日韓高齢女性の活動体力水準を評価する年齢尺度の提案

金 憲経* 田中喜代次*

An Age Index for Assessing Functional Fitness Applicable to
Older Japanese and Korean Women

Hunkyung KIM* and Kiyoji TANAKA*

Chronological age (CA) is an insufficiently sensitive measure of senescence because it cannot distinguish between individuals who share the same CA but differ in physiological and/or functional status. The purpose of this study was to develop an age index for assessing functional fitness applicable to older Japanese and Korean women. The subjects were 429 (176 Japanese and 253 Korean) women, aged 65 to 85 years. Seventeen items related to functional fitness were measured. In order to combine all of the variables into a single expression, the principal component analysis was applied to the 17×17 correlation matrix. The first principal component was significantly loaded with all variables, and explained 36.3% of the total variance. The first principal component score (FPCS) showed a significant correlation ($r = -0.582$) with CA, and was used as an overall index of age-related changes in functional capacity. The individual FPCS were transformed to functional fitness age (FFA). The equation developed for estimation of functional fitness in older Japanese and Korean women was $FFA = -4.92FFS + 72.98$, $FFS = -0.035X_1 + 0.049X_2 + 0.032X_3 - 0.132X_4 + 0.049X_5 - 1.84$; where FFS = functional fitness score, X_1 = walking around two cones in a figure 8, X_2 = manipulating pegs in a pegboard, X_3 = functional reach, X_4 = standing up from a supine position, X_5 = grip strength. Correlation coefficient between FFA and CA was 0.580 ($P < 0.05$). This index is thus judged valid for discrimination between older Japanese and Korean women who share the same CA but differ in functional status.

Key Words : Japan, Korea, older women, functional fitness, age index, principal component analysis
日本, 韓国, 高齢女性, 活動体力, 年齢尺度, 主成分分析

I 緒 言

ヒトの諸機能は、出生から死に至るまでの間、時間の経過とともに常に変化する。その中で、あ

る時期を過ぎると身体のさまざまな機能が退行していくが、これは避けられない事実である。身体諸機能の退行を総合したものが老化と呼ばれ、この老化を把握する上で最も分かりやすいのが暦年

*筑波大学体育科学系、先端学際領域センター

*Institute of Health and Sport Sciences, and Center for Tsukuba Advanced Research Alliance (TARA), University of Tsukuba

齢 (chronological age : CA) である。暦年齢は生きてきた年数を表すもので、暦によって決められる画一的・絶対的な指標である。このため暦年齢は年齢の加算値を示すだけでなく、加齢に伴う身体機能の変化を予測する因子としての意味を有してくる。しかし、加齢による身体機能の変化には個人差が著しく大きいことから、暦年齢のみによる情報では十分なものとは言えない。ヒトの老化度や健康度を評価するには、暦年齢よりも各種器官や組織の機能状態に基づいて評価するのが妥当である、という指摘が数多くなされている (Sharkey, 1987)。暦年齢に代わる指標として報告されているものを大別すると、生物学的年齢 (Borkan and Norris, 1980 ; Heikkinen et al., 1974)、生理的年齢 (Hollingsworth et al., 1965 ; Nakamura et al., 1996)、活力年齢 (田中ほか, 1990)、体力年齢 (Nakamura et al., 1989 ; 李ほか, 1993)、生活活動年齢 (Kim and Tanaka, 1995) などがあげられる。

これらの指標は老化度や健康度、生活の質を評価するものとして報告されているが、研究者によってその求め方が異なることから一般化には困難さを伴っている。近い将来、高齢社会の健全化に向けた国際レベルでの問題解決、あるいは政策の立案に必要な情報提供が非常に重要になると予測される。そのような国際社会に十分対応できるように、高齢者に対する諸問題を単なる一国の問題よりも国際的な視点から接近しようとする試みも必要であろう。そこで、まず地理的に最も近く、文化的にも類似性が高い日韓高齢者を対象に分析することを試みた。

本研究では、日韓高齢女性における日常生活の自立と深く関連する活動体力水準を評価する年齢指標を作成するために、次の2つの仮説を立てて検討することにした。(1) 活動体力水準は高齢者用のパフォーマンステストから捉えることが可能である。(2) パフォーマンステストから捉えた身体機能の諸機能を総合すれば、日韓高齢女性の活動体力水準を評価する年齢指標の作成が可能になる。

Table 1 Number of subject

Age group (yr)	Korea	Japan	Total
65—69	75	40	115
70—74	93	70	163
75—79	51	41	92
80—84	34	25	59
Total	253	176	429

II 方 法

1. 対象者

日本の対象者は、つくば市内およびその周辺に在住する65～85歳の高齢女性176名であり、測定は平成8年6月、7月、9月に実施した。韓国の対象者は、晋州市内に在住する65～84歳の高齢女性253名であり、測定は平成8年10月1日～31日に行った。

