
網膜色素変性症の歩行行動観察 —夜間歩行訓練プログラム開発を目指して—

国立身体障害者リハビリテーションセンター

小田島 明

はじめに

ロービジョンの人は夜盲をもつ人が多く、夜間歩行に多くの問題をもっているため、夜間歩行訓練が必要である。現状では、日中にアイマスクを使用し、視覚以外の情報とケーンスキルをマスターし、夜間利用できない視覚的情報を補うよう歩行訓練が行われているのが一般的である。

これは弱視者が全盲者の歩行技術をマスターすることで、夜間歩行の安全性や能率性を確保するかのような誤解を招きかねない。ロービジョンの人は、夜間歩行時にも多くの視覚的な情報を利用しており、さらには夜間特有の視覚的情報が存在することを我々歩行訓練に携わる者は経験的に知っている。つまり、夜間における視覚的な情報を、積極的に取り組んだ形での夜間歩行訓練を実施する必要があるのである。

しかしながら、ロービジョンの人に合致した夜間歩行訓練プログラムについてはいまだ未確立である。このためロービジョンの人に合致した、歩行訓練プログラムを開発する必要がある。

さて、夜間歩行に関する先行研究を見てみると、K. L. Tapp (1985)、D. L. Morrissette & G. L. Goodrich (1983) らの研究がある。K. L. Tapp は、弱視児の夜間歩行訓練について、その必要性と指導計画を提起しているが、訓練士の留意点にとどまっている。また、D. L. Morrissetteらは、夜間歩行時の補助具に関してナイトビジョンエイド (NVA) と広角モビリティライト (WAML) の比較をして、WAML が有効であることを見出している。しかし、

これらの先行研究では、中途視覚障害者の具体的な夜間歩行訓練プログラムについて明らかにしていない。

そこで、夜間歩行訓練プログラムの開発を目的として、種々の実験や研究を試みることとした。今回ここに報告する内容は、「ロービジョン研究会第4回研究大会」で発表したものに、その後、検討や修正を加えたものである。

これは、夜間歩行訓練のプログラムを作成する初めの作業として、弱視者の歩行動きの特徴を見る必要があると考え、夜盲を訴える代表的な疾患である、網膜色素変性症の人を被験者として、歩行動きの観察を試みることとしたものである。

1. 手続き

同じ網膜色素変性症の人であっても、その障害からもたらされる状況は生理的なレベルから行動のレベルまでかなり異なっていると考えられる。そこで、第1段階として暗順応測定や照度を変化させた上で視力値の測定を行い、第2段階として歩行動き観察をする形をとった。

(1)被験者のプロフィール

表 1

	被験者A	被験者B
性 別	男 性	男 性
年 齢	50才	46才
視 力 R	0.01 (0.02 × S + 10.00D)	n.d (0.01 × S - 3.00D)
L	0	n.d (0.01 × S - 3.00D = C - 2.00D Ax 160°)
視 野	求心性視野狭窄10°	求心性視野狭窄、左右共に5°
歩行訓練	経験有り	経験有り

表1は被験者のプロフィールである。両者とも当センターの理療教育課程の入所者で、入所前に他の視覚障害者更生施設で歩行訓練を受けており、日常では自由に外出をしている。また、視覚障害以外の障害はなく、健康体である。

(2)3条件の設定

行動観察をするにあたり、日変動による歩行環境の明るさの違いを見る必要

があると考え、昼間、薄暮、夜間の3条件を設定した。

昼間は、あまり太陽が傾かない午後の早い時間としたが、薄暮と夜間の規定が難しいことに気がついた。それは薄暮を何時と規定するかということである。

薄暮は歩行訓練士にとって決して耳馴れない言葉ではないのであるが、どの時間帯が薄暮にあたるのか、明確に規定している者はない。薄暮が規定されなくては、夜間も規定できなくなる。そのため国立科学博物館に問い合わせたところ、薄暮という規定はないが、薄明という規定があるとの回答を得た。

薄明は、「市民薄明」、「航海薄明」、「天文薄明」と3つの規定があり、日没後から、地平線を0度とした太陽の伏角6度まで、時間にして30分が「市民薄明」、ついで伏角12度まで、時間にして1時間が「航海薄明」、ついで伏角18度まで、時間にして1時間30分が「天文薄明」にあたるとのことであった。

