

準備

【見】 もみぢきりぶたうぬすびとはぎみのこづちふうろうさうかたはみ等の果  
 實観察用具。

材料は成る可く其地方にて容易に得らるゝものを選ぶべきであるが、ぶたうのかはりにぎくろぬすびとはぎのかはりにみそなほし又はやぶじらみ、ぬのこづちのかはりにせんだんどさなどは適切な材料である。尙ほ茲に挙げたのは主として代表的に調べる材料であるが、他に歸納説明の資料を豊富ならしめるために、各種の果實を準備せしめるがよい。採集は出来るだけ児童各自のなすべきものにして採集の際散布の有様を知ることが肝要である。

【教】 果實及び種子の散布を示す掛圖。補助材料として次ぎの如き種類を準備す。やなぎやまのいもやぶじらみせんだんどさひめむかしよもぎみそなほしほうせんくわなんてんうめもどきやしぎくろ等の果實種子。

教材の解説及び取扱方

散布の必要

一植物の生ずる數多の種子が皆親植物の根下に落下するときは、凡てが完全に

發芽することは困難である。たとへ發芽した所で到底十分に發育することは出来ない。其植物の一年草たると宿根草たるとを問はず、又灌木たると喬木たるとを問はず、共に場所、水分、養分、日光、空氣等の關係上遂には全部の枯死を免れるとは出来ない。特に陽光を要する赤松の如き陽樹にては子苗が母樹の日蔭に於て發芽するとさへ不可能である。即ち植物が種子を生ずる目的を果すことが出来ない。換言すれば其植物の種族の存續及び繁榮を講ずることが出来ない。斯くて生存上に必要な適應として種子の散布に種々の手段が發達して來たのである。尙ほ種子が此處彼處と廣き範圍に散布落下する時はたとひ一部の種子又は子苗が或る事情のために枯死する様な事あるとも全部の枯死を免れることが出来る。

風に依つて散布するもの

石南科の一部の種子の如く輕小微細なものは容易に風に捲き上げられて飛散することは出来るけれども、大きくして比較的重き種子になれば空氣の抵抗を大にするために特別な附器を有つて居る。附器はきりの如く種子自身に具はることもあるが多くは果實の部分が其働きをなす。

たんぼは萼の一部の變形せる傘狀の冠毛を有つてをる。菊科植物に此例は



少くない。

もみぢの果實には外果皮の變形せる長翅狀のものが二枚あつて其下端に各一個宛の種子がある。成熟すれば二片となつて飛散する。まつつくはねとねりこにれやまのいも等は翅狀のものを有つてゐる。

きりは其小形の種子の周圍に外果皮の變形せる薄片を具へてをる。

其他風に依つて散布するものにはすゝきつはなをきなどさの果實ふようわた、かいもがせくさいけま等の種子がある。

動物の食用となつて散布するもの

動物(鳥類の場合が多い)の體內に入つて散布せらるゝ場合にして一般に次ぎの様な特徴がある。

- (1) 多くは中内果皮又は外種皮等に美味多肉の部分有す。
- (2) 果皮の一部又は種皮は堅固にして噛み碎かれ難く或は嚥下せられても消化せらるゝことは無い。
- (3) 未熟の間は保護色をなして葉間にかくれ、且つ堅くて味も食用に適しない。熟すれば色も眼につき易く、軟く且つ味も美味となる。

(圖五十四第)



ぶたうの中内果皮は多肉にして水分及び糖分に富み中に數個の種子を收め居る。梅櫻桃梨柿類を初めきうりなども之に類したものである。

ざくろの果實は熟すると裂開して多くの紅色の種子を現はす。種子は外種皮は動物の嗜好に適するけれども内種皮は堅固にしてよく内部を保護してをる。

動物體の外部に附着して散布するもの

動物は知らずく植物の便を計るものにして草叢や樹林の下草に其例多く一般に鉤刺或は粘液を有して動物の羽毛や肢體に附着して遠くに運ばれる。

ぬすびとはぎきんみづびきみそなほしやへむ

どら等の果實は曲つた鉤を有す。

あのこづちたうこぎやぶじらみせんだんどさちからしは等は附着に都合よき刺毛を有つてをる。

尚ほめなもみをなもみの果叢は粘毛に依つて附着し、又おほはこの種子は表面



にある粘液に依つて主に人の履物に附着して路傍に散布する。

#### 自己の器械的の力に依つて散布するもの

果實が成熟する時特別な組織を有する果皮が急激に裂開して其弾力に依り種子の四方に弾き散らされるものである。一般に此等の種子は微細にして軽い。ふうろうさうの柱状の果實にては外皮の外側は其内側より液汁多き組織より成る。故に乾燥する時は其收縮力強く、外皮の縦裂して急に外反する力を以つて其裂片の萬端に附する種子を弾き飛ばす。

かたはみの種子の外皮は強き膨脹力を有し、皮の内側の次第に膨れて来て極度に達すると、外皮は破裂して急に裏返となる。其力に依つて種子は果皮の裂口を經て外方に放射される。

ほうせんくわの放擲装置はかたはみに似たれども果皮に依つて弾き散らされることだけは異つてをる。即ち三層の組織より成る果皮中、其中層は膨脹性を有し、其力に依つて急に果皮が縦に裂開し同時に各裂片が内方に卷縮する力で附著せる種子を放擲するのである。尙ほすみれに於いては其果實は先づ舟形の三片に縦裂するが、其際には種子を飛ばす力がない。従つて漸次乾燥するに伴れて船

の兩縁に當たる部分が内部に接近し、滑かなる種子は壓迫されて遂に飛び出す様になる。

以上は普通に目撃する散布の著しき例であるが、此外に椰子の果實の如く水に漂流して散布するものがある。椰子の果實は大形にして重量が大であるけれども外皮が粗で厚く果皮は極めて堅固である。之れ落下の際の破碎をさけ、海水の浸入を防ぎ且つ果實に浮性を與へんがためである。

#### 教授上の注意——果實種子の總括と歸納的取扱

本課の教授は果實種子の總括と見做すことが出来るから成る可く果實や種子の教授を一通り終へた後總括的に取扱ふ様にするのが適切であると信ずる。即ち理科書について言へば、栗の果實や、柿の果實、稻の收穫を終へた後に本教材を配當して置けばよい。而して總括的に取扱ふ場合には之を二時間教材とし、初めの一時間は既習果實の形態を比較統合して其間にある一般的の特徴を發見歸納せしめる様に取扱ふことは最も興味ある方法である。而して後の一時間は前記の順序に依つて散布の著しき例について調べしむるものである。

第一時間の教授に於いては先づ果實は子房の成長したもにして種子は子房



の内に小さい粒(胚珠)の成長したものであるとして、果實と種子との區別を明かにした上、次ぎの如く各種の果實種子につき要項に従つて比較復習せしめる。

松	蓮	栗	たんぼ	稻	柿	きうり	茄	朝顔	そらまめ	油菜	果		皮		種子	主として利用する部分
											乾いぬ	厚い	破れる	中にある散毛がある		
	乾く	乾く	乾く	乾く	水分多し	水分多し	水分多し	乾く	乾く	乾く	薄	破れる	多	なし	なし	種子から油をとる
	薄	薄	薄	薄	多	多	多	薄	薄	薄	い	破れる	多	なし	なし	種子から油をとる
	い	い	い	い	肉	肉	肉	い	い	い	破れる	破れる	多	なし	なし	種子から油をとる
	破れぬ	破れぬ	破れぬ	破れぬ	破れぬ	破れぬ	破れぬ	破れる	破れる	破れる	破れる	破れる	多	なし	なし	種子から油をとる
	—	—	—	—	多	多	多	多	多	多	多	多	多	なし	なし	種子から油をとる
	個	個	個	個	し	し	し	し	し	し	なし	なし	なし	なし	なし	種子から油をとる
	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	種子から油をとる
翅あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	種子から油をとる
	子葉を食ふ	子葉を食ふ		胚乳を食ふ	果皮を食ふ	果皮を食ふ	果皮を食ふ									種子から油をとる

右の比較表の結果次ぎの様なことを歸納考察せしめる。

- (1) 果皮乾燥して薄く且つ裂開するものは中に多くの種子を有す。
- (2) 果皮乾燥して甚だ薄く且つ裂開せざるものは、中に一個の種子を有す。
- (3) 果皮に水分多くして多肉なものは裂開せず、中に堅き多くの種子を有す。而して其果皮は何れも動物の食用となる。

斯くの如き少數の材料について歸納することは頗る危険なことであり且つ事實に於て一般の通則とも認められない點はあるけれども、之に依つて歸納的に考察して普遍的理法を見出すことが自然科学研究の第一歩なることをそれはなしに知らしめ、且つ茲に得た事實を基礎として種子の散布を調べしめることは極めて興味のあることと思ふ。出來得るならば此外に兒童のよく經驗せる他の例を附加するがよい。

### 第二十七章 した

#### 教材選擇の趣意

隱花植物中葉綠素を有するものは高等な羊齒門植物と蕨苔門植物とである。



此綠色隱花植物の代表としては蘚苔門植物よりも羊齒門植物を選ぶのが其形態から言つて當然の事である。而かも羊齒門植物中にも石松類や木賊類及び藻類よりも羊齒類をとることは其種類の多きことからいつても又兒童の經驗に近き點からいつても異論のない處である。而して羊齒類中からわらびを選んだことは最も普通にして人生に關係多き點があるがためでのきしのぶを入れたのは其形態生態が著しく異なるが上に最も普通な植物であるからである。

しだについて最も注意すべきは子嚢群子嚢並びに胞子の形態を知り、胞子に依つて繁殖することである。顯花植物に比すれば花も咲かねば従つて種實もない。而し胞子はまさに其種實に相當し種族繁榮の任務を帯びて居ることを知らしめて置くのである。

### 準備

【見】 胞子を着けたわらびの葉及び地下莖。のきしのぶ。水を入れた壺。解剖皿。観察用具類。

【教】 わらびの若葉の腊葉。蕨粉。蕨繩。しだの類例掛圖。顯微鏡に子嚢群子嚢及び胞子を装置したるもの。

## 教材の解説及び取扱方

わらび……地下莖葉子嚢胞子と繁殖法

地下莖 地上部の葉柄を莖と思ひ地下莖を以て根と考へることがある。既に竹、花菖蒲、蓮に於て學んで居るのであるから之等と比較せしめて其地下莖なることを自ら發見せしめる様にしなくてはならぬ葉と根とを生ずることから觀察せしめる。地下莖は其表面は暗褐色の鱗片にておほはれ其所々より細根を出してをる。地下莖の斷面を觀察してをる間に多くは粘い白色物質を有することに氣附くものである。之は澱粉にして之を磨り潰して蕨粉を造るのであるが、兒童には蕨粉を與へて其粘さを調べしめる。大仕掛に蕨粉を取るには七八寸位宛に切つた地下莖を石臼で搗きそれを笊や布袋で濾す。かくして得た白汁を何回ともなく水で洗ひ最後に水底に沈澱したものを乾かして製する。蕨の澱粉は之を他の澱粉に比し其質最も細かく粘力頗る強い。葛粉と同様に食用に供せられ、凶作の地方にては救荒植物として貴ばれる、又強い糊を造るにも用ひられる。彼の雨傘や油紙などを貼るに用ひられる。澁煎糊は蕨糊と柿澁とを摺り合せて造つたものにして粘力が非常に強い。



わらびの地下莖は羊齒類に共通なる包圍維管束を有し、木部が中心にありて節部のために其の周圍を包圍されてをる。而して更に其周圍に澱粉を含む柔膜細胞がある。此の構造は是れまで調べた顯花植物の莖に比し著しく異なる點あれば其作用と共によく比較考察せしめる必要がある。纖維の強靱なことは之を引さちぎつて見てもわかる。蕨繩と稱するは即ちこの地下莖の纖維を以て造つたものである。

圖六十四第 (造構的解剖の莖のびらわ)



て直ちに葉身と誤認することがある(て居るのは、葉の數の少なきこと、日光及び空氣に觸るゝ面積を大ならしめること、關係して居る。單葉と複葉との區別は此處にて明かにし其名稱を授けるのが適當であらう。

春伸長分岐せる地下莖より出て來る嫩葉は、其上部初は巻き込み柄と共に細か

葉 わらびの地上に出てる部分は葉のみにし

て莖の如く見えるものは總葉柄なること及び非常に細かく分れた一枚の大なる三出羽狀複葉なることは、之を葉の一般形態から調べしめることが出来る。葉身がかく幾多の小葉に分れ(兒童は小葉を以

