

## ストレス負荷によって起こる身体的、精神的変化に 及ぼすビタミンCの影響について

塩入 輝恵, 飯島由美子, 斎藤 禮子, 三田 禮造<sup>2</sup>, 添野 尚子<sup>1</sup>, 苦米地孝之助<sup>1</sup>

(平成6年9月30日受理)

### The influence of Vitamin C on physiologic and psychologic response to stress

Terue SHIOIRI, Yumiko IJIMA, Reiko SAITO, REIZOU MITA<sup>2</sup>,  
Naoko SOENO<sup>1</sup> and Kounosuke TOMABECHI<sup>1</sup>

(Received September 30, 1994)

#### 1. 緒言

我々を取り巻く社会的・心理的外部環境は絶えず変化しており、高度技術化社会・高学歴社会・高齢化社会などと言われる現代社会を背景に我々は絶えずストレスにさらされている。このたのストレス研究は、近年めざましい進歩を遂げ、脳ホルモンの研究分野においてもストレスに関与する適応ホルモン<sup>1)~3)</sup>の発見が見られる。また一方では、これら回避するためのストレスケアも様々な角度から試みられている。

我々はこれまでストレスと栄養の関係を詳しく知るため、種々の研究を行ってきた。1984年苦米地ら<sup>4)</sup>による疲労の自覚症状・尿中カテコールアミン等をストレスの指標とし食生活との関連を調査し、食事に問題の有る者つまり朝食欠食、タンパク質摂取不足、野菜・果物摂取不足、菓子・酒類摂取過剰の者に自覚症状が多いという結果を得ている。次にこれらは真にストレスによるものか、または逆にこれらの食事がストレスを起こすのかを考え、1987年三田ら<sup>5)</sup>による所要量を充足させた一定の食事摂取下においての3種のストレス負荷実験を、1988年猪俣ら<sup>6)</sup>による食品構成上、偏りない食事と乳・乳製品、野菜類、果物類を少なく菓子類の多い食事を対照とした実験を、さらに1989年添野ら<sup>7)</sup>によるストレス負荷と日常摂取している食事内容の差を見た実験を行っている。これらの結果において、ストレス負荷としては、連続計算に自覚症状や尿中カテコールアミン排泄量の変化が顕著に見られたこと、乳・乳製品、野菜類、果物類を少なく菓子類の多い食事に自覚症状が多く、偏りない

栄養指導論研究室 1. 公衆衛生学第一研究室

2. 弘前大学医学部公衆衛生学講座

食事では尿中カテコールアミンの増加がみられたこと、そして栄養素及び食品群についてはビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンC及び、緑黄色野菜、果実、魚介類その他の野菜がこれらに関与していることを見だしている。これらの実験経過から、今回はストレスに関係していると思われる栄養素の一つであるビタミンCに注目し実験を行なったのでその結果を報告する。

#### 2. 方法

1. 実験期間：平成3年7月16日から7月26日迄の12日間（集合は7月15日20時，解散は7月26日9時）

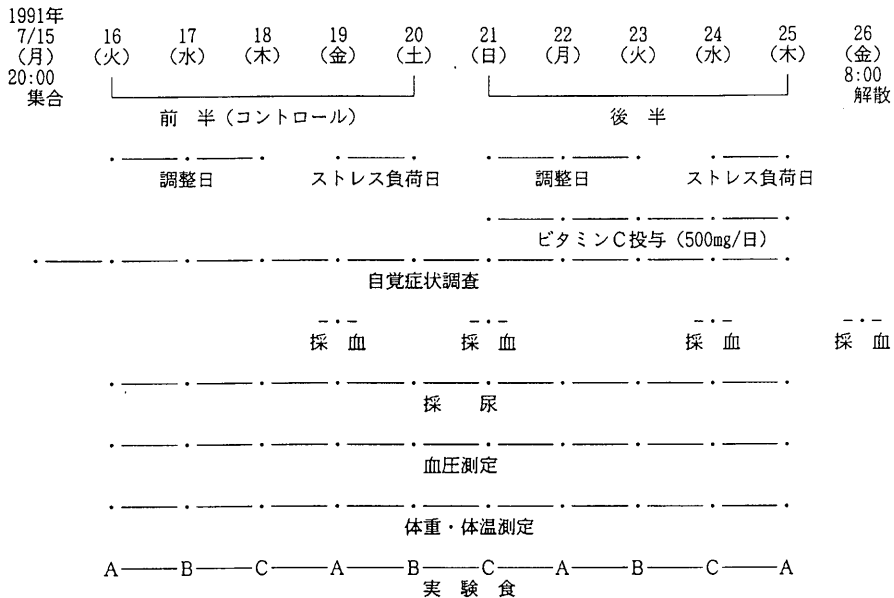
2. 対象：ヘルシンキ宣言に基づき、予め実験の目的、手順について十分な説明を受け、自発的に協力を申し出た東京家政大学家政学部栄養学科に在籍する女子大学生10名で、平均年齢は21.5歳，平均身長は156.8cm，平均体重は49.2kgである。