これに基づき考慮した結果、薄暮を、「市民薄明」にあたる、日没から30分と規定して、夜間をそれ以降とすることとした。

(3) 実験コース

行動観察に用いたコースは住宅街で距離は約600mである。歩車道の区別があるところとないところを含み、信号機が途中1箇所あった(図1)。両被験

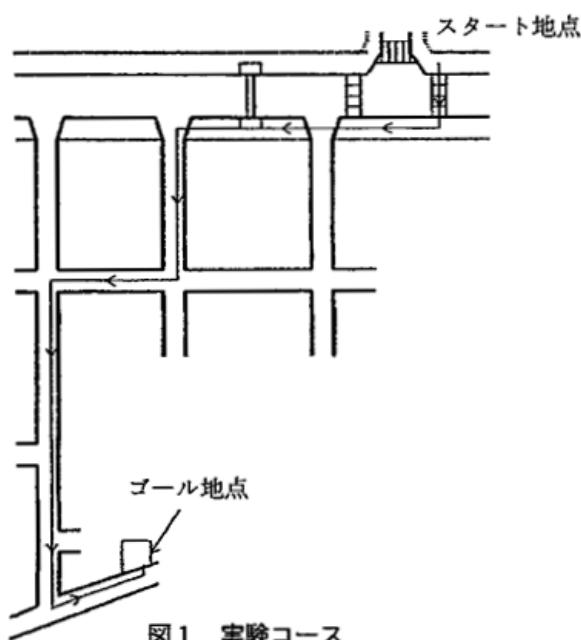


図1 実験コース

者ともこのコースの歩行経験はナイーブである。コース上の照度は、薄暮時最大533Lx、最小161Lx、夜間時最大72.8Lx、最小0.3Lxであった。

また、環境の変化に対する被験者の対応をみるために、曲り角ごとにコースを5つのブロックに分けた。

(4)被験者の条件

本来、被験者には第三者の指導などが介在していない状態で、自由な歩行をしてもらいたかった。そのため、既用眼鏡の使用は認めたが、歩行訓練の経験があるために白杖の使用は認めなかった。実験に際しては、あらかじめコースの説明を口頭で行い、ゴールに目的地を設け、そこを発見するよう指示を与えた。

(5)内省報告

3条件それぞれの歩行終了時に、内省報告を求めた。

(6)歩行動作の分析

歩行中、歩行訓練士2名が行動観察を記録し、同時にビデオカメラにて歩行状況を録画した。その録画を基に歩行訓練士3名によって歩行动作の分析を行った。また、コース歩行に要した時間を記録した。

2. 結果及び考察

今回の行動の分析は、同じ網膜色素変性症の人であっても、その障害からもたらされる状況が、生理的なレベルから行動のレベルまでかなり違っているものと考えて行っている。そのため、先ず、暗順応測定や照度を変化させた上で視力値を測定している訳であるが、行動の分析においては、環境条件の変化が最も重要な要素である。これは、夜間・薄暮・昼間という時間的な環境変化のみでは語ることができない。設定したコースの物理的な変化も忘れてはならないものである。このような理由から、実験コースをブロック別に分けて、それぞれのブロックの物理的な特徴を把握した上で行動の分析を行った。以下は、その結果及び考察である。

(1)暗順応測定

測定した結果については図2のとおりである。図中の太実線で示しているのは、晴眼者の一般的な暗順応曲線であり、これと比較すると分かるように被験者A・B共に正常なコールラウシュ (Kohlrausch) の屈曲点が見られず、暗順応障害があることを示している。

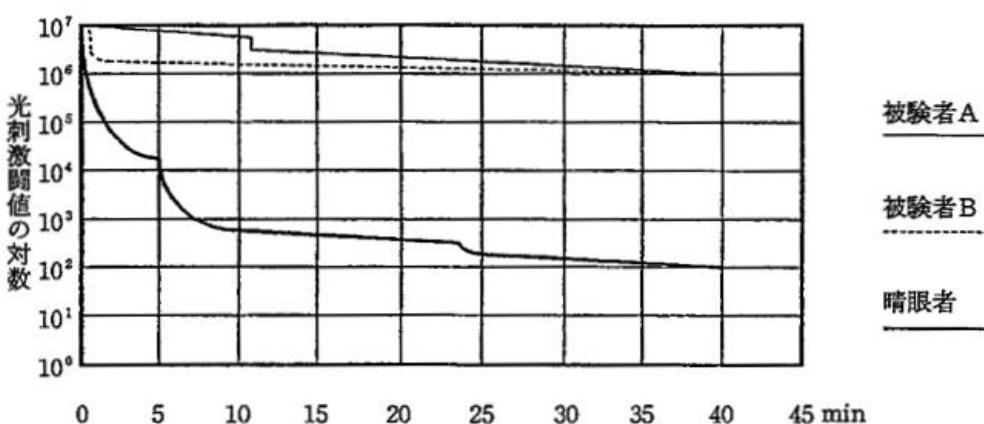


図2 暗順応曲線

(2)照度を変化させたときの視力測定

結果は表2のとおりであるが、被験者Aにおいてはあまり視力値上の変化が見られなかったことに対して、被験者Bは1Lx条件で極端な視力低下が見られた。この両被験者の差が視野の状態からくるものなのか、このデータだけでは判断できないが、被験者Bについては薄暮・夜間時の歩行能力が昼間に比べ、かなり低下するのではないかという推測はできる。

