高齢女性の日常生活における生活活動年齢の推定

金 禧植¹⁾, 蘇 在武²⁾, 田中喜代次³⁾

1) 筑波大学体育科学研究科

2) 建国大学校師範大学体育教育学科

3) 筑波大学体育科学系

Assessment of the Activities of Daily Living Age in Elderly Women

Hee Sik KIM¹⁾, Jae Moo So²⁾ and Kiyoji TANAKA³⁾

1) *Doctoral Program of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba*

2) *Department of Physical Education, Kon-Kuk University*

3) *Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba*

The purpose of this study was to assess activities of daily living age in elderly. The subjects were 253 Korean elderly women, aged 60 to 91 years, all of whom were participants in an elderly school program managed by the Seoul City. Activities necessary for independence in daily living must be selected from various components. First of all, a questionnaire was administered to clarify the areas of activities of daily living in the elderly. Factor analysis with Normal Varimax criterion was applied to the data, and the factors extracted were interpreted as locomotion of whole body, manipulation of upper limb, manipulation of finger, and change of posture. Secondly, twenty-four performance tests related to the activities of daily living were selected. Principal component analysis was applied to the 24×24 correlation matrix, and first principal component was interpreted as total activities of daily living because of significantly heavy loadings with all variables. Principal component score decreased significantly with advancing age ($r = -0.578$). Multiple regression analysis revealed that out of the 24 variables examined, 5 were suitable for the assessment of the activities of daily living. The equation developed to determine the activities of daily living age (ADLA) was $ADLA = 6.28ADLS + 72.21 + Z$, $ADLS = -0.039x_1 + 0.051x_2 + 0.048x_3 + 0.015x_4 + 0.012x_5 - 2.76$, $Z = 0.44Age - 31.45$; where x_1 = walking around two chairs in a figure 8, x_2 = moving beans from one container to another using pincers, x_3 = grip strength, x_4 = raising the arms above the head while holding a bar, and x_5 = balancing on one leg with eyes open. It was confirmed that the estimated ADLAs were symmetrically scattered above and below the line of identity (i.e., chronological ages = ADLAs). In the cross-validation sample ($n = 100$), no significant difference existed between ADLAs and chronological ages. The equation for estimating ADLA was considered useful in evaluating activities of daily living in the elderly.

(Ann. Physiol. Anthropol. 13(4): 175-182, 1994)

Key words: Elderly, Activities of daily living age, Principal component analysis

I. 研究の目的

欧米諸国や日本では、高齢化社会の到来にそなえて高齢者向けの体力・運動能力測定やその評価方法に関する研究が活発になされてきているが、これは近い将来、韓国においても重要な検討課題になると考えられる。内外におけるこれまでの研究では、次のようなことが問題点として挙げられる。第一に、高齢者の体力・運動能力のいかなる側面を重視すべきかが具体化されていない。第二に、高齢者にとって望ましい体力・運動能力の位置づけが不明確であるので、測定内容の妥当性に疑問が残る。第三に、60歳以上の高齢者を対象にした年齢尺度による評価方法の検討は限られている。

以上の点を踏まえて、本研究では高齢者にとって「自立して活力ある日常生活を営むのに必要となる能力」を活動能力と定義し、この活動能力をより長く保持することが重要であるという立場から検討を加える。具体的には、韓国高齢者の活動能力を評価するために、日常生活における活動動作が反映されると思われる測定項目を用いたパフォーマンステストを開発し、次に、身体的成就による活動能力の水準を年齢という尺度で評価することを目的とした。

II. 研究方法

1. 標本

本研究の標本は、韓国の社会福祉財団が運営している中部老人福祉館、南部老人福祉館の老人大学に通っている60～91歳の高齢女性253名（60～64歳：22名、65～69歳：78名、70～74歳：63名、75～79歳：51名、80歳以上：39名）（第1標本）、および60～87歳の高齢女性100名（60～64歳：14名、65～69歳：37名、70～74歳：23名、75～79歳：19名、80歳以上：7名）（第2標本）であった。第1標本のデータは生活活動年齢の推定式を作成するために、第2標本のデータは推定式の交差妥当性の検討のために利用した。