3. 方法：被験者の身長，体重，月経の状態等がなるべく等分になるよう配慮し，5名ずつのビタミンC投与群（以下投与群とする）と偽薬群（以下偽薬群とする）の2群に分け，実験全期間，一定量の食事を残さないよう摂取させ，前半，後半のそれぞれ5日間で，2日間のストレス負荷を行なった。なお，ビタミンCの投与は後半のみである。

##### (1) 食事

食事は第4次改訂日本人の栄養所要量<sup>10)</sup>に基づき，20歳代女子の生活活動強度Iとして各所要量を充足させた，なるべく食品に偏りが無いような献立3種<sup>11)</sup> A・B・Cを作成し，これを1サイクルとした。尚，ビタミンCについてはどの献立とも四訂日本標準食品成分表を用い，ほぼ50mgになるよう配慮した。

表1 実験スケジュール



(2) ビタミンC投与

後半5日間、食事の他に投与群にアスコルビン酸<sup>12)</sup>を500mg、偽薬群には酒石酸500mgを連日投与した。

(3) ストレス負荷

前半、後半とも第4日目及び第5日目の午前、午後それぞれ3時間ずつの計6時間の連続計算作業を行なった。計算問題の内容は、市販(4社)の小学校3~4年生の計算問題集を用いて、50分間の計算解答と10分間の採点である。

4. 検査: ストレスの指標として、自覚症状調査及び、尿中カテコールアミン排泄量<sup>13)</sup>、血漿ビタミンC濃度の測定を行い、平行して心拍数、血圧、体温、体重、身長を測定を行なった。

(1) 自覚症状調査

日本産業衛生協会、産業疲労研究会作成による「疲労調査表(30項目)」より選出した17項目<sup>9)</sup>について5段階評価方式を用い、起床時と就寝前の1日2回、各被験者に記入させた。

(2) 採尿及び尿中カテコールアミン排泄量の測定

毎日、栃久保らより開発されたパーテーションカップ<sup>14)</sup>を用い〔A尿: 当日7~12時, B尿: 12~17時, C尿: 17~22時, D尿: 22~翌朝6時, E尿: 6~7時〕5回に分けて蓄尿採取し、これを1日尿として、カテコ

ルアミン(アドレナリン、ノルアドレナリン)量を高速液体クロマトグラフィー-ECD法により測定した。

(3) 採血及び血液生化学的検査、血漿ビタミンC測定

ストレス負荷の前後(前半、後半4日目、6日目)の早朝時に5ml採血、採血後即座に除蛋白、低温保存し、血液生化学的検査は、採血第1回目のみ実施、血漿ビタミンC濃度はヒドラジン法により測定をした。

(4) 心拍数、血圧、体温、身体測定

毎日起床時および就寝時に、オムロンデジタル自動血圧計HEM-719型にて心拍数、血圧を、水銀体温計にて体温を測定。体重は起床時に、身長は第1日目、第10日目に測定した。