き毛にて被覆保護されて居ることは兼ねて採集しておいた標本について明かにするがよい。嫩葉を食用とするには其苦味質を中和せしめんがために灰汁中のアルカリを利用し、木灰と共に少しく煮て灰汁拔をなす。

胞子と繁殖法 小葉の縁邊少しく下面に折れ曲りて子嚢を被覆して居る(内外二枚の子蓋あり)。子嚢はルーペを以て大體を觀察せしむることが出来るけれども(兒童は子嚢を直ちに胞子と見ることあり、長柄を有する楕圓形の囊にして、其囊壁は細胞の薄層より成り且つ中にある細粒を透見し得るといふことは稍高度の顯微鏡に依らなくてはならぬ。子嚢充分に成熟すれば、其一側の大なる細胞の列より成る弾力性の環帶急に水平に裂開して中から褐色球狀の胞子を飛散する。

圖七十四第 (體平扁のだし)



若し日光顯微鏡に依りて映寫すれば其飛散する有様を觀察することが出来るであらう。胞子が地に墜ち發生すれば直ちにわらびと爲ら



ずして先づ綠色心臟形葉狀の扁平體原葉體を形成する。其大き直徑三四分位にして下面より纖細なる假根を出し以て水液を吸収する。瓦石の上又は陰濕の地を注意して見れば容易に發見するであらう。扁平體は其形狀全く母體とは異なるれども葉綠體を有し根を有する一個の獨立せる植物にして十分成熟する時は上部に雌器下部に雄器を生じ茲に有性生殖をなして母體と同一の新わらびとなるのである。さればわらびは無性世代の植物にして扁平體は有性世代の植物である。斯く世代輪廻をなすことは羊齒類一般の現象たるのみならず他の隱花植物類にも亦よく見る所である。わらびが胞子にて繁殖し花を開き種子を生ぜざることは既習の顯花植物と比較して其相異を充分に理會せしめて置かなくてはならぬ。之れは本教材の主眼とするところである。

若しも胞子發生の状態を實驗的に示さんとするならば西洋皿の如きものに淺く土を入れ濕氣を與へ其上に胞子を散布して窓下の如き日當りよき場所に置くと時は數日の後發生することがわかる。又煉瓦の如き吸水性に富むものゝ上に胞子を散布して之を水を盛りたる淺い皿の如きものに入れ硝子鐘にて覆ひ置くと同様の結果を得ることが出来る。

### のきしのぶ

第二時間にはのきしのぶについて知らしめしだの類例を挙げ羊齒類の概念を與ふればよい。のきしのぶについて其形態生態をわらびと比較せしめつゝ其異同の點を調べさせる様にするのが順序である。(一)生活する場所(二)匍匐莖(三)葉の形狀(四)子囊着生の有様(五)子囊の包被等は其主要なる點である。

### 類似植物

わらびのきしのぶ及び之に似たる植物を總べてしだといふことを授け之等は普通の植物が花を生じ種子に依りて繁殖すると異なり葉に胞子を生じ之に依りて繁殖し其種類の極めて多きことを知らしめるのである。多くのしだ類中にて選ぶべきもの葉の形狀若葉の巻き方子囊着生の状態包被の有無莖の形狀等成る可く代表的の材料を得る様に努むべきものである(理科書備考参照)。出来るならば熱帯地方には木狀羊齒のあること及び過去に於ては地球上各地に繁茂し歐洲の石炭のもとには多くはしだであることをも附説するがよい。(日本の石炭は多く松柏科植物である)



## 第二十八章 栗の果實

## 教材選擇の趣意

第一學期に授けた栗の花に關する事項と連關して、其果實の諸部分と花の諸部分との關係を明かにし以つて果實の形態生態を理會せしむるのが主眼である。栗の果實は最も普通なる秋の食用果物にして聚合子房より成れる乾燥した堅果であつて、總苞の發達せる保護を有し、種子は無胚乳であるといふことが亦其特徴である。

## 準備

【見】 栗の果實(成る可く兒童持參)。いがに包まれたもの。發芽せる種子(フォルマリン漬にしたもの)。しぎむし。觀察用具。解剖皿。

【教】 掛圖。栗の花の放大模型。

## 教材の解説及び取扱方

いが

花の諸部分と果實の諸部分との關係を知るのであるから先づ既習の花につい

て復習し其構造を明かにしなくてはならぬ。花の教授に引き續いて果實に成り行く有様を學校園などの栗について繼續觀察をして居るならば花の構造を忘却する様なことはないけれども、然らざる時は大抵忘れて居るのが普通である。故に豫め命じて復習せしめ教授の初めに當つて問答することが大切である。

いがは總苞の成長した殻斗にして其外面には鋭い剛刺が密生して居る。初めは雌花の保護器たりしも後には果實保護の用をなすに至り其剛刺は全く動物の食害を避けんが爲めである。いがの成熟したものは褐色を呈するも其の熟せざる間綠色なるは葉の色と見誤られ易からしむるための保護色であらう。

## 果實

いがは成熟すると四つに裂け開いて中から通常三個二個又は一個の果實を落す。普通一個の場合は他に二個の、又二個の場合は他に一個の發達せざる果實を具へて居ることは雌花の數に對比して自然に明かになることである。一胞一種子の堅果にして乾燥し裂開せず、割合に大きく略三角形をなして居る。果皮は堅く丈夫にして保護に適し、其表面滑澤にしていがから滑べり落ち地上をころげて散布するに便ならしめて居る。下面のいがに着生せる痕と、先端の花柱の萎縮せ



るものとは容易に兒童の發見するところであらう。外果皮及び内果皮の二層より成れる果皮を剥く時はそこに薄い軟い茶褐色の澱皮がある。之れ即ち種皮にして其澱味あるのは保護のためである。



第四十八圖

種子は胚と二枚の子葉とより成り別に胚乳を有たない。子葉は吾等の食用とするところにして多量の養分のため肥厚してをる。主として澱粉より成り、種子發芽の際に使用せらるゝ大切な養分である。子葉は大きく殆んど種子の大部分を占めて居るのに比して幼莖幼根は比較的小さく子葉の間に挟まれて居る。胚の發芽して子葉内の養分を漸次消費し、幼莖幼根の伸び行く有様は、兼ねて準備せる發芽標本に依つて示すのみならず、果實を播種せしめて來春發芽するところを親しく觀察せしめることが必要である。

しぎむし

栗の果實の中には往々體長三四分位のしぎむしの幼蟲の棲息して居るのを發見することがある。全體黃白で頭部は小さく褐色を呈し、體には横皺多く且つ短

毛がある。しぎむしの成蟲は體長三分許り、全體暗黃色にして前翅に黒褐の斑紋散在し、前胸背に不明な三條の黃線がある。眼は黒く、口吻は赤褐にして弓狀をなし長く前方に突出して居る。口吻の中央に細き觸角あり末端膨大し脚は長い。成蟲は毎年六七月頃發生し、口吻を以て未熟な果實に孔を穿ち中に一個宛の卵を産みつける。果實が成熟すると孔は閉塞せられて只其痕跡を留めて居るのみである。しぎむしにて食害せられた果實は早熟して地上に落ちる。幼蟲は孔を穿ちて果實の外に出で地中に入つて越冬し、翌春蛹となり次で成蟲となり産卵するのである。

しぎむしの入つてをる生栗を貯藏するには通常地中に細かな砂を盛つて其中に埋める。斯くして置けば中のしぎむしが寒さのために活動することが出来な

第二十九章 きのこと

教材選擇の趣意

しだは高等隱花植物の代表として選ばれたのであるが、きのこは下等隱花植物



の代表として菌藻門中から選び取つたのである。此中高等菌類の代表としての松茸・椎茸は其分布廣く兒童の經驗に近きものにして其形態の觀察比較的容易である。又高等菌類に續いて下等菌のかびを加へ日常目撃するかびの如何なるものかを知らしめ以つて一面には菌類の概念をして一層確實ならしめんとするものである。かびに麹かびを入れたのは特に人生に關係深き有用なかびであるからである。かびといへば有害なものゝ様に思はれてをるが、斯くの如く有用缺くべからざるものあることを知らしめて置くことが必要である。(植物學上菌類と稱するものには更に下等菌類としてバクテリアを含む)。

したが普通植物に比して特異點あるが如く、きのこをしだに比すれば亦次ぎの様な點に相違がある。之れが本教材の主眼とするところである。

- (1) 緑色の部分なければ炭素同化作用を営むこと能はず、従つて獨立生活不可能にして寄生々活をなす。
- (2) 内部及び外部形態に於て根莖葉の區別なし。
- (3) 子實體を生じて胞子を着生す。

### 準備

【見】 若き松茸と開いた松茸。松茸の胞子紋。椎茸。パン屑又は油粕に發生せしめたかび。麹かび。觀察用具。解剖皿。

此頃かびを發生せしめんとするには、パン屑又は油粕の少量をとり、之をシャーレに入れ少しの水を加へて潤し、蓋をした儘放置すれば一週間位にしてかび又はくものすかびの發生を見る。若し臭氣を甚しく嫌ふものあれば有蓋の儘硝子越しに觀察せしむればよい。

【教】 菌褶の縦斷面擔子細胞及び胞子を裝置したる顯微鏡。松茸・椎茸の發生を示す掛圖。菌褶の廓大圖。各種のきのこを描ける掛圖。かびの圖。椎茸の生ずる木材。各種のきのこ。

### 教材の解説及び取扱方

第一時には松茸の形態生態及び椎茸について授け、第二時には食用菌と有毒菌、かびの形態生態を知らしめ最後に菌類の總括をなす。

きのこの發生の様は成る可く茸狩の際注意して觀察せしめる様にしなくてはならぬ。たとへば松茸についていへば其發生する場所、一本のみ發生するか、多く群りて發生するか、其附近の土の中などに白い蜘蛛の巢の様なものはないかとい



ふ様なことを豫め指示するのである。教授材料として松茸・椎茸の得られない處にては便宜他のきのこを代用することは言ふまでもない。

松茸：菌絲及び子實體の形態・發生

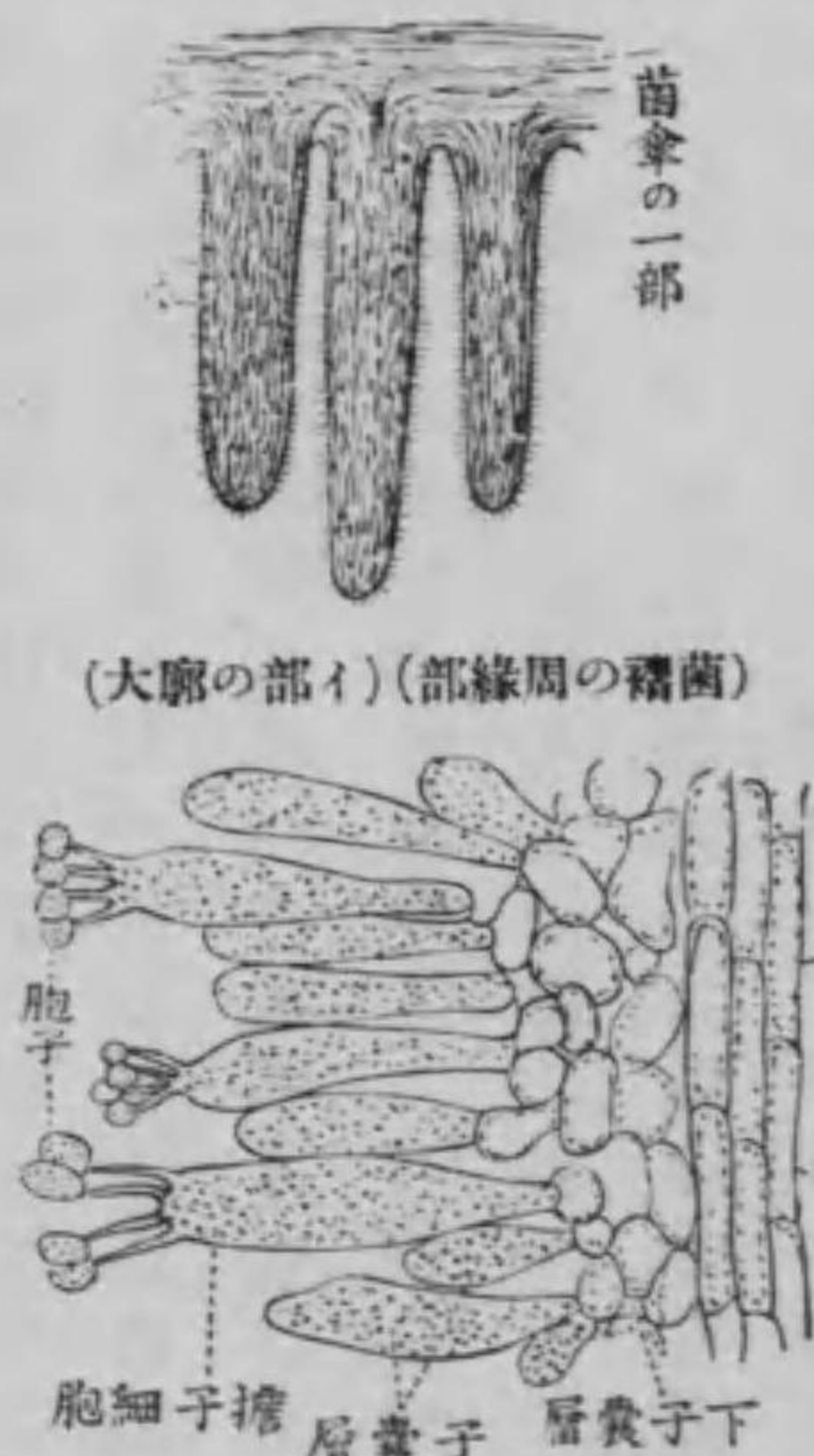
普通松茸と稱するは松茸の子實體にして圖示する如く菌柄・菌傘より成り、菌傘の裏には菌褶がある。菌輪は菌傘の未だ開かなかつた時菌傘の縁邊が縁膜と連



