

# 盲学校に於ける理科学習指導に関する研究 (第五報)

盲学校理科教材取扱いに関する研究と其の問題点 (其の一)

大 庭 景 利

(教育学部物理学教室)

## The Fifth Report of the Research for the Science Teaching in the School of the Blind.

on the Research and the point of problem for the handling of  
Science teaching materials (1st report)

Kagetoshi OBA

(*physical Section ; Faculty of Education, Kochi University*)

### 1. 緒 言

筆者は既に盲学校理科教材中、小学校低学年のものにつき取扱い方困難なる教材を7群に分けて考察し<sup>(1)</sup>、次に小学校高学年のものについても同様困難なる教材を8群に分けて処理し<sup>(2)</sup>、又本年度は中学校理科教材中取扱い困難なものにつき又これを8群に分けて考察してみた<sup>(3)</sup>。而して今後これらに対する研究上の問題点について色々と論じてみるつもりである、そして以上の困難は全盲生の視覚機能の障害のために起因するものであって、なかには半盲生と雖も指導困難なる教材も相当含まれている。なお筆者等も既に盲学校理科教育に於ける各種教材の実験指導方法の考察について発表しているので<sup>(4)-(6)</sup>、これらをも参照しつつ考察していきたいと思っている。

即ち一般の小、中学校理科教材について検訂し先ずこれよりして盲学校に於ける理科実験指導に於て困難と思われるもの、又は工夫によって打開出来ると思われるものについて論じてみたいと思っている。勿論いろいろと教材については各地の盲学校の先生等によって発表されているものもあるようであるが、前述の如く筆者は、小、中学校理科教材を系統的に検訂してみることにした。特にこれは主として全盲生を対象にして考えているのであって半盲生については後日考察するつもりである。

### 2. 教材指導に関する研究と其の問題点

筆者は小学校及び中学校理科教材中、盲学校に於て特に全盲生に対し指導困難と思われる項目を列挙してみたのであるが、それを大体次の8群に分けてみたのである。

- (1) 色の観察困難
- (2) 運動するものの観察困難
- (3) 採集の困難によるもの
- (4) 現地連行の困難によるもの
- (5) 光に対する指導困難
- (6) 天文教材の指導困難
- (7) 化学教材による指導困難
- (8) その他(主として実態観察の困難)

以上の困難は全盲生の視覚機能の障害のために起因するものであるが、先ず第一に全盲生に対す

る指導は殆んどが触察によるということである。そしてその触察の対象となるものはいろいろの大きさのものがあろうが、彼等のために最も指導し易い大きさは彼等の両手の中に入る位が最適のように思われる。それ故、物によっては実物指導と相まって模型指導を併せ行い、先ずその模型に対する指導を行い、次にその模型に対する実物の大きさを彼等に量感覚によって知らせ、而る後実物にさわらせるという指導法で行うとよいと思う。それ故、筆者が前にあげた困難と思われる項目以外の項目でも指先でさわったり、又手のひらで大きいものにさわったりするまでは、この点指導に困難なものもまだまだ相当あるのではないかと思われる。なおこの触察については、内田ハチ氏の研究もあり<sup>(10)-(13)</sup>、要はこの点に於て今後共研究を進むべき余地が大いにあるものと思われる。

次に感ぜられる事は、全盲生の工作能力は晴眼者に比べて著しく劣っているということである。それ故何々をつくりそして何々の実験をするというような理科の目標に対しては、これを晴眼者と同様にやらせるには甚しく時間がかかることが予想せられる。それ故出来上ったものを先ず彼等に渡して実験をさせるという程度にした方がよいと思う。而しながら決して彼等の工作能力向上のための指導を無視してよいわけではなく、彼等が工作をある程度出来るようになった学年に於ては、それ相応に彼等自らの考えで実験材料を工作させることも必要であろうと思う。

これと同様であるが、採集するという事も全盲生には困難なことである。それとともにかかるもののある現地へ全盲生をつれて行くことは晴眼者をつれて行くよりはずっと困難である。かかる点から考えても採集させてそれを観察し、且実験するような教材の場合には前と同様に採集したものを全盲生の児童生徒にあたえてやるというようにせねばいけないように思われる。このような次第であるから、全盲生を指導する場合には模型が必要になってくる。而かも晴眼者の場合と異り、殆んどすべてが触察によるのであるから、そういうことを考えての模型というものが必要になってくる。而かも晴眼者の場合よりもずっと多く模型を必要とすることになるものと思われるので、かかる方面の模型の製作ということも今後の研究テーマになってくるのではないかと思われる。特に生物教材等でいろんな土地の状況により生物の生育状況の異なるようなところを知覚させるには放送教材及び録音教材が大いに効果があるものと思われる。勿論全盲生の経験領域というものは晴眼者に比べてせまいと思われるので、彼等が晴眼者の自然観に於ける如き世界観をもっているかということは未だ不明であり、これ又今後の研究問題として考えられるのであるが、その一面彼等をしてなるべく晴眼者に近い自然観をもたせるように、模型や録音教材により世界観の指導を行うべき工夫が必要ではないかと思われる。

次に動いているものの観察も全盲生には困難である。従ってこれが対策としては、音源を空間的にこれが動くと同様に移動させてこれが経路を知覚させるということだろうと思う。この点に関してもどの位の波長の音がよいかということも未だ研究されていない。

