

Ⅲ 生物的分野

30年度〔3〕

弟は、友だちからもらったアサガオの種子（たね）をまいた。花の咲いたのをみて、「赤い花からとれたたねだといったのに、白い花が咲くなんてどうしたのでしょう。」とたずねた。兄は「メンデルの法則から考えるとそういうこともあるんだよ。」といって、下の図を書いて説明した。この図をみて、つぎの間に答えなさい。

イ. アサガオの花の色について、
つぎのうちから正しいものを一つ選んでその番号を○でかきなさい。

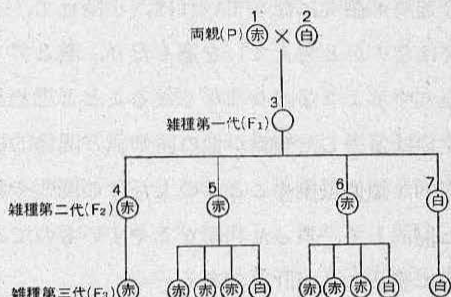
1. 赤が優性である
2. 白が優性である
3. 赤も白も優性である
4. 赤も白も劣性である

ロ. 弟がもらったたねは、この図

のどの花からとったものである

か。三つの場合があるが、その番号を全部次の（ ）の中に書きなさい。

（ ）（ ）（ ）

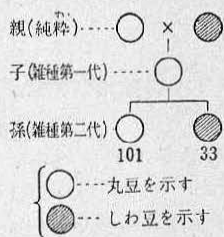


イ	90.1%
ロ	68.4%

34年度〔4〕

右の図はエンドウの種子の丸豆としわ豆の遺伝の実験結果を示したものである。子はすべて丸豆で、孫に丸豆が101個、しわ豆が33個できた。孫にあらわれた数の比は、つぎのどれにあてはまるか。正しいと思うものを一つ選び、その番号を○で囲みなさい。

1. メンデルの法則に合っていない。
2. メンデルの独立の法則に合っている。
3. メンデルの独立の法則に合っていない。
4. メンデルの分離の法則に合っている。
5. メンデルの分離の法則に合っていない。



37.4%

相対形質をもつ純粋種をかけあわせた場合、それぞれの形質がどのように子や孫に遺伝するかについての法則性をどの程度理解しているかをみようとした問題である。

30年度〔3〕のイは相対形質のうちどちらが優性であるかを判断できるかどうかを、同じくロは雑種がもっている相対形質が自家受精によって分離する

この理解を、30年度〔4〕は上記の場合の分離比がおおよそ3:1になることを実際の実験値などと関係づけて理解しているかどうかを、それぞれみたものである。

1. 雑種がもっている相対形質が自家受精によって分離する場合の遺伝子の組合せと分離比3:1との関係を論理的に理解させること。

30年度〔3〕のイが90.1%の高い正答率を示しているのにくらべ、ロでは68.4%と相当低くなっているのは、前者では図にみられるように赤い花の数が多く白い花の数が少ないことから赤い花が優性であると判断することが容易であるのに反し、後者では相対形質の分離比が3:1だということを形式的に知っていただけでは、どんな場合に劣性遺伝子が分離してあらわれるかの推定がむずかしかったためと考えられる。ロの小問で生徒がどんな誤答をしたかを予想してみると、5・6は比較的容易に選べると思われるが、3をおとしてしまったか、3のかわりに4または7を選んだものであろう。問題の受けとり方によって、図に示されている第三代雑種をいま咲いている花と考え、そのため第二代雑種から選ばなければならないと思いこんでしまった生徒があったため、3を選ばず上記のような誤答をしてしまったということも考えられよう。

この問題は、示された図からだけでも冷静に考えれば正答できるものであるが、確実に選択するためには、分離比の3:1を遺伝子の組合せによって論理的に理解させておくことがたいせつである。論理的な理解の内容としてはつぎのことを挙げることができよう。

- 雑種第一代同志の自家受粉によって、遺伝子の組合せがA.A, Aa, Aa, aaの四とおりとなること。
- このうちAAは当然優性形質があらわれ、AaではAの形質が優性であるから表面にあらわれること。
- aaでは優性形質がまじっていないから劣性形質があらわれること。
- したがって表面にあらわれた優性形質と劣性形質の数の比は3:1となること。

このような論理的な組合せにより分離比3:1の根拠が明確になり、単なる形式的な記憶に頼らなくともよくなるはずである。

分離の法則を指導するに当っては以上の論理的な組合せを図にかいて考えさせることによつて3:1の分離ができる根拠を学習させるとともに、生徒にとって親近性のある生物の相対形質を素材としてとすれば観念的になりやすい

Ⅲ 生物的分野

30年度〔3〕

弟は、友だちからもらったアサガオの種子（たね）をまいた。花の咲いたのを見て、「赤い花からとれたたねだといったのに、白い花が咲くなんてどうしたのでしょう。」とたずねた。兄は「メンデルの法則から考えるとそういうこともあるんだよ。」といって、下の図を書いて説明した。この図をみて、つぎの問に答えなさい。

イ. アサガオの花の色について、

つぎのうちから正しいものを一つ選んでその番号を○でかこみなさい。

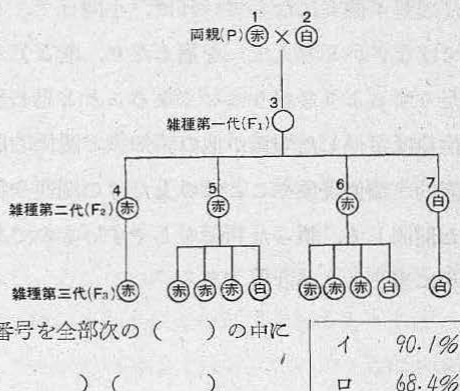
1. 赤が優性である
2. 白が優性である
3. 赤も白も優性である
4. 赤も白も劣性である

ロ. 弟がもらったたねは、この図

のどの花からとったものである

か。三つの場合があるが、その番号を全部次の（ ）の中に書きなさい。

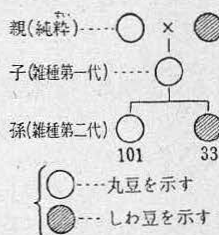
() () ()



34年度〔4〕

右の図はエンドウの種子の丸豆としわ豆の遺伝の実験結果を示したものである。子はすべて丸豆で、孫に丸豆が101個、しわ豆が33個できた。孫にあらわれた数の比は、つぎのどれにあてはまるか。正しいと思うものを一つ選び、その番号を○で囲みなさい。

1. メンデルの法則に合っていない。
2. メンデルの独立の法則に合っている。
3. メンデルの独立の法則に合っていない。
4. メンデルの分離の法則に合っている。
5. メンデルの分離の法則に合っていない。



37.4%

相対形質をもつ純粋種をかけあわせた場合、それぞれの形質がどのように子や孫に遺伝するかについての法則性をどの程度理解しているかをみようとした問題である。

30年度〔3〕のイは相対形質のうちどちらが優性であるかを判断できるかどうかを、同じくロは雑種がもっている相対形質が自家受精によって分離する

ことの理解を、30年度〔4〕は上記の場合の分離比がおおよそ3:1になることを実際の実験値などと関係づけて理解しているかどうかを、それぞれみたものである。

1. 雑種がもっている相対形質が自家受精によって分離する場合の遺伝子の組合せと分離比3:1との関係を論理的に理解させること。

30年度〔3〕のイが90.1%の高い正答率を示しているのにくらべ、ロでは68.4%と相当低くなっているのは、前者では図にみられるように赤い花の数が多く白い花の数が少ないことから赤い花が優性であると判断することが容易であるのに反し、後者では相対形質の分離比が3:1だということを形式的に知っていただけでは、どんな場合に劣性遺伝子が分離してあらわれるかの推定がむずかしかったためと考えられる。ロの小問で生徒がどんな誤答をしたかを予想してみると、5・6は比較的容易に選べると思われるが、3をおとししまったか、3のかわりに4または7を選んだものであろう。問題の受けとり方によって、図に示されている第三代雑種をいま咲いている花と考え、そのため第二代雑種から選ばなければならないと思いこんでしまった生徒があったため、3を選ばず上記のような誤答をしてしまったということも考えられよう。

この問題は、示された図からだけでも冷静に考えれば正答できるものであるが、確実に選択するためには、分離比の3:1を遺伝子の組合せによって論理的に理解させておくことがたいせつである。論理的理解の内容としてはつぎのことを挙げることができよう。

- 雑種第一代同志の自家受粉によって、遺伝子の組合せが AA , Aa , Aa , aa の四とおりとなること。
- このうち AA は当然優性形質があらわれ、 Aa では A の形質が優性であるから表面にあらわれること。
- aa では優性形質がまじっていないから劣性形質があらわれること。
- したがって表面にあらわれた優性形質と劣性形質の数の比は3:1となること。

このような論理的な組合せにより分離比3:1の根拠が明確になり、単なる形式的な記憶に頼らなくともよくなるはずである。

分離の法則を指導するに当っては以上の論理的な組合せを図にかいて考えさせることによつて3:1の分離ができる根拠を学習させるとともに、生徒にとって親近性のある生物の相対形質を素材としてとすれば観念的になりやすい

遺伝の法則を身近なものと感じさせたり、黒と白のご石を同数ずつ入れた（数は多い方がよい）箱を二箱用意して、それぞれの箱から無作為に一個ずつとり出してどんな組合せがどんな割合でできるかのためさせることにより実際の実験に近い結果を短時間に得させたりするような指導が必要であろう。

また上記のような遺伝子の組合せを考える場合、細胞と染色体と遺伝子の構造上の関係や減数分裂によって生殖細胞が形成されることなどについての理解が伴うならば、より明確に理解されるであろう。しかし、この点までは、改訂学習指導要領では要求していない。

2. 3:1という分離比は、多数の実験結果にもとづく統計的な近似値であることを理解させること。

34年度〔4〕の正答率が意外に低く37.4%にすぎないことの原因として、問題に示された101:33が正確に3:1になっていないことによる生徒のつまづきがあげられよう。これを分離の法則にあてはまらないと考えて5を選んだか、独立の法則にあてはまっているとして2を選んだものが多かったのではなからうか。独立の法則については中学校でとりあつかっていないところも多く、たとえ指導したとしても理解することがむずかしい法則なので、生徒の中には分離の法則にあてはまらないから独立の法則だろうと判断したものがあったことと思われる。