つて此部に附着してゐたのである。此皮膜は胞子を生ずる菌褶を保護してゐたので菌輪は其痕跡である。菌傘の下面は白色であるけれども子實體の外部は灰褐色にして周囲の落葉・土壤等の色によく似てをる。菌柄を以て普通の植物の莖に相當するものと誤認するものあれば其然らざることを注意するのみならず、菌柄を裂いて菌絲の如き細きす

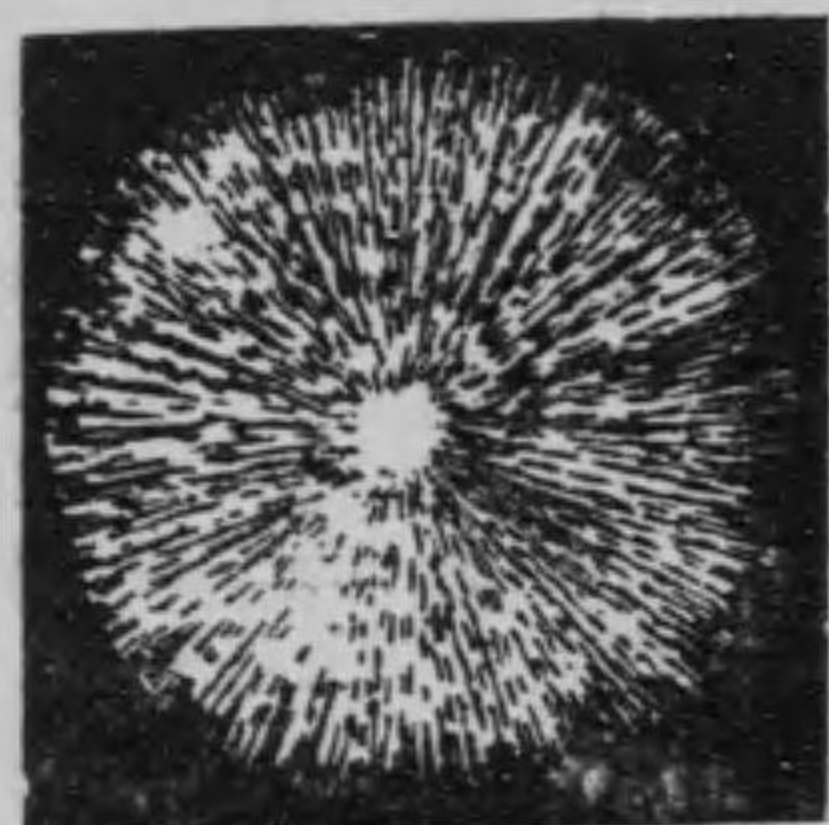
ちの多く集まれることを調べしむればよい。子實體は大きくして複雑な構造を有する如く見えても其實全く菌絲の集合して出来て居るものと考へて差支へはあ

圖十五第 (斷横の菌)



菌褶の一部を横斷して其截面を顯微鏡下に窺へば其中央部は緻密の菌絲より成り、其周邊には數多の細長き圓柱狀の細胞の竝列してをるのを見る。此部を廓大すれば細胞中に稍大なる擔子細胞ありて其先

圖一十五第 (紋子胞)



端に四個の柄を有し各一個の胞子を着生してをる。胞子は無色透明表面平滑にして甚だ小さく五百倍千倍の顯微鏡にて漸く胡麻粒か小豆粒大に見え非常に數多く集まる時は肉眼にて白く見える。恰も食鹽の結晶は元來無色なれども多く集まつて白色に見えるのと同種である。胞子紋は黒き盆の



上につくるか、黒又は他の有色の紙の上につくればよい。之を永く保存せんとするときはアラビヤゴムか卵の白味を塗つて胞子を粘着せしめる様にするか、或は胞子紋の出来た紙の裏から松脂をアルコールで溶かした液を霧ふきで吹き掛ければ都合よく粘着する。松茸を得られない地方にては他の茸を以つて同様の胞子紋を児童に造らしむるがよい。但し胞子の種類に依つては黒色又は暗褐色のものもある。

胞子の微細にして數多きこと實に數十百億を以て算せられるといふ。極めて輕き故に普通は空氣傳播をなす。空氣の流動極めて少き場合にも猶ほよく飛散することは學者の實驗に依つて證明せられて居る。若しけむりだけの如きものを得れば、其胞子の烟の如く飛散する有様を實見せしめるがよい。胞子は粘着性を有する故に其菌褶の間を飛び離れ落つるに際し、菌褶にふれて途中にて止まることをさけんがために菌褶は常に垂直性を帯びて居る。又胞子の落下する時先づ水平に飛んで菌褶の中間に出で、後重力の關係にて直下に落下し以つて他の胞子擔子細胞等に着かない様に自然の妙作用をなす。

胞子地に落つる時は適度の溫度と濕氣等を得て發芽して菌絲となる。故に胞

子は雌雄の受精を遂げないけれども形に於ては普通植物の種子に相當する胞子が菌絲に發育し、更に子實體の蕾を造ることは極めて簡單にして先づ一個の細胞たる胞子は連結せる二個の細胞となり其一方は少しく細長い。このものは漸次伸長して一連の長き絲狀の菌絲となる。この菌絲の一點に小さき球狀物出来初め漸次大きくなり、遂に發育して茸となるのである。菌絲は茸狩の際注意して觀察せしめ、若し教室にて觀察せしめんとするには茸の生じたる附近の土を持ち來たり白き蜘蛛の絲の如きものに注意せしめなくてはならぬ。菌絲だけならば他の茸のものを利用して差支へはない。

松茸は普通の植物又はした類と異にして葉綠粒を有せざれば炭素同化作用を營むことは出来ない。従つて養分を他の有機質に仰がなくてはならぬ。即ち寄生々活の必要がある。松茸が赤松の根に寄生することは近頃研究せられた事實にして一體に菌絲は地中深く入らずして赤松の如く其根の比較的地表近くに蔓延してをるものに寄生して養分の供給を仰いで居る。而して赤松は花崗岩の崩壊して出来た粗鬆な瘠土に生ずるものであれば松茸の中國地方の赤松の林中に多き理由も自然に分明になつて來る。而して赤松の若きことも一つの大切な要



件となつて居る。

已に松茸の寄生状態を知られたから従つて之が人工培養も出来るのである。即ちゼラチンの溶液中に赤松根の煎汁と少しのペプトンと葡萄糖と加へ、更に其中に松茸の胞子を加へて固まらず時は數日を経て松茸が出来る。これ胞子から發生した菌絲が養分を吸収して松茸を造つたのである。

菌絲は右の如く養分攝取の器官たると共に普通植物の蔓の延伸、地下莖の伸長して繁殖し行く如く一の繁殖器官である。故に菌絲は松茸の本體にして普通の植物の根莖葉に相當するものと考へられる。斯く考ふる時は子實體は構造上菌絲の集合して出来たものであるが普通の植物の花に相當する。普通植物又は蕨など、比較することは松茸の觀察に於て絶えず心掛くべきことにして、一通りの觀察終れば其比較表を自らつくらしめる様にすることが大切である。

松 茸 子實體(松茸)……胞子……菌絲(本體)

普通の植物……花……種子……根莖葉

椎茸：松茸と比較、人工培養法

椎茸は其外部形態、内部の構造ともに松茸に頗る類似して居れば只其異同を究

めしむればよい。菌柄、菌傘の形狀、菌絲、宿主たる植物發生の時期、香味、保存法、人工培養の方法等は學習の主な點である。胞子の形狀、色ともに松茸と大差なく其擔子細胞に附着する胞子の數の四個なることも同一である。椎茸は松茸の如く生にて又は罐詰にして食用とするよりも乾燥して之を利用する方多く、其產出量や消費額の大なることは茸中の第一位を占めて居る。殊に支那人の嗜好するところなれば古來輸出多く、米國に輸出するものを合せ毎年百萬圓を下らない。

椎茸の人工培養は比較的容易にして極めて興味多きものなれば椎茸の產出盛んな地方にては學校にて栽培實習して示すことが必要であらう。普通椎茸、櫛櫛などの樹幹を四五尺位宛に切つて鉋にて刻み目を入れ、椎茸の生ずる森林中の架に立て掛けて放置すること二三年に及べば椎茸を發生する。若し附近に適當な椎茸の生ずるところなき時は學校園内の樹木の下に放置し、初めに椎茸の胞子を散布して置けばよい。一度び發生すれば其後續いてよく發生するものである。

松茸と椎茸の觀察終れば茲に擔子菌としだ類並びに普通植物との比較が必要である。

(1)きのこには綠色部なく炭素同化作用を營まざれば寄生生活をなす要あるも



した類及び普通植物は緑色部ありて炭素同化作用をなす、従つて獨立生活をなす。

(2) きのこには根莖葉の區別なけれどもした類及び普通植物には其區別あり。

(3) きのこは子實體に胞子を生じ、した類は葉に胞子を生じて繁殖するも普通植物は花を開き種子を生じ之れにて繁殖す。

#### 類似植物：きのこ類

普通に用ゐられてをる菌類に關する名稱について考ふるに其示す範圍は色々である。先づバクテリアは之を細菌ともいつて分裂菌類を指すのであるが、之を亦微菌ともいふ。而し微菌の語は斯くの如く單細胞植物のみを指さず廣く微菌をも併はせ意味することが少くないのである。微類といつても麥角の如き子囊菌、くろぼはしぶの如き皮下菌及びかび水生菌の如き藻狀菌を含んでをる。而して通俗にきのこ(茸)といへば擔子菌の子實體を意味するものにしてきのこ類といへば之等の複雑高等なる子實體を生ずる擔子菌を指示してをるのである。斯くして菌類といへばきのこ、かび、バクテリアの凡てを包括する廣き名稱である。左に擔子菌の主なる二三の種類を擧げてみよう。