Table 1は、5歳ごとに区分した日韓高齢女性の年齢層別の対象者数を示している。

2. 測定項目および方法

Table 2 Physical characteristics of older Japanese (J) and Korean (K) women

Variable		M + SD	Range
Height (cm)	K	148.7 + 5.31	127.8～169.4
	J	147.5 + 4.95	135.7～165.0
	K + J	148.2 + 5.20	127.8～169.4
Weight (kg)	K	52.5 + 8.38	33.5～75.5
	J	52.0 + 7.32	32.5～71.1
	K + J	52.3 + 7.96	32.5～75.5
Degree of supine (deg)	K	203.2 + 7.87	180～234
	J	200.3 + 7.60	180～223
	K + J	202.1 + 7.88	180～234
Skinfold thickness (mm)			
Triceps	K	15.9 + 4.79	6.5～42.0
	J	17.0 + 5.09	3.5～36.0
	K + J	16.3 + 4.94	3.5～42.0
Subscapular	K	19.0 + 5.62	7.0～37.0
	J	19.1 + 6.48	2.5～39.5
	K + J	19.0 + 5.98	2.5～39.5

(1) 測定項目

1) 体格

身長, 体重

2) 皮下脂肪厚

栄研式キャリパーを一定圧 (10 g/mm²) に調整して, 計測点 (上腕三頭筋部: 右上腕の肩峰突起と肘頭突起の中間点, 肩甲骨下部: 脊柱より右肩甲骨下点に向かった斜面) をつまみ, その端より約1 cm離れた部位を計測した。

3) 姿勢

脊柱角度: 立位における脊柱の彎曲度を測定するために, 計測点である第7頸椎点, 上背最後部, 腰部最前部の3点に脊椎角度器を当てて, 立位上背後彎角を計測した。

Table 2は, 日韓高齢女性の体格, 皮下脂肪厚, 脊柱角度の平均値, 標準偏差, 範囲を示している。

4) 活動体力

高齢者の日常生活における活動体力の仮説構造に基づき, かつ多くの先行研究 (荒尾ほか, 1991; Clark, 1989; Duncan et al., 1990; Kim and Tanaka, 1995) を参考にして, 妥当性, 信頼性, 安全性を考慮したうえで, 日韓ともに測定可能な17項目を選定した。

①1次活動体力と関連する項目

指先能力: ベグ移動, 豆運び

上肢能力: 握力, 上肢挙上角

体の柔らかさ: 立位体前屈, 長座位体前屈

起居能力: 起立動作時間

②2次活動体力と関連する項目

移動能力: 8の字歩行, 下肢挙上高

バランス能力: 閉眼片足立ち, 開眼片足立ち, ファンクショナルリーチ

持久力: 下肢筋持久力, 上腕屈伸力

敏捷能力: 落下棒反応, 手のひらタッピング, 足のタッピング

(2) 測定方法

①立位体前屈, ②握力, ③足のタッピング, ④手のひらタッピング, ⑤閉眼片足立ち, ⑥開眼片足立ち, ⑦落下棒反応の7項目は, 日本人の体力標準値IV版 (東京都立大学身体適性研究室,

1989) の測定方法に基づいて測定した。

⑧8の字歩行: 床に1.5 × 3.6 mの線を引き, 3.6 mの線の両端にビニール製のコーンを正対する一辺の端に椅子を置いた。対象者は背もたれつきの椅子に座り, 合図によって片方のビニール製のコーンを回ってきて椅子に座り, 続けて反対側のビニール製のコーンを回ってきて座った。これを2回繰り返した所見時間を0.1秒単位で記録した。

⑨上腕屈伸力: 背もたれつきの椅子に座り, 2.0 kgのダンベルを利き手に持ち, 肘関節の位置を固定するようにして30秒間に正しく行えた屈曲・伸展の回数を記録した。

⑩長座位体前屈: 両脚を伸ばして座り, 足の裏側を長座位体前屈計に密着した状態で膝がまがらないようにして, 両手をそろえながら伸ばした距離を計測した。

⑪下肢筋持久力: 足を20 cm程度に開いた直立姿勢で背中和臀部を壁に密着させ, その後ただちに膝を90度に曲げた座位姿勢を維持するよう指示した。姿勢の維持時間を0.1秒単位で記録し, 最大60秒とした。

⑫起立動作時間: 床上の仰臥位姿勢から「はい」の合図によってすばやく起き上がることとし, 直立姿勢の均衡をとるまでの時間を0.1秒単位で測定した。

⑬豆運び: 大豆60個 (直径約0.6 cm) を入れた容器 (直径20.0 cm, 深さ2.0 cm) を左側に, 受け皿としての容器 (直径5.0 cm, 深さ3.5 cm) を右側に, 両容器の最短距離を20 cmにして並べた。対象者には両容器に正対するように座り, 利き手で持った割りばしを使って豆を一個ずつ容器から容器へ運ぶよう指示し, 大豆の数を記録した。作業時間は30秒とした。

⑭ベグ移動: 手腕作業検査器の遠位の盤にベグを48本さした状態で, 検査器に立位で正対させた。原則として合図によって両手を同時に利用することとし, 左右それぞれの手にベグを1本ずつ持たせ, 30秒間で手前の盤に移しかえた数を記録した。

Table 3 Descriptive statistics for 17 variables in older Japanese (J) and Korean (K) women

