

戦後日本人の平均寿命の延伸に影響を与えた 食品・栄養素等について

井 上 貢

緒 言

平均寿命（0歳での平均余命をいう）は一般的に健康状態を示す包括的指標と考えられている。経済成長が平均寿命の延伸に関係することはよく知られている。戦後の経済成長とともに、日本人の平均寿命は、1960年にはOECD29か国の中で最下位に属し、1970年には中位となり、1984年には男女平均77.4歳となり、世界最上位水準に達している¹⁾。その後も現在まで延伸を続けている（2017年次で84.2歳）。発展途上国であった中華人民共和国の平均寿命も、経済の急成長に伴い、日本より遅れて1990年代の男女平均68.6歳から2011年に76歳まで急速に伸びている²⁾。日本の平均寿命世界一の達成は、高い経済水準や教育水準や保健・医療水準及び国民の努力によってなされたといわれている¹⁾。

戦後の日本の平均寿命延伸に関する保健・医療における大きな変化は、脳卒中（特に脳出血）³⁾や結核などの感染症¹⁾が激減したことであるといわれている。これらの死因の割合は1950年までは戦前とほとんど変わらず高く、1970年以降は現在とほとんど同水準に減少している。1970年以後、急速に日本の死因別割合が拡大したのが、欧米先進国と同様にがん並びに虚血性心疾患や脳血管疾患の循環器病等の生活習慣病といわれている^{1, 3)}。1970年以後、以上の点で欧米先進国と大きな相違はみあたらない。

保健すなわち病気予防につながる生活スタイルの

変化のなかで、とりわけ食生活や栄養摂取の変化は戦後の日本人の平均寿命延伸にすなわち包括的健康水準向上に寄与した可能性がある。戦後、米類や豆類など植物性食品中心から肉類や乳類などの動物性食品の摂取増加へと変化した^{3, 4)}。その結果、低栄養時代に多く見られた脳血管疾患（特に脳出血）死亡率の減少³⁾や身長増加などの体位向上に⁴⁾、動物性食品の摂取増加の寄与の可能性が指摘されている。また69歳～71歳の都市住民の10年間（1976年～1986年）では、動物性食品の摂取量が多い場合、生存者の増加がみられている⁵⁾。すなわち動物性食品を多く摂取する人が長く生存することを示唆する。以上から戦後の食生活・栄養摂取の変化は日本人の平均寿命延伸に関与した可能性を示唆している。

日本はなぜ全ての先進国を追い抜き1984年に世界一の平均寿命に到達し、現在までその延伸が持続しているのか。平均寿命の延伸には、上述の経済水準、教育水準、保健・医療水準、生活スタイル（食生活・栄養摂取など）以外にも、労働環境や時間など職業上のストレスなどの多様な要因が関係していることが、20世紀後半以後の欧米先進国^{6, 7)}及び日本について⁸⁾指摘されている。これらの要因が関連する多種類の国別順位が公表されている^{9, 10)}。しかしこれらのどれも、日本の世界最上位水準の平均寿命を説明できるほど、日本が欧米先進国より優れているとは言えない。それではどのような要因が日本のこの高い平均寿命に関係しているのだろうか。

厚生労働省は健康日本21（第一次）（期間2000年～2012年）の中で、日本人の健康改善のために、死因割合が急増してきた生活習慣病の予防を克服すべき課題として設定した。その後、健康状態の指標である平均及び健康寿命と生活習慣病との関連を指摘

令和3年11月16日受理

連絡先 〒761-0121 香川県高松市牟礼町牟礼15

TEL 087(845)1684 FAX 087(845)1684

Email casalsmi@yahoo.co.jp

(香川短期大学名誉教授)

する研究が報告されている。都道府県間の解析から、60種の説明変数の中で寿命の最も大きい要因は生活習慣病患者率としている¹¹⁾。また長寿県では、生活習慣病の患者数が少ない傾向がある¹²⁾。

厚生労働省では、2013年から2022年まで、「健康日本21（第二次）」を設定し、その中で、栄養摂取・食生活と生活習慣病との関係にも注目し、その中間評価報告書では¹³⁾、これ以前との比較で、健康寿命の延伸や生活習慣病と関係があると思われた食塩や野菜・果物の摂取量の変化などに注目している。

そこで生活習慣病の予防のための健全な栄養摂取からなる食生活は、日本人の平均及び健康寿命を延伸する可能性があると推測される。これまで特定の期間の食塩、野菜類、牛乳・乳製品、肉類など少数の食品・栄養素の摂取量と平均寿命との関係について報告されてきた^{5, 11, 14)}。しかし戦後日本人の平均寿命延伸への食品類や栄養素等の影響についてあまり長期的に系統的に検討されていない。そこで、この延伸に効果がある食品や栄養素については、ほとんど知られていない。

本論文では、戦後から現在までの日本人の平均寿命の延伸に対する食生活、特に食品・栄養摂取の影響に焦点を当てて長期的に系統的に検討する。最終的に、戦後日本人のどのような食品・栄養摂取の特性や変化が平均寿命の延伸に寄与したかを知ることが本研究の主目的である。

対象と方法

1. 対象

日本人の男女別の平均寿命のデータは、厚生労働省から公表された平均寿命の推移に基づいている¹⁵⁾。男女平均の平均寿命はこの男女別のその算術平均である。

2. 期間

前報⁴⁾で詳述したように、一人当たりGDPや思春期身長の変化や食品群や栄養素等の摂取量などの変化及び各期間の長さ（20年程度以上）等から総合的に判断し、日本の戦後から現在までの期間を戦後経済回復期（1948年～1966年）、経済成長期（1967年～1996年）、経済停滞期（1997年～2017年）の3

つの期間に分けた。本論文でもこの区分を踏襲した。各期間の特徴については、前報で詳述されている⁴⁾。

3. 平均寿命増減の要因

1) GDP

日本の経済成長の指標として、世界銀行の一人当たりGDP（国民総生産）を用いた（単位はcurrent US\$）¹⁶⁾。この世界銀行のGDPデータは1959年までは公表されていないので、本論文での対象期間は1960年から2017年までである。世界銀行の一人当たりのGDPは、国内総生産を年央の人口で割ったものである。このGDPは、すべての居住生産者によって加えられた総付加価値に製品税を加え、製品の価値に含まれない補助金を差し引いたものの合計である。

2) 食品群・栄養素等

1948年から2017年までの国民健康栄養調査結果から得られた食品群と栄養素等の日本人の全年齢及び男女の平均摂取量すなわち日本人一人1日あたり摂取量の時系列データ¹⁷⁾が、本研究に使用された。この研究対象とした食品群と栄養素等の種類は、基本的には本研究期間を通じて調査された品目に限定されたが、予備的検討で平均寿命と関係があると思われた品目についてより短い期間の摂取量しか公表されていない品目も取り上げた。食品群は穀類（小麦類は小麦・加工品を、米類は米・加工品を指す）、いも類、砂糖及び甘味料、豆類、種実類、野菜類（緑黄色野菜、その他の野菜）、果物類、きのこ類（1971年～2017年）、藻類、魚介類、肉類、卵類、乳類、油脂類であり、栄養素等はエネルギー、たんぱく質（動物性たんぱく質、植物性たんぱく質）、脂肪、炭水化物（1949年～2017年）、カルシウム、鉄（1948年～1963年、1971年～2017年）、食塩（1973年～2017年）、ビタミンA（1955年～2000年、関連については例外的に2001年～2017年も利用）、B₁、B₂、Cである。栄養素ではないが、動物性たんぱく質に対する植物性たんぱく質の摂取比率（植/動たんぱく質比率）も対象とした。摂取たんぱく質のこの比率の変化は、そのアミノ酸スコアの変化に影響する。乳類には、牛乳およびバター以外の乳製品が含

まれている。

この研究対象の期間中、いくつかの食品群や栄養素等の摂取量の計算方法や食品群の構成要素が変化してきた。しかし本研究のように、長期間の比較には、これらの摂取量の計算方法の連続性が重要である。これらの変更により急激に摂取量が変化した米類（2001年～2017年）については、前報⁴⁾と同様に次の計算方法に従った。1996年から2000年までの5年間の米類の摂取量g/米類の炭水化物量gの平均比率1.33を換算係数として、2001年以後の米類の炭水化物量から米類の摂取量を求めた。また2001年から2017年の油脂類は、マヨネーズが除かれているが、本研究では各期の比較のため従来通りマヨネーズを油脂類に入れている。ビタミンAについてはその含量の計算方法が戦後、大きく異なり、調整不能であるので、計算方法が同じ期間、すなわち戦後経済回復期の1955年から1966年の期間と経済成長期についてのみ本研究の対象とした。ただし、この期間とビタミンAの計算法が異なる2001年から2017年のデータを経済停滞期の相関の計算に例外的に利用した。

4. 統計計算

統計計算はSPSS Ver.11.5J（基本システムのWindows用）統計ソフトウェアによってなされた。

1) 平均値の比較

本研究において平均値を比較する場合、常に独立したサンプルによるt検定を行った。t検定の前に等分散の検定（Leveneの検定）を行った。

2) 相関

相関係数は変数が正規分布する場合はPearsonの相関係数（ r ）を用いた。いくつかの食品群や栄養素等の変数は正規分布から外れていた。前報⁴⁾で述べたように、正規分布から外れた変数にはPearsonの相関は使用できない。そのため平均寿命と上記の食品群または栄養素等の摂取量との相関係数を相互に比較するために、これらの相関はすべてSpearmanの順位相関（ ρ ）によって決定された。相関係数（ ρ 及び r ）の絶対値の相関強度は次のとおりである。0.2未満はほとんど相関せず、0.2～0.4未満は弱く、0.4～0.7未満はやや強い、0.7以上は強