かかる点についてもステレオ型録音機を使っての研究は大いに意義があると思われる。又、ステレオ型録音機は前述の音響による状景描写にも大いに役立つことだろうと思う。

さて、小学校及び中学校を通じ理科教材中指導困難と思われるものについては既に分類してそれに属すると思われるものは既にあげたのであるが<sup>(1)-(9)</sup>、この8群につき大体その中で現在行われ又は教師の手に於て考案されつつあるものにつき少々のべてみたいと思っている。

### (1) 色の観察困難

この中で小学校五年生教材中にリトマス試験紙による色の変化により、アルカリ性、中性、酸性の判別をする実験があるけれども、これは全盲生に於て判別することは困難である。それで筆者等としては水素イオン濃度の電気的測定器を使用し、その針先を触察することによってこれを認知させるようにしたらよいと思われる。電流電圧計の指針の触察による計器の作製又は改装に対しては、既に筆者等も研究しており<sup>(4)(7)</sup>、これらを応用すればよいと思う。次に六年生の理科教材中の赤インクの中に鳳仙花などの茎をさし水分のとおり道を観察する実験も、赤インクでは全盲生はこ

れを弁別することが不可能であるので、例えば甘い水を吸い上げさせて上部より取り出してなめさせてみるとか、あるいは少し大げさかも知れないがコバルト60などを使用してガイガー・ミューラー氏の計数管で水分の通路を認知させるとか言ったようなことも考えられる。次に小学校一年生の教材中にある葉や草花の色、つぼみの色、親しみやすい虫やかたつむりの色、みかん、かき、りんごなどの色、石ころの色など、次に二年教材のシャボン玉の色、三年教材の花つくりの観察、季節毎の生物の種類と変化の観察及び季節毎の生物の種類と変化の記録とそのまとめ、花や葉、実の汁による紙、布などの色染め、花や実のしる、水や酢、灰汁による色の変化の観察、砂、粘土、黒土などの粒の色等の比較観察、川原の石の色、青写真、感光紙が日光によって色の変ること、実の観察、光の当て方による色の変わり方の比較観察、青写真紙を水洗にしたものとししないものの光による色の変わり方の比較観察等があり、以上のものは色の観察をすることが困難であるが、これらのものの弁別をそれぞれ触察（手のみでなく、ほほやくちびるも使う）その他によって行うように工夫することが必要であり、ある程度それらによる弁別が可能であるものと思われる。

次に小学校上学年以上になって水晶、方解石等の鉱物の色の観察、鉄銅、アルミ等の色の比較観察、黒さび、赤さび等の色の区別等は視覚によっては不可能であるけれども、光電池又は光電管により反射光を各色フィルターをとおして別々にうけて、その電流計の指針の振れを触察によってよみ、而して所謂間接経験によって知るといったようなことがある程度出来るのではないかと思われるし、これは今筆者のところで研究をすすめている。

## (2) 運動するものの観察困難によるもの

小学校一年生の教材で親しみやすい虫やかたつむりをとり、それらの運動のし方の観察が困難である。しかし紙の上等をかかるとか虫やかたつむりを運動させてその音が出るように考え、その音の変化によって観察させれば割合に可能であるものと思われる。次に金魚やメダカ等の水中の動物の運動を観察させることは困難であるが、水中動物の運動の模様は空間的に音（又はブザー、電鈴等）を動かし、立体録音機を使用することによって知覚させることが出来る。又、羽根のとび方の観察の項に於て、このとび方の観察は不可能であり、むしろ羽根に鈴などをつけて音の出るようにしてこれをとばせる方がよいと思われる。

次に二年生の教材中では池や小川の生物の項で魚、虫、貝、えび、おたまじゃくし等を採集して水槽に入れ、その泳ぎ方の観察は不可能であるが、その動物の形態はとり出して触察により認知させることが出来る。又、こまの回り方のところで、こまによって回り方が違うことの観察の項でこのこまにより回り方の異なるという状態の観察は不可能であり、ただ音をきかせて認知させる程度であるので、下に紙又はブリキ板等を置き、こまが回っている時なるべく音の出るようなものをえらんだらよいと思う。次に落下さんの項で落下さんの落ち方、流れ方の観察のところでの落ち方の観察は不可能であるが、この落ち方を教師は音を出してその動き工合を児童たちに知らせてやる必要があると思う。又扇風機を上向きに向けて上方より落下さんを落し、扇風機の風の強さを加減することによって全盲生の手でさわられるような条件を作ってやることも必要である。そしてこれらの点に関しては筆者の許でも研究中である。又空気の働きのところでもコム風船の飛び方の観察があるが、このとび方を観察することが困難であり、飛んで行く方向を教師は音を出して知らせてやる必要があると思う。あるいは風船を幾つかつけて発音体を下につけてとばせることもよいと思う。また、五年生の教材中の魚のひれの形、えら、うきぶくろの観察、泳ぎ方等も模型又は実物の触察による程度しか教えることが出来ないと思う。又同じ学年のメダカの飼育実験も、時にはメダカをとり出して手に触れさせる程度でこれ又、相当指導困難ではないかと思われる。

次の中学校の第一分野中の落下運動のところでは落下の様子として落下の速さは時間とともに増大することを調べる実験、落下の速さは重さによらないことを調べる実験等があるが、これは実際の晴眼者についてやると同様な実験をしてみせることは、全盲生に対しては不可能であり、これに対

し筆者等が研究しているのは、斜面上を球を落とし、この落下する時間を低周波発振器により出す音波と落下して到着する時の音とをともに録音し且、再生してするというような方法によりこれは指導可能になることと思われる<sup>9)</sup>。勿論ステレオ型録音機を使用すればもっと有効であろうと思う。