一、食用となるきのこ　はらたけ、しひたけ、まつたけ、はつたけ、きくらげ、しよろ、かうたけ、しめぢぬめりたけ、くろかう等。

二、毒あるきのこ　きつねのゑふてんどたけ、べにたけ、もえぎたけ、こむそうたけ、はへころしたけ、まどそたけ、つきよたけ、すつぽんたけ等。

三、形の奇なるきのこ　れいしさるのこしかけ等。

四、普通のきのこ。

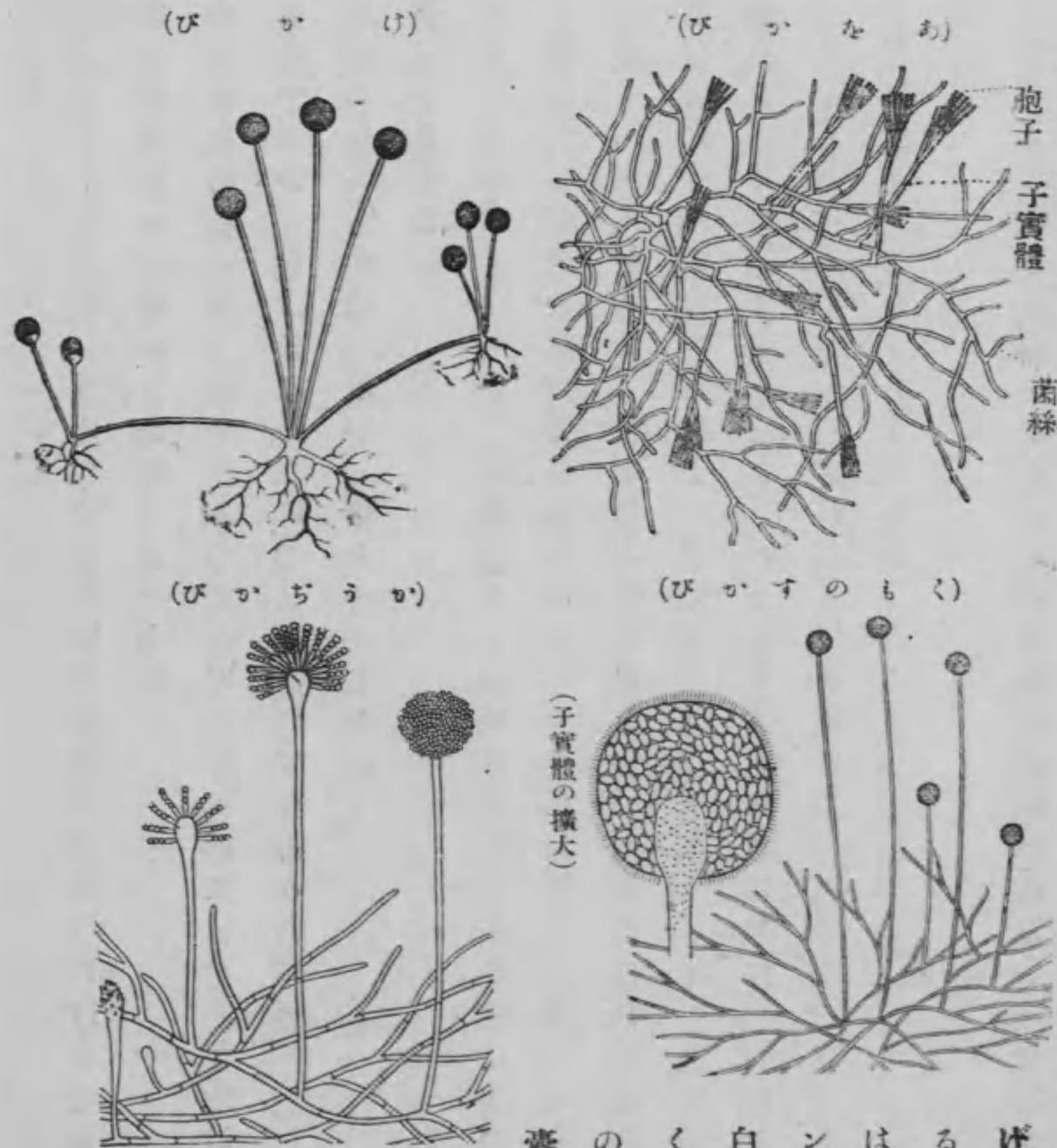
有毒菌の見分け方については、發生する場所、色彩、惡臭、苦味、柄の裂け方、截断面の空氣に觸れての變色の如何等に依るけれども、之れは凡てを盡してをるものではない。多くの例外がある。鮮美なる色彩、刺戟性の惡臭、苦味、鹹味、澁味、辛味等のあるものは容易に分明なる特徴として兒童の經驗を基とし、示したる掛圖に依つて之を發見せしめる様にすればよいのであるが、更に右に擧げた特徴を示さざるもの、中にも有毒なもの少からざれば、凡て名稱性質の確に知れざるものは一切食はざる様注意をしておくことが肝要である。

#### かび

最も普通なるかびはあをかび、くものすかび、けかび、はひいろかび、かうぢかび、ひ



第五十圖



二二二  
 げかび等である。あをかびは靴・衣服・餅・パン・菓子などに白き綿毛の如く発生するものにして、胞子囊の先端に緑色の胞子は連鎖子となつて帚状に着生する。腐敗を起す最も普通のかびである。

但し鯉節などには故らに此徴を發生せしめて表面の蛋白質の分解を起し以て腐敗を止めることがある。又チースの或種類にても特に此かびを發生せしめて固有の風味を帯ばしめることがある。

くものすかび 油糟其他普通の腐敗物に生ずるかびにして球形の胞子囊をつけ軸柱よく發達し子囊柄平滑にして水平に出てゐる。

けかび くものすかびに似た普通のかびなれども菌絲の分岐の工合並びに軸柱の卓狀なることに依つて區別することが出来る。

ひげかび パン又は油糟及び油を搾り取つた器具或は醸酒所の塵埃上に着生す。子囊柄の長さ一〇乃至三〇浬に達し黒色にして太くかび類中最も顯著なものである。

はひいろかび 灰色のかびにして植物の腐朽せるもの又は枯死せるものに寄生す。殊に梅雨期又は秋霧の候に多い。

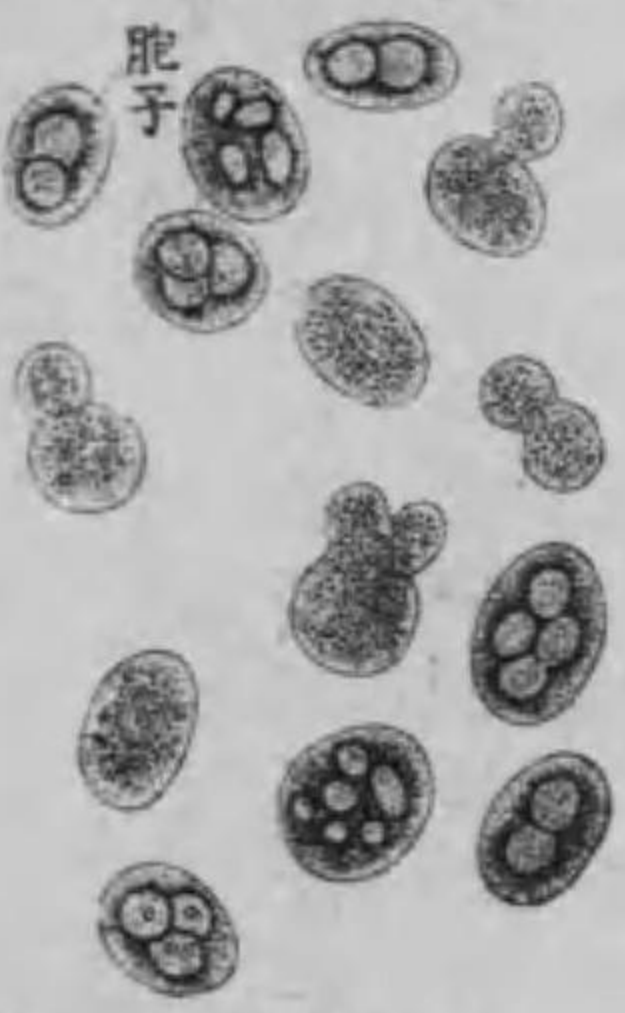
かび類は其れ自身直ちに有毒なもの様に考へるけれども之は有毒なものはむしろ少いのである。腐敗を起すもとなつて有害には相違ない。而しかびの生えて居る食品などに注意しなくてはならぬのは、かびの出来る様なものは、



同時に他の有毒なる病原菌の伴ふことあるがためである。

かび類には又人生に極めて有用なものがある。最も普通なかうぢかびはそれである。教材としてかうぢかびを選んだのは兒童の經驗に近き有益な普通のかびであるからである。胞子は子囊柄の先端の球状部の周圍に連り生じ、若き間は黄色なれども熟したものは綠色となる。菌絲の含むヂアスターゼは澱粉を糖化する作用あるに依り釀酒に用ゐらるゝのである。麴をかんで其甘味あることをしらしむればよい。唾液の中にもヂアスターゼの働あることは蒸米をよくかみ甘くなることに依つて知られる。

第五十三圖 (日本酒の酵母菌)



砂糖に變化したものを更に分解するのは酒の醗の中に多く存する酵母菌である。このものは醗酵作用をなして砂糖分を炭酸ガスとアルコールとに分解する。アルコールは此の菌の一種の排泄物に外ならない。麥酒、葡萄酒なども各固有の酵母菌の作用に依つて造らるゝものである。

二三の普通かびについて調べたならば之をきのこ類と比較せしめることが兩

者の關係を知りて更によく理會せしめることになる。即ち菌絲の如何子實體の單純、複雑、胞子の着生、寄生の有様等が其主な點である。殊に兩者の子實體の比較は最も大切である。

最後に菌類發生の條件として左の三項の必要なことを經驗を基として推究せしめる。

- (1) 陰濕を好むこと
- (2) 適當な温度を要すること
- (3) 養分を要すること

此の條件を知れば菌類發生の時期(たとへば梅雨期とか雨後に多きこと)場所、發生するもの等について其理由を明かにし、且つ進んで有害菌の發生を防止するために之等の要件の何れか一つ又はそれ以上を除くことの必要なことを考察せしめることが出来る。同様に菌の發生を要望する際に施すべき手段も容易に考へられるのである。胞子の極めて輕微にしてよく飛散するはかび類の發生實習に際して一層明瞭になつて來るであらう。又菌絲のこともかびにてよく知られる。故にかびの教材は一方に於てきのこをよく理會せしめる補助教材ともな



ることはさきに述べた通りである。

### 第三十章 柿の果實

#### 教材選擇の趣意

柿は最も普通なる秋の栽培果物の一にして兒童のよく知れるところなれば、其形態生態及び用途を授け且つ種子の一般的構造を知らしむるに恰好の材料である。柿の果實を栗の果實に比すれば次ぎの様な特徴がある。

- (1) 果皮は漿質漿果にして中に八個の種子を有す。
- (2) 果皮は未熟の間は動物の食害を避くる様になつてをるけれども、熟するとき動物に食はれて其種子を散布する。
- (3) 有胚乳種子にして種皮胚乳の構造を容易に觀察することが出来る。
- (4) 食用として廣く愛用せらるゝのみならず、又澁を取るに大切な材料である。

#### 準備

【見】 柿の果實(兒童持參)フォルマリン漬にせる種子の發芽標本。觀察用具。解剖皿。  
【教】 掛圖。各種の柿の果實。柿澁。種子の放大模型。

#### 教材の解説及び取扱方

本教材は栗の果實と比較しつゝ觀察せしめるのが順序である。而して材料を得るに差支へがないならば、柿の果實を栗の果實の前に教へるのは兒童の了解を易からしめる所以である。之れ柿の果實種子の構造の觀察容易な爲めである。柿の果實の樹になつてをる有様は豫め觀察せしめて置くがよい。

#### 果實：形態生態澁柿と甘柿

果實の本にある「へた」は萼の宿存せるものなることは茄子の「へた」と比べて兒童の推究發見するところである。萼は合萼なれども先端は四片に分れてをる。初めは花を保護したもののなれども更に成長を續けて果實を保護し、果實が十分成熟して其保護の必要なくなる時は枯れて褐色になる。果實の先端に花柱が黒く萎縮殘存してをることも栗の果實に比して自ら了解が出来る。

