

視覚障害児専用の白杖の開発と評価

吉岡 学^{*1}, 清水 順市^{*2}, 木崎 秀臣^{*3}, 中尾 弘喜^{*3}

Development activities of visually impairment children's new long cane

Manabu YOSHIOKA^{*1}, Junichi SHIMIZU^{*2}, Hidemi KIZAKI^{*3} and Hiroki NAKAO^{*3}

^{*1} Department of Human and Social Science, Kanazawa University
2-10 Higashikenroku, Kanazawa-shi, Ishikawa 920-1302, Japan

^{*2} Department of Occupational Therapy, Tokyo University of Technology
5-23-22 Nishikamata, Oota-ku, Tokyo 144-8650, Japan

^{*3} Kizaki Corporation
561-2 Kamasu-uenodaira, Komoro-shi, Nagano 384-0061, Japan

Received 24 July 2015

Abstract

The long cane has been the most widely used mobility aid for the visually impaired people in spite of many other aid systems. The purpose of this study was to investigate canes that are currently being used at the special needs education school for the visually impaired and to produce new long canes experimentally and evaluate it for visually impaired children. An 8-item-questionnaire was developed and distributed to 71 all the Japanese special needs education schools for the visually impaired. 83.1% subjects who received the questionnaire completed it properly. The new types of the long cane were assessed for their ability to transmit the vibration and their sensitivity to tactile information, flexibility, and durability. The materials that are used in new long cane shafts were carbon fiber, aluminum and composite material of carbon fiber and aluminum at three kinds of the most commonly used materials. The tips that are used in new long cane were standard (pencil), marshmallow, and teardrop at the types of three categories. According to questionnaire results, the visually impaired children tend to use a straight cane, and a rubber golf grip standard-type cane tip in the special needs education school for the visually impaired, even though there are many kinds of cane tips. In these experiments of the new long cane, it was found that the lightweight canes, the regulating mechanism of cane's lengths and the combination of tips and grip might be associated with a visually impaired children's performance.

Key words : Long cane, Tip, Shaft, Grip, Visually impaired children

1. 緒 言

移動社会である現代において視覚障害者に対する歩行支援は社会生活を営む上で必要不可欠なものとなっている。彼らが単独歩行の際に使用する補助システムとして、白杖、電子装置、点字ブロックなど数多くのシステムが世の中に存在し、さらに少数ではあるが盲導犬も利用されている。これらの補助システムは、視覚障害者が単独歩行時に直面する問題を解決するものとして考案されたものばかりである。その中でも特に白杖の基本デザインは、1940年代にリチャード・フーバーによって紹介された。それ以前まで白杖は木製であり短く、重く、扱い難いものであった(Hoover, 1946, 1962)。しかし、アルミニウム製の白杖が新たに開発され、軽く、扱いやすく、振動伝達性が向上した (Ball, 1964)。それ以降も白杖はさらに開発が進められ、現在ではおそらく、視覚障害者にとって最も効果的な移動自助具となっている (Foulke, 1975)。白杖は、第一に体を守るバンパーの役割、次に手指の触覚から情報伝達取得のプローブの役割 (例えば、路面の破損、粗さ)、最後に晴眼者への注意喚起のためのシンボリックな役割の3つの機能を有しているといわれている (Solomon, 1988, Hill and Ponder, 1977)。その中で

No. 15-00410 [DOI: 10.1299/transjsme.15-00410], J-STAGE Advance Publication date : 31 March, 2016

^{*1} 正員, 金沢大学 人間社会学域 (〒920-1302 石川県金沢市東兼六町 2-10)

^{*2} 東京工科大学 医療保健学部 (〒144-8650 東京都大田区西蒲田 5-23-22)

^{*3} (株) キザキ (〒384-0061 長野県小諸市加増上の平 561-2)

E-mail of corresponding author: ma-yoshi@staff.kanazawa-u.ac.jp.

も白杖は、路面の破損、粗さなど環境を知る上で有益な情報を得ることができるプローブの役割が最も重要であるといえる。たとえば、白杖を地面にスライドさせる動的なタッチ時に生じる振動や音などは視覚障害者が環境を知るための有益な情報源となり得るといわれている (Schenkman, 1986, Brisben et al., 1999)。そのため、過去には白杖の性能に関する研究が数多く行われている。たとえば、各材質の白杖シャフトによる柔軟性、振動伝達性を調べ、どのような白杖シャフトが優れているのかを論じたものや白杖の長さや重量による操作性への影響を論じたもの (Rodegers and Wall Emerson, 2005)。白杖に伝わる振動とタッピングによって生じる音などから地面の材質を判断することを論じたもの (Schenkman, 1986)。視覚障害者の白杖によるタッピング操作での手腕振動伝達測定を行い、手腕における振動障害のリスクを検討したもの (Morioka and Maeda, 1998)。白杖操作における上肢の筋負荷の影響を論じたもの (Doi et al., 2013)。白杖の構成要素の好みを調査したものがある (Ambrose-Zaken, 2005)。しかしながら、これらの研究においては、白杖シャフト本体のみを対象としたものばかりであり、白杖シャフト及びグリップ、石突きの構成要素における総合的な機能評価をおこなった研究ではなかった。白杖における石突きによる段差の知覚能力を論じたものはある (Kim et al., 2009, 2010)。しかしながら、これらは白杖の操作方法による段差の知覚能力の比較と2種類の形状の石突きによる性能の評価であり必ずしも白杖の総合的な機能評価とは言えない。さらに、これらは全て成人の視覚障害者を対象としたものであり早期の白杖歩行を行なう視覚障害児を対象とした研究ではなかった。そのため、視覚障害児においては、視覚障害児専用白杖としての機能性については考慮されることなく、歩行支援の中で (Blasch and Del' Aune, 1992) 最も有効な補助用具として学校教育の中で使われ続けている。このような状況において、視覚障害児が白杖歩行を行う際に使用する白杖の特性や構成部品の性能を調べることで、視覚障害児専用白杖を開発することは非常に重要であり、それに基づいて白杖歩行指導を行なうことにより教育効果が高まると予測される。