このような誤りは、分離比の3:1を形式的固定的に考えて、実際の実験結果と関係づけていないことにもとづくものであろう。実際の実験結果は正確に3:1になっていないことを、資料などによって考えさせるような指導を重視しなければならない。また、メンデルが遺伝に関する諸法則を発見した研究の過程なども、以上の点を指導する際の効果的な資料となるであろう。

30年度〔5〕

つぎは生物の繁殖のしかたのうちから、三つだけ示したものである。このような繁殖をする生物を、下の のうちから二つずつ選んで、その番号を（ ）

の中に書き入れなさい。

- A めしへの頭に花粉がついてふえる。 () ()
 B 胞子でふえる。 () ()
 C 分裂によってふえる。 () ()

- | | | |
|----------|---------|--------|
| 1. ナツトウ菌 | 2. キュウリ | 3. ナシ |
| 4. コウジカビ | 5. 結核菌 | 6. ワラビ |

44.0%

どんな植物がどんなふえ方をするかについて判断させ、繁殖法による植物分類の理解程度をみようとしたものである。

1. コウジカビ、アオカビなどの菌類が孢子によって繁殖することの理解を確実にすること。

この問題の正答率が意外に低い(44.0%)のは、ナットウ菌、コウジカビ、結核菌、ワラビの四種を孢子でふえるものと細胞分裂によってふえるものとに弁別することがむずかしかったためと思われる。特にコウジカビについては、孢子か分裂かの判断を誤ったものが多かったのではなからうか。ワラビなどのシダ類が孢子によってふえること、ナットウ菌、結核菌などの単細胞生物が細胞分裂によってふえることの理解は比較的容易に学習されるけれども、コウジカビ、アオカビなどの菌類が孢子によってふえることは、生徒にとって特に理解しにくいようである。このことについて生徒の学習上の困難点を具体的に述べてみよう。

コウジカビやアオカビなどがむし米やもちなどの培養基中でひろがっていく状態と、細菌類が培養基中で繁殖していくようすとは、視覚的には同じように見えることによって、コウジカビも細胞分裂によってふえると考えるのは、生徒にとってむしろ自然である。どちらも細胞分裂によってみられる現象ではあるけれども、一方が多細胞生物の細胞分裂による生長であるに対し、他方は単細胞生物の細胞分裂による繁殖であることを区別しないことによる誤ったみかたであるといえよう。

このような偏見を生じないように学習させるには、指導にあたって特につぎのことに留意することがたいせつである。

- ・生長と繁殖との相違を明確にし、特にふえるということばの使い方に注意して、多細胞生物の生長と単細胞生物の繁殖とを混同しないようにすること。
- ・顕微鏡観察などによってコウジカビ、アオカビなどの孢子を確認させ、シダ類、コケ類などとの類似点に気づかせること。

2. いろいろな繁殖法を植物分類と関連させながら総合的に理解させること。

繁殖法についての理解を確実にするためには、いろいろな繁殖法の本質的な特徴を他と比較しながら総合的・構造的にとらえられるようにすることがたいせつである。現行教科書などでは、植物分類にしたがってそれぞれの分類項目ごとに代表的な植物をあげ、その種類の特徴をそれぞれの観点からいくつかあげるような形をとっている場合が多く、分類に関する総合的な理解と関連させながら繁殖法のいろいろを構造的に理解させようとする意図がはっきりあらわれていないように思われる。このように分散的、孤立的に指導した場合には、生徒は学習結果を忘れやすいものであり、かりに覚えていたとしてもこの問題のような総合的な場面ではたらくにくくなるものである。

繁殖法を構造的に理解させようとするには、生物の二大本能の一つといわれる繁殖の本質的な意味に着目させながら、有性生殖と無性生殖を指導し、無性生殖には分裂、出芽、孢子形成などと栄養生殖とがあることをまとめて理解させなければなるまい。それには、各生殖法を代表するような生物についての観察をとおしながら、それぞれの特徴や相違点、類似点を確認させるような指導が望ましい。さらに、このようにして得られた繁殖法に関する知識を生物分類全体の中へ正しく位置づけることによって、その知識はより確実となるとともに逆に分類全体に関する理解も構造化されるであろう。

30年度〔9〕

細胞の顕微鏡観察材料として、ネギやタマネギがふつうに用いられる。それはどういうわけか。つぎのうちからもっともよい理由を一つ選んで、その番号を○でかこみなさい。

1. どこにもあって、てがるに得られる。
2. 表皮がうすくはげて、そのままみることができる。
3. 細胞の核や分裂がよくみえる。
4. 他の植物とくらべて、細胞が特に大きくみやすい。

24.8%

この問題は生徒がネギやタマネギの表皮を自らはがして検鏡材料を作り実際に観察した学習経験をもっているかどうかをみるとともに、その際、このような材料を選んだ理由についての学習が行われたかどうかをみようとしたものである。

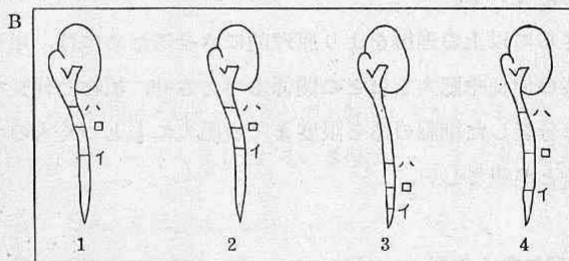
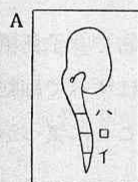
この問題の正答率がきわめて低い(24.8%)のは、このような材料を用いて

生徒自ら顕微鏡を操作したり、そのような材料を用いる理由について学習したりすることがすくなくなかったためではないかと考えられる。しかも選択肢に示された各事項にまぎらわしいものが多かったことがますます正答率を低くした理由であろう。特に1と2の選択肢は生徒にとってその判別がむずかしかったと思われる。

このような内容の指導に当っては、実際に検鏡材料を作らせて観察させることにより、ネギやタマネギが適当であることについての具体的な経験を得せるとともに、それらの材料を用いる理由を教えることを忘れないようにしたいものである。

31年度〔1〕

ソラマメの芽ばえた根について、どの部分がもっともよく生長するかを観察するために、Aのイ・ロ・ハのように墨で印をつけ、それを、しめり気のある入れ物の中に入れておいた。この根は、24時間後にはどのように生長するであろうか。Bの ☐ の中から正しいと思うものを一つ選んで、その番号を○でかこみなさい。



36.5%

根ののび方についての知識が実験や生長点付近の顕微鏡観察と結びつくよう習得されているかどうかをみようとしたものである。

- 根が伸長するのは、先端付近にある生長点でさかんに細胞分裂が行われることと、分裂した個々の細胞がある大きさまで肥大することによるものであることについて、実験や根の生長点付近の検鏡によりながら実証的な理解をはかること。

この問題がむずかしかった一つの原因としては、問題のA図にあげられた目もりの間隔がどれくらいなのかははっきりしないため、根の生長に関する実験を厳密に実施した経験をもっている生徒ほど選択肢1・2の判別に苦しんだ結果であるとも考えられる。しかしこの問題に誤答したものの多くは、生長点や根冠についての観念的な形態上の知識しかもたず、それが実際の生長とどのように関係づけられるかについての理解がふじゅうぶんなため、このような実験による実際的な場合に適用できなかったものであろう。

根の伸長についての実験や根の先端付近の検鏡（図などで代用される場合も含めて）が、それぞれ別々に学習されるのではなく、根の伸長がどのような構造とそのはたらきによるものであるかという観点から統一されるように学習されることがたいせつである。そのためには、根の伸長実験が慎重な態度と注意深い観察によって厳密に行われるとともに、この結果と関係づけながら、生長点付近の細胞の密度や大きさを意図的に観察する必要がある。このような学習によって、根の生長点は先端に近いところにあるという程度の知識ではなく、もっと厳密さをもった正確な理解に適するようくふうしなければならないと考えている。

さらに以上の理解をより原理的にさせるためには、単子葉植物や双子葉植物の茎の伸長や肥大などとの関係も考えさせ、植物の伸長や肥大はすべて細胞分裂と分裂した細胞のある限度までの肥大にもとづくものであることに気づかせることが望ましい。

32年度〔3〕

つぎの文の { } の中から、正しくあてはまるものを一つ選んで、その番号を○でかこみなさい。

ミドリムシは、

1. 浅海の表面	から採集し、	4. 肉眼	で観察する。
2. 池や みぞ		5. 虫めがね	
3. 腐植土の中		6. 顕微鏡	

39.3%

単細胞動物（原生動物）のうち、ゾウリムシとともに、もっともふつうに学習素材として用いられるミドリムシについて、採集と観察をとおした知識

をもっているかどうかをみようとした問題である。

単細胞動物について学習する場合、その代表としてミドリムシとゾウリムシは必ずとりあげられていると思われるのに、この問題の正答率が39.3%にすぎなかったということは、この学習が観念的に行われていることを示すものではなかろうか。この問題に生徒がもっとも抵抗を感じた点はおそらくミドリムシの生育場所であろう。掛図や教科書の図版などで観念的に学習しただけの生徒は、ミドリムシが単細胞動物であることについての具体的な現実感が得られないので、観察法すら確実に記憶していることはむしろかしいと思われる。また教師が用意した顕微鏡によって観察をしたとしても、生育場所についての具体的な表象は得られない。このような具体的な経験に裏付けられず観念の上でのみ学習された知識の定着が、いかにむずかしいものであるかを、この問題の結果としていえるようである。

生命の最小単位が一個の細胞であることを理解するための基本として、ミドリムシくらいは、実際の採集と観察を行いたいものである。

32年度〔5〕

植物の炭酸同化作用と呼吸作用について、つぎの問の答として正しいものを、下の の中からそれぞれ一つずつ選んで、その番号を () の中に書きなさい。

- イ 炭酸同化作用の { a. 行われる部分はどこか。…………… 答 ()
 b. 行われるのはいつか。…………… 答 ()
- ロ 呼吸作用の { c. 行われる部分はどこか。…………… 答 ()
 d. 行われるのはいつか。…………… 答 ()