2. パフォーマンステスト

(1) テスト項目

筆者らは質問紙調査の結果に対して因子分析を行ない、日常の活動動作は「全身の移動」、「上肢の操作」、「手指の操作」、「起立・姿勢変換」の4つの領域に分類できることを認めた（金ら、1993）。パフォーマンステストの項目は、前述の結果および日常生活における身

体活動の成就に関する先行文献（荒尾ら、1991；Clark, 1989；Fleishman, 1965；平手ら、1988；金ら、1992；中西、1991；Nakao et al., 1991；商品科学研究所、1990）を参考にして選択した。また、高齢者の体力水準は青少年期や壮年期と異なるので、できる限り高齢者用に開発または改良された項目を選択するよう配慮した。最終的に選択した項目は、表1の通りである。

表1 パフォーマンステスト項目

領 域	テスト項目
全身の移動	8の字歩行 反復横とび 膝関節伸展力 利き足タッピング 膝関節屈曲筋持久力 下肢拳上高 全身反応時間
上肢の操作	握力 上肢拳上角 利き手タッピング 上腕屈伸力 ジュース缶の置き換え 肩関節柔軟性 落下棒反応
手指の操作	糸巻き 豆運び ピンチ力 手腕作業（片手） 手腕作業（両手）
起立・姿勢変換	起立時間 長座位体前屈 開眼片足立ち 閉眼片足立ち ツイスト&タッチ

(2) 測定方法

高齢者では、測定を受ける要領が理解できないことが少なくないという点を考慮し、すべての項目について予め検者による説明と2～3回の練習機会を与え、その後に2回テストするという方法を採用した。服装は活動しやすい軽装とした。また、項目数が多いという高齢者への負担を考え、測定は老人福祉館および48名の検者の協力のもと1週間にかけて実施した。各項

目の測定方法は次の通りである。

1) 開眼片足立ち, 2) 閉眼片足立ち, 3) 長座位体前屈 (ヤガミ機器製 Model WL-35), 4) 握力 (ヤガミ機器製 Model 1857), 5) 落下棒反応, 6) 反復横とび, 7) 膝関節伸展力 (ヤガミ機器製 Model KE-300), 8) 利き足タッピング (竹井機器製 Model 3715 B), 9) 利き手タッピング (竹井機器製 Model 3715 A), 10) 全身反応時間 (竹井機器製 Model 1264B) の測定については, 日本人の体力標準値IV版 (東京都立大学身体適性学研究室, 1989) に記載された方法に基づいて実施した。

11) 起立時間: 床上の仰臥位姿勢から任意の方法で, できるだけすばやく起き上がり, 直立姿勢をとるまでの時間を0.1秒単位で測定した。

12) ツイスト&タッチ: 肩の高さに合わせて壁に巻尺を貼り付け, 壁から1m離れて後ろ向きに立たせた。次に, 利き腕を肩の高さまで水平に挙げさせ, 上体とその腕を壁の方に捻転させた時の指先の位置を1cm単位で読み取った。なお, 肩の真後ろまで捻転できた場合を0cm, それよりも捻転度が小さい場合をマイナス, 大きい場合をプラスとした。

13) 上肢挙上角: 肩峰点に合わせて分度器を壁に貼り, 壁面に対して横向きの立位姿勢で棒を握った両上肢を水平位から挙げさせ, 棒の最大の移動範囲を1°単位で読み取った。

14) ジュース罐の置き換え: 椅子に座らせ, 合図によって正面にある机の上の罐を利き手で置き換えさせた。測定は0.1秒単位とした。

15) 上腕屈伸力: 椅子に座らせ, 30秒間に1.8kgのダンベルを利き腕で屈曲する回数を測定した。

16) 肩関節柔軟性: 伏臥位姿勢で両腕を前方に伸ばさせ, 棒を肩幅の位置で握らせた。そして顎を床面につけた状態からできるだけ高く棒を挙げさせ, 床面から棒の高さを上体反らし計を利用して0.1cm単位で計測した。