そこで、本研究では全国の盲学校における白杖使用状況及び視覚障害児専用白杖の試作及び評価をおこない、視覚障害児専用白杖に関する重要な知見を得ることを目的とした。

2. 方法

2.1 白杖に関する調査

(1) アンケート項

本研究では、初めに視覚障害児が使用している白杖について調査することにした。調査対象は、全国の盲学校 71 校の白杖歩行指導者 (教員) に対して児童が学校で使用している白杖に関するアンケート調査をおこなった。調査期間は 2012 年 4 月から 2013 年 4 月までとした。アンケート調査項目は表 1 に示す。

Table 1 The questionnaire of the long cane that was distributed to the Japanese visual impairment schools

1. What type of the long cane does pupil use at your school?	<input type="checkbox"/> Straight type	<input type="checkbox"/> Folding type	<input type="checkbox"/> Both Straight and Folding type
2. What materials are the shafts of the long cane at your school?	<input type="checkbox"/> Aluminum shaft	<input type="checkbox"/> Carbon shaft	<input type="checkbox"/> Fiberglass shaft
3. What type of tips does pupil use at your school?	<input type="checkbox"/> Pencil	<input type="checkbox"/> Roller and Pencil	<input type="checkbox"/> Roller, Pencil and Palm
4. Which part of the long cane is broken mainly?	<input type="checkbox"/> Shaft	<input type="checkbox"/> Tip	<input type="checkbox"/> Shaft and Tip
5. How long is the useful life of tips at your school?	<input type="checkbox"/> 1 to 3 years	<input type="checkbox"/> 3 to 5 years	<input type="checkbox"/> More than 5 years
6. What materials are the grips of the long cane at your school?	<input type="checkbox"/> Rubber grip of golf	<input type="checkbox"/> Plastic grip	<input type="checkbox"/> Other
7. How many hours does your school perform the long cane techniques training per a week?	<input type="checkbox"/> Between 1 and 2 hours	<input type="checkbox"/> Between 2 and 3 hours	<input type="checkbox"/> Between 3 and 4 hours
8. What is necessary function about the long cane?	()		

(2) 調査結果

表2はアンケート調査結果を示す。視覚障害児が使用している白杖を調査するために全国の盲学校71校の白杖歩行指導者に対して児童が学校で使用している白杖に関するアンケート調査をおこなった。その返答率は83.1%であった。全国の盲学校に在籍する視覚障害児が使用している白杖の形式は直杖であり、62.7%を占めていることがわかった。白杖シャフトに使用されている材質はグラスファイバー製とカーボン製がアルミニウム製より多く使用されていることがわかった。白杖用の石突は多種多様の形式が存在するが視覚障害児の白杖訓練にて使用されている石突はペンシル型が67.8%と主流を占めていることがわかった。さらに白杖歩行訓練の際に白杖の一番破損する箇所が石突部であることもわかった。また、石突の耐用年数は1年以上3年未満と短期間での交換が必要であることも明らかになった。白杖用グリップに関してはゴルフ型グリップが94.9%の割合で使用されていることがわかった。白杖について求められる機能に関しては、長さの調整が可能で振動伝達性が優れていることが47.5%、低学年用の軽量白杖が33.9%、石突などの機能性向上18.6%となっていた。これらの結果より視覚障害児専用白杖として求められる機能が表3のように明らかになった。

Table 2 Questionnaire survey result of the Japanese visual impairment school's long cane

Number of questionnaires	Total	(%)
	Number	
Total	59	83.1
1. What type of the long cane does pupil use at your school?		
Straight type	37	62.7
Folding type	7	11.9
Both Straight and Folding type	15	25.4
2. What materials are the shafts of the long cane at your school?		
Aluminum shaft	10	16.9
Carbon shaft	25	42.4
Fiberglass shaft	24	40.7
3. What type of tips does pupil use at your school?		
Pencil	40	67.8
Roller	8	13.6
Both Pencil, Roller and Palm	11	18.6
4. Which part of the long cane is broken mainly?		
Shaft	14	23.7
Tip	40	67.8
Shaft and Tip	5	8.5
5. How long is the useful life of tips at your school?		
1 to 3 years	38	64.4
3 to 5 years	10	16.9
More than 5 years	11	18.6
6. What materials are the grips of the long cane at your school?		
Rubber grip of golf	56	94.9
Plastic grip	3	5.1
Other	0	0.0
7. How many hours does your school perform the long cane techniques training per a week		
Between 1 and 2 hours	42	71.2
Between 2 and 3 hours	11	21.2
Between 3 and 4 hours	4	6.8