なお、測定に際しては、被験者の歩行時に近い視力値を得るために、原則として両眼視で既用眼鏡も使用した状態で測定を行った。

表2 照度変化による視力値

	1 Lx	10.7Lx	161Lx	322Lx	560Lx
被験者A	0.028	0.028	0.028	0.030	0.031
被験者B	s1	0.018	0.018	0.022	0.023

(3)歩行所要時間

表3は、被験者Aを夜間→薄暮→昼間の順に、被験者Bをその逆に歩行させた上での結果である。両被験者とも、同じコースを3回ずつ歩行していることになり、被験者Aは夜間が未知の状態で、被験者Bは昼間がその状態であった。

表3 歩行所要時間

単位：秒

		1ブロック 150m	2ブロック 115m	3ブロック 92m	4ブロック 197m	5ブロック 43m	合 計
被験者A	夜 間	142	133	124	219	156	774
	薄 暮	140	120	81	233	76	650
	昼 間	141	105	85	197	57	585
被験者B	夜 間	388	147	150	249	69	1,003
	薄 暮	180	109	159	216	46	710
	昼 間	123	87	74	154	176	614

被験者Aの夜間に5ブロックで多く時間がかかっているのは、5ブロックにゴールとして、薬局の入り口発見という課題があり、未知の状態であったために一度通過してから、戻って発見したものである。その点、考慮して考えてみると、被験者Aは夜間に他の2条件よりも時間を多く費やしていることもうなづける。また夜間時は暗がりを歩行する際に歩行速度の低下が見られ、これも原因となっている。薄暮時の4ブロックで他の2条件よりも時間がかかるのは、コース上に会社の寮のような建物があり、そこの門が広く、門の中も車が十分出入りできるスペースが確保されているところがあり、ここで迷い、判断に時間がかかったためである。本人の内省によると、「路地のように思えたが判断がつかなかった。夜間のときは、そこに門があることすら気づかなかつた。昼間は、すぐにそこが寮の入り口であると気づいた。」と述べていた。

被験者Bは昼間から歩行を開始したため、歩行コースが薄暮、夜間となるにつれて既知になるので、当初被験者Aよりも歩き易いと思われた。また昼間では、5ブロックで目的地の発見に手間取ったことを除き、他のブロックでは被験者Aよりも所要時間は短い。つまり被験者Bのほうが被験者Aよりも昼間の

歩行速度が速いことになる。そのようなことにもかかわらず、被験者Bは薄暮、夜間と段階的に時間を多く費やしている。これは、屋間には見られなかったユース間違いを薄暮以降するようになったこと、視覚的手がかりを探すのに昼間よりも薄暮、薄暮よりも夜間といった具合に、時間が多くかかっていることなどが原因と考えられる。

(4) 視覚的手がかりの観察結果

両被験者とも、視覚的な手がかりを得るために歩行中の様々な場面で顔を動かし、視線を空間の様々な場所に向けていた。いわゆるヘッドスキャンをしていったわけであるが、両被験者でこれに違いが見られた。

表4 被験者A・Bが利用した視覚的手がかり

NO	確認方向	手がかりの項目	夜間		薄暮		昼間	
			A	B	A	B	A	B
1	下	路側帯の白線	○	×	○	○	◎	○
2		側溝の蓋と路面のコントラスト	×	×	×	×	○	×
3		歩道の切れ目の縁石	○	◎	◎	○	×	×
4	前	自動車のヘッドライト・テールランプ	◎	×	×	×	/	/
5		店からもれている灯り	◎	○	○	◎	/	/
6		信号機の点灯	◎	◎	×	×	×	×
7	上前	街灯の並び（点灯している状態）	◎	◎	×	×	/	/
8	横前	路側の壁や垣根	○	×	◎	○	○	○
9		商店の並び	◎	○	○	◎	○	○
10		電柱・ポール等	×	○	○	○	○	○
11	上横 前	壁や建物等と、空とのコントラスト	/	/	○	○	○	○
12		看板等	×	×	×	○	○	○
13		発光する看板等	×	◎	×	◎	/	/