い。これらの場合、両側検定の有意確率（ p ）が常に0.05以下であることが相関の前提条件である。

3) 摂取量・相関組合せ法

本研究では、基本的に平均寿命延伸とともに、この延伸に寄与する可能性がある食品・栄養素等の摂取量は増加し、逆にそれに抑制的に影響する可能性があるそれらの摂取量は減少すると考える。実際には、戦後の各期間の平均寿命及びこれらの摂取量を最近接期間の間（これを比較期間単位と呼ぶ）で比較した。また各期間における平均寿命とこれらの摂取量との相関を求めた。これらの結果を合わせて総合評価した。この方法を摂取量・相関組合せ法と呼ぶ。この評価基準について、平均寿命は1948年以後、基本的に増加するので（図1）、上述の戦後3期間と全期間を合わせた4期間の中、より多くの期間で食品群や栄養素等と平均寿命との相関が正でかつ強いほどそして多くの比較期間単位でその摂取量が増加するものほど、平均寿命延伸に関係がある可能性が高いと考える。そして逆に、多くの期間で、これらの相関関係が負で強く、その摂取量が多く、比較期間単位で減少するものは、平均寿命抑制に関係がある可能性が高いと考える。しかしその摂取量や有意な相関のうち、一つでも全体の傾向と明確に逆行する場合は、その食品・栄養素等は平均寿命延伸または抑制に関係しないと考える。

4) 摂取量・相関組合せ法の結果の判断

摂取量・相関組合せ法の総合判断から各食品群や栄養素等の摂取が平均寿命の延伸または抑制に関係した可能性があるとき、それらの関係が偶然に起こる確率を以下のように計算した。計算対象の期間は、戦後経済回復期、経済成長期、経済衰退期の3期とした。全期はこれらの3期と重複する危険性があるので計算対象から除いた。あるものの摂取量が平均寿命の増加とともに増加またはそれに逆行して減少する確率は1比較期間単位につき、1/2であるが、実際には統計的に有意でない増加または減少の可能性があるため、統計的に明らかな増加または減少の確率は1/2未満である。2比較期間単位ともその摂取量の増加または減少が連続して起こる確率は $(1/2)^2$ 未満である。ある期間の相関係数が $\pm X_1$ なら

ば、偶然に1期間で $+X_1$ 以上または $-X_1$ 以下の相関が起こる確率は $1/2 \times (1 - |X_1|)$ である。もし同一符号の相関が2期間ならば $1/2 \times (1 - |X_1|) \times 1/2 \times (1 - |X_2|)$ 、3期間ならば $1/2 \times (1 - |X_1|) \times 1/2 \times (1 - |X_2|) \times 1/2 \times (1 - |X_3|)$ である。 X_1 、 X_2 、 X_3 の値をいずれも小数第一位未満切り捨てると、その計算値は実際の確率より大きい値となる。ゆえに実際の確率は計算値より小さい。肉類（男性）を例に挙げると（表3、5）、平均寿命の増加とともに、この摂取の増加が2比較期間単位連続で起こり、かつ相関が1期間で $+0.9$ 以上、2期間で $+0.8$ 以上であることが偶然に起こる確率は $(1/2)^2 \times 1/2 \times (1/10) \times (1/2)^2 \times (2/10)^2 = 1.25 \times 10^{-4}$ 未満と概算される。摂取量・相関組合法では、この偶然に起こる確率が1/100未満の食品群・栄養素等が最終的に平均寿命の延伸または抑制に関係すると判断する。

5) 重回帰分析

本研究のような疫学的手法を用いた結果には、常に偶然性が伴う。この偶然性を少しでも減らすために、上記と別の方法である重回帰分析を併用した。これ以外に、この分析を行う目的は、平均寿命の延伸または抑制に影響を与える食品群や栄養素等を知り、その寄与の程度を推定するためである。重回帰分析はステップワイズ法を用いた。重回帰分析の従属変数として、日本人の平均寿命（男女平均、男性、女性）を対象とした。重回帰分析では、同じ期間が計算対象となるので、独立変数として、国民栄養調査のデータ¹⁷⁾が1948年（食品群）または1949年（栄養素等）から2017年まで長期間にわたり公表されている上記の品目の組み合わせを標準セットとした。上述の摂取量・相関組合法の結果から平均寿命と関係が深い品目である、植／動たんぱく質の摂取比率や公表データの期間がかなり短いきのこ類や鉄やビタミンAや食塩のいずれかを上記の標準セットに加えた場合の重回帰分析も行った。

共線性の判断は、分散拡大係数（VIF）が、10以下の時には共線性がほぼ問題ないとした。VIFが10以上の独立変数を含むモデルは共線性の疑いがあるので表に掲載しなかった。期待累積確率を縦軸とし、観測累積確率を横軸とした、標準化された残差

の回帰の正規P-Pプロットをした時、正規分布を示す残差の分布は直線上となる。この残差が正規分布することが重回帰分析の前提条件である。本研究でのどの重回帰分析の場合も、そのプロットがほぼ直線であることを確認している。

各従属変数について複数のモデルが出現する場合、独立変数間の共線性の疑いが少なく重決定係数がより大きいものを最適モデルと考える。

6) 性別の取り扱い

本研究結果の性別の取り扱いについて、各食品や栄養素等の摂取量は男女平均値を用いている。ゆえに、結果の解釈においても性別の結果よりも男女平均のそれが優先されるべきだと考える。参考までに性別の結果も記す。

結 果

1. 平均寿命に対するGDPの影響

図1から、平均寿命は男女平均、男性、女性とも1948年から2017年まで基本的に年々、増加している

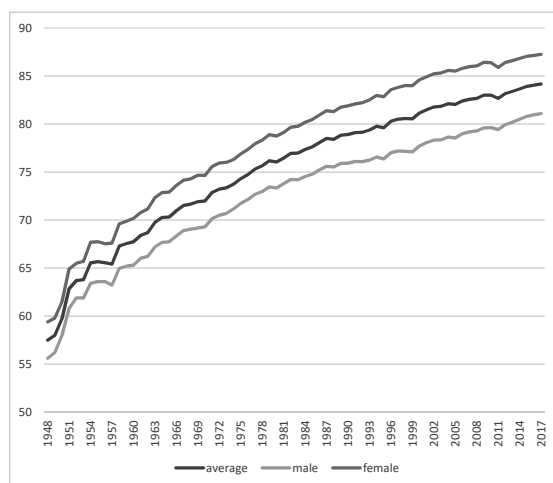


Figure 1 Changes in life expectancy of Japanese people after World War II

The horizontal and vertical axes show the year A. D. and life expectancy at birth, respectively. This figure was made using data on life expectancy at birth from the Ministry of Health, Labor and Welfare

'average' in the figure shows the average life expectancy between both sexes.

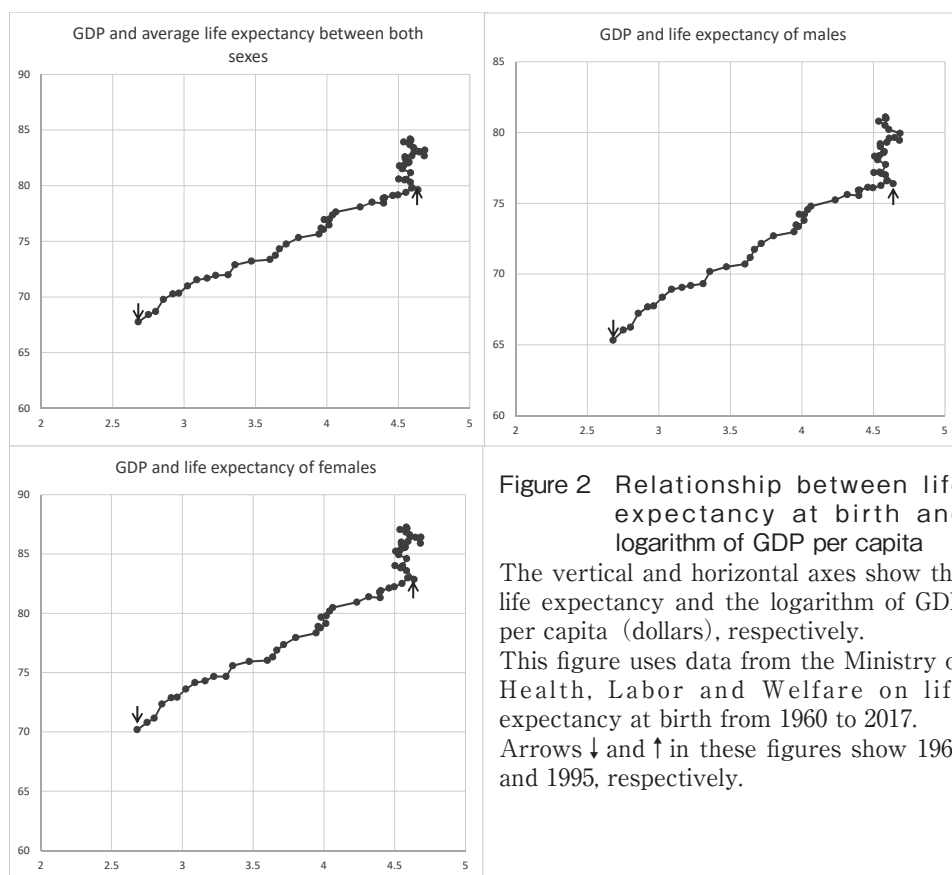


Figure 2 Relationship between life expectancy at birth and logarithm of GDP per capita

The vertical and horizontal axes show the life expectancy and the logarithm of GDP per capita (dollars), respectively.

This figure uses data from the Ministry of Health, Labor and Welfare on life expectancy at birth from 1960 to 2017.

Arrows ↓ and ↑ in these figures show 1960 and 1995, respectively.

The footnote table 1 related to Figure 2 Linear regression equation between life expectancy at birth and logarithm of GDP per capita in Japanese, from A.D. 1960 to 1995

dependent variable life expectancy by sex	constant	unstandardized coefficient		normalization factor	t test	multiple determination factor (R^2)
	independent variable	B	standard deviation error	β	significance probability	
average	constant	52.45	0.43		<0.001	0.988
	\log_{10} (G D P per capita)	5.99	0.11	0.994	<0.001	
male	constant	50.81	0.44		<0.001	0.939
	\log_{10} (G D P per capita)	5.69	0.12	0.993	<0.001	
female	constant	54.09	0.45		<0.001	0.988
	\log_{10} (G D P per capita)	6.28	0.12	0.994	<0.001	

F-values in analysis of variance for all sexes were below 0.001 in significance probability.

'average' in the above table shows the average life expectancy between both sexes.