8. What is necessary function about the long cane?

Function of length adjustment and good vibration transmissibility	28	47.5
Reduction in weight	20	33.9
Functional improvement of tip	11	18.6

2・2 視覚障害児専用白杖の振動特性試験

(1) 視覚障害児専用白杖

アンケート調査結果より表3の求められる機能を参考に表4における白杖を株式会社キザキ（長野県小諸市）にて試作した。試作白杖は9本であった。シャフトの材質はアルミニウムとカーボンの2種類を用いた。長さは700mm～900mm、600mm～900mmの可動型の2種類とした。また、今回の白杖長さは評価試験対象児童の体格から決定した。白杖の総重量は159g～245gとした。石突は、ペンシル型（図1）、ティアドロップ型（図2）、マッシュルーム型（図3）の3種類とした。その材質には通常石突製品に使われているジュラコンとステンレスの2種類を用いた。グリップの形状は、ゴルフ型を用い、材質にはクロロプレンゴムを用いた。グリップゴム硬度は45、25、15（ASKER-C）の3種類とした。

Table 3 The important functions of the long cane made for the visually impaired children

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Function of length adjustment and good vibration transmissibility • Reduction in weight • Functional improvement of tip |
|---|

Table 4 List of the long canes made for the visually impaired children

No	Cane shaft (Material/Diameter-thickness) (mm)		Range of cane's lengths (mm)	Overall weight (g)	Tip Material/Type	Grip rubber hardness (ASKER-C)
	Grip side	Tip side				
1	Aluminum φ14-0.9	Aluminum φ12-0.9	700 ~ 900	181	Duracon Pencil type	25
2	Aluminum φ14-0.9	Aluminum φ12-0.9	600 ~ 900	195	Duracon Mushroom type	15
3	Aluminum φ17-0.8	Aluminum φ15-1.0	700 ~ 900	201	Duracon Teardrop type	45
4	Aluminum φ17-1.0	Carbon Fiber φ15-1.0	600 ~ 900	245	Duracon Mushroom type	45
5	Aluminum φ17-1.0	Carbon Fiber φ14-1.0	700 ~ 900	211	Duracon+SUS Pencil type	15
6	Aluminum φ17-1.0	Carbon Fiber φ14-1.0	600 ~ 900	222	Duracon+SUS Teardrop type	25
7	Carbon Fiber φ16-0.8	Carbon Fiber φ14-1.0	700 ~ 900	184	Duracon Pencil type	45
8	Carbon Fiber φ16-0.8	Carbon Fiber φ14-1.0	600 ~ 900	225	Duracon Mushroom type	25
9	Carbon Fiber φ16-0.8	Carbon Fiber φ10.8-1.0	700 ~ 900	159	Duracon Teardrop type	15



Fig.1 Pencil tip. The type of cane tip.



Fig.2 Teardrop tip. The type of cane tip.



Fig.3 Mushroom tip. The type of cane tip.

(2) 振動特性試験方法

表3より試作した視覚障害児専用白杖に求められる性能として振動伝達性がある。そこで加振点移動法による各白杖の固有振動数測定を行なった。図4は加振点移動法による振動計測実験装置である。白杖にはピエゾ型3軸加速度計(Type 4507-B-004 Brüel & Kjær)が取り付けられる。インパルスハンマ(ENDEVCO : Brüel & Kjær)を使って予め決められた加振点に振動を加える。その振動信号はデータ集積装置(TYPE PULSE 3109 : Brüel & Kjær)に集められる。サンプリング周波数は2000Hzである。このデータを解析ソフト(PULSE Labshop version10.1 Modal Test Consultant: Brüel & Kjær)により固有振動数をFFTにより算出する。また、図5は加振点移動法による加振点及びピエゾ型3軸加速度計(Type 4507-B-004 Brüel & Kjær)の取り付け位置を示す。

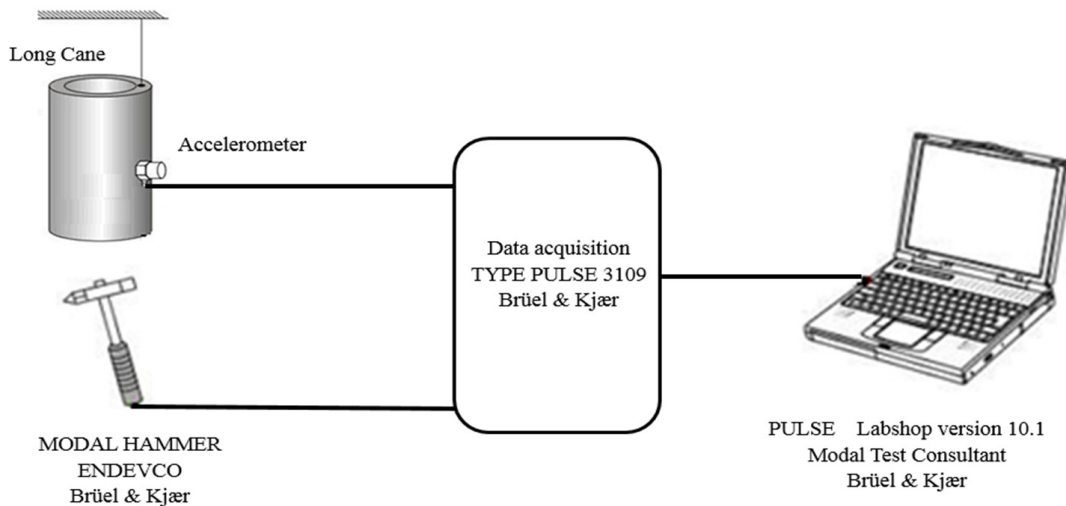


Fig.4 Vibration experimental apparatus. An experimental apparatus is presented for getting of accurate frequency response function. The vibration of the long cane is detected by 3-axis acceleration sensor, and vibration information is extracted from a vibration signal based on FFT analysis.