### (3) 採集困難によるもの

これは小学校二年教材中の四季おりおりの野山の有様のところで、四季の野山の草の採集、おし花、おし葉、木の実のこまつくり等があるが、これらの植物を採集することは全盲生には相当困難であり、教師が採集してこれを準備してやらねばならないことと思う。又、田畑の作物を害する虫の採集も全盲生はこれを手づから行うことが出来ないので、教師の方で整えてやらねばならないし、池や小川の生物のところで魚、虫、貝、えび、おたまじゃくしの採集等も全盲生自らこれを行わせることは不可能であり、これ又ととのえてやる必要がある。次に三年生の教材で鳴く虫の種類や生活の様子ところで鳴く虫を全盲生自身で採集させることは不可能であり、これ又教師の側で整えてやる必要があるであろう。次に川原の様子と石のところで川原の石の採集もこれ又、全盲生には不可能に近く大体教師がみつけてとってやる必要がある。又全盲生を対象としたこの石ころの採集のときの指導記録として歌代勤氏がのべている報告がある<sup>14)</sup>。又、中学校第二分野のところで火成岩、たい積岩、変成岩等、これらの岩石の採集をさせることは困難であり、これ又教師が自ら採集して準備してやる必要があると思う。

以上の如く採集困難なものには概して次にのべる現地連行の困難性が伴うものである。

### (4) 現地連行の困難性によるもの

小学校一年生では野山の自然の有様のところで野山の草花、木、虫等の観察があるが、第一に全盲生を野山へ連行することが甚しく困難なことにように思われる。それ故これらの連行回数を少なくし放送教材等により野山の状況を知覚させるようにする工夫も必要ではないかと思われる。次に三年生の教材で季節による生物の種類や様子の変化のところで、季節毎の生物の種類と変化も校内やその近所の状況なら全盲生の連行も容易であるが、少し離れたところになると、なかなか容易なものではない。又鳴く虫の種類や生活の様子ところでこおろぎなど鳴く虫のすむ場所、鳴き声の観察でもその虫の鳴いているところへ全盲生を連行することは困難でそれを録音してきかせるか、放送教材によるかしなければならぬと思う。

尚土の性質のところでがけや切り通しなどで土や岩石の観察や風化しつつある柔らかい岩石の観察、並びに川原の様子と石のところで川原のの様子観察等、斯様な教材でも全盲生を現地へ連行することが困難である。それ故例えば川原のの様子観察では川原の様子を模型を作って触察させるようにする必要があるのではないかと思われる。

さて、次に四年生教材中の潮の満干のある事実の観察、海浜の動物の種類や生活の様子観察等は確かに全盲の児童を現地へ連行することに於て困難なのであるが、場所によってはある程度の可能性があり、又現地に於ける触察による観察も不十分ながらある程度研究の如何によっては出来ることもありうると考えられる。併しどうしても出来なければ模型による必要がある。次に川幅、流れの速さ、水かさ等の観察は大きい川では実施不能であるが、学校内又は近所に小さい川があって全盲の児童が入っても大丈夫な位のものであれば、この観察は可能になるわけである。

次に大水前後の川原の様子は、実際には観察困難であるが、その流れ等の音響の差異等は録音してきかせてやることも可能であり、屑流運動と渦動運動も設備の如何によっては、全盲生に認知させることが出来るものと思われる。次に四年生の教材中の川が曲りくねって流れている様子の観察、海岸のがけ、砂浜の様子の観察、雨水や川の水が土を削る様子、五年生教材中の海岸に近づく船が帆柱から見え始めるという事実の観察、六年生教材中の森林は大水、風、土砂崩れ、雪害防止に役立つ事実の観察等は、現地連行が困難だがこれらの模型を作製して触察によりある程度まで指導することが出来るものと思われる。

次に五年生教材の石炭の観察、六年教材の樹木の年輪の観察、きのこの種類とはえている場所の観察、火山が噴出する気体や灰や溶岩の観察、岩石によって地殻が出来ている事実の観察及び花崗岩、安山岩の観察等は、あるいは児童を現地へ連行することが困難であるとしても現場の状況を校内で察知出来るようにする指導は可能であろうと思われる。

但しこの場合児童の触察による年輪の識別はあるいは困難かも知れないので、かかる触察による弁別の可能性ある年輪をもった木材をみつけるか、又は年輪のあるところに弁別しやすいものをぬるなり、つけるなりして行われることが今後の問題であろうと思われる。

次に六年生教材中の樹木の蔭、日蔭に育つ植物の事実の観察及び森林が鳥獣のすみかとなっている事実の観察にはこれまた中々現地連行の困難があり、校内又は近所にかかることを不十分でも設置してやることによってある程度解決出来るものではないかと思われる。

次に中学校第二分野中の教材に於て風化作用のところで雨ざらしの墓石、石碑などの観察も現地へ連行することが困難であり、校内か学校の近くに斯様なところをみつけてすれば好都合と思われる。既に崖錐の観察もかかるところが近所になれば、現地連行は困難であり、結局模型の指導が必要になってくる。又、海食がい・海食台・砂洲の観察等も現地連行の困難性があり模型による触察指導が必要になるものと思われる。

以上現地連行の困難性によるものも模型の製作による指導と校内又は近所に同様な個所を作ること及び録音又は放送教材の利用によりある程度可能になるものと思われるし、盲児運搬用自動車の購入もここに必要となってくるものと思われる。

