4	0.9	1.1	3.3	4.0	2.8	3.9
Nagasaki 長崎	Total 合計	Mean 平均値		14.5	13.9	12.2	12.2	44.4	42.9	37.7	37.7
		Range 幅		0.7	0.4	0.6	0.5	2.5	2.0	2.3	1.9
	L-group 群	Mean 平均値		14.9	14.4	12.3	12.6	45.4	44.0	38.0	38.8
		Range 幅		1.0	0.7	0.5	0.9	2.4	2.3	2.4	3.0
	M-group 群	Mean 平均値		14.5	13.9	12.2	12.1	44.4	42.9	37.7	37.3
		Range 幅		0.6	0.5	0.5	0.6	2.4	2.1	2.1	2.2
	H-group 群	Mean 平均値		14.2	13.6	12.2	12.1	43.5	41.9	37.6	37.5
		Range 幅		1.1	0.9	0.7	0.9	4.4	3.1	3.0	2.0

† Difference between the highest and lowest in the year. 年度内における最高値と最低値の差

FIGURE 2 SEASONAL VARIATION IN HEMOGLOBIN & HEMATOCRIT BY AGE & SEX -
HIROSHIMA & NAGASAKI 1958-63

図2 ヘモグロビンおよびヘマトクリットの季節的変動：性・年齢別
(1958-63年，広島・長崎)



and hematocrit than the L-group in all sex and age groups. Except for Nagasaki females under 40 years of age, the difference is significant at the 1% level. The difference between the two groups is more marked in males and become more pronounced with age in both sexes. The M-group presents values intermediate between the L- and H-groups. Accordingly, the highest hemoglobin and hematocrit values were observed in males under 40 years of age in the L-group and the lowest values in females of 40 years of age or over in the H-group.

The monthly changes in mean values for the 5-year period in these relative weight groups are shown in Figure 3. The range of annual variation is given under each mean value in Table 2. These show for both sexes

たどの年齢においても、ヘモグロビンおよびヘマトクリット値の低いことが認められ、この差は長崎の40歳未満の女子を除いて1%の水準において有意である。両群の差は男子のほうが著しく、また男女とも高年齢層において顕著になってくる。M群はL群とH群との中間の値を呈している。したがって、ヘモグロビンおよびヘマトクリットの最高値が認められたのはL群の40歳未満の男子で、最低値が認められたのはH群の40歳以上の女子であった。

これらの相対的体重値群における5年間の平均値の月別変動を図3に示す。表2における各平均値の下に年間変動の範囲も示しておく。これらによると、長崎の40歳未

TABLE 3 SEASONAL INDEX NUMBER OF HEMOGLOBIN & HEMATOCRIT BY SEX & AGE — HIROSHIMA & NAGASAKI 1958-63 (ANNUAL AVERAGE = 100)