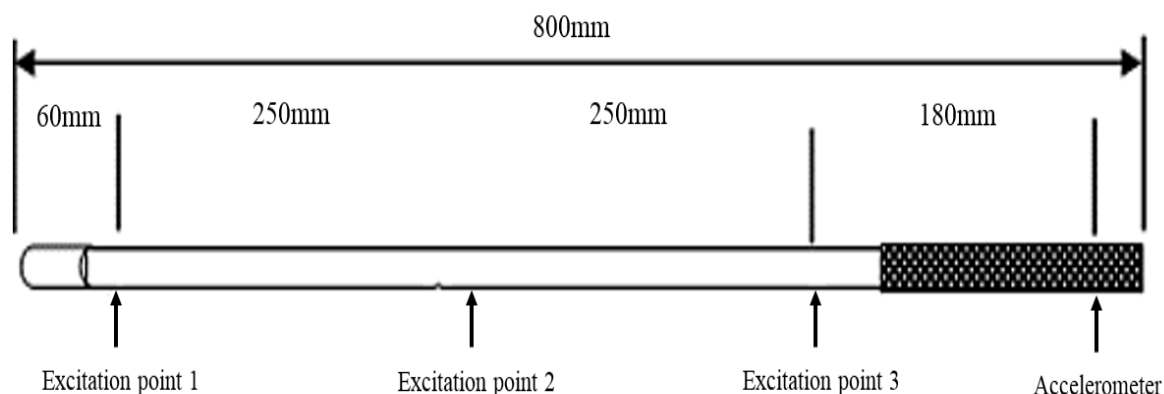


Fig. 5 Excitation point and 3-axis acceleration sensor fixed position. An excitation point in one point of the cane is excited, and a transfer function between the excitation point and an accelerometer sensor point on the object to be measured is measured.

(3) 振動特性試験結果

表5は視覚障害児専用白杖における固有振動数測定結果を示す。シャフト材質がアルミニウムでは、軽量のシャフトほど固有振動数が高くなることが明らかになった。また、カーボンの場合も同様の傾向が見られた。アルミニウムとカーボンと比較した場合、カーボン材質のシャフトの方がアルミニウムシャフトより固有振動数が高いことが明らかになった。以上より白杖シャフトとして振動特性が高い材質は軽量でカーボン製であることが明らかになった。

Table 5 Natural frequencies of vibration of the long canes

Long cane shaft		Natural frequency (Hz)			
Grip side	Tip side	Weight (g)	First frequency (Hz)	Second frequency (Hz)	Third frequency (Hz)
Aluminum φ14-0.9	Aluminum φ12-0.9	181	57	119	244
Aluminum φ16-0.8	Carbon Fiber φ14-1.0	222	32	114	265
Carbon Fiber φ16-0.8	Carbon Fiber φ14-1.0	184	77	122	261

2・3 視覚障害児専用白杖の評価

(1) 視覚障害児専用白杖に対する官能検査

本実験では試作した視覚障害児専用白杖の操作性の感覚の主観的申告結果を得るために意味測定法 (Semantic Differential Technique:以下SD法)による視覚障害児専用白杖操作時の長さ、重量、振動感覚、石突・グリップ操作性とこれらを総合した“使い易さ”の感覚から成る5項目を6段階に表現する官能検査を行った。実験は、盲学校にて週1時間行なわれている白杖歩行訓練(自立活動)の授業で行われた。最初に児童は、開発した視覚障害児専用白杖 (No. 1からNo. 9)の昇順に使用する昇順群と (No. 9からNo. 1)の降順に使用する降順群に分けられた。その各群に従って使用した白杖を児童が1ヶ月間にある白杖歩行訓練の授業4時間(各週1時間)に使用し、評価をおこなった。全児童が評価期間中に9本すべての種類の白杖を使用することとした。児童が9本すべての白杖の試行終了後に教師が児童に対してインタビュー形式にてアンケート評価をおこなった。白杖使用環境は学校内のリノリウム床及び学校周辺のアスファルト路面とした。評価期間は2014年5月から2015年3月とした。被験者は先天性の視覚障害のみであり、その他の疾患が無い児童(年齢8歳から12歳)、(男子1名、女子9名)合計10名とした。