#### (5) 光の教材による指導困難

小学校一年の教材の中、影のでき方の中で影の形、大きさ、濃さの観察の項でこれは殆んど指導が困難であるが、ただ電気ストーブ等を使って、熱線を出してこれをさえ切ったものの背後では熱線が感ぜられない位のことしか指導出来ないと思う。この点については目下研究中であり、光電管、光電池等を使って稍認知可能にも出来ると思うが、盲学校ではこれは中学校上級あたりの教材に廻した方がよいように思われる。又、鏡の働きの中、鏡を使っての光あそびのところで電気ストーブの熱線を銅・真鍮等の磨かれた面を用いてやるとある程度これは指導出来るが、しかしこれまた相当時間がかかるものと思う。

又、小学校二年生の教材中、太陽の観察と太陽の動きのところで太陽はまるく見えることの観察に於ては実際上の観察は困難であるが、しかし凸レンズの適当なものを用いて火傷を越させぬ程度に触察により認知させることが出来るように思われるので、この点目下研究中である。又、太陽は東から出て西へ入ることの観察はこれは影の出来具合により知覚させる程度で、その方向はあまりくわしくは分らないものと思われる。又、太陽の動きに従って物の影の動くことの観察の項ではこれも影のうつり工合を体感により知らせる程度であり、又これは、光電管あるいは光電池を用いて間接経験により知覚させるのもよいと思う。

次に三年生の教材で豆電球の点燈のしかたのところでは電球の点滅は全盲生にはわからないのでこれをベル又はブザーにかえてその鳴り方で知覚させるより他に仕方がない。そしてとくにいろいろのもので電気を通しやすいものと、通しにくいものととの区別をかかる電鈴やブザーの鳴り工合で判別するようにすることが必要である。又、三年生の太陽のところと同じく虫めがねの働きのところで、虫めがねは日光をあてた時、小さく明るいところが出来る事実の観察も小さい虫めがねでは触察による弁別が困難であり、強力なものでは火傷をする危険があるので注意を要する。又、虫めがねを通った光が黒い紙などを焦がす事実の観察も実験は可能であるが注意して側でその操作をみてやらぬと火傷をする危険がある。

さて四年の教材中にもこの三年生の教材中にある豆電球の実験があり、これ又同様豆電球の代りにブザー又はベルを用うればよいと思う。

次に五年生の教材中、光の直進する事実の観察には一年の教材の場合と同じく電気ストーヴで熱線を使うことにより解決され、次に六年生教材の凸レンズ、凹レンズの働きの観察及び凸レンズの焦点に関する実験等については強い日光を用うれば、ある程度指導可能ではないかと思われる。そしてこれも前述の如く日光の強い場合には凸レンズの焦点で児童が火傷をしないように注意することが必要である。又前述と同じく弱い光と光電池又は光電管を用いてのこの実験指導をする方法は現在研究中である。なお中学校第一分野のところに、光に関する教材が沢山あり、直進、屈折、照度、反射等の実験は、小学校の場合よりは程度のすずんだものでやはり同様の工夫、とくに光電管又は光電池の使用が考えられる。しかし日光のスペクトル、紫外線等も光電管の使用が考えられるし、光源の温度と色の実験、物体固有の色等についても全盲生の場合には光電管又は光電池使用の間接経験が必要と考えられる。特に近頃出来たホト・トランジスターの使用をも考える必要があるものと思われる。

#### (6) 天文教材指導の困難

これに関する教材は、四、五、六各学年に少し宛あるのであるが、全盲生は実際に天体を見ることも出来ず、(半盲生も天体望遠鏡に於いて焦点をあわせるのに嗜眠者よりもずっと時間が長くかかる) 事実上模型を製作し、これにより触察による指導によって行われることになるものと思われる。又坂田達也氏は盲学校に於けるこの天体(太陽系)の立体模型製作と、その利用について発表している<sup>(4)</sup>。さてこの中で六年生の理科教材中、春分、夏至、秋分、冬至の日の出、日の入りの時刻、昼夜の長さの観察のために例えばホトリレーを使用し、これによって全盲生にその時刻を知覚させるのも一つの方法であると思われる。

#### (7) 化学教材による指導困難

この取扱い困難な化学教材は低学年に於いては比較的少なく、その中で工夫の考えられるものは僅かに三年生教材のマッチ及びアルコール・ランプの安全な使い方に就てであるが、全盲生の場合には、實際上マッチを用うことは危険であり、これが取扱いには注意を要するものであるが中々指導困難と思われる。それでライターを用いさせるか、特に電気式のライターを使用させるのがよいと思われる。又アルコールランプへの点火についても取扱い上、大いに注意をしてやる必要があると思う。なお三年生の教材では、物のとけ方のところで食塩とほう酸の水、湯にとけるとけ方の比較観察でとけ方を眼で見ることが出来ないが、これを時々とり出して少々なめてみるということが出来る。又湯にとけたほう酸が冷えて、ほう酸が析出する事実の観察に於ては、析出したほう酸を時々とり出して触察により認知させることも出来る。なおこの場合、筆者等の研究したポリビニルエチレンの袋を利用することも可能だと思われる<sup>(7)</sup>。

次に四年の教材中に於ては石灰石・重曹・貝殻などに塩酸を作用させて二酸化炭素を捕集する実験に於ては、実際のところかかるものに塩酸を硝子棒の先で少々つけ、泡の出ているところを全盲生に触察させることは可能であるので定性的にはこれでよいかも知れないが、なお二酸化炭素を捕集してこれを検するということになるので困難が伴うことになるものである。これと共に酸素を発生させる実験は指導困難なものであるが、筆者等が既に発表した盲人用化学実験器具を使用することによってある程度可能になるものと思われる<sup>(7)</sup>。又酸素の中の燃焼の実験観察はそれ自体視覚によるものであるから指導困難であり、今後の研究が必要とされるのであるが、例えば水素との混合による爆発のような危険な実験指導も筆者等の既に発表した爆発実験瓶の使用によりこれも可能になったのである<sup>(6)</sup>。