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. 葉・くき・花・根などすべて | 2. 葉とくきだけ |
| 3. 葉緑素のあるところ | 4. 昼間 5. 夜間 6. 昼夜とも |

イ 64.2%

ロ 40.7%

炭酸同化作用と呼吸作用について、それぞれの作用が行われる部分と時間を明確に区別できるかどうかをみるとともに、その知識が両作用の本質的な相違と関係についての理解に裏付けられているかどうかをさぐろうとした問

題である。

1. 炭酸同化作用と呼吸作用の本質的な相違とその関係に気づかせること。

炭酸同化作用は、葉を中心にして葉緑素のあるところで昼間だけ（人工光線によっても行われるが）行われ、呼吸作用は植物体全部で一日中行われているなどの分析的な知識内容を、両作用別々にただ観念の上で記憶しようとすることは案外努力を要するものである。この問題に正しく反応できなかった40%~60%の生徒の中には、このような状態にあったために、どちらの作用がどうだったかはっきり再生できず、両作用を混同してしまったものも相当数あったことと予想される。

両作用の本質的なはたらきとその相違や、植物体における生理的な相互関係が明確に理解されているならば、この問題が要求しているような分析的な内容は、たとえ直接的には忘れても、演繹的に推理していくことによっておのずから判断できるものであろう。そのためには、炭酸同化作用が生物界におけるエネルギー代謝の根源であり、植物体においてはエネルギー源摂取の方法であること、呼吸作用は摂取したエネルギー源を分解して活動のエネルギーに転化するためのはたらきであること、したがって、エネルギー源の摂取とその分解は生物が生長し生命を維持するために欠くことのできない基本的な機能であることなどの根本的な見方を根底におくことがまず必要である。このような本質的な見方にもとづきながら、それぞれの作用を比較対照し分析的にみたりそれを総合したりするような指導を行うことがたいせつであらう。要は両作用の本質的なはたらきの理解にもとづき、そのような見方で、それぞれの作用の分析的な内容を推理判断させるような学習経験をさせることが必要であると考えるのである。

特に植物の呼吸作用については、動物の場合にくらべてみにくいので、植物も呼吸しているということが生徒にとってはきわめて納得しにくいものであるから、上記の原理的な理解にもとづいて考えられるよう動物の場合と比較したりしながら学習を進めることが肝要であらう。

2. いろいろな実験を行うことは望ましいが、それぞれの実験結果を炭酸同

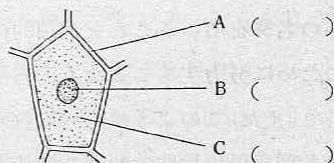
化作用と呼吸作用との全体的な理解構造の中へ正しく位置づけてやるようにすること。

炭酸同化作用や呼吸作用については、いろいろな実験が行われているが、それぞれの実験は多くの場合作用全体の分析的な内容について部分的な実証を試みているにすぎないので、実験の結果どんなことが実証できたのか、そのことは作用全体とどんな関係位置にあるのかなどを明確にし、一つの実験であたかも作用全体を実証できたかのような誤解をもたせないように留意して指導することがたいせつである。また実験結果がなるべく明瞭にみられるように、素材や条件を統制して実験を行うことが多いのであるが、そのため表面的な現象が本質的な内容であるかのような偏見をもちやすいことがよくあるので、実験を指導するに当たってはその点じゅうぶん注意しなければならないと思う。

たとえば、発芽中の種子や、開花中の花などを材料として呼吸作用の実験を行った場合、植物の呼吸は種子や花などでのみ行われているかのような誤解を生じたり、葉も呼吸作用を行っていることを実証するための実験で、光をあてないように統制することから、呼吸作用は夜しか行っていないと考えたりしやすいものである。また炭酸同化作用ででんぷんができることをたしかめるような実験では、操作が複雑なため、それぞれの操作自体に気をとられて、その奥にある本質的なねらいを見落したり、クロモなどを使って炭酸同化作用によって酸素が発生することをためす場合、でてくる気泡から受ける視覚的な印象にとらわれて、これを呼吸と考えてしまったりする生徒があることにもじゅうぶん注意して指導しなければならないであろう。

33年度〔2〕

右の図は、植物の細胞をあらわしたものである。A. B. Cの各部分の名称を、それぞれ（ ）の中に書きなさい。



26.0%

植物細胞各主要部分の名称が細胞の実体と結んで習得されているかどうかをみようとした問題である。

1. 顕微鏡による植物細胞観察の経験をさせるとともに、特に細胞質と原形質を区別できるよう留意して指導すること。

生命現象は要約すれば、端的に細胞で示される。その細胞について、主要部の名称を知ることは、もつとも基本的なことの一つであるから、なるべく実際の観察による感覚的な経験をさせて細胞の実物に関する表象を鮮明にするとともに、映画、幻灯、図版などの視覚的効果を活用して、各部の名称とそのはたらきを学習させることが望ましい。またこの問題の誤答の原因の一つとして細胞質と原形質の混同があり、図のCを原形質と書いたことによる誤答が案外多かったのではないかと考えられる。この点も指導に当たってじゅうぶん留意しなければならないことであろう。

2. 細胞の主要部分の名称を用いるような学習の機会を多くもつよう留意すること。

このような名称を一回の学習で確実に記憶しこれを長く忘れないでいることはほとんど不可能なことである。この間に正答できなかった生徒の中には、細胞の形や構造についての視覚的な表象ははっきりしているけれども、各部の名称は忘れてしまったというものが多かったのではなかろうか。このような基本的な知識は、その後いろいろな機会に何回か用いることによって次第にはっきり定着するようになるものであるから、植物や動物の内部構造とその機能を学習したり、微生物について調べたり、遺伝について考えたりする場合に、常にこれらの名称を用いることを意図的に考えながら指導することにより、単なる記憶のために努力することなく、自然に確実な知識として身につくようになるであろう。また、このように、その後のいろいろな学習の場で用いることによって、細胞各部分の生物体における機能もしだいに理解されるようになって、各名称によって代表される実体の内容も豊富で深まりのあるものとなるはずである。

つぎのイ・ロの器官で呼吸する動物を、右の の中からそれぞれ一つずつ選んで、その番号を()の中に書きなさい。

イ. え ら ()

ロ. 気 管 ()

- | | |
|--------|--------|
| 1. ツバメ | 4. クジラ |
| 2. カニ | 5. カメ |
| 3. ミミズ | 6. バッタ |

54.6%

どんな動物がどんな呼吸器官によって呼吸しているかを判断させることにより、呼吸法による動物分類の能力をみようとしたものである。

1. いろいろな呼吸法とそのためのしくみを動物分類や進化と関連づけながら総合的に理解させること。

個々の動物の呼吸法をそれぞれ単独におぼえようとしたり、それぞれの呼吸法をある種の動物がもっている形態や習性上の特徴としてのみ記憶していようとすることは、なかなか努力を要することである。現行教科書では高等動物から下等動物への順序でその分類ごとに形態や習性などの特徴を順次述べていくというような編集をしているものが多く、分類を総合的全体的に考察させながらまとめたり、ある観点（たとえば呼吸法）から各種の動物を観察して整理したりするような学習が比較的軽く扱われているように思われる。

このように、ある種類やそれに属する個々の動物の特徴としてのみ学習してきた生徒は、それらの特徴をすべておぼえていることが困難になるばかりでなく、この問題のような観点（呼吸法）から逆に考えていくことができにくくなるものである。

動物の進化と関連させながら分類全体の中へ呼吸法のいろいろを正しく位置づけてやるような指導方法をくふうすることがたいせつであろう。

2. それぞれの呼吸法について、それを代表するような動物の呼吸法を実際に観察したり、その器官を解剖してみるような学習経験をさせること。

この問題について、ツバメとクジラを選択した生徒はまずなかったと考えられるので、誤答したものは、おそらく、カニ、ミミズ、カメ、バツタについてその選択を誤ったものであろう。これらの動物について分類上の位置がはっきり理解されており、1で述べたような学習が行われているうえ、昆虫類や甲かく類の呼吸器官についての解剖上の経験があるならば、おそらくこれらの選択を誤ることはなかったであろうと思われる。

特に気管については、甲かく類を除く節足動物にのみある呼吸器官であることに留意させることがたいせつであろう。

34年度〔6〕

下の表は、双子葉植物と単子葉植物のちがいを示そうとしたものであるが、左右入れちがったところが二か所ある。それはどこか。その番号を○でかこみなさい。

番 号	双 子 葉 植 物	単 子 葉 植 物
1	子葉2まい	子葉1まい
2	平行した葉脈	あみ目の葉脈
3	花弁・がく片・おしべは、多くは5または5の倍数	花弁・がく片・おしべは、多くは3または3の倍数
4	主根と支根がある	ひげ根がある
5	形成層がない	形成層がある

61.6%

双子葉植物と単子葉植物とがそれぞれどんな特徴をもち、どんな相違点があるかについて、学習したことが確実に整理されているかどうかをみようとした問題である。

- 実際の観察結果を比較しながら整理することにより、双子葉植物と単子葉植物を弁別する能力を高めること。

問題に示されているような表を概念的に記憶しようとするような学習ではなく、代表的な植物を比較観察させることによって、このような表を作成するような形で学習されることが望ましい。このように比較観察した結果を整理した

り、前に学習したいろいろな植物の特徴をこのような観点から再整理したりすることは、双子葉植物と単子葉植物のそれぞれの特徴を確実に握するためにも有効な方法であろう。

この問題でむずかしかったところは、おそらく内部構造に関係のある形成層であろうと思われる。この点については、茎の構造を学習する際に、肉眼による観察と顕微鏡による観察とがうまく結合するように指導するとともに、先に31年度〔1〕で述べたような植物の生長が細胞分裂とその肥大によることについての根本的な理解に裏付けられることがたいせつである。