(2) 結果

本実験では、視覚障害児専用白杖操作時の長さ、重量、振動感覚、石突・グリップ操作性において官能検査を行った。その回答結果において、児童が視覚障害児専用白杖に関する各項目の評価を行う際に白杖の使用順によって、児童の評価が影響するかどうかについて Pearson のカイ 2 乗検定により順序効果を調べた。その結果、いずれの項目においても使用順における順序効果は見られなかった (表 6, 表 7, 表 8, 表 9, 表 10)。図 6 から図 9 は、SD 法による 10 名の被験者の主観的申告に基づく視覚障害児専用白杖使用時の各項目における使用感覚の平均評価値を示す。ここで、使用感覚の評価値は、+3 を「非常に良い」、+2 を「かなり良い」、+1 を「良い」、-1 を「悪い」、-2 を「かなり悪い」、-3 を「非常に悪い」とそれぞれ定義し、6 段階に分類した。本研究では 9 種類の白杖を試作した。試作白杖は長さの調整可能な 2 種類のタイプ (600mm から 900mm, 700mm から 900mm) を製作した。一般的に白杖操作に適した長さは靴を履いて直立した姿勢で、床から剣状突起より少し上と言われている。しかしながら、成長が著しい視覚障害児の体格および歩速は日々変化しており、長さの調整機能が無い直杖では白杖操作に適した長さに調整できず白杖訓練の学習効果が得られないと推測し、上記の可動範囲機能を持つ振り出し式の白杖とした。その結果、図 6 より身長が 120cm から 129cm の被験者では 750mm, 130cm から 139cm では 850mm, 140cm から 149cm では 900mm の白杖長さにおいて一番評価が高かった。これにより、成長著しい学齢期の視覚障害児に対して、身長に応じた白杖の長さ調整可能な機能が必要であることが明らかになった。図 7 は白杖の重量に関する使用感覚における評価を示したものである。この結果より白杖の重量が 201g を境に重量に対する評価が大きく変わることが明らかになった。また、図 8 では被験者の白杖操作手の握力平均値 10kg をもとに使用感覚における評価をおこなった。その結果、握力が 10kg 以下の被験者群は握力が 10kg 以上の被験者群より重量における白杖操作時の使用感覚における評価において影響を受けやすいことが明らかになった。図 9 は石突・白杖シャフト材質・グリップの硬さにおける振動伝達性による使用感覚の評価をおこなった。横軸は石突の種類順にマッシュルーム型(Mushroom)、ティアドロップ型(Teardrop)、ペンシル型(Pencil)に表示した。また、同種の石突間ではグリップの硬さの値を昇順に表示することとした。縦軸はその振動伝達性の評価値である。その結果、石突は、マッシュルーム型(Mushroom)、ティアドロップ型(Teardrop)、ペンシル型(Pencil)の順に振動伝達性における使用感覚の評価値が高くなることがわかった。また、同種の石突間においては、グリップの硬さの値が高くなるほど振動伝達性における使用感覚の評価値が高くなることがわかった。これにより、グリップの硬度と石突の組み合わせが白杖使用者の振動伝達性における使用感覚の評価に関係していることが判明した。

Table 6 Effects of response order effect on cane's length

Length (mm)	Pearson χ^2 -statistic	Data point	Degree of freedom	significance level
600	0.53	10	2	n.s.
650	6.80	10	3	n.s.
700	4.33	10	3	n.s.
750	1.33	10	3	n.s.
800	1.33	10	3	n.s.
850	5.00	10	4	n.s.
900	4.00	10	3	n.s.

* $P < .05$

Table 7 Effects of response order effect on cane's weight

Weight (g)	Pearson χ^2 -statistic	Data point	Degree of freedom	significance level
159	0.48	10	1	n.s.
181	0.48	10	1	n.s.
184	0.48	10	1	n.s.
195	0.48	10	1	n.s.
201	0.48	10	1	n.s.
211	0.48	10	1	n.s.
222	3.60	10	1	n.s.
225	1.67	10	2	n.s.
245	1.33	10	2	n.s.

* $P < .05$

Table 8 Effects of response order effect on vibration

Vibration	Pearson χ^2 -statistic	Data point	Degree of freedom	Significance level
No.1	0.48	10	1	n.s.
No.2	5.33	10	3	n.s.
No.3	0.48	10	1	n.s.
No.4	1.67	10	1	n.s.
No.5	0.48	10	1	n.s.
No.6	0.67	10	2	n.s.
No.7	2.50	10	1	n.s.
No.8	1.67	10	1	n.s.
No.9	4.33	10	2	n.s.

* $P < .05$

Table 9 Effects of response order effect on cane's tip

Tip	Pearson χ^2 -statistic	Data point	Degree of freedom	Significance level
No.1	0.48	10	1	n.s.
No.2	1.67	10	1	n.s.
No.3	0.40	10	1	n.s.
No.4	1.67	10	1	n.s.
No.5	0.40	10	1	n.s.
No.6	2.67	10	3	n.s.
No.7	0.48	10	1	n.s.
No.8	1.67	10	1	n.s.
No.9	1.67	10	1	n.s.

* $P < .05$

Table 10 Effects of response order effect on cane's weight

Grip	Pearson χ^2 -statistic	Data point	Degree of freedom	Significance level
No.1	1.67	10	1	n.s.
No.2	5.33	10	3	n.s.
No.3	0.48	10	1	n.s.
No.4	4.67	10	3	n.s.
No.5	2.50	10	1	n.s.
No.6	3.80	10	2	n.s.
No.7	2.50	10	1	n.s.
No.8	6.80	10	3	n.s.
No.9	1.67	10	2	n.s.