The footnote table 2 related to Figure 2 Correlation between life expectancy at birth and logarithm of GDP per capita

period	average	male	female
A. D. 1960~1995	0.994	0.993	0.994
	<0.001	<0.001	<0.001
A. D. 1996~2017	0.410	0.416	0.399
	0.058	0.054	0.066

Upper rows: Pearson's correlation coefficient

Lower rows: Significance probability

'average' in the above table shows the average life expectancy between both sexes.

ことが分かる。一人当たりGDPの対数と平均寿命との関係を見ると（図2）、1960年から1995年まで直線関係が成り立っている（図2の脚注表1）。すなわち一人当たりGDPが10倍になるごとに男女平均、男性、女性の平均寿命が約5.7年～6.3年延伸すると推定される。しかし1996年から2017年までは、一人当たりGDPの対数がほとんど増加しなくても男女平均、男性、女性の平均寿命は上昇している（図2）。実際、この間の一人当たりGDPと平均寿命は明らかな相関がない（図2の脚注表2）。

2. 最近接期間の平均寿命と食品群・栄養素等の摂取量の比較

食品群の摂取と平均寿命の変化について直近の戦後経済回復期と経済成長期を比較すると（表1）、平均寿命とともに摂取量が有意に増加したものは、小麦類、種実類、緑黄色野菜、その他の野菜、果実類、藻類、魚介類、肉類、卵類、乳類、油脂類であり、それと逆に減少したものは米類、いも類であった。経済成長期と経済停滞期を比較すると、平均寿命とともに摂取量が増加したものは、小麦類、種実類、緑黄色野菜、きのこ類、藻類、肉類、乳類であり、それと逆に減少したのは、米類、砂糖及び甘味料類、豆類、その他の野菜、果実類、魚介類、卵類、油脂類であった。

栄養素等の摂取と平均寿命の変化について直近の戦後経済回復期と経済成長期を比較すると（表2）、寿命とともに摂取量が有意に増加したものは、動物性たんぱく質、脂肪、カルシウム、ビタミンA、ビタミンB₂、ビタミンCであった。これと逆に減少したのは、植物性たんぱく質、植/動たんぱく質比率、

炭水化物、鉄であった。経済成長期と経済停滞期を比較すると、寿命とともに摂取量が有意に増加したものはなかった。それと逆に減少したものは、データのないビタミンA及び有意な差がなかった動物性たんぱく質と脂肪とビタミンB₂を除いた栄養素等であった。

3. 戦後の各期・全期における平均寿命と食品群・栄養素等との相関

戦後経済回復期から経済停滞期までの各期と全期で、食品群と男女平均、男性、女性の平均寿命のスペアマンの順位相関を検討した結果、男女平均、男性、女性の平均寿命の間で、緑黄色野菜以外の食品群について相関の有無や正負や強さの程度に違いがほとんどなかったので、男女平均の場合のみを表3に示した。平均寿命との相関に注目すると、全ての期間で正の相関をもつものは、肉類ときのご類（ただし戦後回復期はデータがない）だけであった。相関がない経済停滞期以外全てで正の強い相関をもつものは乳類だけであった。相関がない戦後経済回復期以外の全ての期間で負の相関をもつものは、米類だけであった。多くの食品群では、全期及び各期間における相関の正負や強さにはあまり関連がみられないようである。種実類は全期が強い正の相関があるが、他の各期間は全て有意な正の相関がなかった。藻類は全期では正の強い相関があるが、他の各期はやや強い相関がないかであり、有意な負の相関はなかった。

栄養素等についても、平均寿命との相関をみると、男女平均、男性、女性の平均寿命の間で、相関の有無や正負や強さの程度に本質的な違いがほとん

Table 1 Comparison of food intake between the closest two periods among the three periods of postwar economic recovery, economic growth, and economic stagnation

Food group (g/person/day)	PR : N=19			EG : N=30			ES : N=21	
	Average	SD	SP	Average	SD	SP	Average	SD
rice	348	16	<0.001	233	43	<0.001	165.9	7.1
wheat	67.2	4.6	<0.001	86.8	10.1	<0.001	98.6	4.2
potatoes	85.4	43.0	0.016	59.0	9.0	0.896	58.7	6.0
sugars & sweeteners	12.7	3.5	0.519	13.3	3.4	<0.001	7.3	1.1
beans	66.7	8.4	0.433	68.3	2.8	<0.001	60.5	5.8
nuts & seeds	0.6	0.3	<0.001	1.6	0.2	<0.001	2.1	0.2
green yellow vegetable	55.4	15.6	0.021	66.3	15.3	<0.001	90.2	4.3
the other vegetable	172.5	12.8	<0.001	191.0	15.2	0.029	184.1	5.9
fruits	66.1	28.8	<0.001	139.3	32.3	<0.001	113.9	9.2
fungi (mushroom)	—	—	—	9.0	2.0	<0.001	15.3	0.9
algae	4.5	0.8	<0.001	5.6	0.7	<0.001	10.3	2.8
fish & shellfish	73.6	9.1	<0.001	92.1	3.9	<0.001	80.3	10.6
meats	17.3	9.1	<0.001	66.4	12.6	<0.001	83.1	6.5
eggs	16.6	10.2	<0.001	41.1	1.6	<0.001	36.2	2.3
milk	25.0	17.4	<0.001	110.7	18.7	<0.001	131.3	14.9
oils & fats	5.5	2.6	<0.001	16.9	1.6	<0.001	14.1	1.3
life expectancy at birth								
average between both sexes	65.7	4.0	<0.001	76.3	2.8	<0.001	82.4	1.1
male	63.5	3.8	<0.001	73.4	2.6	<0.001	79.1	1.2
female	67.9	4.3	<0.001	79.1	2.9	<0.001	85.8	1.0

Abbreviations : SD, standard deviation, SP, significance probability of difference between the two.

PR: postwar economic recovery period, EG: economic growth period, ES: economic stagnation period.

N: number of years for calculation. The calculated number of years for fungi is PR; N=0, EG; N=26, which is different from the prescribed number.

Table 2 Comparison of nutrient intake between the closest two periods among the three periods of postwar economic recovery, economic growth, and economic stagnation

Nutrients, etc. (intake/person/day)	PR : N=19			EG : N=30			ES : N=21	
	Average	SD	SP	Average	SD	SP	Average	SD
energy (kcal)	2109	48	0.306	2128	84	<0.001	1904	46
animal protein (A) (g)	23.0	4.7	<0.001	39.5	3.2	0.190	38.4	2.4
vegetable protein (V) (g)	46.5	2.5	<0.001	39.8	2.4	<0.001	32.8	1.9
(V/A)	2.2	0.7	<0.001	1.0	0.2	<0.001	0.9	0.0
fat (g)	24.1	6.8	<0.001	54.2	4.8	0.206	55.5	2.0
carbohydrate (g)	402	13.1	<0.001	318	33.9	<0.001	264	6.5
calcium (mg)	369	76	<0.001	547	15	0.005	528	26
iron (mg)	31.1	20.8	0.002	12.2	1.3	<0.001	8.4	1.5
salt (g)	—	—	—	12.9	0.7	<0.001	10.8	1.1
vitamin A (IU)	1300	149	<0.001	2068	471	—	—	—
vitamin B ₁ (mg)	1.18	0.21	0.405	1.22	0.09	<0.001	0.91	0.13
vitamin B ₂ (mg)	0.73	0.06	<0.001	1.15	0.18	0.161	1.21	0.11
vitamin C (mg)	89	20	<0.001	118	11	<0.001	103	14
life expectancy at birth								
average between both sexes	65.7	4.0	<0.001	76.3	2.8	<0.001	82.4	1.1
male	63.5	3.8	<0.001	73.4	2.6	<0.001	79.1	1.2
female	67.9	4.3	<0.001	79.1	2.9	<0.001	85.8	1.0

Abbreviations in the table are the same as table 1.

For the following items in each period, the calculation period is different from the regular number: carbohydrate; PR, N=18, Iron; PR, N=16, EG, N=26, ES, N=21. salt; PR, N=0, EG, N=24. Vitamin A; PR, N=12, ES, N=0.

V/A in the table shows the ratio of vegetable protein/animal protein.

どなかったもので、男女平均の平均寿命の結果だけを表4に示した。平均寿命との相関では、全ての期間で正の相関をもつ栄養素等はなかった。脂肪は相関がない経済停滞期以外の全ての期間で正の強い相関をもった。各期と全期の全てにおいて負の相関があるものは、植物性たんぱく質、炭水化物、鉄、食塩（ただし、戦後回復期はデータなし）で、とりわけ植物性たんぱく質と炭水化物は全ての期間で強い相関をもった。植/動たんぱく質比率は、相関のない経済停滞期以外全ての期間で負の強い相関をもった。これら以外の多くの栄養素等では、全期及び各期における相関の正負や強さに互いに関連はみられないようである。

4. 摂取量・相関組合せ法の結果

以上の最近接の2期間の平均寿命や食品群や栄養素等の摂取量の変化（表1と2）及び平均寿命と食品群や栄養素等との相関関係の結果（表3と4）をまとめ、摂取量・相関組合せ法により総合評価を行った（表5、6）。男女平均、男性、女性の平均寿命について検討したが、総合評価ではこれら性差に本質的な違いがない。ゆえに総合評価の結果はすべて男女共通である。

平均寿命増減と各食品群摂取との関係について総合評価すると（表5）、肉類は2期間単位とも平均寿命の増加につれ摂取量が増加し、平均寿命と全ての期間で正の相関を有する。きのこ類はデータ未公表の戦後経済回復期以外、平均寿命とこの摂取量とはともに増加し、正の相関がある。乳類の摂取量と平均寿命とは、ともに増加し、一期間の相関関係がない以外、正の相関がある。米類は2期間単位とも平均寿命とその摂取量とが逆行し、相関関係がない一期間を除いて他の期間の相関関係が負であるので、平均寿命延伸に逆行する。

表5に示すように、以上のいくつかの食品群の摂取量と平均寿命の増減との関係が偶然に起こる確率は1/100未満である。これらの食品群は男女の平均寿命延伸またはその抑制に関係する可能性が高い。藻類の摂取と平均寿命の増加との関係は、偶然に起こる確率は0.0625であり、統計的に有意でない。