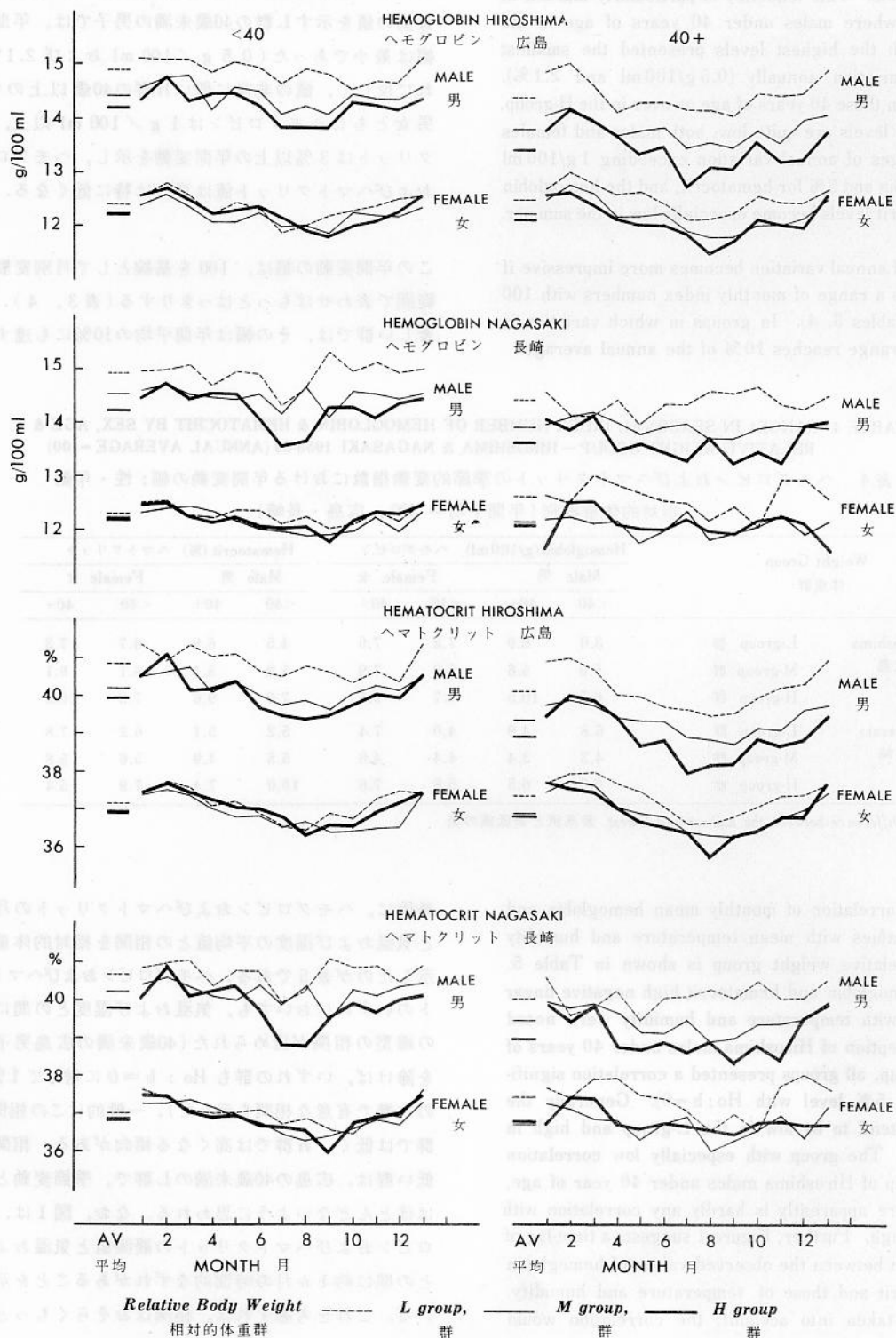
表3 ヘモグロビンおよびヘマトクリットの季節的変動指数：性・年齢別
(年間平均 = 100, 広島・長崎)

Index		Hemoglobin (g/100 ml) ヘモグロビン				Hematocrit (%) ヘマトクリット			
		Male 男		Female 女		Male 男		Female 女	
		<40	40+	<40	40+	<40	40+	<40	40+
Hiroshima 広島	1	101.2	102.3	101.9	102.7	102.0	102.4	102.3	103.2
	2	102.6	104.0	103.5	104.5	102.2	103.6	103.2	104.1
	3	101.9	102.1	101.8	102.8	102.2	102.9	102.3	103.7
	4	99.7	99.6	99.1	100.1	100.4	100.6	100.3	101.2
	5	101.3	99.6	99.7	99.9	101.1	99.7	99.7	100.1
	6	100.2	99.9	100.5	100.0	98.9	99.3	99.3	99.3
	7	97.6	97.0	98.2	97.7	98.0	97.2	97.9	97.2
	8	98.3	97.9	97.8	96.6	98.2	97.1	97.3	96.0
	9	97.8	97.3	97.2	97.0	97.9	97.0	97.5	96.8
	10	99.9	100.2	99.5	99.3	98.9	99.2	98.6	97.8
	11	99.4	98.8	99.6	99.1	99.8	99.3	100.2	99.7
	12	99.3	100.6	100.4	99.3	99.5	101.0	100.9	100.3
	Range† 幅	5.0	7.0	6.3	7.9	4.3	6.6	5.9	8.1
Nagasaki 長崎	1	100.9	101.1	101.7	99.9	101.0	102.8	102.7	101.8
	2	101.7	101.0	102.1	101.5	102.4	100.9	102.5	102.0
	3	100.6	101.6	101.4	101.9	100.9	101.8	101.7	101.9
	4	100.2	100.7	100.5	100.8	99.8	100.7	100.7	100.9
	5	100.5	98.8	100.1	98.7	100.3	98.4	100.2	98.7
	6	100.2	99.5	99.2	99.1	100.6	100.2	99.6	99.8
	7	96.6	99.4	98.5	101.0	96.9	99.4	98.1	100.0
	8	98.9	99.7	98.2	97.8	98.6	98.7	97.6	97.0
	9	98.4	99.1	97.4	98.5	97.4	98.2	96.7	97.9
	10	100.2	99.5	98.9	99.1	100.1	99.3	98.3	98.5
	11	99.9	99.0	100.8	101.5	99.3	98.5	99.9	100.9
	12	99.7	100.5	99.4	99.7	100.2	100.6	99.6	99.4
	Range† 幅	5.1	2.8	4.7	4.1	5.5	4.6	6.0	5.0