一般に、分類についての学習は、既に分類されたものを学習させるのではなく、生徒自らが分類していくような形で進められることが望ましいと思われる。しかしすべてにわたってこのような原則を貫くことは現実的に困難であると考えられるので、生徒の能力や物的環境を考慮しながら、いくつかの事項については、このように帰納的な学習をさせることがたいせつであろう。

Ⅳ 地 学 的 分 野

30年度〔4〕

つぎの表の条こん色や成分をもつ鉱物名を、下の の中から一つずつ選んで、その番号を空欄に書きなさい。

	鉱物名	条こん色	成 分
A		黒 色	鉄と酸素
B		赤かつ色	鉄と酸素
C		緑 黒 色	鉄と硫黄

1. 黄 鉄 鉱
2. 磁 鉄 鉱
3. 赤 鉄 鉱

91.0%

鉄鉱の条こん色と成分についての知識の有無をみようとした問題である。

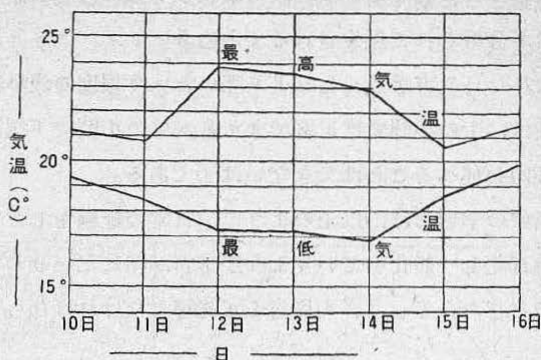
この問題の正答率がきわめて高いのは(91.0%)、鉄鉱石名と条こん色との対応にあたって、その文字面からだけでも判断することができたためと思われる(赤鉄鉱=赤かつ色、黄鉄鉱=緑黒色、磁鉄鉱=黒色)。しかしこの問題で成分のところを条こん色からはなして、別を選択させたり、他の鉱物を素材としたりしたならば、正答率はおそらく大巾に低下したであろうと思われる。

このような内容について指導する場合の望ましい方法としては、つぎの諸事項をあげることができる。

- ・ 鉱物標本を比較観察させることによりそれぞれの鉱物についての具体的な表象をもたせること。
- ・ 条こん板を用いて、実際の条こん色についての色感を得させること。
- ・ 鉱物の成分については、酸化と還元についての化学的な理解を基礎とし、鉱物の精錬法などを考えさせる過程で学習させること。

右の図表は、本県のある土地で、昨年7月中の最高気温と最低気温を調べたものの一部分である。これを見て、つぎの間に答えなさい。

1. 13日の天気は、よかったですと考えられるか、わるかったと考えられるか。



答

2. その理由

38.5%

気温の日変化と天気状態との関係を理解し、それにもとづいて、グラフで示された数日間にわたる最高最低気温の変化から天気状態を判断することができるかをみようとしたものである。

1. いろいろな天気状態に関する日常経験を分析的に考察させるとともに、実測によるたしかめの学習経験をさせること。

この問題では、晴天の日が曇天や雨天の日にくらべて気温の日変化（最高最低の差）が大きいことに気づいていなかったための誤りが相当多かったものと予想される。このことは、日々経験している天気の変化について案外無意識にすごしており、分析的にみていない生徒が多いこと、または、学習指導で気温の日変化をとりあげる場合に、教科書のグラフや説明を用いての観念的な学習が多く、そこで学習したことが、日々経験している天気と結びついていないことなどによるものであろう。

このような理解を確実にするには、日々経験している天気のある観点（この場合気温の日変化と天気状態）から考察して仮説をたて、それを実測によってたしかめるような学習過程をとることが望ましい。このようにして学習した結

果は、たとえばこの問題のような場面で判断することが必要になった場合、まず晴れた日と曇った日の経験的な表象が頭に浮かび、つぎにその中の気温差の要素が分析されて再生されるであろう。

晴れた日の方が曇った日より暖いという程度の浅い経験的判断しかできない生徒は、1の小問では正答できても、2の小問で「気温差が大きいから」という理由を述べることはできないはずである。

気象の学習では、以上のように、日常の経験をしだいに分析的にみて、それを論理化し一般化していくような学習が特にたいせつである。このことは小学校のときからじゅうぶん留意して指導しなければならない点であろう。

2. 気温の日変化を輻射放熱の概念によって論理化することより、気温の日変化と天気状態との関係についての理解を深めること。

この問題では、天気のよい日の気温の日変化が曇天や雨天の日にくらべて大きいことの理由を、輻射放熱の概念を用いて説明することを要求してはいない。しかし、1で述べたような学習経験を基盤として、その上に熱に関する学習内容との関連を持たせながら、輻射放熱の概念によって論理化するような学習をつみあげるならば、気温の日変化と天気状態との関連についての理解はいっそう深まり、より確かなものとなるであろう。

輻射放熱の概念を指導する機会は気温の日変化や、年間における太陽高度の変化と気温の変化の周期がずれること、または、海陸風の生ずる理由、熱の移動などいろいろあるわけであるが、それぞれの機会に断片的孤立的な指導をおこなうにすぎず、それを統一的に理解させようとする配慮が少いのではなからうか。

3. いろいろな形で描かれるグラフを必要に応じて読みとる能力を高めること。

気温の日変化について晴天と曇天の場合を比較するグラフは、教科書などでもよく見うけるが、この問題のような形で示されているものが少いように思わ

れる。生徒の中には、このようなグラフにはじめて接したため、正しく読みとれなかったものもあると予想されるので、実測した結果を目的に応じてさまざまな形のグラフにあらわしてみるような経験をさせるとともに、数学などとの関連を重視してグラフを利用する能力を高めることがだいせつである。

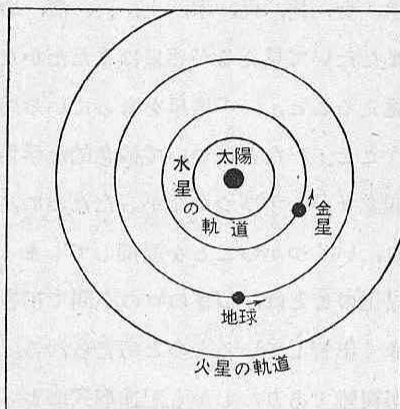
30年度〔7〕

右図は太陽系の一部を示したものである。つぎの間に答えなさい。

イ つぎの文の { } の中から、正しいものを一つ選んで、その番号を○でかこみなさい。

よいの明星とも、あけの明星ともよばれる金星は { 1. 恒星
2. すい星
3. 惑星(遊星)
4. 衛星 } である。

ロ 金星は、ふつう太陽が沈んだ後、または太陽ののぼる前、しばらくの間だけ見ることができる。その理由を書きなさい。



イ	62.1%
ロ	16.5%

宇宙や太陽系の構造に関連させながら、さまざまな星の関係位置やその運行についての理解をみようとして出題されたもので、イの小問では、恒星、惑星、衛星などの弁別力を、ロの小問では内惑星の運行と地球からの見え方との関係把握について、金星を素材としてそれぞれみようとしたものである。

○ 観測によるそれぞれの天体のみかけの運動と、宇宙や太陽系の構造に関する理解が、よく結びつくように留意すること。

金星が惑星であることは、すでに小学校のころからじゅうぶん学習してきているはずであると思われるのに、その正答率が案外に高くない(62.1%)の

は、どうしたわけであろうか。金星についての具体的な観察経験が意図的に行われなかったため金星がどの星であるかを知らなかったか、または、惑星、恒星などについての概念上の区別が不確実であったかのどちらか、あるいはその両方による誤答者が40%弱もあったことになる。

このような生徒は「惑星は太陽のまわりをまわっている星で、自らは光を出さず太陽の光線を受けてそれが反射してみえること」、「太陽に近い方から（水、金、地、火、木、土、天、海、めい）の順になっていること」、「恒星はまたたいて見えるが惑星はまたたかないこと」、「惑星は星座の間を移動して見えること」、「衛星をもっている惑星は何と何でそれぞれいくつあるかということ」、などについて観念的な学習はしたけれども、実際の夜空とこれらの観念とがむすびづかなかったために、ことばで学習した結果を忘れてしまったり、いくつかのことを混同してしまったりしたものであろう。

以上のことは、つぎの口の小問で正答率がきわめて低い（16.5%）ことにも大きく影響しているものと考えられる。また口の小問は、イにくらべて問題内容が複雑であり、しかも記述形式によって解答を求めているので、困難度の高い問題といえる。

したがって金星が惑星であることを知っており、さらに金星が日がくるとすぐに西の空に明るく光っていることなどを実際に経験している生徒でも、金星が夜中に中天にかかってみえないことの原因となると、正しく答えられない生徒が多くあったことと思われる。また観念的に内惑星だからと答えられても、内惑星だとなぜ……といわれると、自信をもって答えられるものはきわめて少いではなかろうか。これもことばの上だけの知識で理解を伴っていないものといえるであろう。

生徒にとって、自分が立っている地球をはなれて、しかも地球からの見え方を客観的に考えるということは、きわめてむずかしいことであろう。地動説の立場から、太陽系を含めた宇宙の構造や動きを、自分が見ている天体のみかけの様相と関係づけて考えることができるようになるには、どうしても上記のような客観的な見方ができなければならない。このような見方ができない限り、

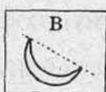
宇宙の構造やその動きに関する知識は観念的で具体的表象の伴わないものであって、まいりみている天体とは無関係のこととなる。

中学校における天体に関する学習指導では、以上の見方を確立することがもつとも重要な着眼点であるから、天体の運行についての観測を重視するとともに、観測結果を地動説の立場によって理解することができるように、その媒介となる視覚的方法をくふうしたり、生徒にいろいろ考えさせる場を与えたりすることがたいせつであろう。

31年度〔4〕

下の図は、月の満ち欠けについて観測したものである。A・Bの図にそれぞれむすびつくことがらを a・b からそれぞれ選んで、その符号と番号とを答の（ ）の中に書き入れなさい。

(月の見かけの形と傾斜)



a. (見ただいたいの時と方向)