同様に、栄養素等について総合評価すると（表6）、平均寿命の増加につれて、連続して摂取量

の増加がみられ、全ての期間で正の相関をもつ栄養素等はなかった。植物性たんぱく質、炭水化物、鉄の摂取量と平均寿命との相関は全て負で平均寿命増加と逆行する。食塩、植/動たんぱく質比率、エネルギーは部分的例外をもつが、平均寿命増加と逆行する。一方、脂肪は、一期間単位で有意な増加がないことと平均寿命と正の相関が一期間みられない以外、平均寿命の挙動と一致し逆行することはない。

表6に示すように、以上のいくつかの栄養素等の摂取量と平均寿命の増減との関係が偶然に起こる確率は1/100未満である。ゆえにこれらの栄養素等は男女の平均寿命の延伸や抑制に関係する可能性が高い。

5. 重回帰分析の結果

平均寿命への食品群や栄養素等の寄与について、ステップワイズ法で重回帰分析を行った。表7と8-1と8-2に示したどのモデルも、重決定係数 R^2 は0.964以上であり、調整済み重決定係数は、0.963以上で非常に高く、これらのどのモデルも非常に高い説明力をもつ。また分散分析の結果、どのモデルもF値の有意確率が <0.001 であり、モデルの有意性は確立できた。つまりこれらのどのモデルでも寿命増減を各モデルの変数によって、約96% ($R^2>0.96$) は説明できることを示している。ゆえに表7と8-1と8-2に示された各モデルの回帰式での予測は有用と言える。

表7から、標準セットの食品群（分析期間：1948年～2017年）を独立変数とした場合、共線性に問題ないと考えられる重決定係数の一番大きい最適モデル5に注目すると、男女平均や男性や女性の平均寿命（この後、平均寿命を略す）のいずれも同じ独立変数をもち、各独立変数の寄与の大きさを示す標準偏回帰係数（ β ）が正で最も大きいのは肉類で、藻類や豆類の β は正で小さい。果実類や種実類の β は負で小さい。

標準セットの食品群にきのこ類を加えた場合（分析期間：1971年～2017年）、同じ独立変数からなる男女平均と女性の最適なのはモデル3、そして男性に最適なのはモデル4である。これらすべてのモデルに共通して、 β が正で最も大きいのはきのこ類であった。独立変数として、標準セットへのきのこ

Table 3 Spearman's correlation between the life expectancy at birth and food intake, in different periods

Food group	Correlation with life expectancy				
	period	PR	EG	ES	Whole
rice		0.303	− 0.994	− 0.510	− 0.951
		0.207	<0.001	0.018	<0.001
wheat		− 0.498	0.289	0.846	0.856
		0.030	0.122	<0.001	<0.001
potatoes		− 0.856	0.791	− 0.949	− 0.422
		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
sugars & sweeteners		0.567	− 0.944	− 0.893	− 0.670
		0.011	<0.001	<0.001	<0.001
beans		0.721	− 0.225	− 0.328	− 0.422
		<0.001	0.231	0.146	<0.001
nuts & seeds		− 0.418	− 0.157	0.139	0.831
		0.075	0.407	0.547	<0.001
green yellow vegetable		− 0.809	0.765	− 0.454	0.708
		<0.001	<0.001	0.039	<0.001
the other vegetable		0.545	− 0.741	0.499	0.186
		0.016	<0.001	0.021	0.123
fruits		0.835	− 0.118	− 0.815	0.369
		<0.001	0.534	<0.001	0.002
fungi (mushroom)		−	0.940	0.772	0.969
		−	<0.001	<0.001	<0.001
algae		0.536	− 0.031	0.017	0.797
		0.018	0.871	0.943	<0.001
fish & shellfish		0.539	0.795	− 0.983	0.167
		0.017	<0.001	<0.001	0.167
meats		0.984	0.839	0.831	0.978
		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
eggs		0.989	0.516	− 0.565	0.366
		<0.001	0.003	0.008	0.002
milk		0.988	0.898	− 0.387	0.874
		<0.001	<0.001	0.083	<0.001
oils & fats		0.982	0.543	− 0.522	0.436
		<0.001	<0.001	0.015	<0.001
N		19	30	21	70

Abbreviations in the table are the same as table 1.

Upper rows: Spearman's correlation coefficient, Lower rows: Significance probability

N: the number of years for calculation is the same as the footnote in Table 1. Whole period: all years from 1948 to 2017

The above table was based on average life expectancy between both sexes, but the intensity and sign of these correlations were almost the same as male or female results that examined by sex though they were not shown in the table. However, only in the ES of green yellow vegetables, the coefficient −0.466 (0.033) for males was almost the same as average results between both sexes in the above table but the coefficient −0.425 (0.55) for females was not statistically significant.

Table 4 Spearman's correlation between the life expectancy at birth and intake of nutrient, etc. in different periods

nutrients, etc.	Correlation with life expectancy				
	period	PR	EG	ES	Whole
energy		0.430	− 0.952	− 0.807	− 0.756
		0.066	<0.001	<0.001	<0.001
animal protein (A)		0.964	0.869	− 0.793	0.580
		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
vegetable protein (V)		− 0.908	− 0.971	− 0.879	− 0.989
		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
(V / A)		− 0.953	− 0.913	− 0.038	− 0.914
		<0.001	<0.001	0.871	<0.001
fat		0.983	0.919	− 0.182	0.762
		<0.001	<0.001	0.430	<0.001
carbohydrate		− 0.880	− 0.991	− 0.897	− 0.994
		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
calcium		0.952	0.308	− 0.890	0.439
		<0.001	0.098	<0.001	<0.001
iron		− 0.794	− 0.617	− 0.878	− 0.923
		<0.001	0.001	<0.001	<0.001
salt		−	− 0.474	− 0.991	− 0.857
		−	0.019	<0.001	<0.001
vitamin A		0.727	0.917	(− 0.904)	0.958
		0.007	<0.001	(<0.001)	<0.001
vitamin B ₁		− 0.878	0.659	− 0.630	− 0.402
		<0.001	<0.001	0.002	0.001
vitamin B ₂		0.727	0.934	− 0.745	0.763
		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
vitamin C		− 0.108	0.572	− 0.875	0.193
		0.661	0.001	<0.001	0.110
N		19	30	21	70

Abbreviations in the table are the same as table 1.

The table above shows only the results for average life expectancy between both sexes, as they were similar to results for males or females in terms of the intensity and sign of correlations. The footnotes in this table are basically the same as in Table 3, except for the description specific to the food group. The exceptional number of years for the calculation about some nutrients in each period is stated in materials and methods. Vitamin A content in ES (between 2001 and 2017) is calculated differently from PR, EG, and whole period. The other number of year for calculation, N, is the same as the footnote in Table 2.

V/A in the table shows the ratio of vegetable protein to animal protein.

Table 5 Comprehensive judgement obtained from changes in food intake after the war and the correlation between its intake, and life expectancy at birth for Japanese people

food groups & life expectancy	comparison of intakes between the closest two periods		summary from correlation (male / female average, male, female)	comprehensive judgement (extension or reduction of the life expectancy)
	PR→EG	EG→ES		
rice	decrease	decrease	2N, n, o	reduction (3.13×10^{-3})*
wheat	increase	increase	2P, n, o	none
potatoes	decrease	neither	2N, n, P	none
sugars & sweeteners	neither	decrease	2N, n, p	none
beans	neither	decrease	P, n, 2o	none
nuts & seeds	increase	increase	P, 3o	none
green yellow vegetable	increase	increase	2P, N, n (F: 2P, N, o)	none
the other vegetable	increase	decrease	N, 2p, o	none
fruits	increase	decrease	P, p, N,o	none
fungi (mushroom)	No examined	increase	3P	extension (3.75×10^{-3})*
algae	increase	increase	P, p, 2o	? (0.0625)*
fish & shellfish	increase	decrease	P, p, N, o	none
meats	increase	increase	4P	extension (1.25×10^{-4})*
eggs	increase	decrease	P, 2p, n	none
<i>milk</i>	increase	increase	3P, o	extension (1.25×10^{-3})*
oils & fats	increase	decrease	P, 2p, n	none
the life expectancy (male / female average, male, female)	increase	increase		

These results are summarized from tables 1 and 3. Abbreviation is the same as Table 1.

'Increase' or 'decrease' in a column of comparison of intakes between the closest two periods means the increase or decrease of life expectancy and the intake of a food group or nutrient, respectively, when transitioned from the previous period to the next period. 'Neither' means neither the statistically significant increase or decrease described above. 'No examined' means that the data have not been examined or is not available due to different calculation methods. When the correlation coefficient is $|0.7|$ or more, and less than $|0.7|$, it is written in uppercase and lowercase, respectively. And the positive or negative correlation is shown by p or n, respectively. If the correlation was not statistically significant, it was indicated by o. The comprehensive judgement shows "none" when it does not affect the increase or decrease in life expectancy. *The numbers in parentheses indicate the probability that each food group and nutrient, etc. will associate with the increase/decrease of the life expectancy at birth by chance. F: in parentheses represents the case of females. Other than this in the table, there are no clear differences among the results of males, females, and the average between the both sexes.

Table 6 Comprehensive judgement obtained from changes in nutrient intake after the war and the correlation between its intake, and life expectancy at birth for Japanese people

nutrients, etc. & life expectancy	comparison of intakes between the closest two periods		summary from correlation (male / female average, male, female)	comprehensive judgement (extension or reduction of the life expectancy)
	PR→EG	EG→ES		
energy	neither	decrease	3N, o	reduction (2.50×10^{-3})*
animal protein (A)	increase	neither	2P, p, N	none
vegetable protein (V)	decrease	decrease	4N	reduction (6.50×10^{-3})*
(V / A)	decrease	decrease	3N, o	reduction (6.25×10^{-4})*
fat	increase	neither	3P, o	extension (1.25×10^{-3})*
carbohydrate	decrease	decrease	4N	reduction (1.25×10^{-4})*
calcium	increase	decrease	P, p, N, o	none
iron	decrease	decrease	3N, n	reduction (7.50×10^{-4})*
salt	not examined	decrease	2N, n	reduction (7.50×10^{-3})*
vitamin A	increase	not examined	3P, (N)	none
vitamin B ₁	neither	decrease	N, 2n, p	none
vitamin B ₂	increase	neither	3P, N	none
vitamin C	increase	decrease	N, p, 2o	none
the life expectancy (male / female average, male, female)	increase	increase		

These results are summarized from tables 2 and 4. Abbreviation is the same as Table 5. (N) in the table indicates that the calculation method for the amount of vitamin A is different from other periods. In the results shown in the above table, there is no basic difference among the average between both sexes, males, and females. V/A in the table shows the ratio of vegetable protein/animal protein.