17) 糸巻: 直立姿勢で両手を胸の高さに位置させ, 1.5mの木線糸を巻く時間を0.1秒単位で測った。

18) 豆運び: 机の上に2つの小箱 (25×25cm) を用意し, 一方の箱に入っている60個の大豆をピンセットではさんで他方の箱に移し得た数を数えた。姿勢は座位とした。

19) ピンチ力: ピンチ力計 (酒井医療製 SPR-641) を机の上に置いて座位姿勢をとらせ, 第I指と第II指でレバーをはさむ力を0.1kg単位で測定した。

20) 手腕作業 (両手ペグ移動): ペグボード (竹井機器製 Model 1306) を置いた机の前に立たせ, ペグを両手で同時にボードの別の穴に移し替える作業回数を測定した。作業時間は30秒とした。

21) 手腕作業 (片手ペグ移動): ペグボード (竹井機器製 Model 1306) を置いた机の前に立たせ, 利き手を用いてペグをボードの同じ穴に逆に差し替える作業回数を測定した。作業時間は30秒とした。

22) 8の字歩行: 1.5×3.6mの四角の枠の中央においてある四本脚の椅子に座らせ, 合図によって椅子の右後方 (2.4m) にある棒を回ってきて同じ椅子に座る。休まないで再び椅子から立って今度は左後方 (2.4m) にある棒を回って椅子に戻る。これを2回繰り返す。この所要時間を0.1秒単位で記録した。このテストは, 先行研究 (金ら, 1993) では「椅子を用いた歩行」と名づけた。

23) 膝関節屈曲筋持久力: かがみ姿勢で背中と臀部を壁にぴったりとくっつけ, 屈曲した両脚の間隔を肩幅くらいとする。膝の角度は90°とし, 腕は両側に垂らす。このかがみ姿勢をできる限り長く維持するように指示した。つまり, 足や上体の位置がずれたり, 手で壁を支えるなど, 固定した姿勢が崩れるまでの時間を1秒単位で測った。

24) 下肢挙上高: 片脚で体を支えながら同側の片手を壁にそえ, 両膝はできる限り伸ばし, 上体のバランスが崩れない程度に他方の脚を上げさせ, 床と上げた脚の踵の間の距離を1cm単位で測った。

3. 生活活動年齢の推定式の作成および交差妥当性の検討

選択した24項目間の相関行列に主成分分析を適用し, 固有値が1.0より大になる主成分を抽出した。次に, 第I主成分について加齢に伴う変化を確かめ, 各個人の第I主成分得点を暦年齢と比較できるような尺度 (生活活動年齢) に変換した。さらに, 作成した推定式の妥当性を再確認するために別の老人大学に通う60歳以上の高齢女性100名について同じ測定を行ない, 生活活動年齢と暦年齢との関係を再検討した (交差妥当性の検討)。

III. 結 果

1. 活動能力の加齢に伴う変化

表2は、求めた24項目間の相関行列に主成分分析を適用して得た6個の主成分および各主成分と測定項目との相関を示したものである。第I主成分はすべての項目に対して有意な相関を示しており、24項目の中の16項目(67%)に|0.5|以上の値が見られた。従って、この主成分は日常生活における総合的活動能力と解釈した。

図1は、活動能力の加齢に伴う横断的变化を検討するため、個々人の第I主成分得点と暦年齢との相関関係を散布図で描いたものである。主成分得点は加齢に伴って低くなっており、暦年齢との相関は -0.578 ($p < 0.05$)であった。