Variable		M ± SD	Range	r with age
1. Grip strength (kg)	K	17.9 ± 5.03	5.0 ~ 29.7	-0.38 *
	J	19.1 ± 4.26	9.2 ~ 36.9	-0.62 *
	K + J	18.3 ± 4.77	5.0 ~ 36.9	-0.39 *
2. Catching a dropped bar (cm)	K	29.5 ± 9.05	8.3 ~ 50.6	0.12 *
	J	26.2 ± 6.73	11.0 ~ 46.0	0.31 *
	K + J	28.2 ± 8.33	8.3 ~ 50.7	0.19 *
3. One hand tapping in a sitting position (num/10 s)	K	43.0 ± 6.22	18.0 ~ 59.0	-0.12 *
	J	52.5 ± 5.85	24.0 ~ 69.0	-0.32 *
	K + J	46.9 ± 7.65	18.0 ~ 69.0	-0.11 *
4. One foot tapping in a sitting position (num/10 s)	K	30.1 ± 5.94	8.0 ~ 46.0	-0.11 *
	J	41.9 ± 7.80	15.0 ~ 63.0	-0.24 *
	K + J	34.9 ± 8.92	8.0 ~ 63.0	-0.10 *
5. Leg endurance against a wall (s)	K	25.4 ± 20.02	0.1 ~ 60.0	-0.25 *
	J	43.0 ± 18.70	0.1 ~ 60.0	-0.22 *
	K + J	32.6 ± 21.31	0.1 ~ 60.0	-0.21 *
6. Arm curl (num/30 s)	K	18.8 ± 4.19	7.0 ~ 31.0	-0.28 *
	J	22.5 ± 5.06	9.0 ~ 38.0	-0.49 *
	K + J	20.3 ± 4.91	7.0 ~ 38.0	-0.25 *
7. Standing up from a supine position (s)	K	4.5 ± 2.22	1.9 ~ 15.0	0.39 *
	J	4.1 ± 1.69	1.5 ~ 13.0	0.53 *
	K + J	4.3 ± 2.03	1.5 ~ 15.0	0.40 *
8. Walking around two cones in a figure 8 (s)	K	33.7 ± 8.51	20.3 ~ 60.0	0.51 *
	J	25.4 ± 6.45	12.3 ~ 55.0	0.57 *
	K + J	30.3 ± 8.74	12.3 ~ 60.0	0.41 *
9. Carrying beans using chopsticks (num/30 s)	K	8.2 ± 2.87	1 ~ 16	-0.24 *
	J	12.2 ± 3.25	4 ~ 24	-0.41 *
	K + J	9.8 ± 3.61	1 ~ 24	-0.31 *
10. Manipulating pegs in a pegboard (num/30 s)	K	34.3 ± 6.00	20 ~ 48	-0.43 *
	J	37.3 ± 5.17	24 ~ 48	-0.39 *
	K + J	35.5 ± 5.85	20 ~ 48	-0.41 *
11. One leg balance with eyes open (s)	K	9.4 ± 11.60	0.1 ~ 60.0	-0.31 *
	J	29.2 ± 22.06	0.1 ~ 60.0	-0.45 *
	K + J	17.5 ± 19.30	0.1 ~ 60.0	-0.26 *
12. One leg balance with eyes closed (s)	K	2.5 ± 2.12	0.1 ~ 14.6	-0.27 *
	J	5.7 ± 6.57	0.1 ~ 60.0	-0.38 *
	K + J	3.8 ± 4.77	0.1 ~ 60.0	-0.16 *
13. Trunk flexion (cm)	K	10.3 ± 6.85	- 23.0 ~ 30.0	-0.25 *
	J	11.3 ± 5.84	- 6.3 ~ 28.0	-0.09 ns
	K + J	10.7 ± 6.47	- 23.0 ~ 30.0	-0.17 *
14. Sit and reach (cm)	K	10.4 ± 6.61	- 20.0 ~ 31.0	-0.25 *
	J	10.7 ± 6.43	- 12.5 ~ 25.0	-0.19 *
	K + J	10.5 ± 6.53	- 20.0 ~ 31.0	-0.19 *
15. Functional reach (cm)	K	25.2 ± 7.24	5.0 ~ 44.0	-0.35 *
	J	29.9 ± 6.52	11.0 ~ 47.0	-0.41 *
	K + J	27.1 ± 7.30	5.0 ~ 47.0	-0.29 *
16. Raising the arms with holding a bar (deg)	K	88.6 ± 19.32	32.0 ~ 130.0	-0.37 *
	J	99.3 ± 13.76	50.0 ~ 130.0	-0.26 *
	K + J	93.0 ± 18.04	32.0 ~ 130.0	-0.28 *
17. One leg raising with a standing position (cm)	K	49.9 ± 14.43	5.0 ~ 99.0	-0.36 *
	J	57.2 ± 12.81	20.0 ~ 90.0	-0.45 *
	K + J	52.9 ± 14.24	5.0 ~ 99.0	-0.33 *

*P < 0.05, ns : not significant

⑮上肢挙上角：壁から約20 cm離れた位置に壁に対して横向きの姿勢で椅子に座らせた。棒を両手で肩幅に持たせて視線は前方に向け、両腕を伸展させたまま可能な限り上後方に挙げさせた。挙げるときの棒は壁に垂直になるように保った。対象者の肩峰位の前水平面を0度とし、棒の位置する角度を記録した。