類の共存が重回帰分析に与える影響は、独立変数としてのきのこ類の影響とともに、きのこ類によって分析期間が変化した影響の可能性もある。きのこ類以外について、男女平均と女性の最適モデル3には果実と米類が含まれたが、その β は負で小さい。男性の最適モデル4では果実の β は負で大きく、小麦類や油脂類の β は正で小さい。

同様に栄養素等について(表8-1)、標準セットの栄養素等の場合(分析期間;1949年~2017年)、男女平均と男性の最適モデル5では、同じ独立変数を持ち、植物性たんぱく質の β が負で大きく、カルシウムやビタミンB₂の β は正であるが小さい。女性の最適モデル2は、 β が負で大きい炭水化物と正で小さいカルシウムからなった。炭水化物は植物性たんぱく質と共線性の疑いがあるので、炭水化物を除いて再分析した結果(表8-2)、女性の最適モデル3の変数の β は男女平均の最適モデル5(表8-1)とほぼ同じになった。

栄養素等の標準セットに鉄を加えた場合(分析期間;1949年~1963年と1971年~2017年)、男女平均

と女性に共通して最適モデル6と8が得られた(表8-1)。モデル6には植物性たんぱく質の β は負で大きく、鉄のそれは小さい。動物性たんぱく質やビタミンB₂が含まれるがその β は正で小さい。モデル8では、モデル6の動物性たんぱく質のかわりにカルシウムが含まれるが、その β は正で小さい。男性のモデル2では、炭水化物と鉄の β は負で、それぞれ大きい、小さい。共線性が疑われる炭水化物を除いて再分析した結果(表8-2)、男性のモデル3は男女平均のその最適モデル6(表8-1)からビタミンB₂を除いたものになった。

栄養素等の標準セットにビタミンAを加えた場合(分析期間;1955年~2000年)(表8-1)、男女平均と女性に共通の最適モデル3では炭水化物とビタミンB₁の β は負でそれぞれ大きい、小さい、脂肪の β は正でやや大きい。女性の最適モデル5には、 β が負で大きい植物性たんぱく質や β が正でやや大きいビタミンB₂と小さいカルシウムが含まれた。

栄養素等の標準セットに食塩を加えた場合(分析期間;1973年~2017年)(表8-1)、男女平均のモ

Table 7 The influence of food groups on the life expectancy revealed by multiple regression analysis
Dependent variable; life expectancy (average between both sexes, male, female)
Independent variable set; rice, wheat, potatoes, sugar & sweeteners, beans, nuts & seeds, green-yellow vegetable, other vegetable, fruits, algae, fish & shellfish, meats, eggs, *milk* , in the presence or absence of fungi (mushroom)

Independent variables for analysis	Dependent variable	Appeared independent variables	Coefficient					Model summary	
			unstandardized coefficient		standard-ization coefficient	t test	collinear statistic	multiple determination factor (R ²)	adjusted multiple determination factor (adj-R ²)
(period)	model No.		B	Standard deviation error	β	significance probability	VIF		
independent variable set in the absence of fungi (A.D. 1948 to 2017)	average between both sexes	constant	47.53	1.61		<0.001		0.980	0.979
		meats	0.265	0.012	1.000	<0.001	7.12		
		algae	0.624	0.064	0.262	<0.001	2.35		
		beans	0.201	0.022	0.188	<0.001	1.44		
		fruits	-0.027	0.005	-0.155	<0.001	2.82		
		nuts & seeds	-1.33	0.42	-0.117	0.002	4.44		
	male	constant	46.71	1.45		<0.001		0.982	0.980
		meats	0.251	0.011	1.000	<0.001	7.12		
		algae	0.567	0.058	0.255	<0.001	2.35		
		beans	0.186	0.020	0.187	<0.001	1.44		
		fruits	-0.025	0.005	-0.155	<0.001	2.82		
		nuts & seeds	-1.37	0.38	-0.129	0.001	4.44		
	female	constant	48.35	1.79		<0.001		0.978	0.977
		meats	0.278	0.013	1.000	<0.001	7.12		
		algae	0.680	0.071	0.268	<0.001	2.35		
		beans	0.216	0.025	0.190	<0.001	1.44		
		fruits	-0.029	0.006	-0.155	<0.001	2.82		
		nuts & seeds	-1.30	0.47	-0.107	0.008	4.44		
independent variable set in the presence of fungi (A.D. 1971 to 2017)	average between both sexes	constant	83.36	1.60		<0.001		0.981	0.979
		fungi	0.470	0.052	0.506	<0.001	7.05		
		fruits	-0.034	0.004	-0.271	<0.001	2.25		
		rice	-0.025	0.005	-0.282	<0.001	7.76		
	male	constant	64.57	1.50		<0.001		0.981	0.979
		fungi	0.432	0.055	0.505	<0.001	9.31		
		fruits	-0.054	0.005	-0.466	<0.001	3.78		
		wheat	0.117	0.019	0.269	<0.001	4.16		
		oils & fats	0.181	0.045	0.120	<0.001	2.01		
	female	constant	86.50	1.41		<0.001		0.987	0.986
		fungi	0.517	0.046	0.516	<0.001	7.05		
		fruits	-0.038	0.004	-0.276	<0.001	2.25		
		rice	-0.026	0.005	-0.270	<0.001	7.76		

As a result of analysis of variance, the significance level of the F value in all cases is less than 0.001 in the table.
The optimal model for each dependent variable is listed in the table.

Table 8-1 The influence of nutrients on the life expectancy revealed by multiple regression analysis
Dependent variable; life expectancy (average between both sexes, male, female)
Independent variables; standard set (energy, animal protein, vegetable protein, fat, carbohydrate, calcium, vitamin B₁, B₂, and C) in the presence or absence of each one of iron, vitamin A, and salt

Independent variables for analysis	Dependent variable	Appearing independent variables in the model	Coefficient					Model summary	
			unstandardized coefficient		standard-ization coefficient	t test	collinear statistic	multiple determination factor (R ²)	adjusted multiple determination factor (adj-R ²)
(period)	model No.		B	standard deviation error	β	significance probability	VIF		
standard set (A.D. 1949 to 2017)	average between both sexes 5	constant	97.98	1.43		<0.001		0.990	0.990
		calcium	0.017	0.002	0.210	<0.001	2.74		
		vegetable protein	-0.883	0.022	-0.733	<0.001	2.32		
		vitamin B ₂	3.71	0.64	0.133	<0.001	3.58		
	male 5	constant	93.94	1.39		<0.001		0.990	0.989
		calcium	0.016	0.002	0.215	<0.001	2.74		
		vegetable protein	-0.829	0.022	-0.738	<0.001	2.32		
		vitamin B ₂	3.20	0.62	0.123	<0.001	3.58		
	female 2	constant	104.29	2.61		<0.001		0.964	0.963
		carbohydrate	-0.104	0.004	-0.841	<0.001	2.11		
		calcium	0.016	0.003	0.184	<0.001	2.11		
standard set with iron (A.D. 1948 to 1963 and 1971 to 2017)	average between both sexes 6	constant	101.52	1.25		<0.001		0.993	0.993
		iron	-0.027	0.008	-0.053	0.002	2.18		
		vegetable protein	-0.887	0.023	-0.717	<0.001	2.75		
		animal protein	0.176	0.024	0.200	<0.001	5.98		
		vitamin B ₂	2.86	0.73	0.102	<0.001	5.59		
	average between both sexes 8	constant	99.45	1.29		<0.001		0.994	0.993
		iron	-0.026	0.008	-0.050	0.002	2.19		
		vegetable protein	-0.878	0.022	-0.711	<0.001	2.77		
		vitamin B ₂	4.25	0.57	0.152	<0.001	3.66		
		calcium	0.013	0.002	0.165	<0.001	3.82		
	male 2	constant	105.66	0.87		<0.001		0.975	0.974
		carbohydrate	-0.099	0.003	-0.879	<0.001	1.75		
		iron	-0.074	0.013	-0.155	<0.001	1.75		
	female 6	constant	105.95	1.30		<0.001		0.993	0.993
		iron	-0.032	0.009	-0.058	0.001	2.18		
		vegetable protein	-0.942	0.023	-0.714	<0.001	2.75		
		animal protein	0.171	0.025	0.183	<0.001	5.98		
		vitamin B ₂	3.59	0.76	0.120	<0.001	5.59		
	female 8	constant	103.86	1.33		<0.001		0.994	0.994
		iron	-0.030	0.008	-0.054	0.001	2.19		
		vegetable protein	-0.934	0.023	-0.707	<0.001	2.77		
		vitamin B ₂	4.90	0.59	0.164	<0.001	3.66		
		calcium	0.013	0.002	0.153	<0.001	3.82		

As a result of analysis of variance, the significance level of the F value in all cases is less than 0.001 in the table.

The optimal model for each dependent variable is listed in the table.

V/A in the table shows the ratio of vegetable protein/animal protein.