† Difference between the highest and lowest in the year. 年度内における最高値と最低値の差

FIGURE 3 SEASONAL VARIATION IN HEMOGLOBIN & HEMATOCRIT BY AGE, SEX, & RELATIVE WEIGHT GROUP—HIROSHIMA & NAGASAKI 1958-63 (AVERAGE)

図3 ヘモグロビンおよびヘマトクリットの季節的変動：性・年齢・相対的体重群別
(1958—63年平均，広島・長崎)



and age groups, excluding Nagasaki females under 40 years of age, a smaller range of annual variation in the L-group, who have high hemoglobin and hematocrit levels, and a greater range of variation in the H-group, with low levels. This tendency is particularly marked in Hiroshima, where males under 40 years of age in the L-group with the highest levels presented the smallest range of variation annually (0.5 g/100 ml and 2.1%). Contrarily, in those 40 years of age or over in the H-group, in whom the levels are quite low, both males and females present ranges of annual variation exceeding 1 g/100 ml for hemoglobin and 3% for hematocrit, and the hemoglobin and hematocrit levels become especially low in the summer.

The range of annual variation becomes more impressive if expressed as a range of monthly index numbers with 100 as a base (Tables 3, 4). In groups in which variation is marked the range reaches 10% of the annual average.

満の女子を除けば、男女およびすべての年齢群を通じて、ヘモグロビン値およびヘマトクリット値の高いL群のほうが年間変動の幅が小さく、値の低いH群のほうが変動の幅は大きかった。この傾向は広島において特に著しく、最高の値を示すL群の40歳未満の男子では、年間変動の幅は最小であった(0.5 g/100 ml および 2.1%)。これに反して、値の非常に低いH群の40歳以上の者では、男女ともにヘモグロビンは1 g/100 ml 以上、ヘマトクリットは3%以上の年間変動を示し、ヘモグロビン値およびヘマトクリット値は夏には特に低くなる。

この年間変動の幅は、100を基線として月別変動指数の範囲で表わせばもつとはっきりする(表3, 4)。変動の著しい群では、その幅は年間平均の10%にも達する。

TABLE 4 RANGE† IN SEASONAL INDEX NUMBER OF HEMOGLOBIN & HEMATOCRIT BY SEX, AGE & RELATIVE WEIGHT GROUP—HIROSHIMA & NAGASAKI 1958-63 (ANNUAL AVERAGE=100)

表4 ヘモグロビンおよびヘマトクリットの季節的変動指数における年間変動の幅: 性・年齢
相対的体重群別(年間平均=100, 広島・長崎)

Weight Group 体重群		Hemoglobin (g/100 ml) ヘモグロビン				Hematocrit (%) ヘマトクリット			
		Male 男		Female 女		Male 男		Female 女	
		<40	40+	<40	40+	<40	40+	<40	40+
Hiroshima	L-group 群	3.6	6.9	7.2	7.0	4.5	6.9	6.7	7.3
広島	M-group 群	5.0	5.6	5.9	7.9	5.2	5.4	6.1	8.1
	H-group 群	6.5	10.5	7.7	9.5	7.6	9.6	7.3	10.2
Nagasaki	L-group 群	6.8	4.9	4.0	7.4	5.2	5.1	6.2	7.8
長崎	M-group 群	4.3	3.4	4.4	4.8	5.5	4.9	5.6	5.8
	H-group 群	8.0	6.5	5.8	7.6	10.0	7.4	7.9	5.4