* $P < .05$

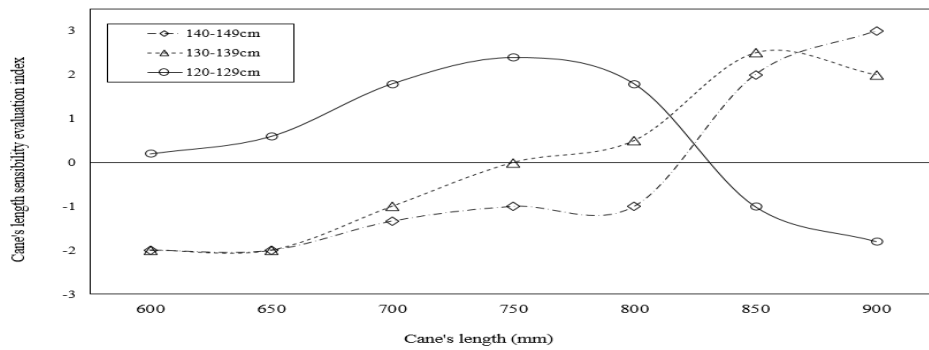


Fig. 6 Length characteristics by semantic differential technique



Fig. 7 Cane's weight characteristics by semantic differential technique

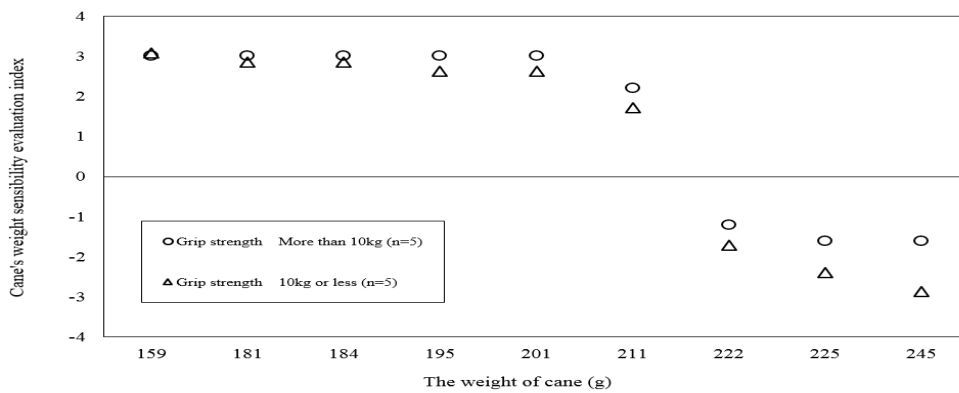


Fig. 8 Grip strength characteristics by semantic differential technique

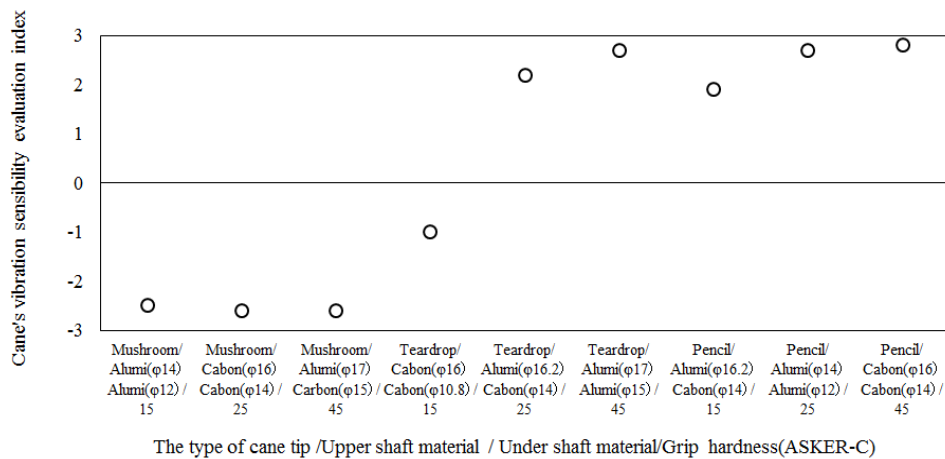


Fig. 9 Vibration characteristics (Tip-Shaft material-Grip hardness) by semantic differential technique

3. 倫理的配慮

本研究においては全ての対象者の保護者に研究に関する全ての事項について説明をおこない、同意を得た。その後、被験者に口頭にて説明し、同意を得た。また、実験プロトコルはヘルシンキ宣言に沿って行なわれた。

4. 総合結果と考察

本研究では全国の盲学校における白杖使用状況及び視覚障害児専用白杖の試作及び評価をおこなった。その結果、視覚障害児専用白杖に関する重要な知見を得た。白杖使用状況に関する調査結果（表 2）からは、全国の盲学校で使用されている白杖の形式は直杖が 62.7%を占める結果となり、一般的に成人が使用している白杖の形式とは殆ど変わらなかったこと。また、白杖の材質に関してはアルミニウム製からグラスファイバー製とカーボン製の新しい材質に変わってきたことが明らかになった。石突はペンシル型、ティアドロップ型、マッシュルーム型など多種多様な形式が存在しており、通常は歩行訓練士が視覚障害者と話し合いながら白杖歩行に適したものを提案している。しかしながら、現在の教育現場においては主にペンシル型が使用されていることが明らかになった。