2. 主成分分析による生活活動年齢の推定式の作成

1) 活動能力推定式の妥当性の検討

表2の中で高い相関を示す項目を選べば、活動能力の推定の妥当性は高くなる。ここでは、その妥当性を第I主成分(総合的活動能力)と複数の測定項目との重

図1 主成分得点の加齢に伴う変化

表2 主成分と測定項目の相関

測定項目/主成分	I	II	III	IV	V	VI
糸巻き	-0.500	0.129	0.001	0.214	0.120	0.263
起立時間	-0.566	-0.185	-0.063	0.072	-0.059	0.187
8の字歩行	-0.719	-0.047	0.299	0.143	0.044	0.078
上肢挙上角	0.626	0.016	0.049	-0.395	-0.077	-0.010
反復横とび	0.713	0.044	-0.281	-0.193	-0.040	-0.022
手腕作業(両手)	0.669	-0.297	-0.181	0.188	-0.133	-0.169
手腕作業(片手)	0.458	-0.333	0.021	0.215	-0.306	-0.212
豆運び	0.673	-0.154	-0.033	0.130	0.151	-0.189
ジュース缶置き換え	-0.634	0.330	0.221	0.034	-0.104	0.024
利き足タッピング	0.549	-0.061	-0.325	-0.072	0.483	0.246
利き手タッピング	0.557	0.017	-0.197	0.095	0.330	0.438
全身反応時間	-0.486	-0.026	0.161	-0.291	-0.152	0.133
肩関節柔軟性	0.380	0.157	0.399	-0.023	0.043	0.351
長座位体前屈	0.498	0.237	0.450	-0.223	-0.010	-0.001
ツイスト&タッチ	0.527	-0.036	0.161	-0.365	-0.015	-0.083
下肢挙上高	0.623	0.156	0.228	-0.196	0.096	-0.162
ピンチ力	0.514	-0.184	0.232	-0.037	-0.151	0.118
握力	0.589	0.086	0.071	-0.045	-0.232	0.314
上腕屈伸力	0.517	0.053	-0.002	0.141	-0.180	0.409
膝関節伸展力	0.400	0.648	-0.216	0.261	-0.158	-0.056
膝関節屈曲筋持久力	0.347	0.665	-0.021	0.255	0.040	-0.244
開眼片足立ち	0.543	-0.141	0.363	0.364	0.107	-0.123
閉眼片足立ち	0.373	-0.205	0.429	0.402	0.244	0.020
落下棒反応	-0.297	0.061	0.121	-0.189	0.614	-0.248
貢 献 量	7.08	1.47	1.3	1.17	1.13	1.07
全分散に対する貢献度(%)	29.5	6.1	5.4	4.9	4.7	4.4

図2 測定項目数の増加に伴う重相関係数の変化

相関係数で表すことにし、妥当性の程度を考慮しつつ測定項目を選択した。図2は、測定項目数の増加に伴う重相関係数の変化をグラフ化したものである。

測定項目数の増加による推定精度の増加は5個まで著しく、6個からは微増する傾向が見られた。式①は、5項目を用いて作成した活動能力の推定式である。

$$\text{ADLS} = -0.037x_1 + 0.047x_2 + 0.045x_3 + 0.013x_4 + 0.012x_5 - 2.56 \quad (R=0.926) \quad \text{……①}$$

ここで、ADLSは活動能力得点、 X_1 は8の字歩行、 X_2 は豆運び、 X_3 は握力、 X_4 は上肢挙上角、 X_5 は開眼片足立ち、そしてRは重相関係数である。ADLSと暦年齢との相関は-0.564で、ADLSは加齢に伴って低下した。重相関係数は0.926で、推定精度の高いことが認められた。そこで、活動能力の水準を年齢という尺度で評価できる推定式を作成することにした。

2) 生活活動年齢の推定式の作成

式①の左辺は、標準得点(平均値:0, 標準偏差:1)で表されているが、選択した5項目と第I主成分得点との重相関係数は1ではない。そこで、重相関係数が1になるように標準偏回帰係数を重相関係数で割って左辺と右辺が等しくなるよう式①を式②に修正した。

$$\text{ADLS} = -0.039x_1 + 0.051x_2 + 0.048x_3 + 0.015x_4 + 0.012x_5 - 2.76 \quad \text{……②}$$