Continuation of Table 8-1

standard set with vitamin A (A.D. 1955 to 2000)	average between both sexes 3	constant	97.02	2.69	<0.001			0.986	0.985
		carbohydrate	− 0.070	0.004	− 0.724	<0.001	6.25		
		fat	0.127	0.016	0.354	<0.001	6.18		
		vitamin B ₁	− 4.28	1.24	− 0.091	0.001	2.12		
	male 3	constant	90.65	2.21	<0.001			0.989	0.989
		carbohydrate	− 0.063	0.004	− 0.700	<0.001	6.25		
		fat	0.122	0.013	0.364	<0.001	6.18		
		vitamin B ₁	− 2.94	1.02	− 0.067	0.006	2.12		
	female 5	constant	89.13	3.80	<0.001			0.988	0.987
calcium		0.016	0.002	0.211	<0.001	2.75			
vitamin B ₂		7.35	0.96	0.371	<0.001	7.96			
vegetable protein		− 0.678	0.067	− 0.463	<0.001	7.10			
standard set with salt (A.D. 1973 to 2017)	average between both sexes 2	constant	113.19	0.58	<0.001			0.988	0.987
		carbohydrate	− 0.075	0.005	− 0.633	<0.001	6.01		
		vegetable protein	− 0.339	0.037	− 0.382	<0.001	6.01		
	male 7	constant	95.27	2.43	<0.001			0.993	0.992
		carbohydrate	− 0.064	0.004	− 0.589	<0.001	7.83		
		fat	0.203	0.036	0.168	<0.001	4.84		
		salt	− 0.341	0.073	− 0.165	<0.001	6.90		
		vitamin B ₁	− 4.10	0.52	− 0.284	<0.001	7.29		
		calcium	− 0.006	0.003	− 0.050	0.043	3.19		
female 2	constant	117.83	0.58	<0.001			0.990	0.989	
	carbohydrate	− 0.110	0.003	− 0.864	<0.001	1.64			
	vitamin B ₁	− 3.26	0.34	− 0.191	<0.001	1.64			
standard set with V / A (A.D. 1949 to 2017)	average between both sexes 5	constant	103.61	1.34	<0.001			0.990	0.990
		vegetable protein	− 3.11	0.30	− 0.266	<0.001	4.44		
		V/A	− 0.744	0.028	− 0.618	<0.001	3.56		
		vitamin B ₂	4.78	0.59	0.171	<0.001	2.99		
	male 2	constant	101.42	0.84	<0.001			0.980	0.979
		carbohydrate	− 0.075	0.004	− 0.688	<0.001	3.74		
		V/A	− 3.65	0.37	− 0.334	<0.001	3.74		
	female 6	constant	103.66	2.01	<0.001			0.991	0.990
		V/A	− 2.89	0.33	− 0.232	<0.001	5.03		
vitamin B ₁		− 2.89	0.99	− 0.076	0.005	4.84			
vitamin B ₂		7.88	1.06	0.264	<0.001	8.96			
vegetable protein		− 0.683	0.048	− 0.532	<0.001	9.76			

デル 2 をみると、炭水化物の β は負で最も大きく、次にやや大きい β を持つのは植物性たんぱく質であった。男性の最適モデル 7 には β が負で大きい炭水化物や小さい食塩やビタミン B₁ やカルシウムと β

が正で小さい脂肪が含まれた。女性のモデル 2 には β が負で大きい炭水化物と小さいビタミン B₁ が含まれた。男女平均と女性のモデル 2 の炭水化物にはエネルギーとの共線性の疑いが少しあるので、炭水化

Table 8-2 Reanalysis performed by removing the independent variable, carbohydrate, suspected of being collinearity in the models that appeared in the multiple regression analysis in Table 8-1. The multiple regression analysis was basically the same as in Table 8-1.

Independent variables for analysis	Dependent variable	Appearing independent variables in the model	Coefficient					Model summary	
			unstandardized coefficient		standardization coefficient	t test	collinear statistic	multiple determination factor (R^2)	adjusted multiple determination factor (adj- R^2)
			B	standard deviation error	β	significance probability	VIF		
the removed	model No.								
standard set	female	constant	101.85	1.69		<0.001		0.989	0.989
		vegetable protein	-0.946	0.026	-0.721	<0.001	2.43		
		calcium	0.020	0.002	0.229	<0.001	2.81		
carbohydrate	3	vitamin B ₂	3.77	0.75	0.123	<0.001	3.60		
standard set with iron	male	constant	97.88	1.34		<0.001		0.991	0.990
		vegetable protein	-0.852	0.024	-0.722	<0.001	2.61		
		animal protein	0.243	0.017	0.299	<0.001	2.63		
carbohydrate	3	iron	-0.019	0.009	-0.040	0.042	2.26		
standard set with salt	average between both sexes 2	constant	120.20	2.09		<0.001		0.978	0.977
		energy	-0.026	0.001	-0.972	<0.001	1.00		
		fat	0.219	0.030	0.167	<0.001	1.00		
	female	constant	110.96	3.99		<0.001		0.993	0.986
		energy	-0.023	0.001	-0.782	<0.001	6.07		
		fat	0.398	0.045	0.279	<0.001	2.80		
carbohydrate	3	vitamin B ₁	-4.03	0.89	-0.236	<0.001	7.77		
standard set with V / A	male	constant	81.60	3.03		<0.001		0.990	0.990
		vegetable protein	-0.506	0.056	-0.395	<0.001	8.16		
		fat	0.117	0.012	0.348	<0.001	5.64		
carbohydrate	3	vitamin B ₂	4.97	0.76	0.286	<0.001	8.20		

The optimal model for each dependent variable is listed in the table.
V/A in the table shows the ratio of vegetable protein to animal protein.

物を除いて再分析を行った（表8-2）。この結果、男女平均のモデル2と女性のモデル3に共通に β が負で大きいエネルギーと正で小さい脂肪が含まれた。女性のモデル3にはこれ以外ビタミンB₁が含まれた。しかしエネルギーの β の大きさは炭水化物との共線性が疑われるので、この値の絶対値はより小さい可能性が高い。

栄養素等の標準セットに植/動たんぱく質比率を加えた場合（分析期間：1973年～2017年）（表8-1），男女平均のモデル5をみると、この比率の β が負で最も大きい。植物性たんぱく質のそれは負で小さい。ビタミンB₂のそれは正で小さい。男性のモデル2の炭水化物の β は負で大きく、植/動たんぱく質

比率は負でやや大きい。しかし炭水化物は他の独立変数と共線性の疑いがあるので、炭水化物を除いて分析すると（表8-2），男性のモデル3には β が負の植物性たんぱく質と正の脂肪やビタミンB₂が現れた。女性のモデル6には（表8-1）， β が負で、大きい植物性たんぱく質、小さいこの植/動たんぱく質比率やビタミンB₁が含まれ、正で小さいビタミンB₂が含まれる。

考 察

1. GDPと平均寿命

一人当たりGDPの対数でみる経済成長と日本人

の平均寿命との関係は1960年から1995年までは強い正の相関関係があり（図2の脚注表2）、ほぼ直線関係（図2の脚注表1）を示した。国別比較で一人当たりGDPの低い国ほど平均寿命が短い⁷⁾。またアメリカ人では、収入が上位5%の人が、下位5%の人に比べ平均寿命が25%長い⁷⁾。すなわち経済状況と平均寿命とは関係が密接であることを示す。多くの文献の検討の結果、堀内も⁸⁾、他の多くの国々で広範かつ明瞭にみられる、社会経済的指標と寿命指標がプラスに関連し、社会経済的指標と死亡率がマイナスに関連すると紹介している。

しかし近年の日本では、これらの関連が比較的弱く、一貫せず、また予測とは逆の結果が得られることがあると指摘している⁸⁾。本論文の結果でも、1996年以後は日本人の一人当たりGDPの対数と平均寿命とは相関がなく（図2の脚注表2）、経済成長が停滞しても平均寿命は確実に伸びてきた（図2）。堀内の指摘した近年の日本の寿命に関するこの特異な現象に、1996年以降の経済成長と無関係に平均寿命の延伸がみられることが関係しているかもしれない（図2及びその脚注表2）。近年の日本人においては、経済成長が平均寿命延伸の決定要因とは明確に言えなくなっている。

2. 最も平均寿命に寄与した食品

摂取量・相関組合せ法（表5、6）及び重回帰分析（表7、8-1、8-2）から、食品群では男女とも寿命延伸に強く関係または寄与する可能性があるのは、肉類ときのこ類であり、栄養素等では、これに相当するものはなかった。とりわけ肉類が男女の平均寿命の延伸に寄与する可能性が最も高いことが分かった。また魚介類は平均寿命との関係や寄与はみられなかった。動物性たんぱく質源として、1987年当時平均寿命の最も長かった沖縄県では、肉類摂取が多く、その最も短かった県の一つである秋田県では、魚摂取が多かった⁵⁾。県別の結果から¹¹⁾、肉類は男性の平均寿命に正の寄与がみられたことが報告されている。

3. 肉類摂取の長所と短所

近年、多量に肉類を摂取する欧米の国々では、肉類とりわけ赤肉の摂取による虚血性心疾患及び結腸

癌死亡率上昇の危険が問題になっている¹⁸⁾。欧米人に比べて肉類摂取量が半分以下の日本人に欧米人と同様に、日本人でも肉食は厳に抑制すべきと主張する者もいる。しかし近年の平均的な日本人の肉類摂取の範囲（100g以内/日）では（表1）、脳卒中や虚血性心疾患の死亡率を増加させる可能性が低いことが示されている¹⁹⁾。また多量に赤肉類を摂取する男性の場合のみ、全死亡率及び心疾患死亡率の上昇に関係があるが、女性ではそれはみられない²⁰⁾。一方、鶏肉の多量摂取は男性のがん死亡率と逆の関係がある²⁰⁾。つまり現在のところ日本人では、牛肉、豚肉、鶏肉などの各種の肉類を普通に摂取する限り死亡のリスク上昇はないと言えよう。

肉類の長所を挙げると、牛肉には、生理的に有用な脂肪の燃焼に役立つカルニチンが、豚肉にはビタミンB₁が、鶏肉には抗酸化物質のカルニシンやアンセリンが多いことが知られている²¹⁾。たんぱく質は免疫機能には必須で²²⁾、肉類はヒトのタンパク質合成に必要な必須アミノ酸の供給源となる。

以上から戦後の日本人の平均寿命の延伸に強く寄与した可能性がある各種の肉類の摂取は、過剰摂取の欧米人に比べてかなり少ない現状においては、さらなる平均寿命の延伸、サルコペニアの予防²³⁾、体格向上⁴⁾などのために今後とも推進すべきであると考えられる。

4. 平均寿命と免疫

110歳以上のスーパーセンテナリアンは、加齢性疾患の発症の遅れと罹患率の抑制がみられ、これは免疫系が機能し続けることを暗示している。実際、これらの人々は循環免疫細胞が感染や病気に対する免疫応答の特別の仕組みによって、長寿を達成していることが明らかになった²⁴⁾。つまり長寿には免疫系の機能が重要であることが証明された。