次に二酸化炭素の性質を調べる実験があるが、これも視覚によって石灰水の白濁するのを見せることも出来ない。それ故電氣的にするか、その他の方法によるかして認知させる方法が研究されなければならないと思われる。なお量的に二酸化炭素の存在を知るにはCO<sub>2</sub>メーターがあり、これの針先を触察により認知させるという研究もよいと思う。次に六年の教材として、はんだを作る実験

があるが、これも全盲生に行わせることは困難であり、ただ教師がやってみせるという程度だろうと思う。次にはんだと鉛や錫との比較実験もこれらのものを触察により比較することは可能であるがあとは教師実験により提示(主として触察)されるのみだろうと思われる。又、はんだ付けの実験も全盲生にやらせることは困難であり、教師がやってみせる程度ではないかと思われる。なお六年の教材として繊維には熱や薬品によって変化を受け易いものと、受け難いもの等ある事実の実験観察があるが、熱に関するものはさませば手を触れることが可能であり、又、薬品でも手を触れて差支えないものならば、これまた指導可能であるが、要は手をふれるこの出来ない薬品につけた場合これを十分乾かして手をふれても差支えなくなる迄待たせて触察させる必要がある。

さて、中学校教材中先ず第二分野の中では、天然資源と化学工業のところで、鉱石と金属の性質を調べる実験があるが、この中でもものによっては触察可能なものがあり、ある程度生徒実験が出来るのであるべく斯様な資料について行うのがよいと思う。又、風化作用と土のところで、土の酸性、アルカリ性をしらべる実験はやはり前述の盲人用水素イオン濃度計の使用がよいと思う。次に第一分野では先ず電池のところで、ボルタ電池、乾電池、蓄電池の構造と働きは触察によって認知させることが出来るが、併し中にある硫酸液には手を触れさせることが危険であるので、この点は注意が必要である。次に第一分野(2)は殆んどが化学教材であり、この中で工夫されうものは大体次の如くではないかと思われる。先ず溶液のところで物によって溶け方の違うことを調べる実験は、ポリビニールエチレンチューブを使用する筆者等の研究によりある程度指導可能になったと思われる<sup>(6)</sup>。そして温度と溶解の関係調べる実験及び物を速くとかす実験等もこれに準じてある程度指導可能になったものと思われる。次に海水から食塩や塩化マグネシウムをとる実験はその装置及び各操作は教師がしてやるが、生徒にやらせるとしても相当手伝ってやらねばならないと思われるが、出来た食塩と塩化マグネシウムの弁別は触察及は味覚により可能になるのではないかと思われる。さて酸素の項で過酸化水素水と二酸化マンガンをを用いて酸素をつくる実験や二酸化マンガンの触媒であることの観察等も筆者等の考案した気体実験装置でやれば出来ると思われる<sup>(6)</sup>。次に爆発のところでガソリンと空気の混合物を爆発させる実験は前述の爆発装置を使用すればよく<sup>(6)</sup>、燃焼の条件と消火のときの発火点、引火点の実験並びに燃焼が続く状態を調べる実験は教師実験としては可能であるが、音又は注意深い触察等によりこれを指導すればある程度可能になるのではないかと思われる。さて、酸の水溶液のところでは塩酸や硫酸のうすい水溶液にさわるとは、原則として不可能であるが、反応後の金属の変化を触察により知ることが出来るのと、又、危険のない限りこの反応中に発生するガスを臭覚によって知覚させることが可能である。次に主な酸の性質中、濃い塩酸、濃い硫酸、濃い硝酸に触れることは不可能であるので、ただにおいのかぐことと教師に実験をして貰って、その反応状況を適宜に触覚、嗅覚等により知るのみであるが酢酸の最合のみは触察も可能であり、これに関する性質をしらべる実験も相当に出来るのではないかと思われる。次のアルカリ液のところの水酸化ナトリウム及び水酸化カリウムなどのうすい溶液の性質の観察はある程度、双方共触察が出来るのでこれを用うる化学実験も危険薬品(例えば硫酸等)を使わぬ限り相当出来るのではないかと思われる。これと同様に水酸化ナトリウムの濃い水溶液についても水酸化ナトリウム及び水酸化カリウムの結晶についても実験可能と思われる。次に中和と塩のところで酸とアルカリの中和すること及び中和により塩が出来ることの実験等は、触察に無害なものをえらび使用することにより指導可能になるものと思われるし、又、この中について電気的水素イオン濃度測定器の針の触察により認知せしむるようになれば可能になるものと思われる。又、金属と酸によって塩の出来る実験も使用する酸が触察に無害なものをえらべば可能になるものと思われる。次に主な気体の性質として炭酸塩と塩酸から二酸化炭素を作る実験、食塩と濃硫酸から塩化水素を作る実験、アンモニウム塩とアルカリからアンモニアを作る実験、塩酸と酸化剤から塩素をつくる実験は、筆者等の既に発表した気体実験装置を用うることによって可能になるし<sup>(6)</sup>、又この

性質を調べるにしても塩化水素やアンモニア等は嗅覚の利用により知覚させることも可能であるし、またこれらのものの水に多く溶解する実験もこのポリビニールエチレンを利用した装置で実験可能であろうと思われる<sup>(8)</sup>。