(5) 統計手法

統計値の差の検定は、二標本t検定を用いた。

3. 実験結果

(1) 自覚症状の変化

自覚症状の訴え数の変化は就寝前と起床時に違いが見られた。

就寝前の自覚症状数を変動比率でみると(図-1-①)、前半、後半ともストレス負荷により増加しているが、後半が前半に比べ増加の割合が少ない。尚、投与群と偽薬群の2群間では、投与群のほうが投与初日、前日からの

ストレス負荷によって起こる身体的、精神的变化に及ぼすビタミンCの影響について

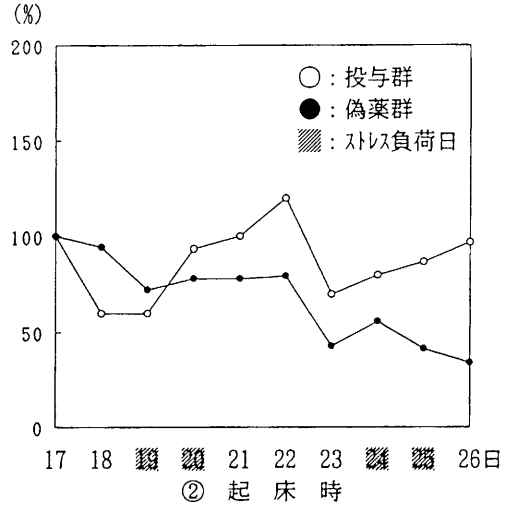
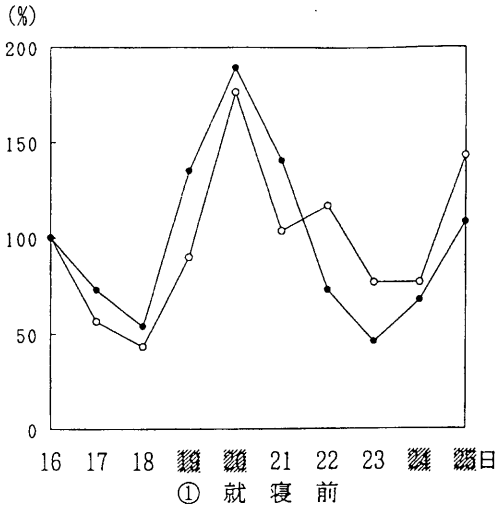


図-1 自覚症状の変化

図-1 自覚症状の変化

変動が大きく自覚症状は少なくなっている。また、後半のストレス負荷初日には前日からの変化はみられない。起床時の自覚症状を変動比率でみると(図-1-②)、投与群においてストレス負荷を行った翌日及び翌々日まで増加しているものの前半に比べ、後半はその割合が少ない。また偽薬群では減少傾向がみられる。

(2) 尿中カテコールアミン排泄量の変化

ノルアドレナリンについてみると(図-2-①)、前半、ストレス負荷第一日目において偽薬群の値が下がっているものの、全体的にみるとストレス負荷により排泄量が増加している。また、投与群に比べ偽薬群は排泄量の増減が著しく変化し、特に調整日である前半の18日及

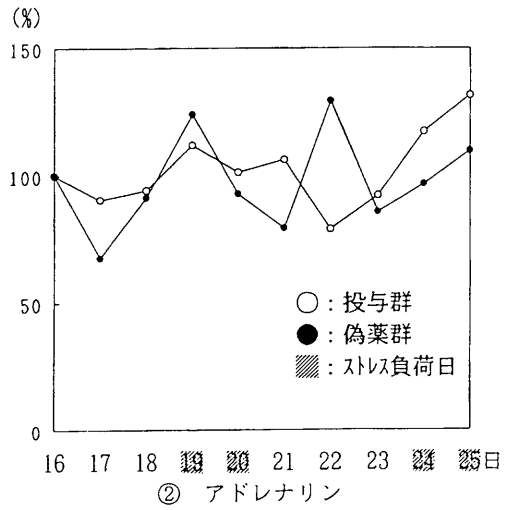
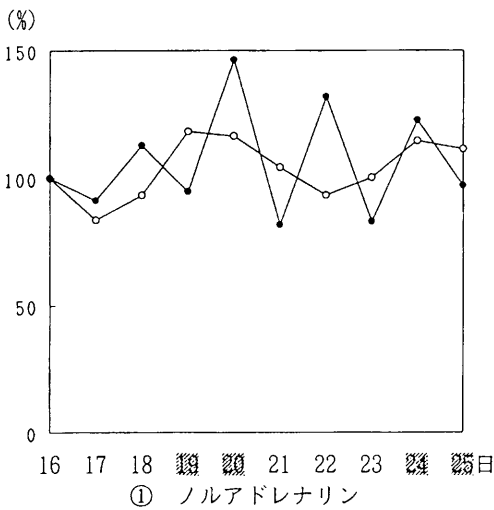