⑯下肢挙上高：両膝を伸ばした立位姿勢をとらせ、片方の足を軸として他方の足を前方にできるだけ高く挙げるよう指示した。記録は床から挙げた踵までの垂直距離とした。

⑰ファンクショナルリーチ：壁に対して横向きの姿勢で立つように指示し、両腕を伸展した状態で肩の高さまで挙げさせた。両手の指先の先端を0 cmの位置に設定し、両手を同じ高さに保ったままできるだけ上体を前傾した最大距離を計測した。

3. 測定結果の処理

1) 測定項目別の平均値、標準偏差および範囲を求めた。

2) 測定した17項目の身体機能を総合するために、17×17の相関行列に主成分分析を適用し、主成分を抽出した。第1主成分と関連が高く暦年齢と有意な相関を示す5項目を選定して再度主成分分析をおこない、5項目に基づく第1主成分得点を求めた。

3) 第1主成分得点を推定する式を作成するために、第1主成分得点を従属変数、測定項目を説明変数として重回帰分析をおこなった。

4) 統計学的な有意水準は5%とした。

III 結 果

1. 加齢に伴う機能変化を反映する項目

測定項目について、日本・韓国の国別および日韓全体についての平均値、標準偏差、範囲、CAとの相関を求めた (Table 3)。CAとの相関は、日本高齢女性において立位体前屈の1項目だけが有意でなく、他のすべての項目は有意 ($P < 0.05$) であった。

2. 年齢尺度の作成

Table 4 Correlation matrix among 17 selected variables

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1		-0.22	0.24	0.20	0.23	0.40	-0.29	-0.48	0.26	0.44	0.32	0.24	0.27	0.23	0.30	0.27	0.38
2			-0.31	-0.21	-0.18	-0.16	0.16	0.28	-0.21	-0.27	-0.24	-0.16	-0.02	-0.06	-0.21	-0.17	-0.18
3				0.61	0.36	0.39	-0.29	-0.55	0.38	0.37	0.43	0.24	0.11	0.06	0.35	0.34	0.33
4					0.37	0.35	-0.29	-0.50	0.47	0.33	0.48	0.31	0.10	0.05	0.30	0.28	0.29
5						0.34	-0.28	-0.42	0.29	0.27	0.40	0.27	0.16	0.13	0.24	0.31	0.33
6							-0.39	-0.55	0.35	0.41	0.39	0.29	0.20	0.19	0.31	0.30	0.36
7								0.64	-0.27	-0.46	-0.32	-0.19	-0.27	-0.24	-0.35	-0.42	-0.46
8									-0.45	-0.60	-0.51	-0.33	-0.26	-0.22	-0.43	-0.50	-0.58
9										0.40	0.44	0.31	0.13	0.09	0.30	0.33	0.29
10											0.39	0.21	0.25	0.25	0.42	0.41	0.48
11												0.56	0.11	0.12	0.36	0.28	0.33
12													0.10	0.08	0.22	0.14	0.25
13														0.83	0.25	0.31	0.32
14															0.23	0.28	0.32
15																0.45	0.43
16																	0.38
17																	

Notes : Variable numbers correspond to those in Table 3.

Correlations are rounded to 2 places.

Correlations of 0.094 is necessary to reach statistical significance at the 0.05 level.

Table 5 Factor loading matrix of 17 variables in older Japanese and Korean women

Variable	F1	F2	F3	F4	F5
Walking around two cones in a figure 8	-0.847	0.042	0.186	0.072	-0.136
Manipulating pegs in a pegboard	0.705	0.065	-0.276	-0.164	-0.055
One leg raising with a standing position	0.671	0.201	-0.153	-0.119	0.100
One leg balance with eyes open	0.671	-0.316	0.368	-0.137	-0.008
One hand tapping in a sitting position	0.644	-0.325	-0.043	0.372	-0.088
Arm curl	0.643	-0.051	-0.010	-0.204	0.201
Standing up from a supine position	-0.642	-0.152	0.295	0.083	-0.284
One foot tapping in a sitting position	0.623	-0.373	0.148	0.382	0.052
Raising the arms with holding a bar	0.618	0.190	-0.237	0.268	0.060
Functional reach	0.612	0.099	-0.161	0.078	-0.092
Carrying beans using chopsticks	0.597	-0.250	0.109	0.132	0.007
Grip strength	0.568	0.133	-0.074	-0.516	-0.144
Leg endurance against a wall	0.551	-0.151	0.175	0.181	0.131
Sit and reach	0.383	0.785	0.315	0.135	-0.147
Trunk flexion	0.417	0.769	0.312	0.166	-0.084
One leg balance with eyes closed	0.474	-0.262	0.591	-0.335	-0.007
Catching a dropped bar	-0.373	0.198	0.176	0.015	0.819
Eigen value	6.170	1.881	1.088	0.951	0.912
Contribution to total variance(%)	36.291	11.067	6.402	5.593	5.364

Fig. 1 Relationship between chronological age (CA) and first principal component score (FPCS) in older Japanese and Korean woman.