イ. 太陽が沈むころ西の空に低くかかる。

ロ. 夜明けに東の空に低くかかる。

b. (これからの満ち欠け)

1. 新月に向かう。

2. 満月に向かう。

答 A— (符号) — (番号) B— (符号) — (番号)

35.3%

月令の変化に関する知識が、注意深い観測結果や、太陽、地球、月の関係位置や運動についての理解にもとづいて得られたものであるかどうかをみようとした問題である。

1. 月の満ち欠けやその運行についての注意深い観測経験をさせること。

この問題に誤答した第一の困難点は、AとBの三日月をはっきり区別できなかったり、三日月が見える時刻についての経験があいまいであったりしたことにあると思われる。この問題は、生徒がふつうにみている三日月(上弦の三日月

——夕方西の空にかかる——問題のA図)についての注意深い観察経験があれば、明け方見える下弦の三日月をたとえ見ていなくとも正答できるはずであるが、正答率が35.3%にすぎないことは、いつも三日月をみていながら、その観察が無意図的に行われていたとしか考えられない。

三日月の弦の傾きが地平線に対してどのような方向になっているかを注意深くみるような観測が行われるよう留意することがたいせつである。それには、西の空にかかる上弦の三日月だけみていることでは、弦の傾きを意図的に観察することの必要性が少いので、夜明け方東の空にかかっている下弦の三日月を見る機会を作り、上弦の三日月と比較するような学習経験をさせることが望ましい。

また、月の満ち欠けを学習する場合に、上弦、下弦ということばをよく使うが、生徒はこれを弦のまがり工合が上をむいているか下をむいているかによって判断し勝ちなので、(月の観察がふじゅうぶんであると、生徒はみかけの光る部分が上の方にある三日月があると思いこむことが多い。)上弦は、影の部分と光っている部分の境がみかけ上だんだん上へ上っていく月、したがってしだいに満月に向う月であり、下弦はその逆であることに留意して指導することも忘れてはならないことであろう。

第二の困難点としては、たとえばA図の三日月が夕方西の空にかかることがわかって、その月が新月に向うか満月に向うかの判断に迷うことであろう。このような誤りは、月の形の変化や運行についての継続的な観測が効果的に行われなかったことによるものである。

以上のように、この問題は、月の見かけの運行や形の変化についての注意深い観測が意図的に行われているならば、正答できるものであって、このような観測は、小学校でおおよそ行われなければならないものであるから、正答率が低いということは、小学校における学習のしかたにその根元があるとも考えられよう。

2. 月の満ち欠けや運行について観測したことを、太陽、地球、月の関係位

置から論理的に判断できるように指導すること。

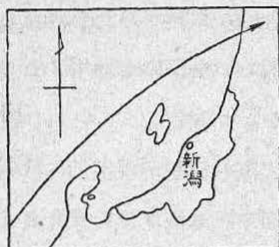
月の満ち欠けやその運行についての注意深い分析的な観測を行うことによって、月の運行や形の変化に一定の法則性のあることは発見できるわけであるが、そのような現象がなぜ生ずるかの理由を、太陽と地球と月との関係位置から考えられるようになれば上記の現象的理解に論理的な根拠が与えられたことになり、その理解は統一的構造なものとなって、新しい事家にも適用することのできるはたらきをもったものとなろう。

中学における月の運行に関する学習指導では、実際の観測が現実的には行いにくいことによって、とかく教科書、掛図などの図や三球儀などを媒介とする説明に終りやすい。このような学習によって得られる、太陽と地球と月の関係位置と月の満ち欠けやその運行との関係についての知識は、日常観察している月の変化とは結びつきにくいものである。たとえば、月の公転の周期と自転の周期が等しいことにより地球からは月の半面しか見えないこと、月の出がまい日約50分おくれるのは月の公転によって生ずることなどをことばとして知っていたとしても、実際に目で見ている月の運行と結んで、はたしてどれだけの実感をもって理解されているであろうか。また、月令の変化を、中心に地球をおき太陽光線の方角を一定にして、まわりに8この月を配し、それぞれの月が満月、新月、半月、三日月などであらわされるような図で説明することが教科書などでよく見られるが、立体的な空間関係の時間的変化を同一平面上にあらわしたこのような図で学習したことが、日常見られる月令の変化と果してどのように結んで理解されるものであろうか。

以上のように観念の世界のみで得られた知識は、この問題のような場面になると、知識としてのはたらきを發揮できないものである。夕方西の空にかかっている三日月を見たとき、直ちに自分が立っている地球上の一点と太陽や月との関係位置が頭に描け、それを図や模型などを使って人にうまく説明できるような状態まで理解を深めたいものである。このように月の運行や形の変化に関

する論理的な理解は、実際の観測結果と結びついてはじめて成立するものであることに気を配って、そうなるための指導方法をいろいろくふうし、ためしてみるものが、これからの課題であろう。

31年度〔5〕



左図は、佐渡沖を、矢印の方向に台風の中心が進行したことを示したものである。この場合、新潟市付近の風向は、台風の通過にともなうて、どのように変わったと思うか。下の1.2.3.のうちから正しいと思うものを一つ選んで、その番号を○でかこみなさい。

1. 東→南東→南→南西
2. 南→南西→西→北西
3. 北→北東→東→南東

52.6%

台風の進行に伴うある地点の風向の変化について、低気圧にみられる風の吹きこみ方から推論し、正しく判断できるかどうかをみようとしたものである。

1. 低気圧にみられる風の吹きこみ方を学習させる場合、図などによる模式的な形を観念的に取り扱うことなく、実際の場合の風の吹き方と結びつけられるように指導すること。

この問題に正答した生徒の中には、台風は大体において南方からやってくるという常識的な知識によって正答（南→南西→西→北西）を選んだ生徒もあったと思われるし、選択肢が三つしかないために、判断に迷った生徒が偶然正答を選んだとも思われるので、真に理解して正答しているものの数はもっと少いのではなからうか。

低気圧の中心に向ってその周囲から風が吹きこむこと、地球自転の影響により北半球では時計の針と逆まわりの方向に風がまわりこむなどを知っているが、この問題のような場面でその知識を活用して考えればよいことに気づかな

かったため、こんなことは学習しなかったとして判断に迷った生徒も多かったことと思われる。

低気圧における風の吹きこみ方について、模式的な図などによってのみ学習した場合には、よく上記のような状態におちいることがあるものであるから、指導の実際に当っては、低気圧のある天気図などで各地の風向を調べたり、付近を低気圧が通る機会に実証してみたりするなど、具体的な場面に適用させて知識を機能的なものにするようじゅうぶん留意することがたいせつである。また、「風の吹いてくる方向へ背を向けて左手の方向に低気圧の中心がある」などの形式的な方法も、模式的な図と関係づけてその理由を考えさせたり、実際の場合に活用して、低気圧のある方向を予想したりする学習も、効果的な方法であろう。

台風接近の場合なども上記のような学習を行うよい機会であるから、機を逃すことなく風向の変化を予測し、これを実証してみるような動機づけをして、生徒に自ら観測させるような配慮がほしいものである。しかし山地など特殊な地形環境にあるところでは、風向がかならずしも模式的に変化するものではないから、その理由を地形との関係から考えさせるようなこともたいせつであろう。

2. 低気圧にみられる風の吹きこみ方の法則性を活用して、論理的に推論できるよう指導すること。

低気圧がある地点にあるとき、その周辺の一地点の風向をおおよそ判断することのできる生徒であっても、この問題のような場面になると、判断に迷う生徒もあるものと思われる。論理的な能力のすぐれた生徒であるならば、直接台風進行時のある地点にみられる風向の変化を学習しなくとも、台風進行途上に任意に数地点をとり、そこでの風の吹き方を考えてこれらを連続するような分析と総合を行うことができるであろう。このように、総合的な場面で分析的に考え、これを総合して判断するような論理的能力は、台風の進行時の風向の変化を推論するような場だけでなく、いろいろな学習の機会に分析したり総合したりするような科学的思考の経験を多くもつことによって次第に身につくものであるし、このことは理科教育の重要なねらいの一つでもあるので、学習指導

に当っては、常に生徒を受容的な立場におくようなことなく、能動的に考えさせるような指導形態をとることが肝要であろう。

31年度〔10〕

長さ1mぐらいの糸の先におもりをつけて、これを手からさげ、下のa.bのように手を左右に水平に動かすと、おもりはどのようになるか。右の の中か

ら、それぞれ正しいもの一つずつ選んで、その番号を()の中に書き入れなさい。

- a. 大きくゆっくり動かす()
b. こまかくはやく動かす()

- | |
|---------------------|
| 1. おもりは静止しようとする |
| 2. おもりは大きくゆっくり動く |
| 3. おもりははやく動いて静止しにくい |

44.3%

地震計には、振子の性質を利用して不動点を作っていることについて、実験によってたしかめた経験があるかどうかをみようとしたものである。

この問題は地震計の原理を学習する時に、問題内容のような振子の性質について、実際に生徒自らためしてみたり、教師によって行われる実験を観察したりする学習経験をもっていれば、容易に正答できる問題である。aの「大きくゆっくり動かす」と2の「おもりは大きくゆっくり動く」を結ぶことは上記の実験をしていなくともだいたい判断することはできると思われるので、正しく弁別できなかったものの大部分はbの「こまかくはやく動かす」を3の「おもりははやく動いて静止しにくい」と結んだものであろう。

地震計の原理も図などによって説明されただけでは納得しにくいものであるし、上記の実験はきわめて簡易に行えるものであるから、必ず実験をとおして理解させるよう留意しなければならないと思う。

31年度〔6〕

つぎのうち、浅くて、よい漁場となるものはどれか。適当なものを一つ選んで、その番号を○でかこみなさい。

1. 大陸斜面(大陸傾斜, 陸斜面) 2. 海 溝
3. 大陸棚(陸棚)

78.1%

海底構造と漁場とを関係づけて判断できるかどうかをみようとしたものである。

この程度の海底構造は比較的単純であるし、地図などに示された等深線とも結びやすく、また、これをあらわす用語もそれぞれの形状とよく符合するので、知識としての習得は割合に容易であろうと思われる。