図-2 尿中カテコールアミン排泄量の変化

び後半の22日においても排泄量が多く、不安定である。

アドレナリンについてみると(図-2-②), 前半, 両群ともストレス負荷により排泄量が増加している。投与群では前半に比べ後半の増加率が大きい。また投与初日においては, ストレス負荷翌日であるにもかかわらず排泄量の減少は見られず増加している。

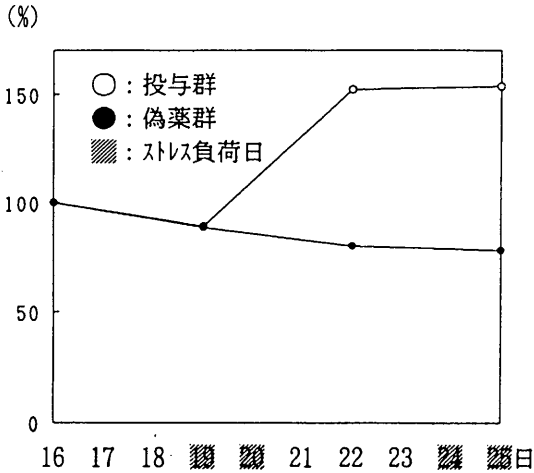


図-3 血漿ビタミンC濃度の変化

(3) 血漿ビタミンC濃度(図-3)

一般にストレス負荷によりビタミンC濃度は低下すると言われており, 偽薬群では低下傾向を認めた。これに対し投与群では著しく増加し, ストレス負荷による減少もみられず, 2群間に有意な差が認められた。

(4) 血圧の変化

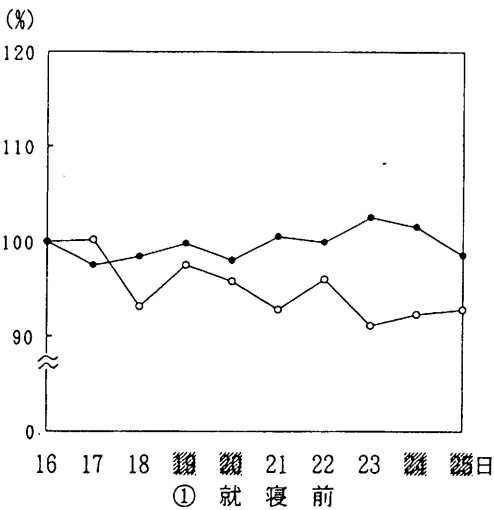
前半, 後半においてストレス負荷による収縮期血圧の上昇がみられた(図-4①, ②)。就寝前では, 全期間を通して偽薬群ではあまり変動がみられないが, 投与群では若干低くなっている。またストレス負荷においては, 投与群に上昇が見られるが, 偽薬群は下降している。

(5) 体温の変化

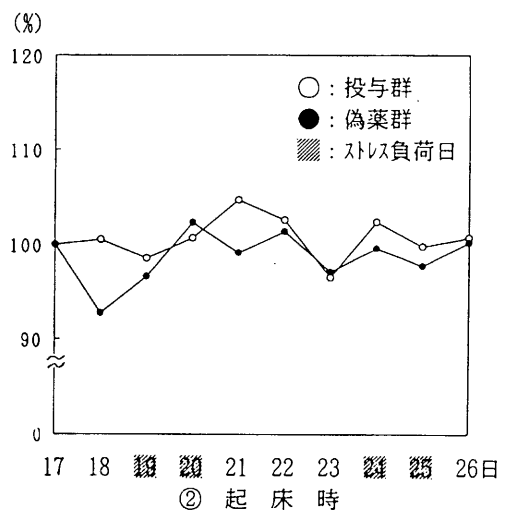
ストレス負荷による体温の変化はみられなかった。

(6) 実験食について

ビタミンC量について, 実験に用いた3種の献立の調理後つまり喫食直前の食品分析を財団法人日本食品分析センターに委託依頼した結果<sup>1)</sup>は, A献立32.1mg (62.4%), B献立33.9mg (67.8%), C献立51.5mg (102.3%)であった。