各測定項目が代表する機能を総合するために、
17 × 17の相関行列 (Table 4) に主成分分析を適

用した。Table 5には、複数の主成分を抽出する
ときに得られる主成分の負荷量を示した。第1主

Table 6 First principal component of functional fitness in older Japanese and Korean women

Variable	F1
Walking around two cones in a figure 8	-0.867
Manipulating pegs in a pegboard	0.796
Standing up from a supine position	-0.748
Grip strength	0.658
Functional reach	0.648
Eigen value	2.795
Contribution to total variance(%)	55.908

成分の負荷量は -0.373 （落下棒反応）以上とすべての項目について有意（ $P<0.05$ ）であり、17項目のうち76.5%に相当する13項目で $|0.5|$ 以上の高い負荷量を示している。得られた第1主成分得点（first principal component score : FPCS）は、固有値6.2，全分散に対する寄与率36.3%を示すことから、FPCSは本研究で測定した17項目に内在している機能的特性を集約したものといえる。

日韓の高齢女性についてFPCSとCAとの関係をプロットしたところ（Fig. 1），FPCSとCAと

の間には $r = -0.582$ の有意な相関（ $P<0.05$ ）がみられ、FPCSは加齢に伴う機能低下をある程度反映する得点であると判断できる。

しかし、FPCSは17種類という多くの項目の測定結果から求められる得点であり、実用性の面で優れない。そこで、17項目の情報の説明量ができるだけ維持しながら少数の項目からFPCSを求める簡便式を導くために、FPCSと関連が高く、かつCAとの相関が有意である以下の5項目を選定した。これらの5項目に再度主成分分析をおこない（Table 6），第1主成分得点を求めた。ここで得られた第1主成分得点推定式から求められる値を活動体力得点（functional fitness score : FFS）と称することにした。

$$\text{FFS} = -0.035X_1 + 0.049X_2 + 0.032X_3 - 0.132X_4 + 0.049X_5 - 1.84 \cdots \textcircled{1}$$

ここで、 $X_1 = 8$ の字歩行、 $X_2 =$ ベグ移動、 $X_3 =$ ファンクショナルリーチ、 $X_4 =$ 起立動作時間、 $X_5 =$ 握力である。FFSとCAの間には $r = -0.580$ の有意な相関（ $P<0.05$ ）がみられ、FPCSの代わりにFFSを利用して加齢に伴うを検討しても推定の精度には大きな差が生じないと判断で

Fig. 2 Relationship between chronological age (CA) and functional fitness age (FFA) in older Japanese and Korean woman

きる。この結果を背景にして、本研究では①式を採用することにした。なお、FFSに基づいて算出する値を活動体力年齢 (functional fitness age: FFA) と名づけた。

日韓の高齢女性429名におけるCAの平均値 (72.98歳) と標準偏差 (4.92歳) を利用してFFSを活動体力年齢に変換するためには

$$FFA = -4.92FFS + 72.98 \cdots ②$$

の関係が成立するので、FFSを年齢尺度に変換することは可能である。式②より算出したFFAとCAとの関係はFig. 2にプロットした。

IV 考 察

本研究では高齢女性の活動体力水準を評価する年齢指標の作成を試みたが、日韓の高齢者400名以上を対象者に検討した点が一つの特徴として挙げられる。本研究に参加した両国高齢女性の大多数は老人福祉施設を日常的に利用しており、自ら測定現場まで足を運んで、自発的に活動体力測定を受けることができた健常者である。したがって、自力で移動ができない要介護の高齢女性や活動体力の測定に関心のない人は含まれていない。また、高齢者の身体機能を検討するときには、個人差が非常に大きいことから、対象者の生活習慣に関する情報が重要になる。たとえば、日常の運動習慣の有無などが身体機能に及ぼす影響は大きいと推測できる。しかし、本研究では、高齢者の身体機能に影響する要因の詳細な調査は全対象例については実施できなかったことから、個人差や日韓差を説明する客観的な情報に欠けており、これが本研究の1つの限界である。

今日まで、多くの研究者が健康度や老化度を評価するために多数の方法や指標を報告しているが、いずれも集団特異性が強く、一般式として認めるには問題があると思われる。本研究では、日韓の高齢女性429名を対象とし、「8の字歩行、ベグ移動、ファンクショナルリーチ、起立動作時間、握力」の5項目からFFSを求めて、活動体力を推定する式「 $FFA = -4.92FFS + 72.93$ 」を作成し、「CAとFFAとの差」を手がかりとして、個人の

身体的老化度を評価する1つの方法を提案した。

ここでは、一連の統計的な手続きを経て年齢を算出する方法や推定式の作成に採用した5項目の妥当性などについて、先行研究との比較から考察する。

1. 年齢指標について

ヒトの寿命が延長し、老年期が長期化してきたことから、successful agingに関する研究成果に大きな期待がよせられている。ヒトの身体諸機能は加齢とともに低下するのが自然であるが、同じ年齢でも「年の割に若く見える」とか「年から考えてとても元気である」のように、個人差の非常に大きい特徴がみられる。このような個人差を評価する指標、あるいは健康度や老化度を評価する有効な尺度を作る努力はおよそ50年前から活発になされており、最近でも新しい指標が報告されている (Borkan and Norris, 1980; Nakamura et al., 1996; 田中ほか, 1990; 李ほか, 1993; Kim and Tanaka, 1995)。