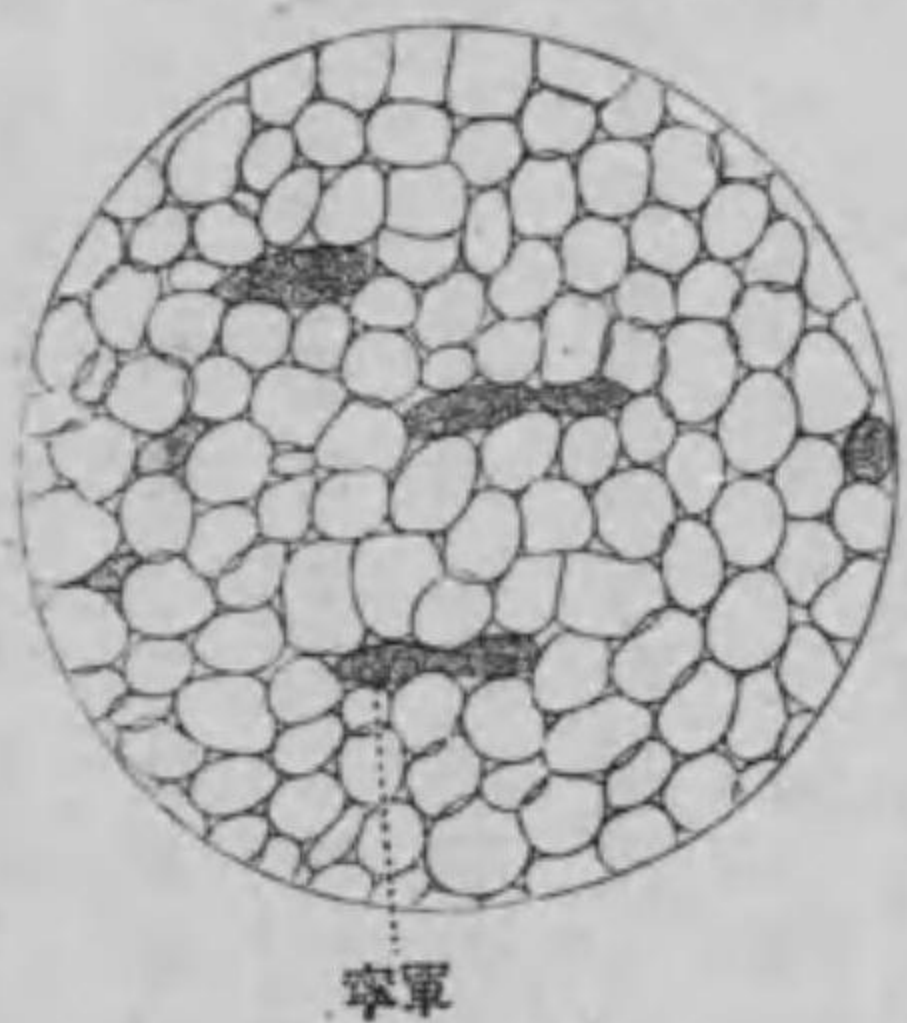
果皮は外果皮中果皮内果皮の三層より成り外果皮は内部を保護するものにして之を剥ぎ食用とすることが出来る。表面滑澤にして薄く、未熟の時は綠色であるけれども熟すれば黄赤色となつて容易に其所在を知ることが出来る。中果皮は人(鳥獸)の食用とする果肉部にして柔く多肉にして水分に富んで居る。未熟



の間は堅く澁けれども熟すれば軟かく甘くなる。斯くの如く果實の熟未熟と果

圖四十五第

(る見を粒寧單に中肉果の柿)



寧單

皮の色硬さ味の變化とは共に人及び鳥獸に依り其種子を散布せらるゝ自然の妙用なることは既に種子の散布を學んだ兒童には容易く考察することが出来なくてはならぬ。

味の澁いのは果肉内に多量の單寧を含有するがためである。之が次第に熟するに従つて甘くなるのは果肉の組織中に含まれて居る酸化單寧に變るからである。果肉中の胡麻點は

圖五十五第

寧單の性解溶不に水に中柿干 (る見を粒)



寧單粒

酸化單寧の集りであることは檢鏡に依つて知ることが出来る。此の酸化酵素は果實の十分成熟して其細胞の活動の減退するとき初めて活潑に作用するものである。以上の説明は單に澁くないといふことだけであるが更に甘くなる理由の説明を要する。それは單寧と全く

關係のない葡萄糖及び其他の糖類の含有に基くものにして之は單寧のある時既に多量に出来て居るけれども、只單寧の澁味に被はれて居たから甘味を現はすことが出来なかつたまでのことである。成熟して著しく甘くなるのは全く單寧は酸化單寧となつたからである。

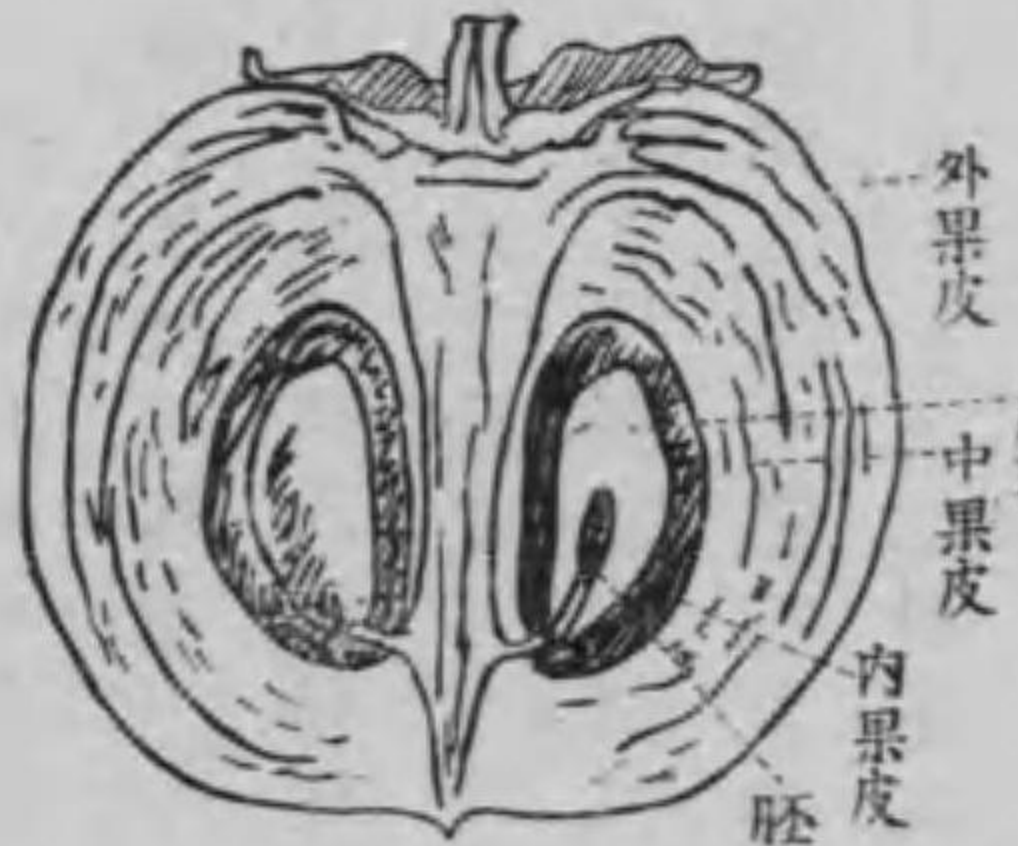
次に人工を以つて甘くする方法もある。之は單寧と酸化酵素との居所を人工を以つて接觸せしめるのである。單寧や酸化酵素は原形質の生きて居る間は互に接觸することが出来ない。そこで細胞の呼吸作用を止めて之を麻醉せしめる所のアルコールや或は温湯を以て原形質の機能を中止させるのである。其結果兩者は接觸し作用して茲に澁味が抜けて甘味が現はれるのである。

種子は元來は八個輪狀に並んで居る筈であるけれども人為淘汰の結果種子の發育甚だ不完全となつて其數を減じ或は全くないものがある。而し種子を收むる縦に長き楕圓形の隙間の數に依つて其八個なることがわかる。種子の室は何れも中軸となる粗なる部分の先端に近き所に着生して各々内果皮の薄囊に包まれて居ることは其縦断面及び横断面に依つて伺はれる。

種子：種皮・胚子葉



圖六十五第

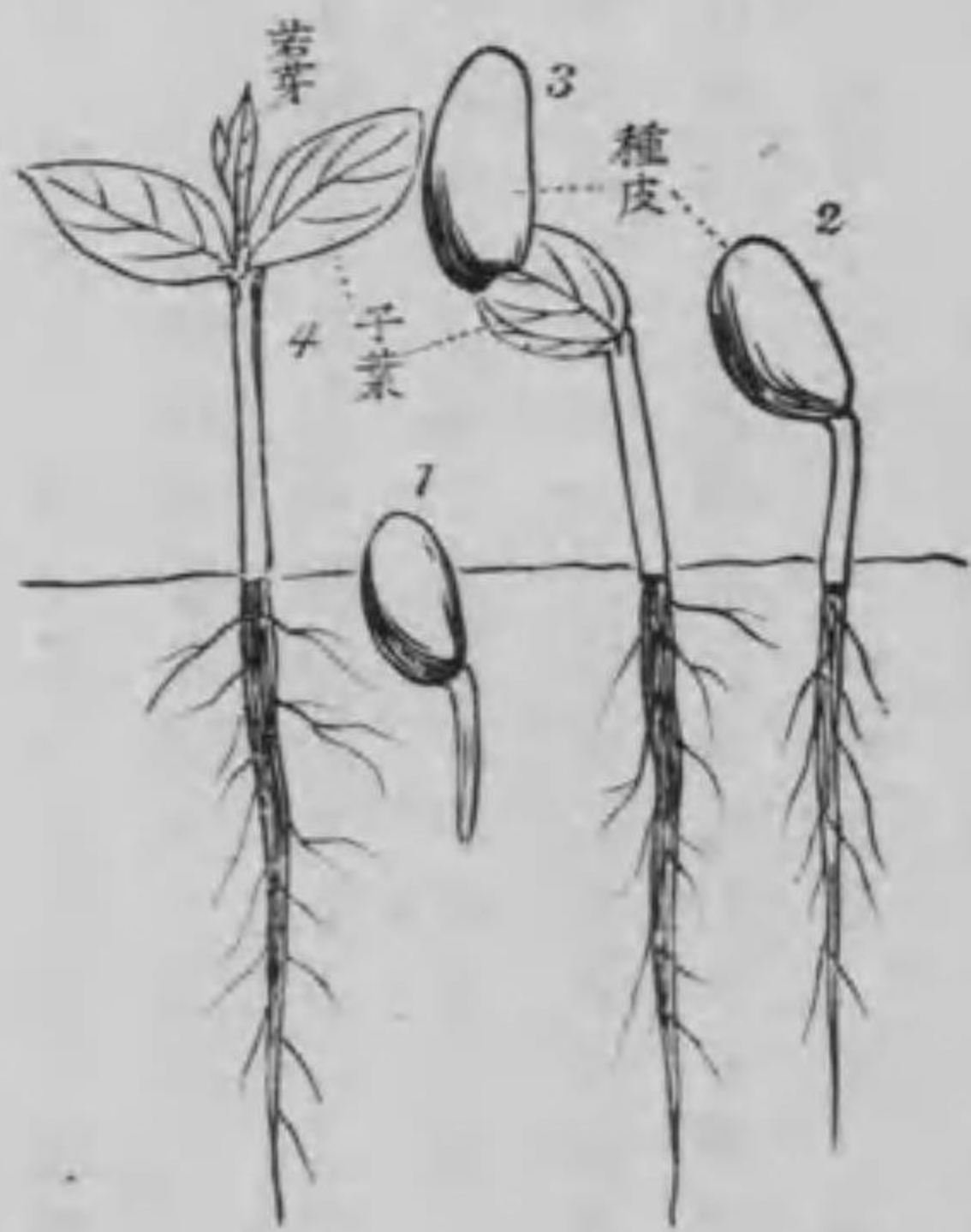


種子は扁平楕圓形にして其一端には果實に着いてゐた痕がある。之を蒂と稱し、之れから養分を受入れてゐたものである。種皮は元來内外の二層よりなつてをるけれども之れを離してみることは出来ない。成熟した種子は赤褐色にて極めて堅く其表面滑なることは、人又は鳥獸に食はれても容易に損傷消化せらるゝことなくして糞と共に排泄せられ以つて都合よく散布せられ、且つ冬の寒濕を凌ぎ得る自然の妙用なることは兒童の推究に任すことが出来る。

種子を縦斷して之を検すれば種皮の内部に白色半透明組織の胚乳がある。之はマンネーンと稱する物質にして種子發芽の際、獨立して外界より養分を攝取し得るまでに必要な養分として母樹が與へて置いたものである。栗の種子は子葉の中に養分はあるが、柿の種子は子葉外に特に胚乳としてあるから有胚乳種子といふのである。生物が凡て自分の後繼者のために獨立して生活し得るまでに必要な養分を貯へてやることは、實に自然の妙としてよく兒童に其の意を味はしめる

圖七十五第

(芽發の子種の柿)