視覚障害児専用白杖の試作及び評価において白杖の長さに関しては、成長著しい学齢期の視覚障害児に対して、身長に応じて白杖の長さを調整できる機能が必要であることが明らかになった。また、その際の長さの調整基準としては、従来、成人用白杖の長さを決定する際に用いられている「靴を履いて直立した姿勢で、床から剣状突起より少し上」が適しているように思われる。視覚障害児に関しては白杖重量が 200 g を超えると白杖の操作性に影響することが示された。(Rodegers and Wall Emerson, 2005) らは白杖の長さ重量が白杖のパフォーマンスにどの程度影響するのかを論じた。それによると重い白杖を長い間使用すると使用者の疲労を増大させる可能性があることを結論付けた。本研究においても握力と白杖の重量において白杖操作性の評価をおこなった。その結果、握力と白杖の重量には白杖操作性の評価に大きく影響することが判明した。このような点からも彼らの実験結果を支持するものといえる。グリップと石突に関しては、グリップの硬度和石突の組み合わせが白杖使用者の振動伝達性における使用感覚の評価に大きく関係していることが明らかになった。(Kim et al., 2010) は、白杖の石突の種類と操作方法について論じた。その中で白杖使用者の特性と歩行環境に適した石突の種類と白杖操作方法を選択することが重要であると述べている。(LaGrow et al., 1988) は、石突のペンシル型、マッシュルーム型、カーブ型いずれの形も操作性に関する違いはないが、白杖使用者がカーブ型の石突を圧倒的に好む傾向があると論じている。本研究では、白杖使用者が石突を選択する場合、石突の操作性の観点から選択するのではなく、石突とグリップの硬度の組み合わせが選択の際に重要である可能性を明らかにした。

以上より視覚障害児用白杖とは、シャフトの材質よりも児童の身体的特性に適する重量と長さ及び石突、グリップから伝わる振動伝達性が重要な構成要素であると示唆された。また、視覚障害児の白杖歩行訓練では、白杖の石突部を常に路面に接地させ、操作者の体の幅よりやや広い範囲で白杖を一定のリズムで左右にスライドするコンスタント・コンタクト・テクニクを用いている。この操作法は、石突が常に路面に接地してあるため、凹凸の少ない平滑な場所で用いられる。加えて、操作者は路面の状況を白杖本体から伝わる振動により環境認知しやすい操作法でもある。それゆえ、視覚障害児の白杖歩行学習では一般的に適した方法と言われている (Lance, 1987)。一方、路面の凹凸が激しい場所では視覚障害者・児が白杖操作する場合、手首を支点として左右均等に肩幅よりやや広めに石突が路面から数センチ持ち上がるような弧を描くように白杖を操作するツー・ポイント・タッチ・テクニクが用いられている。

今回の実験では、視覚障害児はコンスタント・コンタクト・テクニクを用いて視覚障害児用白杖を操作し評価をおこなった。そのため、路面の凹凸が激しい場所で用いられる白杖操作法であるツー・ポイント・タッチ・テクニクによる障害児用白杖の評価試験は行っていない。また、ツー・ポイント・タッチ・テクニクは、白杖の操作法、路面から白杖本体に伝わる振動強度においてコンスタント・コンタクト・テクニクとは異なっている (Kim et al., 2010)。それゆえ、今後は、ツー・ポイント・タッチ・テクニクによる視覚障害児専用白杖における官能評価試験を行うことや多くの被験者に評価していただくことが今後の課題といえる。

謝 辞

本研究は、公益財団法人 三菱財団 社会福祉事業 研究助成金にて行なわれた。この場をお借りして感謝申し上げます。また、愛知県立名古屋盲学校 上杉 相良先生、池田 明子先生並びに全国の盲学校の諸先生方には大変お世話になりました。有難うございました。

文 献

- Ambrose-Zaken, G., Knowledge of and preferences for long cane components: a qualitative and quantitative study. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, Vol.99(2005), pp.633-645.
- Ball, M.J., Mobility in perspective, *Blindness*, AAWB Annual(1964), pp.107-141.
- Blasch, B.B. and De l'Aune, W., A computer profile of mobility coverage and a safe index, *Journal of Visual Impairment & Blindness*, Vol.86(1992), pp.249-254.
- Brisben, A.J., Hisano, S.S. and Johnson, K.O., Detection of vibration transmitted through an object grasped in the hand, *Journal of Neurophysiology*, Vol.81(1999), pp.1548-1558.
- Doi, K., Sugama, A., Nishimura, T., Ino, S., Nunokawa, K., Sugiyama, M., Kosuge, K. and Miyazaki, A., Influence of the weight of white canes on muscle load of the upper limbs, *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, IFMBE Proceedings*, Vol.39(2013), pp.2019-2022.
- Foulke, E., The development of an improved cane for use by blind pedestrians, in perceptual alternatives laboratory, Annual report to the dean of the Graduate School 1, 1974 through June 30(1975), pp.57-69.
- Hill, E.W. and Ponder, P., Orientation and mobility techniques, guide for the practitioner, New York, American Foundation for the Blind(1977).
- Hoover, R.E., Foot travel at Valley Forge. New outlook for the blind and the teachers forum, Vol.40(1946), pp.246-251.
- Hoover, R.E., The cane as a travel aid, In P.A.Zahl(Ed.), *Blindness*(2nd ed.)(1962), pp.353-365.
- Kim, D., Wall Emerson, R.S. and Curtis, A.B., Drop-off detection with the long cane: effects of cane tips and techniques, *Human Factors*, Vol.52, No.3 (2010), pp.456-465.
- Kim, D., Wall Emerson, R.S. and Curtis, A.B., Drop-off detection with the long cane: effects of different cane techniques on performance, *Journal of Visual Impairment & Blindness*, Vol.103(2009), pp.519-530.
- LaGrow, S.J., Kjeldstad, A. and Lewandowski, E., The effects of cane-tip design on three aspects of nonvisual travel, *Journal of Visual Impairment & Blindness*, Vol.82(1988), pp.13-16.
- Lance, P., To the editor, *Journal of Visual Impairment & Blindness*, Vol.81(1987), pp.143-145.
- Morioka, M. and Maeda, S., Measurement of hand-transmitted vibration of tapping the long cane for visually handicapped people in Japan, *Industrial Health*, Vol.36(1998), pp.179-190.
- Rodegers, M.D. and Wall Emerson, R., Human factor analysis of long cane design: weight and length, *Journal of Visual*