しかしこのような知識は孤立的断片的に指導することなく、社会科の水産や生物的分野の海の生物分布などと関連づけて意味をもつよう指導することが望ましい。

31年度〔8〕

一般に南向きの部屋が保健上もっともよいといわれている。つぎの文は、その理由について書いたものであるが、の中に適当なことばを入れなさい。

夏は、南中時の太陽の高さが、^aから、強い日光が部屋の奥までさしこまないで、わりあい暑くならない。また冬は、南中時の太陽の高さが^bから、日光が部屋の奥までさしこむので暖い。

71.3%

南向の部屋の採光状態が夏と冬でちがうことを太陽高度の変化と関係づけて理解しているがどうかみようとした問題である。

1. 太陽の高度や南中などのことばを実際の事象と結んで理解するように指導すること。

この問題に正答できなかった生徒が抵抗を感じた点は、おそらく「太陽南中時の高度」ということばの内容が理解されていなかったことによるものであろう。高さとか高度とかいうことばのふつうの意味は、山の高さとか飛行機の高度などのように長さの単位によってあらわされるものであるが、天体などの場合はこれを角度であらわすことが多いわけであるから、能力の低い生徒にとっては、その点の理解がむずかしいとみななければならぬ。小学校では影の長さ

で太陽の高度を判断する学習をしているわけであるが、影の長さと太陽の高度との関係を意識化し、しかも棒などの先端と影の先端とを結ぶ直線の延長方向に太陽があるとみれるためには、目に見えない線を想定しなければならないわけであるから、小穴などをとおして斜にさしこむ太陽光線と水平面との間のできる角度を観察させるなどして、太陽の高度ということばが、どんな事実をさすのかを明確にとらえさせることがたいせつである。また棒などによってできる影でのみ学習した場合、この問題場面のように光の当る部分と影になる部分が棒などで影ができる場合と逆になっているので、この点も指導に当たってじゅうぶん留意することがたいせつである。

南中ということばも、生徒が既にもっている水平方向の東、西、南、北ということばの内容からすると、仰角があるだけ理解しにくいものであるから、天体の位置の示し方などと関連させながら、従来の概念を拡張することについての指導を意図的に行う必要があろう。

2. 太陽高度の変化と日常生活上の諸事象とのつながりに関心をもたせるように留意すること。

一日中の、または季節による太陽高度の変化は、日常の生活にいろいろな影響を与えている。太陽高度の変化について学習させるに当たって、これらの生活上の諸事象と関係づけることなく、形式化された実験だけによって指導した場合には、生徒はその学習結果を自分たちの生活とは無関係なものであるように受け入れやすいものである。

太陽高度の変化と生活上の諸事象との関係に積極的な関心を示すようにしむけることにより、理解内容も豊富になり、これを生活合理化のため役立てることもできるようになるものであるから、指導に当たっては、この点をじゅうぶんくふうすることが肝要であらう。

つぎの表は、 1 m^3 の空気中にふくまれる水蒸気の最大量と気温との 関係 を示したものである。

気 温 $^{\circ}\text{C}$	-10	0	10	20	30	40
水蒸気の量 g	2.4	4.8	9.3	17.1	30.0	50.6

この表から、 20°C の気温において、 1 m^3 の空気中に12.5gの水蒸気をふくんでいる空気の湿度を求め、答を書きなさい。

答

31.2%

湿度の科学的な意味を理解しており、それにもとづいて湿度の算出ができるかどうかをみようとした問題である。

- 空気中における水蒸気の飽和、過飽和などの理解を基礎として、湿度の科学的な意味を確実に理解させること。

この問題の正答率が31.2%できわめて低いのは、一つには計算上の誤りや表の見まちがいなどもあるであろうが、根本的には、湿度についての科学的意味を理解していなかったことによるものと考えられる。気象観測や日常生活で、今日は湿度が高くてむし暑いとか、湿度が低いから火事に気をつけないかならないなどとふつうに使っているし、湿度を測定するには乾湿計でそれぞれの目盛りをよみ表によって湿度を調べることに、湿度をあらわすに%を用いること、その数値が100に近づくほど湿度が高いことなどを知っていながら、湿度の科学的な意味となるとははっきり理解していない生徒が案外多いのではなかろうか。

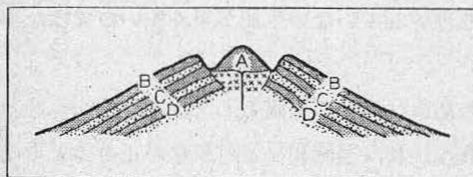
湿度の意味がはっきりわかるためには、その基礎として、大気中における水蒸気のふくみ方について、未飽和、飽和、過飽和などの概念が正しくとらえられていなければならない。しかし、これらの概念は、生徒にとってきわめて抽象度の高いものである上、従来この指導が一年生で比較のおおまかに指導されてきたことを考えると、じゅうぶん理解できなかった生徒が多かったこともうなづけるような気がする。

生徒が実際にその目で見えるものは、雲ができたり、雨や雪が降ったり、つゆやしもがおりたり、窓ガラスなどが曇ったりする現象である。これらの理由を理解するために、生徒にとっては目に見えない空気中にふくまれる水蒸気について、その含みぐあいを学習の対象とし、飽和などという抽象度の高い概念をもってくるわけであるから、この点の指導については、もっときめのこまかい配慮が必要であろうと考えている。いきなり雨の降るわけはこうなどと説明することなく、いろいろな現象についてじゅうぶん考えさせたり、実験的な場面をくふうしたりして、生徒が自ら気づくよう、ある程度の時間をかけることがたいせつであろう。

以上のような基礎に立って湿度についての科学的な意味を指導するわけであるが、その意味は、ある温度の空気中に含まれる水蒸気の飽和量に対するその含有量の割合を百分比であらわしたものであって、互いに目に見えないもの同志の関係である上、現行の数学(1年)では割合に関する理解がまだじゅうぶん成立していない中に指導されることも考えられるので、生徒にとってはなかなか理解しにくいことであろう。密度、比重、圧力の強さ、濃度などと同じように、二つの概念の関係でその大きさを示すものであるから、数学における割合に関する指導とじゅうぶんな関連をはかりながら、その指導法をくふうしなければならないと思う。

湿度の算出ができるということは、その算出法自体を観念的におぼえこむことではなく、湿度の科学的意味をしっかりと理解することがその根本でなければならない。そうすれば、算出法はたとえ忘れても、ふたたび自ら算出のための公式を作り出すことができるはずである。

32年度〔7〕



左の図は二重式火山の断面図で、図中のA・B・C・Dは噴出したよう岩を示したものである。つぎの文の { } の中から、正しいものをそれぞれ一つずつ選んでその符号を○でかこみなさい。

イ この火山にできた最も新しいよう岩は、{A・B・C・D}である。

ロ よう岩は、玄武岩や { a. かこう岩 }
 { b. きょう灰岩 }
 { c. 安山岩 }
 { d. 安れき岩 } がふつうである。

イ	63.8%
ロ	50.5%

二重式火山成立の順序（イ）と火山の噴出によってできた岩石名（ロ）についての知識をみようとした問題である。

1. 各種火山の形態だけではなく、その成立過程についても、模型、地図、写真、その他の視覚教材をくふうして、形態と成立過程との関連的な理解をはかること。

この問題に示されている図によって、誤答者の多くがBをもっとも新しいと判断したとすれば、それは二重式火山成立の順序についての正しい理解ができていなかったことになる。二重式火山の指導に当っては、その全体的な形状、部分を示すカルデラ、外輪山、中央火口丘、火口原など、形態についての学習をすることと同時に、これらをそれぞれの成因や成立の過程などと関連させながら理解させるように留意することがたいせつである。阿蘇山などの代表的な火山を素材とし、模型、地図、写真、その他の視覚教材を効果的に用いて具体的な表象の裏付けをもたせるようにすることが望ましい。

2. 基本的な岩石については、それぞれの成因と関係づけながら、実物観察をとおしてそれぞれの特徴をつかませること。

岩石をその成因によって分類することは、どこでも指導していることであるし、この問題にでている岩石名を知らない生徒は少いと思われるので誤答者の多くは、それぞれの岩石の名前は記憶に残ってはいるが具体像があいまいであったか、成因との結びつきが混乱していたかによって正しく選択できなかったものであろう。岩石の分類能力を高めるには、何よりも実物標本の観察がたいせつであり、しかもこれが安山岩だという程度の印象的、直感的な観察ではなく、成因と関連させながら観察の観点をはっきりきめ、それぞれの観察内容に成因と結んだ意味をもたせるようにしなければならぬ。

また、この問題では、「火山岩は……」ときかずに、「よう岩は……」ときいている。よう岩と火山岩とが同じものの状態がちがっているものであることを理解していなかった生徒がこのために迷ったとすれば、それは、火山の成立

と、火山活動の結果でできた岩石とがそれぞれ別々に指導されておりそれらの関係づけが行われていなかったためと考えられる。指導上じゅうぶん留意しなければならないことであろう。

32年度〔8〕

つぎのものは、いずれも古い時代に栄えた生物である。これらを古いものから新しいものへの順に、その符号を答の（ ）の中に書きなさい。

- a. マンモス b. サンヨウチュウ c. キョウリュウ

答 () () ()
古い時代 → 新しい時代

61.8%

古，中，新生代の代表的な示相化石（生物）を年代順に並べられるかどうかによって地質時代や生物の進化に関する初歩的な知識をみようとした問題である。

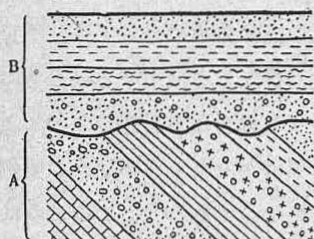
この問題は示相化石によって地質時代を区分する能力をみるものとしては、初歩的なものであり、もっとも容易な内容である。たとえ地質時代の名称と区分を知らなくとも、マンモス、キョウリュウ、サンヨウチュウについての具体的な表象をもち、生物進化の大まかな考え方さえできているならば、これらの生物を年代順に並べることはさして困難なことではない。しかもマンモスとキョウリュウについては、雑誌その他で小学校時代から何度も目にふれているはずであるから、具体的な表象がなかったと思われるのはサンヨウチュウだけであろう。また、たとえサンヨウチュウがどんな生物であるかしらなくとも、その名称から受ける印象で進化度の低いものと考えれば、おおよそまちがいなく判断できるはずである。ところがこの問題の正答率が60%程度にすぎなかったことは、いったいどうしたわけか推定に苦しむほどである。