(8) その他(主に実態観察の困難によるもの)

これでは一年生の教材中、花壇の草花の観察と世話のところで、花、葉や蕾の色の観察は困難であるが香気をかゞせるのはよく、他は触察による。而して資料を多数準備して一々個人指導をする必要がある。又これは時間が相当かゝるものと思うし、尚花や庭木の模型もあった方がよい。又直接接触により認知出来るものは沢山あると思う。而して春まいた草花及び秋の草花につき花、蕾の形の観察、草丈の観察等も同様に工夫をすれば出来るものと思われる。唯草花の色の観察、殊に紅葉の観察指導も困難である。次は春の野山で、草花、虫、鳥の声の観察のところで、草花については、色の観察が困難となるのみで、あとは前と同様であるが、虫と鳥は其の模型があるとよく、又其の声は録音機にあらかじめ録音しておくともよい。又これ等については、効果音用具の中に有効なものがあり、これ等の録音構成により春や秋の野山の実感を全盲生に感知させてやるのもよい。又ラジオ放送番組中にも有効なものがある様である。而し乍ら晴眼者の世界観と全盲生の世界観とは相当異って居るものと思われ、此の点今後研究すべき余地があると思う。

次に草笛やささ笛をつくるという事の指導では全盲生は半盲生よりもこれについてずっと困難であろうと思われる。次にみかんのしるなどであぶり出しをやるのであるが、これも全盲生自身の手でやらせることは中々注意を要することであり、むしろアブリ出した後、出来上ったものを触察により其の差異を認知させることも容易でないと思うが、これも今後の研究問題であろうと思う。また、天気教材でいろいろな天気の観察の処で全盲生中には体感でこれを知る者が居り、中にはこれに鋭敏な児童もあり、天気予報さえも出来る様な児童も時々見受けられる。次に天気の記号であるが、絵記号では駄目であるから、点字記号を作ることが必要である。又、磁石の働きの実験も大体に於て出来ると思うが特に磁石を使つての玩具あそびでは、動かすと音の出る様な玩具を用うるのがよいと思う。

又、二年生の教材では、採集した虫の観察であるが、なるべく甲虫の様な大きい虫がよいと思う。そして此の虫と同様な触察用模型も用意して置くのがよいと思う。次に自分の歯の形、大きさの観察、むし歯とよい歯との差異などは何れも自分自身の歯と歯の模型にさわることにより指導可能と思われる。次に天気の変化も一年生の教材と同じく晴、曇、雨、雪などの天気の状態を知り其れを記する記号も点字記号によらねばならない。又暑さ寒さの記録は盲人用寒暖計の使用が一番よいが、若しこれが無ければ体感によって認知することになるであろう。又風向計に触察可能なものを作ることが出来ると思うし、風速計は廻転と共に音を出す様なものにして其の音の頻度により風速の大小を知覚させる様にしたらよいと思う。勿論割合にゆっくり廻転するロビンソン風速計の様な型のものなら触察により定性的に早いかおそいかを認知させることは出来る。又雨後小川や池の水が増したり濁ったりしている事実の観察は、なるべく校内又は学校附近にある小川や池を用ひることが必要であり、又浅いところであるということが大切である。其して水深のますこと及び減ることは触察等により分るが、濁ったりすんだりすることは中々触察によっては弁別困難であろうと思う。但しこれはコールラウシ電橋を使用して測定することにより或程度可能であり、これ又中学校上学年の教材としたらよいと思われる。次に石けんのとけ方やシャボン玉のでき方のところで、シャボン玉の大きさは児童の触察により分るが、色は全盲生には分らないし、又とび方も教師が示してやる必要がある。又石けん水の濃淡は児童の触察により或程度分ると思うが、又盲人用の浮秤を作ることも必要になってくるものと思われる。又三年生の教材で学校園の世話と草花や野菜の育て方や殖やし方の処でへちま、えんどうなどの成長の著しい変化の記録の点で、これは準備、指導などに手がかゝるが、生徒実験が可能であり、特に盲人用物指しを用意してやったらよいと思う。次



に季節による生物の種類や様子の変化の処で季節毎の生物の種類と変化の観察、鳥、けもの、虫などの現われる時期にちがいがあつた事実の観察、季節によって鳥、けもの、虫などのからだの様子が変化する事実の観察等に於て、これ等の生物に直接触れることは必ずしも容易でなく、触察用の標本又は模型が必要であり、又動物によっては其の鳴声によって知覚させる必要がある。其して放送教材又は録音教材の使用により其の様子を知覚させる様にすることも此際必要ではないかと思われる。又蛙の育つ様子の観察に於ける各種の項目に於て、卵から飼育して時々出してさわらせることも必要であるが、矢張り其れと共に卵より変化する各段階の模型を準備することが必要である。又とくに蛙の種類により住む場所や運動のしかたの差異等は観察困難であり、其の鳴き声と住む場所の表示は録音によって或程度指導出来るのではないかと考えられる。又四季おりおりの天気の特徴の処は、一、二年の教材と同様であり、梅雨、雷、夕立、台風、霧、雪等は体感や聴覚、触覚其他を利用して認識させることが必要であり、かすみ、入道雲、虹は指導不可能である。又季節による暑さと寒さの違いの観察は、体感により知覚させる程度であり、又出来れば盲人用寒暖計を使用させることも考えられる。又内部にエーテルを入れた金属製ペローズ管を用意するのもよく、此の伸縮で温度の上下を察知せしめることが出来る。次に川原の様子と石のところで、川原の石の形、色、大きさ、かたさなどの比較観察のところで形、大きさ、かたさは触察により或程度分るが、色の比較観察は困難である。又同質の石同志をあてて音を出させ、其の差異により知覚させるのもよいと思う。尚グライダーの作り方やとばし方の工夫のところで、玩具のグライダーの製作は全盲生自身でも出来るが、これを遠くへとばすことが出来ないし、又とんで行くのを見ることも出来ない。結局教師はとばさせて其の結果を報告してやる必要があると思う。次に音の伝わり方の処で、糸電話の製作も全盲生に自作させるには相当時間がかかるものと思われる。又物の温度を測定するところで盲人用温度計を使用することが必要と思われる。又氷と食塩をまぜると温度のさがる事実の観察に於ても此の盲人用温度計を使用することが必要であると思われる。さて磁石の性質のところでは先づ磁石の極を盲人が知る様にNS極の印を点字ではっきりつけておくことが必要であり又、此の磁石に関する実験は大體に於て生徒実験が可能であるが、触察により分る磁針や方位盤も用意してやる必要があると思う。