† Difference between the highest and lowest. 最高値と最低値の差

Lastly, the correlation of monthly mean hemoglobin and hematocrit values with mean temperature and humidity values, by relative weight group is shown in Table 5. For both hemoglobin and hematocrit high negative linear correlations with temperature and humidity were noted (with the exception of Hiroshima males under 40 years of age of L-group, all groups presented a correlation significant at 1%-5% level with $H_0: b=0$). Generally the correlations tend to be low in the L-group and high in the H-group. The group with especially low correlation is the L-group of Hiroshima males under 40 year of age, in which there apparently is hardly any correlation with seasonal change. Further, Figure 1 suggests a time-lag of about 1 month between the observed values of hemoglobin and hematocrit and those of temperature and humidity. If this was taken into account, the correlation would

最後に、ヘモグロビンおよびヘマトクリットの月平均値と気温および湿度の平均値との相関を相対的体重群別に示したのが表5である。ヘモグロビンおよびヘマトクリットのいずれにおいても、気温および湿度との間に高い負の線型の相関が認められた(40歳未満の広島男子のL群を除けば、いずれの群も $H_0: b=0$ に対して1%-5%の水準で有意な相関を示した)。一般的にこの相関は、L群では低く、H群では高くなる傾向がある。相関の特には低い群は、広島の40歳未満のL群で、季節変動との相関はほとんどないように思われる。なお、図1は、ヘモグロビンおよびヘマトクリットの観測値と気温および湿度との間に約1か月の時間的なずれがあることを示唆している。これを考慮すれば、相関はおそらくもっと高くな

TABLE 5 CORRELATION† OF HEMOGLOBIN & HEMATOCRIT TO TEMPERATURE OR HUMIDITY
BY SEX, AGE, & RELATIVE WEIGHT GROUP—HIROSHIMA 1958-63

表5 ヘモグロビンおよびヘマトクリットの温度または湿度に対する相関関係：
性・年齢・相対的体重群別（1958—63年，広島）

		Age 年齢	Weight Group 体重群	To Temperature 温度			To Humidity 湿度		
				ρ	\hat{b}	Test for 検定 $H_0: b=0$	ρ	\hat{b}	Test for 検定 $H_0: b=0$
Hemoglobin ヘモグロビン	Male 男	<40	Total 合計	-.41	-.021	**	-.30	-.022	*
			L-group 群	-.01	-.009	N.S.	-.01	-.014	N.S.
			M-group 群	-.39	-.020	**	-.27	-.021	*
			H-group 群	-.42	-.028	**	-.30	-.030	*
		40+	Total 合計	-.63	-.032	***	-.47	-.036	**
			L-group 群	-.57	-.034	**	-.31	-.028	*
			M-group 群	-.48	-.025	**	-.31	-.024	*
			H-group 群	-.52	-.035	**	-.49	-.049	**
	Female 女	<40	Total 合計	-.59	-.023	***	-.39	-.023	**
			L-group 群	-.53	-.028	**	-.28	-.023	*
			M-group 群	-.52	-.019	**	-.39	-.022	**
			H-group 群	-.54	-.029	**	-.39	-.032	**
		40+	Total 合計	-.63	-.030	***	-.46	-.033	**
			L-group 群	-.50	-.025	**	-.35	-.027	**
			M-group 群	-.59 ^a	-.030	**	-.41	-.031	**
			H-group 群	-.59	-.033	***	-.49	-.041	**
Hematocrit ヘマトクリット	Male 男	<40	Total 合計	-.61	-.078	**	-.41	-.079	**
			L-group 群	-.26	-.038	*	-.26	-.056	*
			M-group 群	-.57	-.077	**	-.38	-.078	**
			H-group 群	-.54	-.096	**	-.33	-.090	*
		40+	Total 合計	-.81	-.115	***	-.61	-.131	**
			L-group 群	-.76	-.131	**	-.50	-.130	**
			M-group 群	-.66	-.089	**	-.43	-.088	**
			H-group 群	-.69	-.137	**	-.62	-.185	**
	Female 女	<40	Total 合計	-.82	-.090	***	-.54	-.089	**
			L-group 群	-.69	-.099	***	-.37	-.082	**
			M-group 群	-.74	-.082	**	-.54	-.090	**
			H-group 群	-.71	-.097	**	-.44	-.091	**
		40+	Total 合計	-.82	-.115	***	-.59	-.125	**
			L-group 群	-.71	-.102	**	-.27	-.058	*
			M-group 群	-.76	-.114	**	-.51	-.116	**
			H-group 群	-.79	-.123	***	-.63	-.148	**