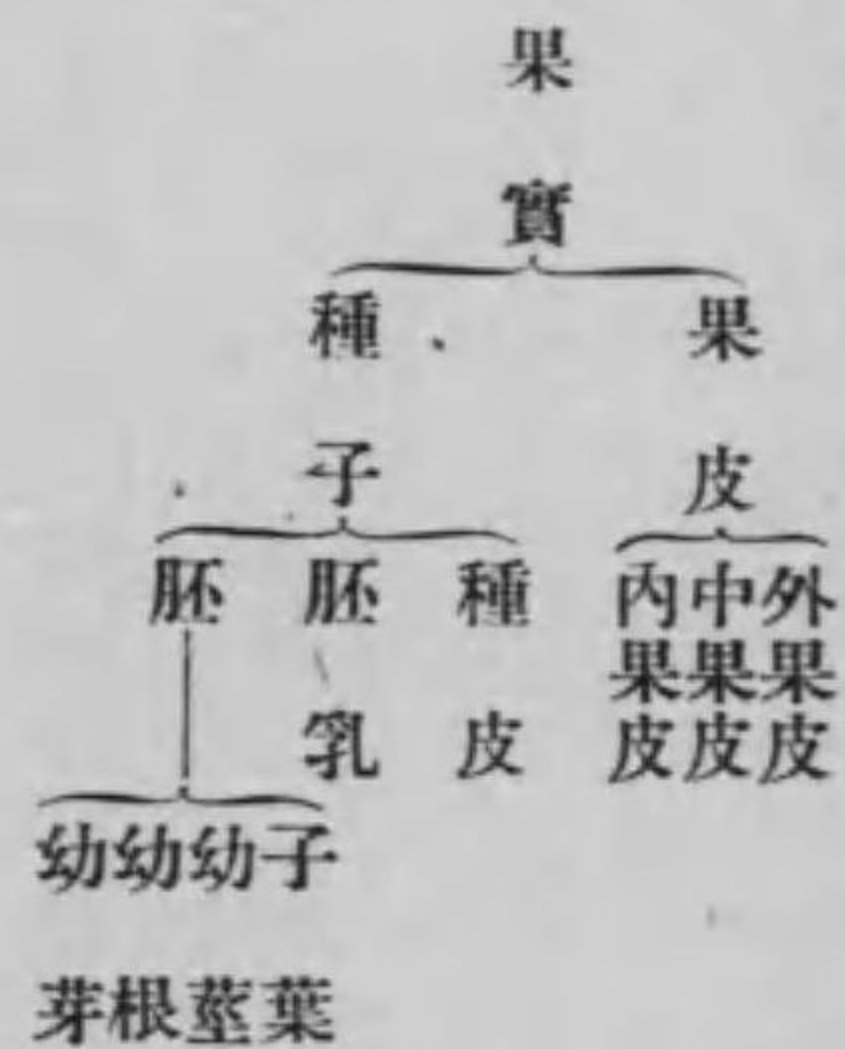
る必要がある。

胚は言ふまでもなく柿の幼植物にして幼莖、子葉の二部分からなつてをる。子葉は種子發芽の際最初に現はれ来る葉にして其間にある小さき幼芽の成長した後は自然に脱落する。之れ子葉は幼芽を保護し且つ葉としての作用を終了し、一

方幼芽、幼根は獨立して營養機能をなし得る様になつたからである。種子の中にある胚の位置と果實の位置との關係は、往々兒童の誤つて觀察するところなれば特に注意を要する。若し兒童に實物を觀察せしめずして之を想像せしめるときは多くは反對に考へるものである(栗の果實についても同様)。種子が地に落下して適當な濕氣と溫度とを得れば發芽して茲に幼植物が出来る。豫め準備し置きたる發芽標本に依つて明らかにすることが大切である。

果實種子の構造は之を次ぎの如く纏め栗の如き無胚乳種子と比較すべし。





用途

甘柿は其儘食用に供せらるゝけれども澁柿を食ふには澁を抜かなくてはならぬ。それには次ぎの様な方法がある。

- (1) 酒を抜いた計りの酒樽(酒氣あることが必要である)に柿を詰めて密閉し、一晝夜放置すれば全く澁味が取れる。但し同一の樽を連続して使用するときには少量の酒を注ぐか或は樽の内面に酒粕を塗ればよい。
- (2) 大豆殻又は粟殻、稻藁を華氏七八十度(温度高きときは酵素が死する)にて煮出した液汁中に柿を入れ、蓆を以て圍ひ冷えぬ様にして時々手で攪拌する時は一晝夜にして澁が去る。

(3) アルコールを二三滴注射して二三日経れば澁味が抜ける。

白柿の白い粉は果肉の外部に浸み出た葡萄糖が柿の次第に乾燥すると共に水分を失ひ終に白粉状となつたものである。但し廣島の祇園坊白柿の如きは澁粉などの澱粉を着けたものにして、商品中には此種のもの少くない。

柿羊羹は柿の裏濾したもの一合、寒天五本、水一升、白砂糖四百匁位の割合に混合して製したものである。

澁柿の原料は澁柿かまめがきである。澁を取るには必ず未熟のものを用ゐる必要がある。之れ熟したものゝ入る時は澁の腐敗する恐れあるからである。九月中旬頃果實の尚ほ綠色なる時之をもぎ取つて蓆を取り、柿を石臼にて搗碎き一斗に水二升五合位の割合にて入れ一晝夜許り放置して之を布袋で濾過する。其搾糟に更に水を加へて亦濾過して澁を取ることが出来る。

柿には甘柿、澁柿共其種類極めて多く、殊に其地方特有のものも少くないから之等は夫々兒童に調査報告せしめるがよい。

柿のよく落下するのは、(一)肥料の不足と過多、(二)加里肥料の不足、(三)梅雨期に於ける器械的作用の三原因に歸することが出来る。又隔年なりをなすは、所謂當り年



に柿のなり過ぎるため翌年の花蕾を準備する餘裕の營養分の不足と、花蕾を結ぶべき小枝を多く折り取つたがためである。斯かる場合は不要の小枝を剪定するか肥料を充分に與へるか、又花蕾を結ぶべき小枝を多く折り取らぬ様にすることは大切である。

### 第三十一章 稻の收穫

#### 教材選擇の趣意

第二十一課稻に就いて授けた事項と關聯して、稻の果實の形態生態並びに其收穫及び利用法に就いて授けるのである。

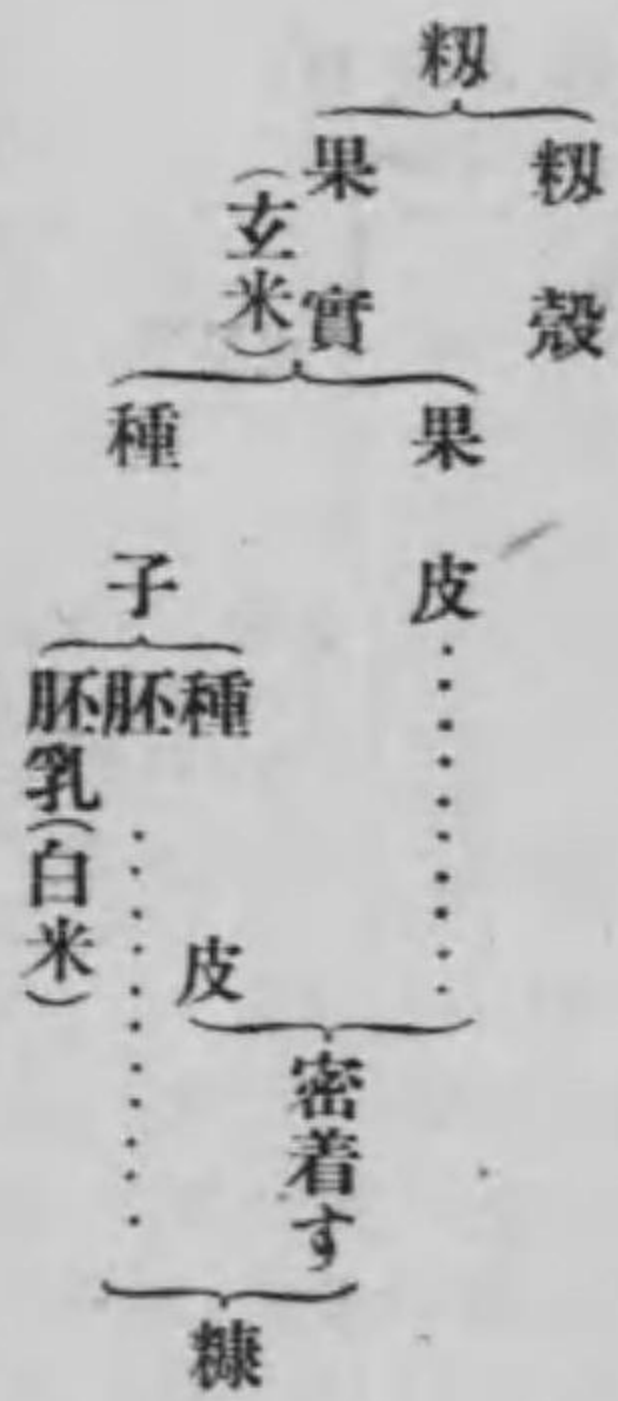
- (1) 果實の熟する時期と收穫の時期
- (2) 收穫の順序、仕揚げ方及び用具類
- (3) 粃殼、果實、果皮、種子、種皮、胚乳、胚及び玄米、白米、糠
- (4) 米の良否と其見分け方

#### 準備

【見】 果實の熟した稻。粃。玄米。白米。觀察用具。

【教】 掛圖。花の放大模型。果實の放大模型。米の種類。收穫用農具類の模型。教材の解説及び取扱方

都會と田舎とに於て取扱方を異にすべきことは已に第二十一章にて述べた通りである。田舎の兒童に對しては理科書に書いてある様なことの大部分は單に經驗の整理位に留めて後は果實及び種子の構造、收穫の時期、收穫法の改良、米の良否と其見分け方等に重きを置くべきである。都會の兒童殊に大都會の兒童に對しては白米や糠は果實の如何なる部分なるか、收穫の時期と收穫の順序方法は如何食用にする以外如何なる方面に利用するかといふことについて一般的に授くるのであるが、之れには教授の前又は後に豫備或は整理の意味に於て郊外教授を行はなくてはならぬ。而して田舎たると都會たるとを問はず第二十一課にて調





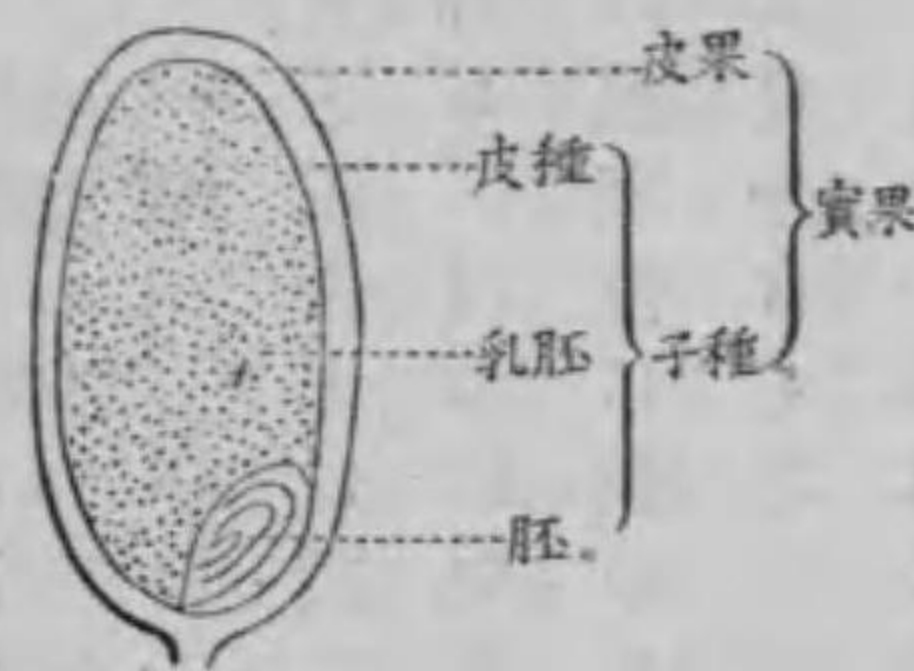
圖八十五第

(す示を面断の實果)



べたとは必らず復習し殊に花の構造を明かにして  
 次ぎに果實の構造の觀察に入らなくてはならぬ。  
 玄米は植物學上の種子にあらず。種皮と果皮と  
 に癒着して之を脱離することが出来ない。稻の果  
 實は之を穎果といひ内外二枚の穎にて包まる。普  
 通穎殼と稱し更に其外側に小なる護穎を具へて居  
 る。穎は種子の構造よりいへば必要な部分であ  
 るけれども發芽成長に大切なものである。若し玄  
 米のみを蒔く時は容易く養分を外に浸出せらるゝを以て  
 發芽には無難なるも、時日を経過するに従ひ根の發育不完  
 全にして幼苗の獨立生活をなす以前に於いて遂に枯るゝ  
 に至るものである。故に穎は栽培上必要なものである  
 ことが知られる。