次に、標準得点の考え方に基づいて対象253名の暦年齢の平均値と標準偏差を利用し、活動能力得点の分布を暦年齢分布に変換する工夫を行なった。本研究では式③から得られた値を暫定的に生活活動年齢(Activities of Daily Living Age: ADLA)と呼ぶ。図3は、

$$\text{ADLA} = 6.28\text{ADLS} + 72.21 \quad \text{……③}$$

式②、③を利用して求めた本対象全員のADLAと暦年齢の関係をプロットしたものであるが、回帰直線はADLAと暦年齢が一致する線から偏りを持つことが明らかになった。

図3 修正前の生活活動年齢と暦年齢との関係

この偏りは活動能力を暦年齢との差で評価しようとする試みに対して好ましくないことから、Dubinaら(1984)が提案する方法を利用して暦年齢に対する次の修正項

$$Z = 0.44\text{Age} - 31.45 \quad \text{……④}$$

を計算し、式③にこの修正項を加えることにした。

$$\text{ADLA} = 6.28\text{ADLS} + 72.21 + Z \quad \text{……⑤}$$

図4は、以上の手続きを経て最終的に求めたADLAと暦年齢との関係を示したものである。式⑤から推定された各個人のADLAは、暦年齢と等しくなる45°の線を中心として左右対称を成しており、ADLAと暦年齢との相関は0.77を上回った。

図4 修正後の生活活動年齢と暦年齢との関係

表3 生活活動年齢の推定式の妥当性および交差妥当性

	標本 I (n=253)	標本 II (n=100)
暦年齢	72.209±6.281	70.168±6.348
活動能力年齢	72.209±8.109	68.467±7.494
活動能力年齢-暦年齢	0±5.185	-1.386±5.579

注) 標本 I : 推定式の作成に用いた標本

標本 II : 交差妥当性の検討に用いた標本

3. 生活活動年齢の推定式の妥当性の検討

本研究で作成した ADLA 推定式の交差妥当性を検討するため、別の60歳以上の高齢女性100名について ADLA を求めた。作成した推定式を別の集団に適用した場合にも、ADLA の平均値は暦年齢の平均値とほぼ一致し、両者間に0.68の相関が認められたことから、推定式の妥当性の高いことが明らかになった。

VI. 考 察

1. 活動能力の加齢に伴う変化について

高齢者の体力・運動能力は、若年者と異なり一般に顕著な低下（特に神経-筋の協調性や筋機能の低下）を示すことから（Furukawa et al., 1975；平手ら, 1988；金ら, 1992；木村ら, 1989；Nakamura et al., 1989；Nakao et al., 1991；小田, 1992；Rikli & Busch, 1991；李ら, 1993；柴田, 1987；田中ら, 1990；Voitenko & Tokar, 1983）、「素早く、力強く」から「安全に安定した状態」へと運動成就の特徴が変化する（金ら, 1992）。また、高齢者にとっても自立して活力ある生活を送ることが重要であることから（荒尾ら, 1991；古谷ら, 1986；Lawton & Brody, 1969）、日常生活のさまざまな場面において必要となるさまざまな体力・運動能力を総合して活動能力と定義し、高齢者の活動能力を評価する尺度の作成を試みた。

具体的には、活動能力の水準を年齢という尺度で表すことが有効な方法の一つと考え、分類した4つの日常活動動作が反映されうる24個のパフォーマンステストの結果から活動能力を抽出した。主成分分析の結果、全分散の約30%を説明する総合的活動能力（第I主成分、貢献量7.08）が抽出できたが、この説明率はある能力を抽出しようと試みた先行研究（松浦, 1973）の結果にほぼ等しく、第I主成分は24項目に最も共通に関与する能力領域であると考えられる。主成分得点と暦年齢との相関($r=-0.578$)は、中高年を対象にした