† Linear correlation 線型相関 : $Y = a + bX$

X: monthly records of temperature or humidity
温度または湿度の月別記録

Y: monthly average of hemoglobin or hematocrit

ヘモグロビンまたはヘマトクリットの月間平均値

probably have been higher, but calculations have not been made.

と思われるが，その計算は行なわなかった。

With reference to MCHC, WBC, and specific gravity of urine, no correlation of their monthly mean values with temperature and humidity was noted in any of the groups.

MCHC, 白血球数および尿比重については，それらの月平均値と気温および湿度との相関はどの群にも認められなかった。

DISCUSSION

Analyses made in this study of the numerous data collected over many years confirm that hemoglobin and hematocrit values in Japanese tend to be high in the winter and low in the summer.

The presence of seasonal variation of hemoglobin and hematocrit has not generally been accepted in foreign countries. However, in Japan the presence of such variation has been noted in studies made by Japanese scientists over a period of some 20 years from around 1940, including those of Watanabe,⁴ Kuroda,¹² Nunoyama,¹³ Nishimura,¹⁴ and others.

The results of the present study support these previous reports. This has been confirmed also by an observation of the seasonal variation of hematocrit in a separate population of children made in the same laboratory at the same time as this study¹⁵ (Figure 4). Due to multiple reasons no attempt will be made to explain the mechanism that produces the seasonal variation which is so characteristically observed in Japan.

The presence of seasonal variations in hemoglobin and hematocrit values itself supports and confirms the findings of a number of other studies, but further observation by sex, age, and relative weight group revealed a number of interesting facts. Though the seasonal variation of the different sex, age, and somatotype groups may be of a common pattern, each differs in extent. Thus, it may be interpreted that the influence of season does not affect all people uniformly. The most characteristic example is seen in males under 40 years of age in the light weight group. In this group, showing the highest hemoglobin and hematocrit levels, the range of seasonal variation is the smallest, and contrary to the general tendency for the levels to lower with age, the range of seasonal variation becomes greater. Further, the H-group as compared with the L- and M-groups has lower levels of both hemoglobin and hematocrit, and moreover the range of variation is greater. An extreme example is seen in males 40 years of age and over in the H-group. In this group, both hemoglobin and hematocrit levels are markedly lower than those in the L-group and the range of seasonal variation is greater than that of any other group, extending to as much as 10% of the annual average. Thus, each age group was shown to have its own hemoglobin and hematocrit levels and range of seasonal variation.

It is highly probable that the results of clinical laboratory tests may be affected by such natural conditions as temperature and humidity. However, the fact that the seasonal variation differed between the young and old

考 察

本調査において、長期間にわたって収集された多くの資料を解析した結果、日本におけるヘモグロビンおよびヘマトクリットの値は、冬には高く夏には低い傾向のあることを確認した。

ヘモグロビンおよびヘマトクリットの値に季節的変動があるということは、外国では一般に容認されていない。しかし、日本では、渡辺,⁴ 黒田,¹² 布山,¹³ 西村,¹⁴ その他が1940年ごろから約20年間にわたって行なった調査において、そのような変動を認めている。