① 就寝前



② 起床時

図-4 収縮期血圧の変化

#### 4. 考 察

我々が社会生活を行って行く上で避けられることのできないのがストレスである。これまで本研究グループは、このストレスの対処法として、食生活面から様々な検討を行ってきた。その結果、野菜、果物類に多く含まれる栄養素であるビタミンCが有効ではないかと考えられたので、本実験を実施した。

ストレス状態においては、交感神経系刺激伝達物質であるカテコールアミン、つまりノルアドレナリンやアドレナリンの分泌が促進され、適応できるように調節されることが知られている。本研究グループがこれまでに行った実験でも、ストレスの指標として自覚症状及び尿中カテコールアミンの排泄量を目安としてきた。また生体内においてビタミンCは、副腎中に多量に含まれており<sup>15)</sup>、副腎皮質及び副腎髄質から分泌されるホルモンの合成に欠くことのできないものとされている。ストレス負荷時にはこれらのホルモンが多量に分泌されるので、当然のことながらビタミンCの消費が促進される。

本実験では、ビタミンC所要量の50mgを食事中から給与し、さらに所要量の10倍である500mgをアスコルビン酸として投与することにより、ストレス負荷時における生体内の変化をみている。

結果予測として、自覚症状の変化については、ストレス負荷により増加し、投与群では前半に比べ、投与時後半の自覚症状の訴え数がビタミンCにより軽減されるであろうという仮定のもとでこの変化を観察した。結果は就寝前及び起床時の前半、後半ともストレス負荷により増加はしているが、増加割合は、後半が前半に比べ少ない。これは2週間に及ぶ実験期間と連続計算というストレス負荷に対する適応つまり慣れによるものであると考える。投与群は偽薬群に比べ、後半初日つまり投与初日の就寝前において変動が大きく、比率が低くなっているが、全体的にみるとビタミンC投与による自覚症状の軽減が持続するような傾向は見られなかった。なお、偽薬群における起床時の変動率が減少傾向を示しているが、これは実験初日の自覚症状訴え数の平均が、投与群では4.5に対し偽薬群はこの約3倍の14と多かったためと思われる。また、後半のストレス負荷第1日目の起床時に、両群共に増加していることは興味深く、これから既に経験している連続計算というストレスを予想しての精神的変化の結果ではないかと考える。

次に尿中カテコールアミン排泄量の変化について、前述のとおりストレス負荷によるビタミンCの消費を考慮すると、投与群ではストレス負荷時における尿中カテコールアミン排泄量の増加がみられるであろうと仮定し、その変化を観察した。結果はノルアドレナリン、アドレナリン共にストレス負荷により排泄量の増加がみられた。特にアドレナリン排泄量についてみると、偽薬群が前半に比べ後半の増加率が小さいのに対して、投与群では増加率が大きい。またノルアドレナリンの排泄量に関しては、ビタミンC投与による変化は認められなかった。

つまり、ストレス負荷時にビタミンCを投与することで、尿中カテコールアミン特にアドレナリン排泄量が増加したことは、ストレスによる体内の適応反応が促進されたのではないかと考える。なお、偽薬群の後半、ストレス負荷をしていない調整日第2日目で、アドレナリン、ノルアドレナリン排泄量の著しい増加がみられるが、個人別の変化率において、被験者の1名の数値に大きな増加が認められた。これについては、排泄量を左右するような何らかの要因があったのではないかと考える。