(1) 生物学的年齢

我々の生活には、ヒトのCAを基準として物事を判断する思考様式が定着している (古川, 1974)。したがって、老化度を測る指標としては、さまざまな検査値を利用すると同時に、CAをも参考基準とするほうが説得力を持つと思われる。具体的には、健康人のCAを1つの妥当基準と仮定し、加齢とともに大きく変化する多数の変数を取り上げて生物学的年齢を算出し、CAと生物学的年齢との差から、老化度や健康度を評価しようとする研究である。生物学的年齢を評価するときに利用する方法としては、①老化に関する変数を正規化してその和を求める方法 (日野原, 1965)、②因子分析法 (Clark, 1960)、③老化の進行状態をプロフィールとして見る方法 (Borkan and Norris, 1980)、④重回帰分析法 (Dubina et al., 1984; Heikkinen et al., 1974; 古川, 1974)、⑤主成分分析法 (Nakamura et al., 1986, 1996) 等があげられる。その中でも、重回帰分析による方法が最も頻繁に採用されてきた。しかし、複雑な側面を

持つ老化の過程を1つの数字に代表することには無理があり、とくに重回帰分析による方法に対する批判は多い (Costa and McCrae, 1988). たとえば分析に用いる項目を安静状態の生理機能のみに限れば、活動時における生理機能の老化などは十分に反映されないことになる. 実際の計算にあたり、重回帰分析を適応しただけでは、若年層では生物学的年齢がやや高値に、高齢層ではやや低値にでる傾向のあることが報告されており (Dubina et al., 1984), そのままの数字を生物学的年齢とすることは適当でない可能性が高い.

もう1つ考慮すべき問題として、本研究では線形モデルを採用して分析したが、Fig. 1とFig. 2のグラフでは曲線回帰がよりよく当てはまるようにみえることから、曲線回帰を適用したときのFFAとCAとの関係についても検討した. その結果、本研究では相関係数が $r = 0.585$ となり、直線回帰の場合と変わらない結果であった. 活動体力の加齢に伴う低下現象を的確にとらえる新たな分析モデルの基準を見つけることも重要課題である. このように、測定項目の組み合わせによって作成された年齢尺度を利用するときには、いくつかの問題点が内在していることを認識すべきであろう.

(2) 体力年齢

古川 (1974) は、主として安静時の生理機能検査に重点をおいたが、運動機能による年齢推定、いわゆる体力年齢 (physical fitness age : PFA) を取り上げた場合も、身体の経年変化を総合的に測ることができると指摘している. この報告以来、多数のパフォーマンステストの総合結果をヒトの体力水準とみなし、それを加齢の指標として評価する試みが多くなされている (Kim and Tanaka, 1995; 李ほか, 1993; Nakamura et al., 1986, 1996). なぜならば、ある個人の体力年齢がCAより高値か低値かは、仕事での機能効率、安全な日常生活動作の遂行、予測外の問題を解決する予備力等の個人差を表す指数となるからである. つまり、体力年齢とCAとの差が老化度を表す1つの有効な指標であると提案されている (Webster

and Logie, 1976).

具体的な分析方法としては、多数のパフォーマンステスト成績を総合するために、主成分分析を適用し、複数の主成分が得られるときの第1主成分得点を年齢指標に変換するものである (Kim and Tanaka, 1995; 李ほか, 1993; Nakamura et al., 1986, 1996). 本研究でも、この方法を利用して求めた第1主成分得点は、Table 6に示したように貢献度2.8、全分散に対する説明率55.9%を示すとともに、CAと $r = 0.580$ の有意な相関 (Fig. 2) ($P < 0.05$) がみられ、第1主成分得点は本研究で選定した5項目に含まれている日韓高齢女性の機能的特性を要約した値であり、加齢に伴う身体的機能の低下をよく反映する得点であろう. このような分析手順に基づいて、本研究ではFFSから活動体力を推定する年齢指標を作成したが、FFSからCA標準得点への置換が形式的であり、その理論的根拠が不十分であることは否定できない. しかし、これまでにも同様の方法で体力年齢 (李ほか, 1993) あるいは生理的年齢 (Nakamura et al., 1986, 1996)、活力年齢 (田中ほか, 1990)、生活活動年齢 (Kim and Tanaka, 1995) を求めて、老化度や健康度を評価することが広くなされている. たとえばNakamura et al., (1989) は、背筋力、垂直とび、身体作業能力 (PWCmax)、立位体前屈、反復横とびの5項目を採用して体力年齢を推定する男女用の式を提案し、田中ほか (1990) は、ヒトの老化過程で生命を短縮させる作用をもち、種々の疾病の要因である血圧、血中脂質、体脂肪などの情報に加えて、ヒトの老化過程を如実に反映する運動時の生理的応答や体力要素を説明変数 (腹囲、収縮期血圧、乳酸性閾値、総コレステロール、低比重リポたんぱくコレステロール、中性脂肪、ヘマトクリット、1秒量など) に利用して活力年齢 (vital age) を算出する式を提案している. これらの方法を応用して、李ほか (1993) は、中高年男性の体力年齢を推定する式を、最大酸素摂取量、乳酸性閾値、握力、反復横とび、上体反らし、立位体前屈、開眼片足立ち、垂直とびの8項目から作成した.