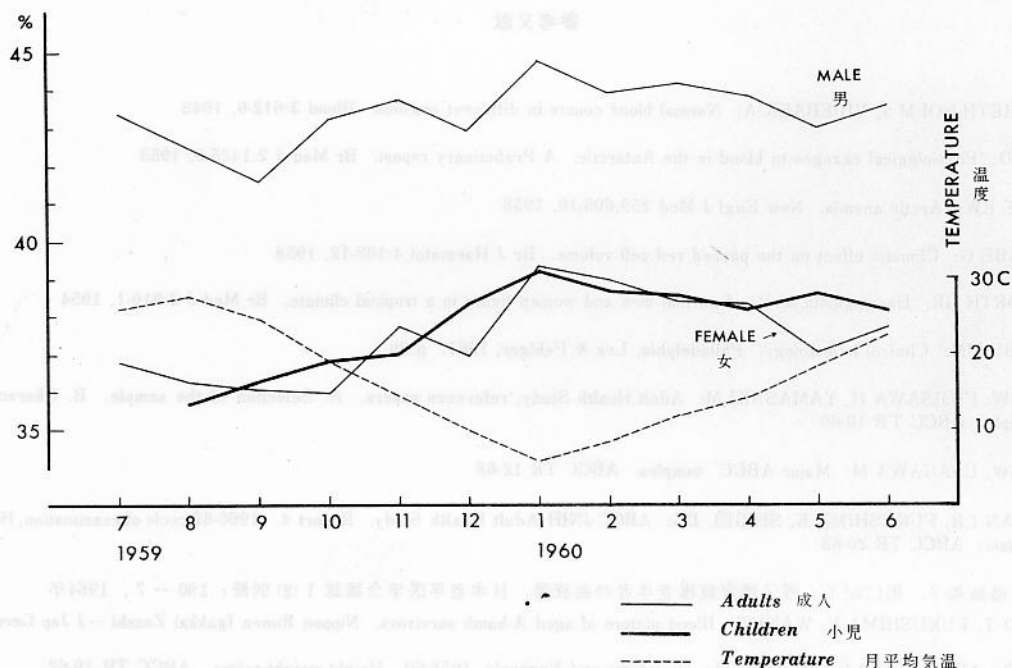
本調査の結果は、それらの報告を支持するものである。このことは、本調査と同時期に同じ検査室で行なわれた別の小児集団におけるヘマトクリットの季節的変動に関する観察によっても確認されている¹⁵ (図4)。日本においてこのように特徴的に認められている季節的変動の生ずる機序を解明する試みは、多くの理由により、行なわれない。

ヘモグロビンおよびヘマトクリットの値における季節的変動の存在自体は、他のいくつかの調査所見を支持し確認するものであるが、さらに、性別、年齢別および相対的体重群別に観察を行なったところ、いくつかの興味ある事実が判明した。性別、年齢別および体型別の各群における季節的変動の型は共通であるとも考えられるが、その程度はおのおの相異なるものである。このようなことが、季節の影響はすべてのヒトに対して一様に働いているのではないことが理解できるであろう。その最も特徴的な例は、軽体重群における40歳未満の男子に認められる。ヘモグロビンおよびヘマトクリット値が最高であるこの群では、季節的変動の幅は最小である。一般に加齢とともに両値が低下する傾向があるが、これとは逆に、季節的変動の幅は大きくなる。そのうえ、H群は、L群やM群に比べて、ヘモグロビン値もヘマトクリット値もともに低い値を示し、しかも変動の幅は大きい。その極端な例は、H群の40歳以上の男子に認められる。この群では、ヘモグロビン値およびヘマトクリット値ともにL群よりも著しく低く、季節的変動の幅は他のいずれの群よりも大きく、年間平均値の10%にも及んでいる。このように、各年齢層の各群は、固有のヘモグロビンとヘマトクリットの値、ならびに季節的変動の幅を有することが認められた。

臨床検査の結果が気温や湿度などの自然条件によって影響を受けることもじゅうぶんに考えられる。しかし、季節的変動が、若年齢層と高年齢層との間や、特に相対的

FIGURE 4 MONTHLY CHANGES IN HEMATOCRIT FOR CHILDREN & ADULTS - NAGASAKI 1959-60

図4 ヘマトクリットの月別変動, 小児と成人(1959-60年, 長崎)



and, especially, between subjects of relatively light or heavy weights, implies that seasonal laboratory variability cannot possibly represent the whole explanation.