本研究結果（表5、7）から肉類ときのこ類は、戦後の日本人の平均寿命の延伸に寄与した可能性が高いが、これらは共通に免疫機能を高めることによりこの延伸に関係している可能性がある。肉類などの主要成分であるたんぱく質の不十分な供給は免疫機能にかかわる多くの部位に悪影響を与えることが知られている²²⁾。きのこ類はほとんど食物繊維であり、そのうちのβグルカンが免疫刺激作用や免疫増

強作用が知られている²⁵⁾。実際に乳がん患者にがん治療薬とともにシイタケ抽出物を投与した時、免疫を改善したとの報告がある²⁶⁾。

5. 平均寿命に少し寄与した食品群・栄養素

重回帰分析から(表7, 8-1, 8-2), 男女の平均寿命延伸に少し寄与する食品群や栄養素として、藻類, 豆類, 脂肪, カルシウム, 動物性たんぱく質, ビタミンB₂, 男性に限り小麦や油脂が示されている。摂取量・相関組合せ法でも(表5, 6)脂肪は男女の平均寿命に関係した可能性があるが、藻類は明確ではなかった。しかしこの組み合わせ法では(表5, 6), 平均寿命の挙動と小麦, 動物性たんぱく質, ビタミンB₂の摂取量とは、明らかな矛盾が1個あり, 豆類, 油脂, カルシウムは明らかな矛盾が2個ある。ゆえにこれらの平均寿命延伸への寄与の確定については今後の検討が期待される。

6. 藻類の平均寿命への影響

日本人の藻類の摂取量は表1のとおり, 戦後, 順次増加している。藻類は摂取量・相関組合せ法(表5)では平均寿命との関係は明確ではなかったが, 重回帰分析(表7)では, 男女の平均寿命の延伸に少し寄与した。藻類にはいろいろな生理活性物質が含まれていることはよく知られている²⁷⁾。なかでも食物繊維が多く含まれ, とりわけアルギン酸, カラギーナン, カンテンなどの水溶性(粘性)食物繊維が多く含まれることは特徴的である²⁷⁾。これらはコレステロールの低下, 血糖値の低下, 冠動脈疾患の予防など²⁵⁾の生活習慣病予防に働くことが知られている。ゆえに今後とも日本人の平均寿命延伸のため, 藻類摂取は推進されるべきであろう。

7. 脂肪の平均寿命への影響

最近, 欧米では, 総脂肪と飽和脂肪酸の摂取量を減らすことが推奨されている。体重増加(肥満)が炭水化物ではなく脂肪の摂取量と相関があるためである²⁸⁾。日本人対象の本研究の重回帰分析(表8-1, 8-2)と摂取量・相関組合せ法(表6)の結果において, 脂肪の摂取は男女の平均寿命の延伸に関係し寄与する可能性を示した。先行研究でも, 1970年代まで脂肪の摂取量の増加, 特に動物性脂肪

の増加は, 脳出血の発症を減少させた³⁾。また高齢者において脂肪を多く摂取する群がその少ない群より10年間生存率が高かった⁵⁾。当時, 日本で平均寿命の最も長かった沖縄県の高齢者の方が, それが短い秋田県より全摂取エネルギーに対する脂肪エネルギー割合がかなり高かった⁵⁾。すなわちエネルギーや脂肪の摂取過多の欧米と異なり, 戦後一貫してエネルギー摂取量が非常に少なく, 減少傾向にある日本人にとって(表2), 生理的に重要な必須不飽和脂肪酸獲得のための脂肪摂取は平均寿命延伸に寄与する可能性がある。

8. 乳類摂取の平均寿命への影響

本研究の重回帰分析では乳類摂取の平均寿命延伸への寄与は確認できなかったが(表7), 摂取量・相関組合せ法から(表5), 乳類摂取が日本人の男女の平均寿命延伸に関係する可能性が示された。先行研究で, 200ml以上の牛乳摂取は日本人の高齢者の10年間生存率の向上に有効であった⁵⁾。日本人の乳類摂取は男性の平均寿命延伸への寄与は認められなかったが, 健康寿命に対しては正の寄与があった¹¹⁾。また日本人の体格向上には乳類摂取は有益であると示唆されている⁴⁾。

しかし牛乳の摂取量の増加はスウェーデンの中老年の男女, とりわけ女性の全死亡率や心疾患死亡率を上げるとの報告がある²⁹⁾。これは摂取量200g以下, 200g~399g, 400g~599g, 600g以上の4段階で分析されている。経済停滞期(1997年~2017年)の日本人の乳類摂取量は平均して131g位であり(表1), 死亡リスクが最低である200g以下に属し, この摂取量には牛乳以外にヨーグルトやチーズなども含まれている。ヨーグルトやチーズは牛乳とは逆に女性の死亡率を下げる²⁹⁾。ゆえに今後とも牛乳・乳製品の摂取は日本人の高齢者には平均寿命延伸のためそして青少年には体格向上のためにも推奨すべきであろう。

9. 平均寿命の抑制に影響を与えた食品群・栄養素等

重回帰分析から(表8-1), 男女の平均寿命の減少すなわち抑制に強く影響を与えた栄養素は炭水化物や植物性たんぱく質であり, やや強く影響を与え

たのは植/動たんぱく質比率であった。それに少し影響を与えた可能性があるのは種実類、果実類、米類、ビタミンB₁、鉄、男性に限り食塩であった（表7、8-1）。エネルギーもその程度は不明だが、平均寿命抑制に関与している可能性がある（表8-2）。摂取量・相関組合せ法においても米類や炭水化物や植物性たんぱく質や鉄や食塩やエネルギーや植/動たんぱく質比率は男女の平均寿命抑制に関係していた（表5、6）。これらと重回帰分析の結果とほとんど矛盾はなかった（表8-1）。しかし種実類や果実類やビタミンB₁は摂取量・相関組合せ法では男女の平均寿命抑制との関係に明らかな矛盾が一つ以上みられた（表5、6）。そこでこれらの平均寿命に対する関与は現在のところ不確定である。

10. 炭水化物摂取と平均寿命抑制

本研究結果（表6、8-1）から炭水化物摂取は、男女の平均寿命延伸に抑制的に影響する可能性がある。1990年代の平均寿命の一番高い沖縄県の人々はそれがずっと低い秋田県と比べ、たんぱく質や脂肪からのエネルギー摂取の割合が高く、炭水化物の摂取量が低いことが明らかになっている⁵⁾。胎児のときに母の炭水化物摂取が多く、たんぱく質をほとんど摂取できずに成人になった時、高血圧症や閉鎖性気道の有病率が上昇する⁶⁾。炭水化物をたんぱく質や不飽和脂肪酸に移行することで、いくつかの血管危険因子の改善及びLDLコレステロールの低下³⁰⁾や血圧を低下させる効果があると言われている³¹⁾。そこで炭水化物の摂取減少は戦後日本人の平均寿命延伸の一因になった可能性がある。

日本人は、平均寿命に抑制的な炭水化物の多くを米類から摂取している。本研究結果からも（表5、7）、米類摂取は、日本人の平均寿命抑制に少し影響を与えた可能性があるのも、高齢者にとって抑制的であることが望まれる。

11. 植物たんぱく質の摂取比率と平均寿命

本研究結果から、戦後、日本人では、植物性たんぱく質摂取は平均寿命延伸をかなり抑制する可能性がある（表6、8-1）。植物性たんぱく質は動物性たんぱく質に比べ、必須アミノ酸の含量が少なく、アミノ酸スコアが低い。表6と8-1より、植/動た

んぱく質比率の低下は男女の平均寿命の延伸に関係し、寄与した可能性がある。すなわち植/動たんぱく質比率の低下は、摂取たんぱく質全体のアミノ酸スコアを高めることによって、たんぱく質同化能を高め、男女の平均寿命を高めた可能性がある。実際に、平均的日本人より、百歳以上の長寿者94人の方が摂取たんぱく質の中で動物性たんぱく質の割合が高かった⁵⁾。高齢者になると、体内のたんぱく質の合成・分解や必須アミノ酸のロイシンに対する感受性などが低下し³²⁾、十分なたんぱく質の同化ができず、サルコペニアを引き起こす要因になる可能性があるといわれている²³⁾。高齢者は成人に比べ、かなり多くのたんぱく質が必要との説があり³³⁾、特に病気の場合は必要量がさらに増加すると言われている³⁴⁾。ゆえにサルコペニアの改善や平均寿命延伸のために、日本人の高齢者は植物性たんぱく質を少し減らし、肉類などからの動物性たんぱく質の摂取比率を高めることが重要である。

12. 鉄摂取と平均寿命抑制

本研究結果から（表6、8-1）、鉄摂取は男女の平均寿命抑制に少し影響を与えた可能性がある。よく知られているように鉄は非常に多岐にわたる生理作用があり、我々にとって必須の栄養成分である。確かに、摂取水準が高くないレベルで、当時平均寿命の一番長い沖縄県の人が平均寿命の一番短い秋田県の人より鉄を多く摂取していた⁵⁾。しかし過剰のヘム鉄は心筋梗塞や致命的な冠動脈性心疾患に関係していると言われている¹⁸⁾。体内の鉄の過剰状態にある地中海貧血症患者（サラセミア）はサルモネラやその他の細胞内病原菌の罹病性が上昇することや体内の鉄過剰は病気を進行させることが知られている³⁵⁾。さらに、10年以上の米国での多人数の追跡調査の結果から、体内の鉄濃度の極端でない普通の上昇で、男女の合計での、とりわけ男性でのガンと死亡のリスク要因となりうることを示している³⁶⁾。今後、日本人の平均寿命延伸のためには、とりわけ高齢者の鉄過剰摂取には注意しなければならない。

13. 食塩摂取と平均寿命抑制

戦後、日本人が粗食の時代には、相対的に食塩の過剰摂取がみられ、高血圧の発症者も多く、高血圧

がリスクファクターである脳卒中とりわけ脳出血が多発した³⁾。その当時、脳出血は死因別での割合が高い病気であった³⁾。1973年以来、食塩の摂取量が公表されているが、摂取量は近年低下している(表2)。平均寿命と食塩摂取量とは、県別の検討結果から男女とも相関関係がみられなかった¹⁴⁾。しかし別の報告では、男性では見られなかったが女性の平均寿命で食塩は低位での決定要因になった¹¹⁾。24時間食事記録から、当時、平均寿命が最も長かった沖縄県はそれが一番短かった秋田県に比べ食塩の摂取量は低かった⁵⁾。また本研究結果(表6、8-1)から、食塩摂取は男女の平均寿命抑制に関係し、男性のそれに少し影響を与えた可能性があると考えられる。ゆえに健康日本21(2次)で、食塩の摂取減少を推進しているのは¹³⁾、日本人の平均寿命の延伸につながる可能性があり、妥当性があると考ええる。