圖九十五第



今玄米を見る時は一隅に胚あり。之れある部分は腹に  
 して其反對は背である。茲には極めて淺い溝がある。腹

に接近して維管束あり。又腹には白色部のあるものあり。此の腹白部は他部より蛋白質の含量が少く空氣の存在のために白く見えるのである。

胚乳の外部には蛋白質にとめる膠質層あり、亦脂肪を含有す。其内部は澱粉粒を以て充たせる組織から成り立つて居て發芽に際し胚に營養分を供給する。糠は果皮、種皮及び胚の混合物なれば比較的多くの蛋白質を含み且つ脂肪を含有して居る。外國米は日本米に比し脂肪分稍多くして蛋白質少けれども營養上の價値に於ては殆んど差違はない。此點は兒童にも注意を與へて置く必要がある。

收穫

稻の完熟期は普通田植後早稻は百五十日、晚稻は二百日を要する。此時期綠色なりし籾の黃色となりて堅くなれる時にして大抵九月十月頃である。此時期に達せずして收穫する時は米の容量重量共に減じ、且つ貯藏に堪へざることがある。又此時期を過ぎず時は籾は白變して穂より離れ易く米も光澤を減じ品質劣り藁も脆くして切れ易い。故に穂が黃變したならば他の莖葉は多少綠色であつても之を刈り取らなくてはならぬ。完熟期に達したるや否やは一見容易に見分けることが出来るけれども、之を確かむるには籾を噛みて其音の玄米を噛むのに同じ



か否かをしらべるにある。

刈り取りの後乾燥、籾落、摺摺等の操作を経て最後に之を貯蔵するのである。此中で最も大切なのは乾燥の十分なることにして之が米質の良否に大に影響するものである。米の良否については次ぎの様なきことが標準となる。

- (イ) 白色半透明にして光澤に富み、腹白部を有せざること
- (ロ) 子粒一定し、長形丸形にして背の溝の浅きこと
- (ハ) 子粒の目方の重きこと
- (ニ) 質堅硬にして而かも脆からざること
- (ホ) 十分に乾燥せること

用途

理科書にある如く「白米は食用など」とすといふ様なことを知らしめるよりも、進んで米は日本人の常食として缺くべからざることとを明かにし、米價は諸物價の標準となり、米價の騰否は我が國民の生活に至大の影響あることを十分に知らしめることが必要である。而して我が内地米のみにては年々需要に不足を告ぐるより毎年數百萬石の外米を輸入することを授け、米作の改良、米の節約等にまで及ん

で注意するが適當であらう。左に日本に稻作の必要な所以を擧げて置く。

- (1) 日本は雨多き國なるが故に水田になさざれば低地に排水の設備を要する。
- (2) 水を灌漑するためには年々千四百萬貫許りの窒素肥料を得、其價格凡そ六千三百萬圓に上る。
- (3) 稻は一定面積より得る生産力は大である。

### 第三十二章 いも

#### 教材選擇の趣意

植物が種子の發芽に要する養分として、之を子葉の内部又は外圍に貯蔵するとは已に稻、粟、柿に於て學んでゐる。而して人の利用する養分は植物の如何なる部分にして、それが植物にとり如何なる意味のあるものであるかも了解せられて居る。又植物が繁殖の用に供するために根或は莖の一部に養分を貯蔵してをるのにも色々の種類がある。既習教材中油菜、たんぼほの如きは根に、竹、花苧蒲、蓮、わらびの如きは何れも地下莖に養分を貯へてをる。然しながら特に其根又は地下莖に多量の養分を貯へて人の利用するところとなるものは所謂いもの名のつく



ものである。本課に於ては其最も普通なる里芋馬鈴薯甘藷のいもについて、其形態、生態及びそれが植物の如何なる部分なるかを明かにするのである。此中里芋のいもは球莖の代表にして、馬鈴薯のは塊莖の代表となる。又甘藷のいもは貯蔵の最も適切な代例となるものである。何れも冬季に於て其地上部は枯死し養料を貯へたる地下部のみ生を保ちて越年し、且つ之に依りて繁殖するものであれば、人は此性状を利用し、之を栽培して食用となし、或は之を増殖の目的に用ゐるのである。

準備

【見】 里芋の地下莖葉。馬鈴薯の地上莖と地下莖。甘藷の蔓と根。わさびおろし。コップ二。布帛。観察用具。解剖皿。

馬鈴薯、甘藷は成る可く兒童園に栽培したるものを利用す。

【教】 掛圖。澱粉。

教材の解説及び取扱方

學校園視察：葉莖根の形態生態

里芋、馬鈴薯、甘藷共に學校園に栽培せられた時は、先づ兒童を其周圍に引率して

教授することは興味多くして有效な方法であると信ずる。

- (一) 里芋は葉は甚だ大きく、其柄は長くして數個集りて地上に立ち下端は一個の大なる丸きいもに連つて居ること、葉の柄と葉身の着生の工合並びに葉の表面は猶ほ蓮の葉の如く雨滴を凌ぐに都合よく出來てをること。
- (二) 馬鈴薯の莖は一部分地上に立ち、葉は互生羽狀複葉にして葉片には小形のものゝ大形のものゝあり、其排列は大なるものゝ間に小形なるものゝあること。花は茄の花に似て合瓣花冠をなし先端五裂し、五個の雄蕊と一個の雌蕊とよりなること。
- (三) 甘藷の莖は蔓をなして地上に匍匐し、心臟形の葉身と細長き葉柄とを有せる網狀葉を互生し、各葉は成る可く多く日光に觸れしめんがため寄木細工的排列をなすこと。若し花を得れば之を朝顔と比較觀察せしむ。

右の如き莖葉の觀察は本教材として主要な位置を占めて居るのではない。けれども夫々特殊の形態、生態を有するものなれば深きに失せざる限り之を取扱ふべきものである。次ぎに之等の植物の有するいもは如何なるものにしてそれが植物の如何なる部分の肥厚せるものなるかを問答しつゝ、夫々手分していもを掘



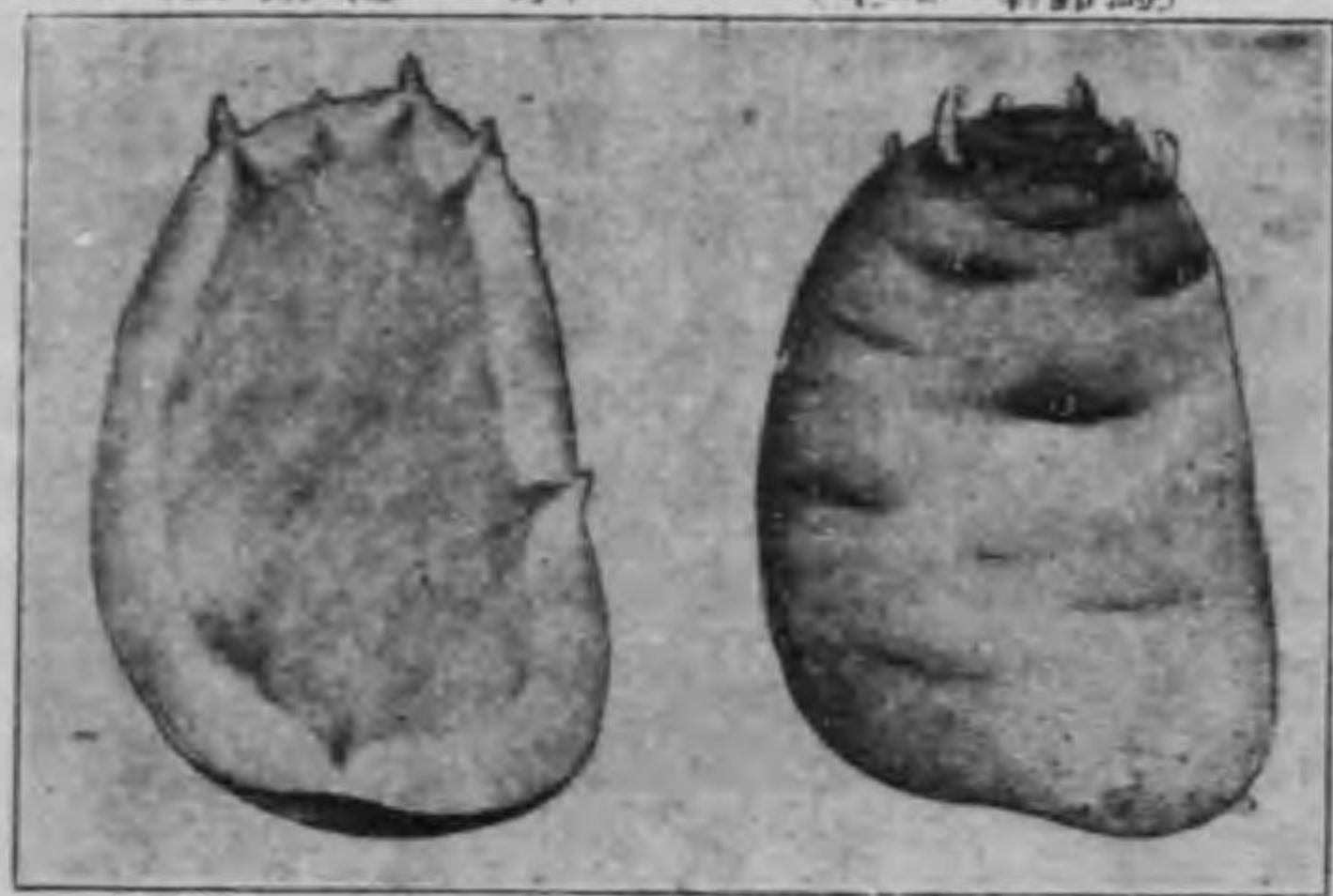
り取らしめ、兒童の答を實際に確める様にするのは一つの方法である。斯くして掘り取つた材料を用ゐる教室内にて「いもの形態生態」の観察をなさしむ。

教室内観察：いもの形態生態・用途利用

(一) 里芋は天南星科に屬し、馬鈴薯は茄科に、甘藷は旋花科に屬してをる。此中里芋、天南星科以外は已に茄及び朝顔に於て大體の特徴を理會してをる。

圖 十 六 第

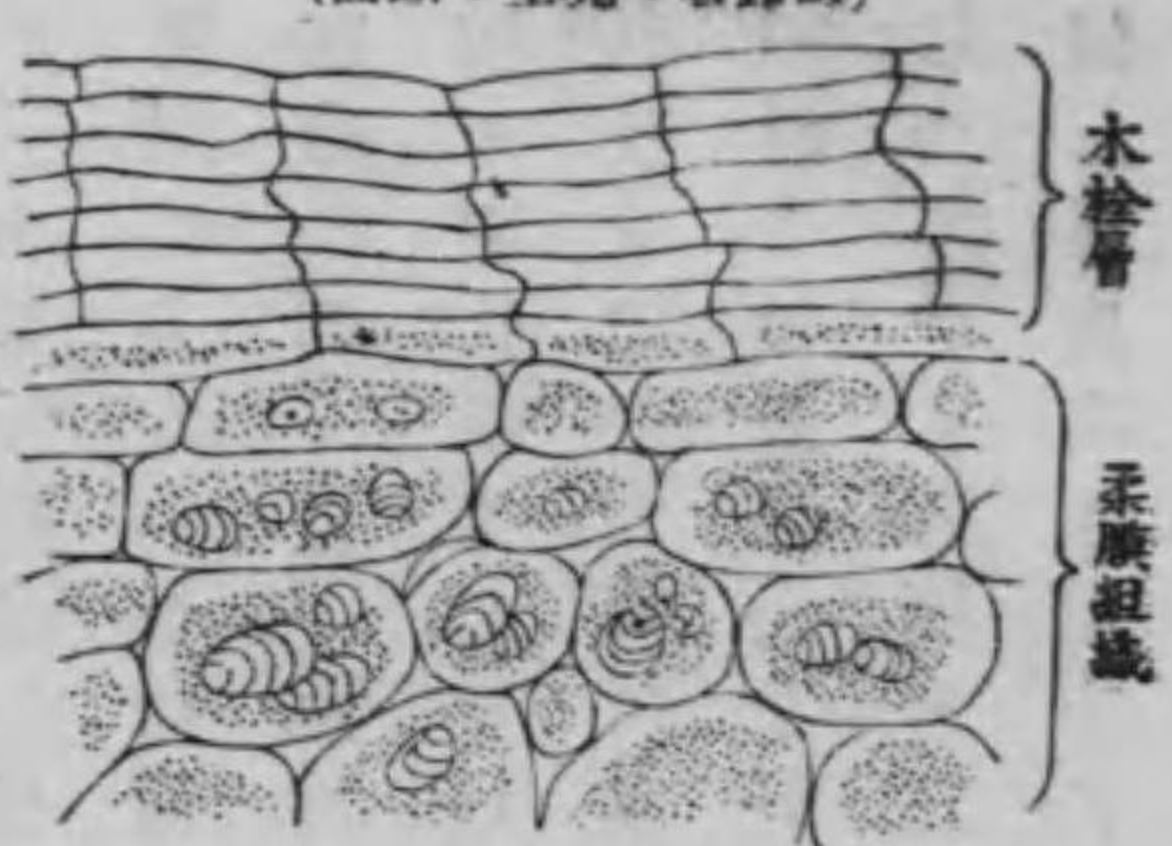
(面斷縱の芽) (莖塊の薯鈴馬)