先行研究（Furukawa et al., 1975；小田, 1992；李ら, 1993；田中ら, 1990；Voitenko & Tokar, 1983；Webster & Logie, 1991）の相関よりやや低い。先行研究では被験者の年齢幅が本研究の31歳より広い。また、60歳以上の高齢者のみを対象にした先行研究（木村ら, 1989；柴田, 1987）の結果に比べれば、相関はむしろ高いと考えられる。以上のことから、本研究で利用した測定項目の一次結合により、高齢女性の活動能力の水準を年齢という尺度で評価することが妥当であると考えられる。

2. 生活活動年齢の推定式の作成について

日常生活における身体活動の成成はさまざまな動作の総合的発揮によることから、測定したすべての項目を利用して ADLA 推定式を作成することが適当である。しかし、実用性を考慮すれば、より少ない項目数で活動能力を推定するのが一般的である。そこで、測定項目数の増加に伴う推定精度を検討した結果、推定精度は項目数が5個まで著しく上昇するが、6個からは微増することが明らかになった。このことは、活動能力を推定する場合、測定項目数を24個($r=-0.578$)用いても5個($r=-0.564$)にしても推定精度に大差がないことを意味する。また、これらの5項目は全身の移動（8の字歩行）、上肢の操作（握力、上肢挙上角）、手指の操作（豆運び）、起立・姿勢変換（開眼片足立ち）といった日常生活における基本的活動動作の領域に対応している。ADLA と暦年齢との相関($r=0.771$)の大きさは、老化度や健康度の指標として用いられている生物学的年齢（Furukawa et al., 1975；Nakamura et al., 1989；Voitenko & Tokar, 1983）、活力年齢（田中ら, 1990；Tanaka et al., 1992）、体力年齢（Nakamura et al., 1989；小田, 1992；李ら, 1993）、機能的年齢（Webster & Logie, 1991）などと暦年齢との相関に近いものである。以上のことから、活動能力の水準を年齢の尺度で表すことが適当であるとともに

に、ADLA を老化度の一面を説明する指標に位置づける可能性が高いと考えられる。

3. 生活活動年齢の推定式の妥当性について

ADLA 推定式はその作成に利用した対象に最もよくあてはまるものであり、一般化のためには他の集団にも適用できるかどうかについて検討する必要がある。そこで、別の60歳以上の高齢女性を対象にして交差妥当性を検討した。その結果、ADLA と暦年齢との相関は0.683で、この値は ADLA 推定式を作成した時の相関に比べて顕著に低い値ではなかった。また、暦年齢と ADLA との平均値の差も-1.39歳で大きな差ではなかった。これらのことから、本研究で作成した高齢女性用の ADLA 推定式は日常の活動能力の水準を年齢の尺度で評価する上で有用であり、ADLA は自立して活力ある豊かな生活を追求していくための糸口としての資料になると考えられる。

V. 結 論

高齢者の日常生活における活動能力の水準を年齢で評価するため、日常生活の諸活動動作が反映されうる24個のパフォーマンステスト項目を用い、それらの1次結合により次の推定式を作成した。 $ADLA = 6.28 ADLS + 72.21 + Z$, $ADLS = -0.039x_1 + 0.051x_2 + 0.048x_3 + 0.015x_4 + 0.012x_5 - 2.76$ (x_1 は8の字歩行, x_2 は豆運び, x_3 は握力, x_4 は上肢挙上角, x_5 は開眼片足立ち), $Z = 0.44Age - 31.45$ である。本研究では、この推定式から求められる年齢を生活活動年齢 (ADLA) と定義した。また、この式を別の集団に適用しても、妥当性の高いことが認められた。従って、本研究で作成した推定式より求められる ADLA は、日常の活動能力の加齢に伴う低下度を評価する指標として有効であると考えられる。