血漿ビタミンC濃度については、ストレス負荷による低下がみられた。後半において投与群は当然のことではあるが血漿ビタミンC濃度は著しく増加し、偽薬群では減少し続けている。これはストレス負荷による血漿中のビタミンCの消費<sup>16)</sup>が行なわれていると考える。また金子ら<sup>17)</sup>は、野菜摂取量の多少からビタミンCの摂取量をみだし、血中ビタミンC及び自覚症状の変化を観察しているが、ここにおいてもビタミンC摂取量の少ない者において血漿ビタミンC濃度の低下と自覚症状の増加したことを報告している。

血圧については、就寝前の収縮期に変化がみられた。ストレス負荷において偽薬群は下降しているのに対し、投与群は上昇している。ストレス時にはカテコールアミンなどのホルモンが多量に分泌されることは前述の通りであるが、さらにアドレナリンが副腎より分泌されると、心拍出量は増加する<sup>18) 19)</sup>ことは知られている。このため、心臓の収縮期における血圧の上昇がみられたのではないかと考える。投与群にこのような変化がみられたことはビタミンCがカテコールアミン分泌を促進させ、ストレス負荷数時間後にまで、これが影響したのではないかと考える。

体温については変化はみられなかった。体温の安定は、測定がストレス負荷直後ではないこと、つまり時間的経

過によるものと考え、

## 5. まとめ

本実験は野菜や果物の成分の1つであり、従来からストレスに対し、特に関係が深いと考えられているビタミンCの効果について検討したものである。その結果、ビタミンC投与による、自覚症状の減少、尿中カテコールアミンの排泄量の増加がみられた。しかし、ビタミンCを所要量の10倍という大量投与の結果としては、疑問に残る点も多い。たとえば自覚症状訴え数については、後半における偽薬群の極端な減少、また尿中カテコールアミン排泄量については、調整日における著しい増加などである。これらは各被験者のデータ変化のばらつきによるものであることは確認されている。

今回の実験は10日間の集団合宿という制約のもとで行ない、ストレス負荷として連続計算を用いた。連続計算がストレス負荷として効果的であることは、過去の実験からも考えられる。しかし、少なからず各個人におけるストレスは様々なストレスの受け方、度合い、症状が多様であることから、被験者10名においても、この集団生活及び連続計算に対する、受け方の相違が伺われる。

一般にストレス負荷実験は合宿させることだけでストレスになると言われているが、今回のように食事との関係を調べる場合には、どうしても被験者に同一生活をさせることが必要であり、それによってはじめてストレス負荷の効果が観察できる。従ってまず、同一生活の場において、被験者に何らかの影響を及ぼすものを取り除くことが第一条件である。

さらに実験を行う際、被験者の日常における性質、性格を予め把握しておくことも必要ではないかと考える。たとえば、集団生活における適応性、連続計算の得意不得意、持久性などである。

そして、各個人がストレスとするものに誰もが対処できるよう、栄養学的に解決することは、今回の実験に止まらず、さらに検討を要するを感じた。

## 6. 要約

ストレス負荷による身体的、精神的変化に及ぼすビタミンCの影響をみるため、女子大生10名を対象として、ビタミンC投与による、ストレス負荷時の生体内の変化を観察した。実験期間は10日間で、前半5日間、後半5日間に分け、それぞれ4日目、5日目に1日6時間の連

続計算によるストレス負荷を行なった。被験者をビタミンC投与群、偽薬群の2群に分け、食事は栄養所要量に基づき、特にビタミンCについては50mg/日を食事から給与し、さらに前者にはアスコルビン酸を500mg、後者には酒石酸500mgをそれぞれ、実験期間の後半5日間に連日投与した。

ストレス負荷時における生体内の観察項目は、自覚症状数、尿中カテコールアミン排泄量、血漿ビタミンC濃度、血圧、体温の変化であり、結果は次の通りである。

- (1) 就寝前の自覚症状は、前半両群とも増加がみられた。後半では前半に比べ増加割合が少なかった。後半投与群の変化割合が偽薬群に比べ少なかった。
- (2) 起床時の自覚症状は、投与群において後半の増加傾向が前半に比べ少なかった。偽薬群では減少していた。
- (3) 尿中カテコールアミン排泄量は、両群とも前半、後半に増加がみられた。特にアドレナリン排泄量は、投与群では、前半に比べ後半の排泄量が多くなっていた。
- (4) 血漿ビタミンC濃度は、前半両群とも減少がみられた。後半投与群で著しい増加がみられ、偽薬群では減少傾向がみられた。
- (5) 血圧は、就寝前の収縮期血圧において、投与群では上昇、偽薬群では下降がみられた。
- (6) 体温は、特に変化はみられなかった。