次に豆電球の点燈のしかたの処で乾電池に正負両極があることの観察は単に極に手を触れしめるみでなく、指針をむき出しの電流計につなぎの其の針の動く方向を触察により知ることによって正か負かを知覚させることが必要である。勿論此の実験で電流がやゝ強い場合には両極を馬鈴薯の切った面につけ、其の青変した方を正極とするのであるが、これは成程度の量の電流を流せば触覚又は味覚により認知させる事が可能になるものと思われる。さて五年生の教材中の風による樹木の動き、波、煙の状態の観察の指導に於ては、樹木の動き、波の動き等は或程度触覚及び聴覚によって認知することが出来るが、煙の場合には中には臭覚によって存在が認知出来るものがあるけれども、其の動いてゐる状態を全盲生に知覚させる様な適当な煙は今の処見当らない様である。次に六年生の教材中の霧の観察に於ても室内又は運動場で人工的に霧を作って認知させる事が必要である。又雲の観察は不可能であるが、これが指導としては模型を必要とするものと思われる。次に植物の葉から水分が蒸発してゐることを確かめる実験に於ても工夫が必要であり、顕著にかゝる蒸発作用をする植物をみつけて使用するか、又は吸取紙等を用いて全盲生に触察による認知を行わせることが出来る様にする工夫が必要であらう。

さて、次にスキッチ・コード・ソケットなどの観察、回路の正しいつなぎ方の実験に於ては現在行われてゐる実状では全盲生にやらせることは中々困難である故(勿論中には出来る全盲生もあるのであるが)に、もっと盲人向けのものを作ってやるのがよいと思われる。又屋内配線のしかたを実際に見せることは出来ないが、盲人用の点字による配線図を書く工夫が必要であらう。尚此の他に筆者等が既に発表した盲人用温度計の使用とこれ等の工夫により次の各実験が可能になつてく

るのではないかと思われる<sup>(9)</sup>。(もっとも盲人用温度計は筆者のみでなく、もっと以前から色々のものが工夫されてゐる。)さて此れに属するものは四年の教材中の温度計の正しい操作による気温の測定、気温の変化の記録、地温の測定、水温の測定、気温地温水温の測った値の比較、温度計で温度が計れることをたしかめる実験等がある。次に筆者等の盲人用天秤の研究を参考にして、四年教材中の簡単な天秤の製作、天秤の釣合うことを確かめる実験、上皿天秤の正しい使い方等の指導が可能になってくるものと思われる。併し筆者等の研究する前に盲人用天秤は既に作製されてゐたことを茲に断つておく。又同じく四年の教材中に於て、水、空気、食物を熱したり冷やしたりした時の体験の変化を調べる実験、水が氷になったり氷が水になったりする時の、体積変化を確かめる実験観察、又水が水蒸気になる時、体積の増加することを確かめる実験等に於ては固体、液体の場合には触察により認知される工夫が或程度出来てゐるが、液体から気体への場合の膨脹については、筆者等の研究発表した盲人用膨脹計が役に立つのではないかと思われる<sup>(10)</sup>。次に中学校理科第二分野の中では、呼吸作用と熱のところでは植物の豆、花などで呼吸作用の実験をして二酸化炭素や熱の発生を調べる実験であるが、此処では二酸化炭素等の発生認知は困難であるが、熱の発生は触察又は盲人用温度計により認知可能である。又盲人用炭酸ガス計を使用する事が出来れば、此の二酸化炭素の発生も認知することが出来るものと思われる。次に空気の重さの処で空気の重さを測る実験に於てはこれを全盲生に知覚させることは困難であり、定性的にすることが成功するていどと思われる。尤も精密な盲人用天秤が出来れば教師がやってみて全盲生に知覚測定させることも可能になる。又大気の圧力の処で大気圧の存在をしらべる実験は、盲人用アネロイド晴雨計を製作すれば可能であり、結局これは既成のものに触察目盛をつけて測定可能にすればよいことになる。次に水の三態の変化と温度との関係を調べる実験に於て、これは氷点附近の状態は触察によって分るが、沸点附近の状態は触察不可能であり、せいぜい音響の変化により其れを認知させる程度だろうと思われる。(勿論前記ベローズ型膨脹計等の使用も考えられるが)又音波が空気の波であるということ調べる実験は、クント管の振動を行つて其の管内の粉にさわらせる方法もあるけれども、其れよりは太鼓の一方の面の中央上に砂を置き、下の面の中央部を軽くたたくことにより砂がリング状に並ぶ事実を触察させるのもよく分るものと思われる。次に陰極線の性質を調べる実験や放射性元素の出す放射線を調べる実験は結局全盲生対象としてはガイガー・ミュラー氏の計数管を用いて此の存在を音により知覚させる程度しか出来ないものと思われる。