Kim and Tanaka (1995) は、高齢者における加齢に伴う機能低下を反映する8の字歩行、豆運び、握力、上肢挙上角、開眼片足立ちの5項目を利用して、高齢女性の生活活動年齢を推定する式を報告した。

以上の先行研究から考えると、本研究で作成した日韓高齢女性の活動体力を評価する年齢指標は、Nakamura et al. (1986, 1996)、田中ほか (1990)、李ほか (1993)、Kim and Tanaka (1995) の研究と類似するものである。しかし、日韓高齢者の間には活動体力に有意差が存在することを認めながらデータをプールした結果なので、日韓のように複数の国の高齢者を対象に基礎的な研究をおこなうときには、本研究で作成した式の利用が勧められる。

2. 測定項目について

Barber and Nouri (1989) は、活動動作を基本的ADLに含まれる活動（排泄，入浴，整容，更衣，室内歩行，飲食）と余剰活動（室外歩行，大衆交通機関利用，洗濯，家事，社会活動，買い物）に分類している。種田ほか (1996) は、日常生活の主要動作を起居動作（起きる，立ち上がる，座る，横たわる），移動動作（歩く，走る），家事動作（調理，裁縫，掃除），身辺動作（更衣，入浴，整容）を生活体力の構成要素（下位尺度）と位置づけている。これらの報告を踏まえ，筆者らは日常生活における身体活動の自立を確保するために必要な活動体力構造を，個人ケア，起居，家事，身辺動作などの1次的活動，および移動，社会活動，健康増進活動などの2次的活動に分類する仮説モデルを設定したうえで測定項目を選定した。Comfort (1969) は，テスト項目の選択条件として，(1) ある1つの機能変化に敏感に連動するよりも広範囲の機能を反映すること，(2) 加齢に伴う機能変化を十分に捉えること，(3) 測定が容易で，被験者の協力を得やすいことをあげている。

本研究で測定した17項目のうち活動体力水準を測定するために選定した8の字歩行，ベグ移動，ファンクショナルリーチ，起立動作時間，握力の

5項目が，測定項目として備えるべき諸条件を満たしているか否かについて吟味しながら，各項目の妥当性を論議する。

(1) 反映する機能

本研究で採用した，①8の字歩行は，高齢者の日常生活における身体活動の自立に最も基本となる「全身の移動」を評価する項目として広く普及している (Clark, 1989 ; Kim and Tanaka, 1995)。とくに，高齢者において移動能力は加齢に伴って最も顕著に低下する要素であることから (金ほか，1997)，日常生活の自立を可能にするためには移動能力の維持・増進が非常に重要となる。②日常生活における調理，食事の後片づけ，掃除，衣服の着脱などの実事労働や身の周りの動作に関わる作業は，いずれも四肢（手腕）を使う作業として，生活の基本的活動のみならず，種々の趣味や娯楽活動においても多くおこなわれる (荒尾ほか，1991)。手腕作業を測る項目として，ベグ移動の妥当性が従来より認められている。③起立，歩行のためのバランス能力は高齢者の日常生活において欠くことのできない能力要素の1つである (Johansson and Jarnlo, 1991)。高齢者の転倒の背景因子として，加齢とともにバランス能力の低下が指摘されている (Tinetti et al., 1988)。骨折に至ってしまえば，その状態は生活の質を制限する大きな規定因子になる。したがって，バランス能力は高齢者の身体的諸機能を評価するうえで重要な要素である。高齢者におけるバランス能力を評価する項目としてはファンクショナルリーチが適当であると考えられる (Duncan et al., 1990)。④日常生活において1日の活動量に占める起立動作の割合は低いが，食事，就寝，起床，排泄などの重要な行為に伴う活動であり，座位姿勢から他の活動への移行動作でもある (荒尾ほか，1991)。したがって，起立動作が円滑にできるか否かは他の活動にも影響を及ぼすので，この項目は老化度の一面を評価するのに有効である。⑤高齢者の体力づくりは，健康寿命の延長に貢献できることが基本となる。つまり，買い物での手荷物の運搬，布団の片づけ，階段登り，外出など諸活

動において自立ができ、生活を十分に楽しむことができることが可能ならば生産活動にも参加できる（木村ら, 1995）。このような日常生活動作は筋力との関わりが深く、これらの動作を支える筋力は加齢とともに低下することから、高齢者の活動の自立に欠かせない要素である。握力は、高齢者の筋力水準を検討するときによく用いられる項目でもある（Kim and Tanaka, 1995；木村ほか, 1995）。

(2) 暦年齢との相関

8の字歩行 $r = 0.41$ （日本： $r = 0.57$, 韓国： $r = 0.51$ ）、ペグ移動 $r = -0.41$ （日本： $r = -0.39$, 韓国： $r = -0.43$ ）、ファンクショナルリーチ $r = -0.29$ （日本： $r = -0.41$, 韓国： $r = -0.35$ ）、起立動作時間 $r = 0.40$ （日本： $r = 0.53$, 韓国： $r = 0.39$ ）、握力 $r = -0.39$ （日本： $r = -0.62$, 韓国： $r = -0.38$ ）の有意（ $P < 0.05$ ）であることから、加齢に伴う機能低下が反映される項目であると判断できる。

(3) 測定の容易さ

本研究で採用した5項目は、ほとんどが高齢者の日常生活に関わる動作を意識して選定した項目であることから、遂行上の危険性が低く、高価な測定装置を必要としない項目である。