以上のことから、ストレス負荷時における、ビタミンC500mg投与の生体内での効果は、少なくとも尿中カテコールアミンにおいてアドレナリンを増加させ、自覚症状の増加を抑制することがわかった。これはストレスに適応したであろうと推察する。

## 謝辞

報告を終えるにあたり、本実験にご協力頂いた本学の家政学部栄養学科の学生に深謝いたします。

## 引用文献

- 1) 石川俊男：臨床栄養，76，pp. 129～135(1990)
- 2) 中村治雄：現代の健康科学，朝倉書店（東京），1986，pp. 72～74
- 3) 三石 巖：三石巖全業績8・ビタミンCのすべて，現代書林（東京），1988，pp. 63～67
- 4) 田中正敏他：近未来の人間科学事典，朝倉書店（東京），1988，pp. 330～332
- 5) 関邦博他：人間の許容限界ハンドブック，朝倉書店

ストレス負荷によって起こる身体的、精神的变化に及ぼすビタミンCの影響について

- (東京), 1990, pp. 199~201
- 6) 苫米地孝之助, 大木和子, 栗原和美, 秦磨正, 文谷  
 知明, 鎌田豊数, 清水盈行, 三田禮造, 山口功,  
 斉藤芳枝, 吉原富子, 南雲葉子, 尾関幸子, 西牟田  
 守, 橋本勲, 小林修平: 栄養学雑誌, 50, pp. 69~  
 78(1992)
- 7) 三田禮造, 苫米地孝之助, 山口功, 添野尚子, 小林  
 修平, 西牟田守, 清水盈行, 大木和子, 栗原和美:  
 栄養学雑誌, 49, pp. 63~74(1991)
- 8) 猪俣美知子, 三田禮造, 苫米地孝之助, 添野尚子,  
 小林修平, 清水盈行, 大木和子, 矢野和美: 栄養学  
 雑誌, 50, pp. 145~152(1992)
- 9) 添野尚子, 苫米地孝之助, 三田禮造, 猪俣美知子,  
 小林修平, 清水盈行: 栄養学雑誌, 50, pp. 153~  
 163(1992)
- 10) 厚生省保健医療局健康増進課: 第四次改定日本人の  
 栄養所要量, 第一出版(東京), 1989, pp. 8~9
- 11) 塩入輝恵, 飯島由美子, 斎藤禮子, 三田禮造, 添野  
 尚子, 苫米地孝之助: 東京家政大学研究紀要, 34,  
 pp. 41~48(1994)
- 12) 岸真之輔: 1987年版 食品添加物便覧, 食品と科学  
 社(大阪), 1987, p. 187
- 13) 中野裕, 大森芳明, 新保慎一郎: 日本臨床, 30,  
 pp. 531~541(1976)
- 14) Tochikubo.O and Kaneko.Y: Simpul,  
 protabl device for sampling a whole day's  
 urine and its application to *Hypertensive*  
 outpatients, *Hypertension*, 5, pp. 270~273,  
 (1983)
- 15) 鈴江緑衣郎: *medicina*, 17, pp. 950~954(1980)
- 16) 小林修平他: 最新栄養学〔第6版〕, 建帛社(東京),  
 1992, p214
- 17) 金子佳代子, 石川和子, 福田加代子, 小池五郎:  
 日本栄養・食糧学会誌, 38, pp. 359~362(1985)
- 18) 吉田富三他: 医学大辞典, 南山堂(東京), 1979,  
 pp. 35
- 19) 長谷川吉則, 上畑鉄之丞: からだの科学, 162, pp.  
 85~89,(1992)