地質時代に関する学習や、生物進化についての指導が観念的に行われたか、化石標本や幻灯などの視覚的方法がとられながらも、地質時代や生物進化と関係させて意味づけるような配慮がふじゅうぶんであったことの欠陥がこのような結果をまねいたものと考えざるを得ないようである。古い時代に栄えた生物の指導に当っては、地質時代や生物の進化と関係づけながら視覚的方法によ

て意味づけてやるのがたいせつであろう。

33年度〔5〕

下の図は、ある地層の断面をあらわしたものである。この地層は、どんな順序でできたものと考えられるか。つぎのうちから、正しいと思うものを一つ選んで、その番号を○でかこみなさい。



1. Aが海底でたい積してできてから、地かく変動でさらに沈降し、その上にBがたい積した。
2. AとBとがひき続き海底でたい積してできてから、地かく変動で陸地になり、その後Aの地層がかたむいた。
3. Aが海底でたい積してできてから、地かく変動で陸地になり、しんしよく作用を受け、ふたたび海中に沈んで、その上にBがたい積した。
4. AとBとがひき続き海底でたい積してできてから、地かく変動でさらに沈降し、その後Aの地層がしゅう曲した。

68.0%

地層の整合・不整合や地層の傾斜などに関する知識にもとづいて、ある土地の成立順序や動きを判断する能力をみようとして出題されたものである。

- 地層断面の形状によって整合と不整合を区別できるだけでなく、それがどのようにして成立したものであるかを、実際の地形を考えながら理解できるように指導すること。

この問題は、その構成が総合的で複雑であるにもかかわらず、正当率が比較的高く（68.0%）なっているのは、選択肢を示したためによって学習したこと再生が割合に容易に行われたからであろう。しかし、30%強の誤答者のうち、選択肢の2・4を選んだ生徒があったとすれば、その生徒は、整合・不整合について断面の形状からみた区別すらできなかったものと思われるし、1を選んだ生徒は不整合がどのような過程を経てできるかについての理解があいまいだったものと考えられる。したがって、この問題では、特に不整合に関する正確な理解の有無が解答上の要点と考えてよいであろう。

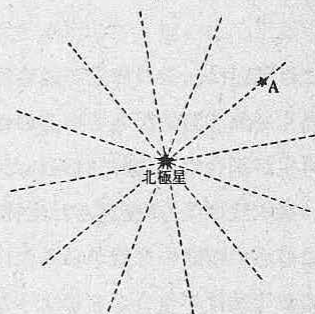
不整合についての理解は、堆積による地層の形成やしゅう曲、断層などの理解にくらべて学習上のむずかしさがある。そのむずかしさは、堆積、しゅう曲、断層などの形成が、いわば単一の変化であり、その断面図なども一見してことばとの対応が容易であるのに反し、不整合は、堆積→隆起→浸蝕→沈降→堆積というように複雑な地殻変動の結果形成されたものであり、しかも不整合をあらわす断面図上の曲線が、かつての山や谷を示すものであることの思考上の連絡がつきにくいことによるものであろう。この点の指導に当っては、不整合の形成過程をある程度動的に示すような映画や幻灯などを使用するとともに、現在生徒がみている地形について、不整合が生ずる場合などを想定することによって不整合をあらわす曲線の具体的な意味に気づかせたり、不整合の実例を直接または間接経験で観察したりすることがたいせつであろう。このようにして、不整合ということばの意味や図にあらわされた不整合面の記号についての具体的な表象を確実なものにしていくことが望ましい。

もちろん、不整合を指導する前提として、堆積、浸蝕、運搬等の流水の作用や隆起、沈降、しゅう曲、断層などの地殻変動について、実際の地形と結びついた知識を身につけなければならないことはいうまでもない。不整合の理解はこれらの知識を総合的にはたらかせる場として、もっと重視しなければならないことであろう。

33年度〔6〕

右の図のように、Aの位置に見える恒星の動きについて、つぎの間に答えなさい。(図の点線は、北極星のまわりを 30° ずつにくぎったものである。)

- イ この恒星は、4時間後にはどこに見えるか。図の中に、その位置を△印で書き入れなさい。
- ロ この恒星は、3ヵ月後の同じ時刻にはどこに見えるか。図の中に、その位置を○印で書き入れなさい。



イ	45.0%
ロ	14.5%

恒星の見かけの運動に関する法則性について、その日周運動と年周運動に見られる運行の角度を時間との関係から数量的に判断できるかどうかをみようとした問題である。

- 恒星の日周運動や年周運動について、実際の観測経験をより正確なものにするとともに、それによって得られた見かけの運動に関する具体的な認識を、宇宙の構造やその中で地球の運動と関係づけることによって論理化すること。

恒星の日周運動のようなもっとも基本的と思われる天体の動きについてすらその正答率が45%にすぎず、年周運動となるとほとんどの生徒が誤答していることは、天体に関する学習のむずかしさを如実に示している。

日周運動について、

北極星のまわりの星が時間の経過に伴って時計の針と逆まわりの方向にまわっているように見えることは、どこの学校でも指導しているわけであるが、その指導に当って、北極星に向けて開放した写真などによる説明だけで終わってしまったような場合、観測事実の裏付けのない生徒は日常見ている星空と対応しにくく、ともすれば無意味な記憶に頼ろうとし勝ちなものである。このようにして得られた知識を保持していることはむずかしく、ともすれば右まわりだったか左まわりだったかすらはっきりしなくなるものである。

したがって、恒星の運行について第一に重要なことは、何としても実際の観測にあり、その観測をいろいろな観点から意図的に行うことによって事実に関する正確な知識を得ることである。現実の問題として、夜間における天体の観測を管理することにはいろいろな障害が伴い、教師の手がまわりかねるものであるけれども、間接的に指導する方法をくふうすることによって、生徒が自ら夜間の観測を行うような意欲を喚起することがたいせつである。このように天体に関する学習指導では、天体に関する生徒の関心をひきおこすことがもっとも基底的な教師としての指導である。そのためには、小学校の低学年で季節だよりを効果的に指導するには教師がまず季節の変化に関心をもつことが重要であると同様に、天体についても教師自らがまず興味をもつことがたいせつで

ある。このようにしてはじめて、随時適切な素材をとりあげながら生徒が天体を観測しようとする意欲をしだいに高めることができるものであろう。小学校の低学年から以上のような指導上の配慮を積み重ねることが望ましい。

第二に重要なことは、以上のようにして学習した見かけの運動に関する現象的な認識を地動説の立場によって論理化することである。このような論理化は生徒にとって案外むずかしいものであって、「地球が自転しているから星がまわっているように見える」ということを観測結果と結んで真に理解している生徒は少いのではなからうか。地軸を中心とする地球の自転と宇宙に散在する恒星との位置関係を頭にえがき、地球上のある地点で見える星空がどのように変化して見えるかを想定することは、動いてはいないと実感される地球上にいるものにとっては、きわめて論理性の高いことである。この点が中学における指導上の要点であり、またこのような考え方ができない限り、つぎの年周運動はもちろん、天体に関する他の学習も効果をあげ得ないものであるから、反対方向に進行する汽車などに乗っているとき、自分の乗っているほうが動いたのか他の列車が動いたのか錯覚を生ずる場合などに関連させて相対的なみかたを考えさせたり、効果的な視覚教材を工夫してそれを媒介としたりするとともに、時間を惜しむことなくじゅうぶん理解されたかどうかをたしかめながら指導することがたいせつであろう。

年周運動について

年周運動についての学習上の困難点と指導上の留意点も、基本的には、日周運動の場合と同様である。しかし年周運動の場合は、日周運動についての理解がその基礎となること、長期にわたる意図的な観測（実際には、ある星座などの一か月一回くらの観測を二、三回やることで推論できるが）を必要とすること、その論理化に当ってより複雑な思考活動が要求されることによって、その困難度は急に大きくなる。特に年周運動が見られる理由についての論理的理解をはかる際にはつぎのようなむずかしさがある。

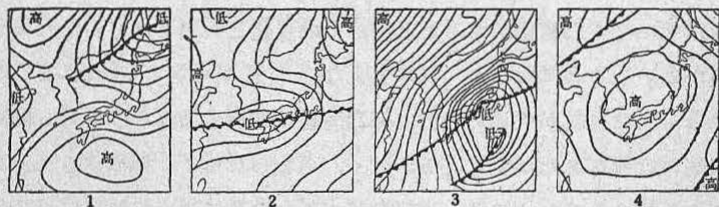
日周運動の場合には、地軸を中心とする地球の自転と地球をとりまいて見られる天球上の星との関係を相対的にみればよかったのであるが、年周運動の場合には、地球の公転と天球との関係を考えた上、自転によって生ずる昼夜の生じ方とも結びつけて考えなければならないので、生徒にとってはなかなか

か難解な現象であるといえよう。生徒の中には、地球が公転する際に恒星の間を縫って進むような考え方をするものがあったり、地球上のある地点から宇宙のどんな範囲の星が見えるかについて考えることのできにくいものすらあると思われるので、指導に当っては、日周運動にもまして周到な計画と方法をくふうすることが必要である。屋外の運動場などで、太陽、地球などを模して地球の公転上の各地点における周囲の景色の見え方を、地球上の昼夜を考えながら調べるような学習活動なども有効な一つの方法であろう。

なお、日周運動や年周運動を角度を用いて数量的にみるためには、天文学的距離にある星の見かけの位置や動きを角度によってあらわすこと、そのために天球上に天の赤道や南極、北極、緯度、経度を想定していることなどについての理解を深め、これらを使って星の位置を見出す方法についての指導もたいせつであろう。