文 献

- 荒尾孝, 種田行男, 永松俊哉, 青木和江, 江橋博, 1991: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究一起立能力および上肢作業能力について一。体力研究78: 10-18.
- Clark, B.A., 1989: Tests for fitness in older adults. JOPERD 3: 66-71.
- Dubina, T.L., Mints, A.Y. and Zhuk, E.V., 1984: Biological age and its estimation. III. Introduction of a correction to the multiple regression model of biological age and assessment of biological age in cross-sectional and longitudinal studies. Exp. Gerontol. 19: 133-143.
- Fleishman, E.A., 1965: The Structure and Measurement of Physical Fitness. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J. pp. 76-91.
- Furukawa, T., Inoue, M., Kajiya, F., Inada, H., Takasugi, S., Fukui, S., Takeda, H. and Abe, H., 1975: Assessment of biological age by multiple regression analysis. J. Gerontol. 30: 422-434.
- 平手早笛, 川崎砂代子, 梁瀬度子, 1988: 高齢者の日常生活における動作特性—加齢による身体計測値と運動機能の変化—。人間工学24: 409-416.
- 金禧植, 稲垣敦, 田中喜代次, 芳賀脩光, 松浦義行, 1992: 中・高齢者における運動能力の因子構造とその性差。いばらき体育・スポーツ科学8: 1-10.
- 金禧植, 稲垣敦, 田中喜代次, 松浦義行, 1993: 高齢者の日常生活における活動能力評価のための組テスト作成と評価法の開発—高齢女性について—。体育学研究38: 187-200.
- 木村みさか, 平川和文, 奥野直, 小田慶喜, 森本武利, 木谷輝夫, 藤田大輔, 永田久紀, 1989: 体力診断バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の分布および年齢との関連。体力科学38: 178-185.
- 古谷野亘, 柴田博, 中里克治, 芳賀博, 須山靖男, 1986: 地域老人における活動能力の測定をめざして。社会老年学23: 35-43.
- Lawton, M.P. and Brody, E.M., 1969: Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. The Gerontologist 9: 179-186.
- 松浦義行, 1973: 運動能力の階級的構造について。体育学研究17: 297-307.
- Nakamura, E., Moritani, T. and Kanetaka, A., 1989: Biological age versus physical fitness age. Eur. J. Appl. physiol. 58: 778-785.
- 中西光雄, 三宅紀子, 北一郎, 桑森真介, 望月久, 大友昭彦, 1991: 高齢者用体力測定法の確立をめざして。Jpn. J. Sports Sci. 16: 13-17.
- Nakao, M., Inoue, Y. and Matsushita, K., 1991: Simple methods for measuring leg muscular

- endurance. *J. Sports Med.* 26 : 285-291.
- 小田清一, 1992 : 体力年齢算定方式の開発に関する一考察. *日本公衛誌*10 : 767-776.
- Rikli, R. and Busch, S., 1991 : Motor performance of women as a function of age and physical activity level. *J. Gerontol.* 41 : 645-649.
- 李美淑, 松浦義行, 田中喜代次, 1993: 中高年男性の体力年齢の評価. *体力科学*42 : 59-68.
- 柴田博, 1987 : 高齢者の体力測定とその評価. *体育の科学*37 : 658-661.
- 商品科学研究所, 1990 : 高齢者の身体的機能の変化に対応する商品の調査研究. pp.2-3.
- 田中喜代次, 松浦義行, 中塘二三生, 中村栄太郎, 1990: 主成分分析による成人女性の活力年齢の推定. *体育学研究*35 : 121-131.
- Tanaka, K., Takeda, M., Hayakawa, Y., Kim, H.S. and Matsuura, Y., 1992 : Vital age as a sensitive index of physical health or aging status. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24 : S21.
- 東京都立大学身体適性学研究室, 1989 : 「日本人の体力標準値第四版」不味堂, pp.116-248.
- Voitenko, V.P. and Tokar A.V., 1983 : The assessment of biological age and sex differences of human aging. *Exp. Gerontol.* 9 : 39-244.
- Webster, I.W. and Logie, A.R., 1991 : A relationship between functional age and health status in female subjects. *J. Gerontol.* 31 : 546-550.
- (1993年11月22日受付)
- (1994年5月18日受理)

田 中 喜代次
Kiyoji TANAKA

〒305 つくば市天王台1-1-1 筑波大学体育科学系
Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennoudai,
Tsukuba 305