※◎ よく利用しているもの。

○ 一部利用したもの。

× 利用しなかったもの。あるいはできなかったもの。

/ この条件では、該当しない箇所。

表4は両被験者がヘッズキャンをして利用した視覚的手段についてまとめたものである。被験者A・B共に道の端を一定の距離を保ちながら歩行することが殆どであったが、歩行線の取り方として、被験者Aは昼間、下方を多く利用し、次いで横や上前方を利用している。薄暮では、横や上前方を利用するが多くなる。夜間では前方や横の光源を利用し、光を発しない手がかりは、街灯の下や商店から灯りがもれていますところにその利用が限られている。

一方、被験者Bは下方も利用するが、昼間から横や上前方を多く利用している。薄暮も同じ状況であるが、昼間ほどの確実性が見られなかった。夜間では、前方や上方の光源が利用できるのみであり、緩やかに蛇行をしながら歩行し、道の中央を歩くことが見られた。

また、環境確認について、被験者Aはよく横を見ているのに対して、被験者Bは横に加えて上を見ることが多いという違いが見られた。両者とも昼間は環境確認が容易であり、あまり周囲に注意を払っている様子は伺われなかつたが、薄暮ではかなり難しい様子で立ち止まって確認することがあった。しかし、それでも判断がつかない場所が数か所みられた。これは、特に被験者Bについてそうであった。

表5と表6は両被験者のヘッズキャンの方向と回数を示している。この作業はビデオを再生して行ったものであるが、夜間は光量不足でビデオ再生が難しく、全コースについてできなかつたので割愛した。

被験者Aは昼間において、ほとんど下方を向いて歩行しており、薄暮においては、ほとんど前方を向いて歩行していた。つまり、昼は下方視、薄暮は前方視をして歩行しているのではないかと考えられる。

それに対して被験者Bは昼間も薄暮もほとんど前方を向いて歩行しており、両条件とも前方視をしていると考えられる。このことから、ヘッズキャンの回数を被験者Aは昼間、下方視をしている状態からの顔の動きの回数、薄暮、前方視をしている状態からの顔の動きの回数としてカウントした。被験者Bは、両条件とも前方視と考えていたため、その状態からの顔の動きをカウントした。両被験者ともヘッズキャン回数が、昼間よりも薄暮で多くなっているのは、環境確認において薄暮のほうが難しいからではないかと推測できる。

表5 被験者Aヘッドスキャン回数

		1ブロック	2ブロック	3ブロック	4ブロック	5ブロック	合計
昼間	横	3	3	3	4	6	19
	前方	6	7	5	7	0	25
薄暮	横	8	4	1	7	9	29
	下方	7	7	2	8	0	22

表6 被験者Bヘッドスキャン回数

		1ブロック	2ブロック	3ブロック	4ブロック	5ブロック	合計
昼間	横	6	3	3	5	14	31
	上方	1	4	4	1	11	21
	下方	4	5	2	10	9	30
薄暮	横	16	6	10	19	9	60
	上方	7	3	5	19	6	40
	下方	14	6	18	44	3	85

被験者Aは、上方のヘッドスキャンがないことが特徴的である。5ブロックは目的地の発見に注意が集中したため、横のヘッドスキャンのみになったものと考えられる。被験者Bは、被験者Aよりも総じてヘッドスキャンの回数が多い。被験者Bは、曲がり角発見の手がかりを、上方や横に求めていたが、曲がり終えると、下方を見て歩行線を確認しようとする行動の特徴があった。しかし、薄暮と昼間では、断然、薄暮のほうにこの行動が多く、回数の差として表れている。

さらに、被験者Bでは両条件とも前方視として考えていたが、薄暮においては、下方のヘッドスキャン回数が多く、そのまましばらく下方を見ながら歩行していることもあり、前方視と下方視の中間的状態とも考えられる。

また、薄暮における横のヘッドスキャン回数が昼間の倍になっており、かなり環境確認が難しい状況であると考えられる。全体の回数から、被験者Aよりも被験者Bのほうが、視覚的な情報処理に苦労していると推測される。

3.まとめ

行動分析の結果を見てみると、両被験者共に、安全で合理的な歩行線を確保するためにかなり配慮していることがわかる。両被験者共に、道の端を歩行するために、白線や壁・垣根等を視覚的に確認しながら歩行している。