### 3. 結 論

以上筆者は盲学校小、中学部理科教材中、指導困難と思われるものの中考案により稍指導上可能になるとと思われるものを各群中より列举し且其れについての考察をあげてみたのであるが、勿論これは筆者の考えであつて色々と至らざる点も多く是正すべき点も多々あるものと思われる上に見落された教材も沢山あることと考えられるので諸賢今後の御叱正を期待して止まない次第である。

さて此の色々と実験に加えられた工夫考察の点をまとめてみると大体次の様なことが出て来るものと思われる。

(1) 先づ一般学校に於て生徒実験をさすべきものが、全盲生対象となると、殆んど教師実験ということになるが、仮りに生徒実験となつても一般学校に比べて著しく手間と時間がかかるということが分る。

(2) 次に採集と現地連行は著しく困難を伴ひ、大体に於て教師が現物を採集準備して実際に実験を行わせるということが多くなる。

(3) 又、模型による触察指導が著しく多くなり而かも此の模型は全盲生指導用の模型であるということが必要である。此の場合 模型触察というものは視聴覚的にいえばひながた経験なのであるが、視覚のない人々に対するひながた経験であるということと共に、其の作製方法についても今後

大いに研究して行かねばならぬ問題が沢山あると思う。

(4) 現地連行の困難のために現地の状景等を録音又は放送教材により描写して指導することが今後大いに考察されなければならないものと思われるけれども、其の教授対象たる全盲生や半盲生の経験領域が晴眼者の其れとどれ丈異ってゐるかということ調査研究する必要があると思うし、又其れに立脚しての録音又は放送教材を考えて行く必要があると思う。

(5) 触覚、聴覚の他に味覚、嗅覚、体感(皮膚感)等も全盲生には利用して指導を行わねばならない。

(6) 全盲生には視覚の欠加から色々と高等な器具を使用して間接経験によりこれを指導せねばならぬことが数々起ってくる、其して其のために教材の学年的配置変換ということも今後研究されなければならないだろうと思う。而して其の例を示せば大体次の様なものがある。先づ小学校五年の教材の溶液の酸アルカリ度を電気的水素イオン濃度計で測ること、六年生の鳳仙花の茎中の養分の行く経路をコバルト60等を使用してガイガーミューラーの計数管を用ひて測定認知させること、又小学校及び中学校教材中に処々出てくる色の観察の処でフィルターと光電管(又は光電池)を使用する実験、小学校二年教材中に於ける水の混濁を認知するのにコールラウシ電橋を使用すること、又四年生の教材で炭酸ガスの発生を電気的炭酸ガス計を用いて測ること等、斯かる時に使用される光電管(又は光電池)電気的水素イオン濃度計、電気的炭酸ガス計、コールラウシ電橋、ガイガーミューラー氏の計数管等の器機は何れも小学校低学年では到底其の原理、機構を理解することが出来ない、盲学校に於てはかゝるものもつ機構が分る様な高い学年、例えば中学校高学年又は高等学校の教材としてこれを行う様に移すことが考えられるのではないかと思われる。併し乍ら又一面其の使用する器械の機能が分って居なくても低学年でこれを使用してよいという考え方もあり、此の点も今後の研究問題と考えられると思う。

以上盲学校小、中学校理科教材中、指導困難なものの中での一部のものにつき工夫考察し且其の問題点をとりあげてみたが、これが解決を行うことがいささかなりとも盲学校理科教育の前途に貢献する処があれば筆者の欣快とする処である。

尚本研究の一部は科学研究費に依つたものであることを記し、此処に其の謝意をのべる次第である。

#### 4. 文 献

- ①; 著者, 理科の教育 1960年8月 Vol. 9, No. 8. p. 50.
- ②; 著者, 理科の教育 1961年5月 Vol. 10. No. 5, p. 52.
- ③; 著者第11回日本理科教育学会全国大会(昭和36年11月7日)に於て発表
- ④; 著者及野村益盛, 高知大学学術研究報告 第8巻 第15号(昭和34年10月)
- ⑤; 著者及野村益盛, 高知大学教育学部研究報告 第12号(昭和35年4月)
- ⑥; 著者及野村益盛, 高知大学学術研究報告 第9巻 第4号(昭和36年3月)
- ⑦; 著者及野村益盛, 高知大学教育学部研究報告 第13号(昭和36年5月)
- ⑧; 著者及野村益盛, 理科の教育 1960年9月 Vol. 9, No. 9, p. 52.
- ⑨; 著者及野村益盛, 理科の教育 1961年3月 Vol. 10, No. 3, p. 48.
- ⑩; 内田ハチ, 秋田大学学芸学部紀要 第6輯 昭和31年3月.
- ⑪; 内田ハチ, 昭和31年10月 東北教育学会総会に於て発表.
- ⑫; 内田ハチ, 日本盲心理学会誌, 盲心理論文集 第3巻 昭和32年10月.
- ⑬; 内田ハチ, 昭和35年10月27日 第10回日本理科教育学会全国大会に於て発表.
- ⑭; 坂田達也, 理科の教育, 1956年10月 Vol. 5, No. 10, p. 31.
- ⑮; 歌代勤著, 教師の実践記録(郷土の理科教育) p. 124.

(昭和36年7月25日受理)