14. エネルギー摂取と平均寿命抑制

一般的に、BMIにおける死亡率はU型⁷⁾あるいは逆J型³⁷⁾であり、やせでも肥満でも死亡率は高い。ゆえにエネルギーの摂取過多は肥満につながり、肥満は多くの生活習慣病の原因となり、平均寿命の短縮につながることはよく知られている。確かに、県別の検討からBMIは男性で平均寿命や健康寿命と負の相関を示した¹⁴⁾。本研究結果(表6、表8-2)から、日本人にとってもエネルギー摂取過多は男女の平均寿命抑制の可能性があると考えられる。

15. 食品・栄養摂取からみた日本の平均寿命の世界最上位水準の理由

日本人の平均寿命が世界最上位水準にある理由を本論文の結果に基づいて考える。緒言で述べた通り、平均寿命には各種の要因が関係すると言われているが⁶⁻⁸⁾、これらの要因の中、戦後の日本人の栄養摂取・食生活は、欧米先進国とはかなり異なることはよく知られている⁴⁾。本論文で明らかになったように(表1、2)、戦後、日本人は平均寿命を延ばす可能性がある肉類、きのこ類、藻類、乳類などの食品摂取が増加した。しかも上述のように欧米先進国と異なり、赤肉類¹⁸⁾や乳類²⁹⁾の過剰摂取による害も考えられない。また戦後、日本人の平均寿命を伸ばす可能性がある脂肪の摂取も増加したが、エネ

ルギー摂取は低レベルでほとんど増加しなかった(表2)。その結果、よく知られているように日本人は肥満(BMI>30)が欧米先進国に比べ極端に少ない。肥満は平均寿命短縮と関係のある生活習慣病や各種死亡率上昇の原因である³⁷⁾。また上述のように平均寿命を短縮する可能性がある炭水化物や植物性たんぱく質や食塩や鉄の摂取や植/動たんぱく質比率も低下した。戦後日本人のこのような食品・栄養摂取の特性や変化が、平均寿命を世界最上位水準にし、現在もその延伸を持続している要因である可能性が高いと推定される。

16. 平均寿命への長期的栄養摂取の影響

日々の適切な栄養摂取は平均寿命や健康寿命の延伸に重要であるが、胎児や乳児の栄養状況が成人または高齢者になるまでの長い生涯の健康に大いに影響を与えることが知られている³⁸⁾。平均寿命に影響する高齢者の病気である冠動脈心疾患、脳卒中、非インシュリン依存性糖尿病、自己免疫性甲状腺炎、2型糖尿病、グルコース耐性の減少、循環器疾患は、胎児の時の栄養不良がリスク要因であると考えられている^{6、38)}。すなわち2020年の70歳の人が胎児であったのは、1950年であり、その年の母体の栄養状況が、現在の70歳の人の平均余命に影響する病気の要因になっていると考えられる。ゆえに平均寿命と食品・栄養摂取との関係を考える場合、非常に長期的観点が重要であることが理解できる。そこで本研究のように、平均寿命に対する食品・栄養摂取の影響を解析するには長期間に及ぶ検討が重要であると考ええる。

17. 疫学的研究における偶然性の問題

本研究には疫学的手法を用いており、このような結果は可能性が高いということであり、偶然性を完全に排除できない。本論文では平均寿命の増減に寄与した食品群や栄養素等の摂取量と平均寿命増減との関係が偶然に起こる確率を計算し、それらのほとんどの場合、その確率は1/100未満であった。しかし本研究で提出した疫学的な関連性は、将来、実験によって証明する必要があることをここに付記する。

- cardiovascular disease among Japanese men and women, *Eur J Clin Nutr*, **66**, 687-693 (2012)
- 20) Saito, E., Tang, X., Abe, S.K., et al., Association between meat intake and mortality due to all-cause and major causes of death in a Japanese population, *PLoS ONE*, **15** (12), e0244007 (2020)
- 21) 柴田 博, 肉を食べて健康寿命を延ばそう, 畜産の情報, **9**, 2-4 (2016)
- 22) Bowman, B. A., Russell, R. M.; Shanker, A., / 木村修二, 名倉宏, 免疫機能と感染症に対する栄養調節, 最新栄養学 9 版, pp.600-615 (2007), 建帛社, 東京.
- 23) 藤田聡, サルコペニア予防における運動と栄養摂取の役割, 基礎老化研究, **35**, 23-27 (2011)
- 24) Hashimoto, K., Kouno, T., Ikawa, T., et al., Single-cell transcriptomics reveals expansion of cytotoxic CD4 T cells in supercentenarians, *Proc Natl Acad Sci*, **116**, 24242-24251 (2019)
- 25) Bowman, B. A., Russell, R. M., : Gallaher, D. D., / 小林修平, 岡純, 食物繊維, 最新栄養学, pp.102-110 (2007), 建帛社, 東京.
- 26) Nagashima, Y., Yoshino, S., Yamamoto, S., *Lentinula edodes* mycelia extract plus adjuvant chemotherapy for breast cancer patients: Results of a randomized study on host quality of life and immune function improvement, *Mol. Clin. Oncol.*, **7**, 359-366 (2017)
- 27) 小川廣男, 現代の食事情における海藻の役割, *Jpn. J. Phycol.* (Sôru), **55**, 15-23 (2007)
- 28) Bowman, B. A., Russell, R. M.; Jones, P. T. H., Papamandjaris, A. A., / 小林修平, 岡純, 脂質-細胞性代謝, 最新栄養学, pp.125-137 (2007), 建帛社, 東京.
- 29) Michaëlsson, K., Wolk, A., Langenskiöld, S., "Milk Intake and Risk of Mortality and Fractures in Women and Men: Cohort Studies", *British Medical Journal*, **349** : g6015 doi: 10.1136/bmj.g6015 (2014)
- 30) Kappagoda, C. T., Hyson, D. A., Amsterdam, E. A., Low-carbohydrate-high-protein diets: is there a place for them in clinical cardiology? *J Am Coll Cardiol*, **43**, 725-30 (2004) doi: 10.1016/j.jacc.2003.06.022.
- 31) Bowman, B. A., Russell, R. M.; Katcher, H.I., Gillies, P. J., Kris-Etherton, P. M., / 井上修二, 石田均, 動脈硬化性心血管疾患, 最新栄養学 9 版, pp.640-658 (2007), 建帛社, 東京.
- 32) 後藤佐多良, 1. 老衰の仕組みと対策をたんばく質から考える, 日老医誌, **47**, 107-109 (2010)
- 33) Kurpad, A. V., Vaz, M., Protein and amino acid requirements in the elderly, *Eur J Clin Nutr*, **54**, suppl 3, S131-s142 (2000)
- 34) Bowman, B. A., Russell, R. M.; Pencharz, P. B., Young, V. R., / 小林修平, 岡純, たんばく質とアミノ酸, 最新栄養学 pp.59-76 (2007), 建帛社, 東京.
- 35) Doherty, CP., Host-pathogen interactions: the role of iron. *J Nutr.*, **137**, 1341-1344 (2007)
- 36) Stevens, R. G., Graubard, B. I., Micozzi, M. S., Neriishi, K., Blumberg, B. S., Moderate elevation of body iron level and increased risk of cancer occurrence and death. *Int J Cancer*, **56**, 364-369 (1994)
- 37) Sasazuka, S., Inoue, M., Tsuji, I., et al., Body Mass Index from all causes and major causes in Japanese: Results of a pooled analysis of 7 large-scale cohort study. *J Epidemiol*, **21**, 417-430 (2011)
- 38) Hoffman, D. J., Reynolds, R. M., Hardy, D. B., Developmental origins of health and disease: current knowledge and potential mechanisms. *Nutr. Rev.* **75**, 951-970 (2017)

Food Groups and Nutrients that Affected the Extension of Life Expectancy at birth for Japanese People after the World War II

Mitsugu Inoue

ABSTRACT

[OBJECTIVES] After the war, the life expectancy at birth for Japanese people increased rapidly with economic growth, becoming the number one in the world in 1984, and has been growing now. In addition to economic growth, this is said to be associated with improved education levels, health / medical care, and diet / nutrition. Here, we focus on the relationship between diet / nutrition intake and extension of the life expectancy.

[METHODS] For convenience, the research period from immediately after the war to the present can be divided into three periods: the postwar economic recovery period, the economic growth period, and the economic stagnation period. We investigated the increase and decrease in the life expectancy and food group and nutrient intake in two adjacent periods, and the correlation between the life expectancy and these intakes in each period. These results were combined to comprehensively evaluate the effect of each food group and nutrient, and this method was called the comprehensive evaluation of intake and correlation. Multiple regression analysis was performed to determine the extent of its effects on the life expectancy. We also compared the results of the comprehensive evaluation and the multiple regression analysis.

[RESULTS] The life expectancy at birth for males and females basically increased over time after the war. From 1960 to 1995, this grew linearly as the logarithm of GDP increased, but after 1996 it grew independently of that of GDP. Consistent with the results of the multiple regression analysis and the comprehensive evaluation, meats and fungi (mushroom) may have contributed strongly to the extension of the life expectancy for males and females, and algae, milk and fat may have contributed slightly. Carbohydrate, vegetable protein, and the ratio of vegetable protein to animal protein may have suppressed strongly or moderately the life expectancy extension, and iron, rice and salt may have weakly or slightly done so.

[CONCLUSION] In the future, to extend the life expectancy of Japanese people, it will be necessary mainly to increase the intake of meats and fungi (mushroom) and reduce the intakes of carbohydrate, vegetable protein, iron, and salt and the ratio of vegetable protein to animal protein.

Key word: life expectancy, nutrients, foods, meat, fungi (mushroom), carbohydrate, vegetable protein, salt, iron, fat, energy, ratio of vegetable protein/animal protein