歩行線確保という意味や利用するものが同じであっても、その取り方は被験者間で相違が見られた。被験者Aは、昼間、下方視にて歩行線を取り、薄暮では、前方視にて歩行線を取っていたのに対して、被験者Bは昼間、前方視にて歩行線を取り、薄暮では、前方視と下方視の中間的状態にて、歩行線を取っていた。

また、視覚的な手がかりを得るためにヘッドスキャンについて見てみると、被験者Bは、被験者Aに比して、ヘッドスキャンの回数が多くなっており、上方のスキャニングをしていたことが特徴的であった。

さて、両被験者のプロフィールで明らかにしたように、視力や視野の差異が歩行行動において、かなり影響を及ぼしていると考えられる。

被験者Aは片眼視であり、被験者Bは両眼視であった。視力は矯正で被験者Aが被験者Bに、0.01優り、視野は被験者Aが10度なのに対して、被験者Bが両眼5度であった。行動分析による両者の比較を見ると、両眼視で視野が5度のものよりも、片眼視であっても視野が10度あり、かつ視力が優るほうが、歩行速度も視覚的手がかりの利用においても優勢であったということになる。これが本当にそう言えるのかどうかは、今後の研究を待たなくてはならない。

そしてさらに、自動車のヘッドライトに対して、被験者Aは、夜間と薄暮に手でカバーしているが、被験者Bでは、この行動が見られないという事実があった。自動車のヘッドライトのような強烈な光が視野の中に入ってきて、網膜色素変性症を持つ者が眩しがらないとは考え難い。これが何故なのか、単純に被験者Bの視野がそれだけ狭いのだと結論づけるのはいかがなものか。この点も今後検討する必要があると思われる。

視覚以外の手がかりとしては、被験者Aにおいて昼間と薄暮に、障害物を手で触れているという行為が観察された。本人の内省によると、昼においては確

実な手がかりとして、薄暮においては歩行線上にある物体が何であるか確認するためとしてこの行為をしたと述べている。つまり、視覚的に気づいた物体を触覚的に補っていると思われるのであるが、昼間と薄暮ではこの行為の持つ意味が違っている。それだけ薄暮のほうが昼間より見づらいということである。そう考えると、夜間においてこの触れるという行為が見られなかつたことも理解できる。

4. 今後の検討課題

我々は「夜盲がある」というと、「夜見えない」、「真暗なところが見えない」、だからそのような弱視者に対しては夜間に全盲者と同じような歩行訓練を実施する必要があると、ややもすれば考えがちである。しかし、「夜盲がある」という状態は本来、「真暗なところが見えない」ということではなく、「暗順応障害がある」ということであり、その程度には個人差があるものである。

この歩行行動分析を受けて研究された薄明視における白線の視認性についての報告（坂本・小田島、1992）にあるように、白線という1つの視覚的な手がかりでも明るさの条件によって、その利用できる範囲が制限されている。

また、行動分析の結果から言えることであるが、歩行空間の明るさの変化が、視覚的手がかりの利用に影響を及ぼし、さらには歩行行動全般に影響を及ぼしている。ましてや網膜色素変性症の人のように羞明を訴える者では、晴れた日の昼間においても歩行行動にかなりの制限を受ける結果となっている。

前出の坂本・小田島（1992）の報告で指摘されているように、夜間歩行は明所視と薄明視が混在しているのであれば、街中の歩行では常に、暗順応障害や羞明の影響を受けているということになる。つまり、夜間歩行訓練プログラムの開発といっても、一定の環境条件下（真暗な空間）における訓練プログラムが作成されるものではないと考えられる。

このような観点に立脚すると、夜間歩行訓練のプログラムを開発すると同時に、個々の弱視者がどの程度の明るさの条件において、どのような物や状況が

視認可能で手がかりとなるのか、あるいは歩行動態の障害となるのか、これらを把握し得る、「夜間歩行動態評価表」の作成も今後検討すべき課題であると考えている。

引用・参考文献

- Morrisette, D. L. Goodrich, G. L. 1983 The night vision aid for legally blind people with night blindness : an evaluation. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, Vol. 77 No.2.
- Tapp, K. L. 1985 Night mobility instruction for children with low vision. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, Vol. 79 No. 6
- 小田島明・久保明夫・坂本洋一 1991 夜間歩行に関する一考察(1). 第4回ロービジョン研究会発表論文集, 1—9.
- 坂本洋一・小田島明 1992 夜間歩行に関する研究(2). 第1回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, 10—13.

《インフォメーション3 研究雑誌－2：1992年4月～1992年9月》

盲学校中学部の理科の授業での性の指導（鳥山由子）障害者の福祉 1992年6月号 Pp. 39—41