以上より、本研究で採用した5項目は、先行研究で指摘されている測定項目が備えるべき条件を満たすものであると判断できる。しかし、持久的要素が高齢者の健康に関連する重要な体力要素であるという指摘も多くなされている（木村ほか, 1995；李ほか, 1993；Ponser et al., 1986；田中ほか, 1990）が、本研究ではこれを含めていない。この点をはじめ、解決すべき検討課題はまだ多く残っている。今後、さらに詳細な検討を加えたい。

V 結 語

日韓両国の高齢女性の活動体力水準を評価する上で有用な年齢指標を作成するために、日韓の高齢女性429名を対象に17項目の活動体力を測定した。その結果、8の字歩行、ペグ移動、ファンクショナルリーチ、起立動作時間、握力の5項目に基づいて日韓共通の年齢指標を作成することがで

きた。その年齢指標は、加齢に伴って減衰する広範囲の機能水準の状態を反映することから、その活用性は高いと思われる。

謝辞：本研究の一部は、平成8年度のTARA研究プロジェクト（代表者：田中喜代次）および筑波大学天祿学術研究基金研究プロジェクト（代表者：田中喜代次）の支援を受けて実施できたものである。データ収集など研究の実施に際しては、日本および韓国の両国において多数の大学関係者（教官、学生）や高齢者に多大な協力をいただいた。ここに、深く感謝申し上げる。

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—第2報 起立能力及び上肢作業能力について—, 体力研究, 78, 10-18
- Barber, D. and Nouri, F. (1989) : Measurement of activities of daily living, Clin. Rehabil., 3, 179-187
- Borkan, G.A. and Norris, A. H. (1980) : Assessment of biological age using a profile of physical parameters, J. Gerontol., 35, 177-184
- Clark B.A. (1989) : Tests for fitness in older adults : AAHPERD fitness task force, JOPERD, 60, 66-71
- Clark, J.W. (1960) : The aging dimension : A factorial analysis of individual differences with age on psychological and physiological measurements, J. Gerontol., 15, 183-187
- Comfort, A. (1969) : Test-battery to measure ageing-rate in man, Lancet, 27, 1411-1415
- Costa, P.T. and McCrae, R.R. (1988) : Measures and markers of biological aging : 'A great clamoring of fleeting significance', Arch. Gerontol. Geriatrics, 7, 211-214
- 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
- Duncan, P.W., Weiner, D.K., Chandler, J. and Studenski, S. (1990) : Functional reach : A new clinical measure of balance, J. Gerontol., 45, M192-197

- 古川俊之 (1974) : 生物学的年齢判定法—多変量理論による老化の“測定”の試み—, 臨床科学, 7, 610-617
- Heikkinen, E., Kiiskinen, A., Kayhty, B., Rimpela, M. and Vuori, I. (1974) : Assessment of biological age : Methodological study in two Finnish populations, *Gerontologia*, 20, 33-43
- 日野原重明 (1965) : 生理的年齢の測定の資料—老化度の評価—, 日本老年医学会雑誌, 2, 116-119
- Hollingsworth, J.W., Hashizume, A., and Jablon, S. (1965) : Correlations between tests of aging in Hiroshima subjects—An attempt to define “physiologic age”, *Yale J. Biol. Med.*, 38, 11-26
- Johansson, G. and Jarnlo, G. B. (1991) : Balance training in 70-year-old women, *Physiother. Theory Practice*, 7, 121-125
- Kim, H. S. and Tanaka, K. (1995) : The assessment of functional age using “activities of daily living” performance tests : A study of Korean women, *JAPA*, 3, 39-53
- 金 憲経, 田中喜代次, 重松良祐 (1997) : 韓国高齢女性における日常生活の活動体力に関する検討, 体力科学, 46, 355-364
- 木村みさか, 田中靖人, 岡山寧子 (1995) : 歩行テストからみた高齢者の体力—簡易持久性評価方法シャトル・スタミナ・ウオークテストの試み—, *J. J. Sports Sci.*, 14, 435-444
- 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
- Nakamura, E., Moritani, T., and Kanetake, A. (1989) : Biological age versus physical fitness age, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 58, 778-785
- Nakamura, E., Moritani, T. and Kanetake, A. (1996) : Effects of habitual physical exercise on physiological age in men aged 20~85 year as estimated using principal component analysis, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 73, 401-418
- Ponser, J.D., Gorman, K.M., Klein, H.S. and Woldow, A. (1986) : Exercise capacity in the elderly, *Am. J. Cardiol.*, 57, 52C-58C
- Sharkey, B.J. (1987) : Functional vs chronologic age, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19, 174-178
- 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
- 種田行男, 荒尾 孝, 西嶋洋子, 北畠義典, 永松俊哉, 一木昭男, 江橋 博, 前田 明 (1996) : 高齢者の身体的活動能力 (生活能力) の測定法の開発, 日本公衛誌, 43, 196-207
- Tinetti, M.E., Speechly, M. and Ginter, S.F. (1988) : Risk factors for falls among elderly persons living in the community, *N. Engl. J. Med.*, 319, 1701-1707
- 東京都立大学身体適性研究室 (1989) : 日本人の体力標準値第四版, 不昧堂出版
- Webster, I.W. and Logie, A.R. (1976) : A relationship between functional age and health status in female subjects, *J. Gerontol.*, 31, 546-550
- (受稿 1998. 2. 27 ; 受理 1998. 11. 20)