No detailed analysis of the health condition of the participants was attempted, but as most of them were ambulant the observations made can be considered to have general applicabilities. Recently, the relationship between obesity and health has become the subject of much discussion,¹⁶ and the finding of definite differences in blood parameters such as hemoglobin and hematocrit is felt to be significant.

This study was based on data collected during the 5 years from 1958 to 1963, but the mode of living of the Japanese people is rapidly changing, so that it would be interesting to continue observations hereafter to see whether this phenomenon of seasonal variation will tend to disappear.

に軽体重の群と重体重の群との間で異なっていたという事実は、臨床検査上の季節的変動がすべてを説明するものとは考えられないことを暗示している。

対象者の健康状態を詳細に分析する試みはしなかったが、そのほとんどは受診のため来所できる状態にあったので、ここで観察した結果は一般にも応用できると考えられる。最近、肥満と健康との関係が種々論じられるようになってきた¹⁶が、ヘモグロビンやヘマトクリットなどの血液像にこのように明白な差があるということは、意義のあることと思われる。

この調査は、1958年から1963年までの5年間に収集された資料を基にしたものであるが、日本人の生活様式は急速に変わりつつあるので、今後も観察を続けて、この季節的変動の現象が消失する傾向にあるかどうかを調べることは興味のあることであろう。

REFERENCES

参考文献

1. ENGELBRETH-HOLM J, VIDEBAEK A: Normal blood counts in different seasons. *Blood* 3:612-6, 1948
2. WILSON O: Physiological changes in blood in the Antarctic. A Preliminary report. *Br Med J* 2:1425-8, 1953
3. CHRISTIE RW: Arctic anemia. *New Engl J Med* 259:605-10, 1958
4. WATANABE G: Climatic effect on the packed red cell volume. *Br J Haematol* 4:108-12, 1958
5. WADSWORTH GR: Haemoglobin levels of normal men and women living in a tropical climate. *Br Med J* 2:910-1, 1954
6. WINTROBE MM: Clinical hematology. Philadelphia, Lea & Febiger, 1967. p 90
7. BEEBE GW, FUJISAWA H, YAMASAKI M: Adult Health Study, reference papers. A. Selection of the sample. B. Characteristics of the sample. ABCC TR 10-60
8. BEEBE GW, USAGAWA M: Major ABCC samples. ABCC TR 12-68
9. FREEDMAN LR, FUKUSHIMA K, SEIGEL DG: ABCC-JNIH Adult Health Study. Report 4. 1960-62 cycle of examination, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 20-63
10. 星野 孝, 福島和子, 和仁紀子: 原子爆弾被爆老年者の血液像. 日本老年医学会雑誌 1 (2) 別冊: 190 - 7, 1964年
(HOSHINO T, FUKUSHIMA K, WANI T: Blood picture of aged A-bomb survivors. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi - J Jap Geront Soc*)
11. SEIGEL D: ABCC-JNIH Adult Health Study, Hiroshima and Nagasaki, 1958-60. Height-weight tables. ABCC TR 19-62
12. 黒田嘉一郎: 血液水分の季節的変動. 日進医学 40(7): 409 - 15, 1953年
(KURODA K: Seasonal variation of water content in blood. *Nisshin Igaku - Jap J Med Progr*)
13. 布山竜男, 青木 智, ほか: 環境温度と血球容積率. 労働科学 32(4): 337 - 8, 1956年
(NUNOYAMA T, AOKI S., et al: Environmental temperature and erythrocyte volume. *Rodo Kagaku - J Sci Labour*)
14. 西村義孝: 血色素の動態的体質的研究. 新潟医学雑誌 75(1): 1315-36, 1961年
(NISHIMURA Y: Some studies on change of hemoglobin concentration in human blood with reference to dynamic constitution. *Niigata Igaku Zasshi - J Niigata Med Ass*)
15. 鎌石昇太郎: 小児期におけるヘマトクリット値の季節変動. 日本小児科学会雑誌 73(9): 1517, 1969年
(NERIISHI S: Seasonal variation of hematocrit value in childhood. *Nippon Shonika Gakkai Zasshi - Acta Paediatr Jap*)
16. FREEDMAN LR, ISHIDA M, FUKUSHIMA K: ABCC-JNIH Adult Health Study, Hiroshima, 1958-60. Mortality and body weight. ABCC TR 20-64