Impairment & Blindness, Vol.99(2005), pp.622-632.

Schenkman, B.N., Identification of ground materials with the aid of tapping sounds and vibrations of long canes for the blind, Ergonomics, Vol.29(1986), pp.985-998.

Solomon, H.Y., Movement produced invariants in haptic explorations, An example of a self-organizing, information-driven, intentional system, Human Movement Science, Vol.7(1988), pp.201-223.

八高隆雄, 山本圭治郎, 小山昌洋, 兵頭和人, 円筒物体把握における握り易さの感性評価, 日本機械学会論文集, C編, Vol.62, No.602(1996), pp.3999-4004.

References

Ambrose-Zaken, G., Knowledge of and preferences for long cane components: a qualitative and quantitative study. Journal of Visual Impairment & Blindness, Vol.99(2005), pp.633-645.

Ball, M.J., Mobility in perspective, Blindness, AAWB Annual(1964), pp.107-141.

Blasch, B.B. and De l'Aune, W., A computer profile of mobility coverage and a safe index, Journal of Visual Impairment & Blindness, Vol.86(1992), pp.249-254.

Brisben, A.J., Hisano, S.S. and Johnson, K.O., Detection of vibration transmitted through an object grasped in the hand, Journal of Neurophysiology, Vol.81(1999), pp.1548-1558.

Doi, K., Sugama, A., Nishimura, T., Ino, S., Nunokawa, K., Sugiyama, M., Kosuge, K. and Miyazaki, A., Influence of the weight of white canes on muscle load of the upper limbs, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, IFMBE Proceedings, Vol.39(2013), pp.2019-2022 (in Japanese).

Foulke, E., The development of an improved cane for use by blind pedestrians, In perceptual alternatives laboratory, Annual report to the dean of the Graduate School 1, 1974 through June 30(1975), pp.57-69.

Hill, E.W. and Ponder, P., Orientation and mobility techniques, guide for the practitioner, New York, American Foundation for the Blind(1977).

Hoover, R.E., Foot travel at Valley Forge. New outlook for the blind and the teachers forum, Vol.40(1946), pp.246-251.

Hoover, R.E., The cane as a travel aid, In P.A.Zahl(Ed.), Blindness(2nd ed.)(1962), pp.353-365.

Kim, D., Wall Emerson, R.S. and Curtis, A.B., Drop-off detection with the long cane: effects of cane tips and techniques, Human Factors, Vol.52, No.3 (2010), pp.456-465.

Kim, D., Wall Emerson, R.S. and Curtis, A.B., Drop-off detection with the long cane: effects of different cane techniques on performance, Journal of Visual Impairment & Blindness, Vol.103(2009), pp.519-530.

LaGrow, S.J., Kjeldstad, A. and Lewandowski, E., The effects of cane-tip design on three aspects of nonvisual travel, Journal of Visual Impairment & Blindness, Vol.82(1988), pp.13-16.

Lance, P., To the Editor, Journal of Visual Impairment & Blindness, Vol.81(1987), pp.143-145.

Morioka, M. and Maeda, S., Measurement of hand-transmitted vibration of tapping the long cane for visually handicapped people in Japan, Industrial Health, Vol.36(1998), pp.179-190 (in Japanese).

Rodegers, M.D. and Wall Emerson, R., Human factor analysis of long cane design: weight and length, Journal of Visual Impairment & Blindness, Vol.99(2005), pp.622-632.

Schenkman, B.N., Identification of ground materials with the aid of tapping sounds and vibrations of long canes for the blind, Ergonomics, Vol.29(1986), pp.985-998.

Solomon, H.Y., Movement produced invariants in haptic explorations, An example of a self-organizing, information-driven, intentional system, Human Movement Science, Vol.7(1988), pp.201-223.

Yakou, T., Yamamoto, K., Koyama, M. and Hyoudo, K., Sensory evaluation of grip using cylindrical objects, Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Series C, Vol.62, No.602 (1996), pp.3999-4004.