また、日周運動、年周運動の指導に当っては、地学的分野の30年度〔7〕、31年度〔4〕で述べたことも、じゅうぶん参照してほしいと思っている。

34年度〔2〕



上の天気図の中から、つぎのイ・ロにあたるものをそれぞれ一つ選んで、その番号を（ ）の中書きいれなさい。

イ. 日本各地にかなりはげしい風雨があった。……………（ ）

ロ. このような気圧配置が長く続いて、東北、北海道に冷害がおこった。……………（ ）

イ 91.7%

ロ 11.5%

日本の各季節における天気の特徴と気圧配置との関係を理解しているかどうかをみるとともに、天気図を総合的に読みとる能力をたしかめようとした問題である。

1. いろいろな天気の状態をあらわす用語や記号について、実際の天気状態や大気の状態と結んで理解させるよう指導すること。

天気図をみてある地点の現在の天気を判断したり、その後の天気の変化を予測したりする能力を高めるには、まずその基礎として、いろいろな天気状態を表わす用語や記号のそれぞれを確実に理解させることがたいせつである。ことに、高気圧、低気圧、不連続線（寒冷前線、温暖前線、閉塞前線＝停滞前線）、気圧の谷、気団等について経験的論理的にしっかりした理解を得ることは、天気図によって天気を考える場合の必須な基礎的条件である。それぞれの用語や記号をことばの上では知っていても、それであらわされる天気状態が実際に経験する天気状態と無縁のものであってはならないし、たとえ実際の天気と対応できるように学習していてもなぜそのような天気になるかの理解が伴わないと、その知識を活用することができにくくなる。

たとえば寒冷前線についての学習を考えてみよう。寒冷前線の通過に伴う天気の変化はしばしば経験することであるから、教師が少し注意していれば、この用語や記号を実際の天気と結ばせることは、さしてむずかしいことではない。しかし寒冷前線がどんなものであり、寒冷前線が通過するということは、大気の状態にどんな変化があることか、その変化と天気とはどんな因果関係があるのかということになると、目に見えない大気が学習の対象になるので、生徒にとっては抵抗が大きくなる。寒冷前線が通過するという場合、目に見えない大気の状態があたかも見えるが如く、考えられるよう指導することがたいせつであろう。そのためには、大気の基本的な性質についての理解が基礎的な前提となる。

このように、天気に関する用語や記号は、いろいろな基礎概念の総合によって得られるものであるから、大気の基本的な性質からしだいにつみあげていくような丹念な指導が重要であって、このような指導によって生徒の思考上の困難点を除去していくことがたいせつである。

2. 日本の四季の天気に見られる特徴と天気図を結ぶに当っては、天気図の全体的な形だけで判断することなく、天気と天気図との関係を論理的に説

明できることに指導の重点をおくこと。

生徒は冬型、夏型、梅雨型、秋型などの天気図の全体的な形から直接判断しようとしがちである。この点も指導に当たってはたいせつなことであるけれども、それにもまして重要なことは、それぞれの天気図に見られる気圧配置によりどんな天気状態が考えられるかを、天気に関する基礎的諸知識を活用して見出されるようにすることであろう。

この問題で、イの小問の正答率がきわめて高い(91.7%)のは、顕著な低気圧が見られることにより容易に正答を選べたものと思われるのに反し、ロの小問では正答率がわずか11.5%にすぎないのはなぜであろうか。2の天気図をその形の特徴から直ちに梅雨型と判断できる生徒は相当多かったことと思われるが、梅雨型の気圧配置がどのような性質のものであるかについての理解がふじゅうぶんであったため、オホーツク気団の東北、北海道に及ぼす影響が推定できなかったためと思われる。

学校では、梅雨型の気圧配置で雨が降りつづくことは指導しても、冷害との関係づけをしなかったり、社会科で東北、北海道の冷害を取りあつかっても、気圧配置から考えさせることをしなかったりすることも正答率を低くした原因であると予想されるが、根本的には上記のような学習上の欠陥にもとづくものではなかろうか。

3. 天気図によって日々の天気を考えることに関心をもたせること。

天気予報は現在の日常生活に欠くことのできないものとなっており、新聞、ラジオ、テレビなどでまい日報道されているので、日々の天気予報に関心をもち、それによって生活を合理化するようにしむけることは、理科教育としても重要なねらいの一つであろう。天気図を生徒が自ら利用するように指導するには、理科の配当時間だけでとりあげるだけではなく、生徒が自ら天気図と日々の天気に関心をもち、自らそれを利用しようとする意欲を高めるよう日常的な指導がたいせつである。常に天気図を見るような生活することによって、天気図を読みとる能力もしだいに高まるものであろう。

右の の中から、イ、ロ、にあてはまるものをそれぞれ三つずつ選んで、その番号を（ ）の中を書きいれなさい。
同じ番号をイ、ロ、の両方に使ってもよい。

イ. 扇状地……………（ ）（ ）（ ）

ロ. 三角州(デルタ)……（ ）（ ）（ ）

1. おもに小石や砂でできる。
2. おもにこまかい砂やどろでできる。
3. 川にしんしょくされてできた地形である。
4. 川のたい積作用によってできた地形である。
5. 川が山から平地に出たところにできた。
6. 川の曲りかどにできた。
7. 河口付近にできた。

イ	41.4%
ロ	46.7%

扇状地と三角州とを、流水の作用と関係づけながら、それぞれの成因や地形にあらわれた特徴によって弁別できるかどうかをみようとしたものである。

- 流水の三作用についての理解を確実にする過程で、それらの作用と関係づけながら、さまざまな観点をすえて、実地調査をしたり、模型や地図などの上で推論したりする経験をさせること。

選択肢の1・2は堆積物、3・4は成因、5・6・7は場所を示したものであるが、これらの観点から扇状地と三角州の異同を分析的に見たり考えたりする学習経験をもっている生徒にとっては、この問題はさほどむずかしいものではないと思われるのに、正答率はイ、ロとも50%に達していない。

三角州と扇状地の成因がはっきりし弁別できない生徒は、問題の表現にとらわれて、3、4、のしんしょく作用と堆積作用とを三角州と扇状地のどちらかにふり分けようとしたため（三角州を堆積作用、扇状地をしんしょく作用とする）誤答したものもあったと思われるが、もしそのことが最も大きな誤答の原因であるとするならば、イ、ロの正答率にもっと大きな開きができてよいように思われる。したがってこの誤答率の類似から考えられることは、扇状地と三

角州について分析的な比較の学習がなされていないのではないかということである。いいかえれば、三角州や扇状地ということばは知っており、おおよその形状や場所などを再生する程度のことではできても、流水の三作用と関係づけながら、それぞれの堆積物、成因等を分析的に観察、考察する経験がなかったのではないかということである。

三角州や扇状地に関する学習は、それ自体孤立して行われるべきものではなく、流水の作用を理解するための一つの具体的な材料として学習されることが望ましく、それらの場所や形状、堆積物などから逆に流水のはたらきを推定するような形で指導が進められることも一つの方法ではないかと思われる。また、流水の作用についても、上流はしんしよく作用、中流は運搬作用、下流は堆積作用というような形式的画一的な考え方をさせるのではなく、いろいろな事実と関連させながら実証的に理解させるよう留意しなければなるまい。事実決して上記のように上、中、下流によって画然と分かれているものでないことに注意して指導したいものである。

上記のように形式的に理解している生徒は、扇状地の成因を、それがだいたい中流にあるから運搬作用なのに、この選択肢にはそれが無いのがおかしいと考へたかもしれない。運搬と堆積とのくりかえしが、洪水期と渇水期の交互作用によってできることの実際的な理解がなされていないと、このような結果になりやすいものであることに留意して、なるべく実地についての調査経験をさせるようにするとともに、幻灯・映画・模型・地図・堆積物の標本などを用いて分析的に比較考察するような学習をさせることがたいせつである。

あ　と　が　き

この書では、理科の目標、学力、学習指導、学力検査などに関する考察を手がかりとし、5か年間にわたって実施された高校進学学力検査を材料として、理科学力向上のために必要だと思われる学習指導上の具体的な諸問題についての分析を試みたのである。

しかし、理科学力向上のためには、他にも解決しなければならない教育上の諸条件が山積している。ここ数年間続くと予想される中学生の増加と教室不足、高校進学希望者の増加、理科施設設備の充実、理科教師の週担当時間と教材研究や実験観察準備との関係、いろいろな分野にわたる多い指導内容の取り扱いなど、どれ一つをみても、その解決の一日も早からんことが切望されているものであって、この書で述べた学習指導上の諸問題もこれら教育諸条件の改善と本来不可分なものであろう。このような理科学力の向上をさまたげている諸条件が現在いまだ解決途上にあることを承知しながら、あえてこのような書を作成したのは、これら諸条件の改善をはかることが教育関係者全般の責任であると同様に、学習指導をその本質的な立場から追求することもまた重要であって、基本的な課題であると考えたからである。

この書で、各問題ごとに述べてきた学習上の困難点やそれに対する指導上の留意点は、今後の実践的実証的な研究によって、たしかめ、深め、是正し、一般化しなければならない性格のものであって、その意味では、今後の研究上の課題を提供したものといえるわけである。この書を読まれて、実践上のそれぞれの立場からいろいろな意見や資料をよせていただければ幸いである。

この書を作成するに当っては、特につぎの方々の協力を願い、それぞれの担当分野について、豊富な指導経験にもとづく貴重な意見や資料をよせていただくことができた。この書を発行するに当って深い謝意を表する次第である。

(物理的分野)

県立新潟中央高等学校教諭

鴻　島　與　一　郎

新潟市立白新中学校教諭

原　田　仁　一　郎

(化学的分野)

県立新潟高等学校教諭

石 本 謙 三

新潟市立舟栄中学校教諭

野 沢 泉

(生物的分野)

県立新潟高等学校教諭

菅 原 欽 一

新潟市立山ノ下中学校教諭

小 幡 定 七

新潟市立舟栄中学校教諭

野 沢 泉

(地学的分野)

県立新潟南高等学校教諭

大 里 俊 一

新潟市立山ノ下中学校教諭

小 幡 定 七

なお、当研究所員でこの研究を担当し、この書のとりまとめにあたったものは、小田正衛である。