(二) 里芋のいものはこんにやくいも、くわゐなどの如く球莖にして、馬鈴薯のいものは塊莖である。共に莖の變態にして地下莖に屬する。甘藷のいものは、大根、油菜の如く貯藏根にして根の變態である。馬鈴薯のいもの表面には所々に凹陥せる處あり。此部分には鱗狀の小さき變形葉あつて其間に小さき芽を認むることが出来る。馬鈴薯を砂に埋め濕氣を與へて之を暗所に置く時は數日にして發芽するのを見る。漸次成長する時は其地上莖の或物は先端膨大して小さきいもを形成し以ていものは莖の肥厚し

圖 一 十 六 第

(面斷の莖塊の薯鈴馬)



たものであることが知られる。

(三) いものは何れも其中に多量の水分と養分とを含む。里芋は其成分中澱粉二一〇〇、糖分一五〇、蛋白質一四〇、馬鈴薯は澱粉二一〇〇、糖分少量、蛋白質二〇〇、甘藷は澱粉二四六、糖分四一七、蛋白質一三五である。何れも澱粉は其主成分にしていもの種類に依り各々特異の形狀をなして居る。馬鈴薯の澱粉採取は課外又は家庭に於ける興味多き有效なる實習であれば是非なさしむべきものである。

(四) いもの表面は不透水性の木栓層にておほはれて居る。之れがために内部の水分の發散して乾燥することを防ぎ、亦外部より水分の浸入することを防ぐ。今馬鈴薯のいもを二個取り、其中一個の皮を剥ぎ他を其儘にして兩者を放置比較する時は數日の後前者の著しく萎縮せることがわかる。

(五) いもは何れも根又は莖の肥厚したものであるが、維管束組織等に於て夫々異



常變化してをる。甘藷の根に於ては維管束の發達異常にして非常に多く分裂せし木質柔細胞が木化することなく、柔軟なる儘にて存在し、之を貫きて多くの乳管が求心的に輪狀に排列し、恰も年輪の如き状態になる。木質柔細胞中には夥多の澱粉を生じ、乳管は樹脂及び油の微細なる點滴にて充たされて居る。甘藷を切つた時出る白汁は即ち此樹脂にして所謂「あく」を生ずるのである。

(六)栽培法は兒童園に種芋又は芋苗を植ゑしめる時に自然授けねばならぬのである。里芋は腐植質の混ざる壤土を好み、厩肥、糞等の腐敗せるのは肥料として有効である。小なる球莖を植ゑて置けば上部より葉、下部より根を出し、成長するに従ひ其周圍に多くの小球莖を分生する。馬鈴薯は輕快なる壤土、又は砂土に適し氣候の寒冷に堪へる。通常春に植ゑて夏に收穫するのであるが實驗用のものは九月の初め頃に植ゑしむればよい。種芋の中位のものを選び大なるものは之を切斷し、腐敗を防ぐために其切り口に灰を塗布して植ゑつけ、軽く土を被ふて置く。甘藷は一般に砂質壤土を好み氣候の溫暖なる地に適して居る。苗を温床で育て晩春になつてから其莖を三四葉を有するものに切り放し之を斜めに地に挿して置く。但し温度高き地方にては畑にて成長する莖を切りて挿す、故に年中甘藷を

第 六 十 二 圖

(甘 藷 の 不 定 芽)



畑に見る。又九州より山陽地方にては不定芽を發生せしめるに特に温床を用ふる様なことはなさない。斯くの如く地方に依つて差異あるのみならず近來は其栽培法につき種々の研究を積み其方法も亦一様でない。

(七)馬鈴薯は智利秘露地方の原産にして今尙ほ同地方には野生種あり。十六世紀の後半に北米に傳はり、之より西班牙、英吉利に傳はつたものである。我國に傳はりしは慶長年間和蘭の商船が瓜哇から長崎に持ち來たつたものが初めであるといふ。甘藷は其野生物を見出さざれば其原産地を知るに由なきも恐らく北米方面ならんといふ。コロンブスは之を歐洲に傳へ、葡萄牙人は馬來地方呂宋に傳へたりといふ。明朝時代には更に支那に傳はり、慶長十六年頃琉球人之を福建省より傳へ、元祿十一年薩摩に傳はり、享保二十年青木昆陽氏は之を關東地方に傳へたのである。

(八)里芋は其種類多くして利用せる部分にも亦多少の相異あれども、何れも食用



に供する外蒲鉾はんべんの製造材料にも使用する。馬鈴薯は通常副食物とし或は澱粉採取の材料とし、又アルコール、菓子製造にも利用せられる。甘藷は白赤の二種あり。何れも其いもを副食物又は常食とする外澱粉・アルコール・糖菓子等を製し、又馬鈴薯と共に家畜の飼料とする。

百合の貯蔵葉



(九) 里芋馬鈴薯のいもは共に莖の變態にして甘藷のは根の變態なるを已に述べた如くである。而し此外にくわゐ百合の鱗莖の如きもの、或はながいもの如きものがある。而し特に葉の貯蔵器官に變態せるものとして百合を附説するといふことは時間の許す限り有效なことであると信ずる。

### 第三十三章 馬

#### 教材選擇の趣意

馬を教材として爰に選んだわけは

(1) 家畜の代表としては、最も普通であつて、且つ缺くことの出来ない有用動物で

あること

(2) 哺乳類の代表としても適切なること

の二點にある。本課に於ては斯くの如き意味のもとに、馬の形態及び習性更に其利用に關する基礎事項を調べしめるのを目的とするのである。

#### 準備

【教】 馬の頭骨、脚骨、馬の蹄、皮、骨、毛等の加工品。馬の形態及び力役をなす有様を示す掛圖。馬脚と他の哺乳類の脚との骨格比較圖。

#### 教材の解説及び取扱方

兒童に豫め觀察要項を指示し、直接實物につき調べしめることは斯の如く大きな體軀を有し教室にて到底直觀せしめることの出来ない材料に於てとるべき有效な方法である。斯くて教室內教授に於ては掛圖又は部分的の標本等を指示して兒童の從來の經驗的智識並びに豫習に依つて得た新しき智識を整理し、之に補説し、又考察せしめる様にするのが効果多き一つの方法であらう。

#### 形態・習性

馬の特徴を知ることとは、やがて哺乳類の特徴を知ることなること、並びに野生動



物が漸次人に飼育せられ家畜として其形態習性の變化し行く有様に特に注意して教授することは、本教材選擇の趣意から考へて當然必要なことである。

全體 馬は奇蹄類に屬する大獸にして、全身に毛を密生し其毛色には種々ありて鹿毛栗毛青毛黒毛赤毛などは其主なるものである。

耳・眼・鼻 頭部は稍長く耳は長大にして自由に動かし、物音に注意してよく之を聞き取る。眼は割合に大きく遠視不可能であるからよく物に驚き易い。鼻孔も亦割合に大きく鼻端を自由に動かすことが出来るから食物を捕へて口に入るゝに便利である。

圖四十六第

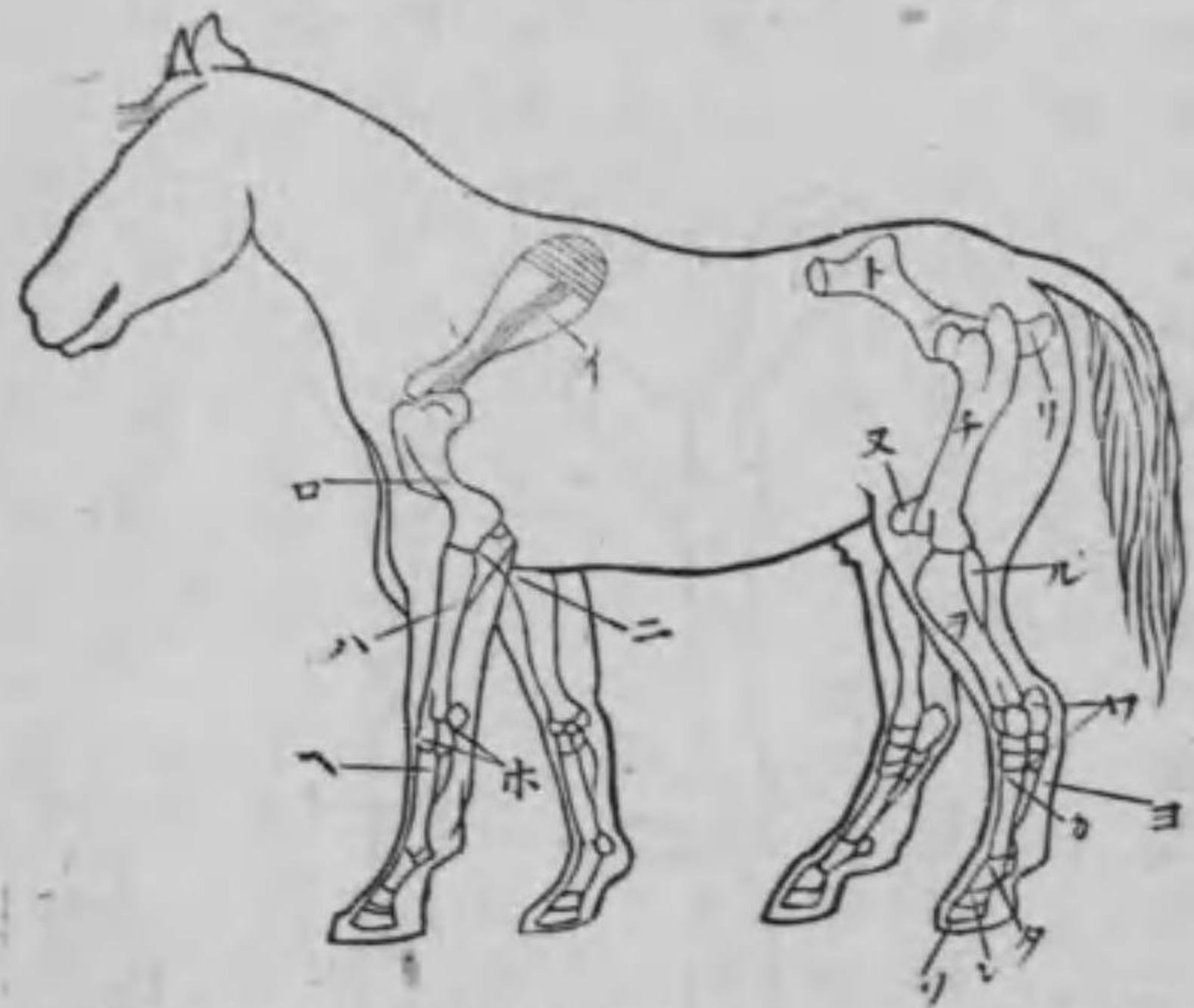
(骨頭の馬)



齒と食物 齒は割合に大きく、門齒は上下各六枚ありて鋭く、草など植物性の食物を噛み切るに適してをる。犬齒上下各二枚あれども牡のみに見られ、白齒は上下各十二枚あつて咀嚼面に珉質の皸裂あればよく食物を磨り碎くに適してをる。齒面の凹部は稍柔軟齒質及び白堊質よりなれば、皸裂の磨滅することなく植物質食物を磨り碎くに都合がよい。之等の齒の形狀は標本

に依りて觀察せしめ草食動物の齒の特徴を明かにして置くことが大切である。  
頸・胸・尾 頭の長きは脚の長きと關係し、立つたまゝ地上の物を食ふに適してをる。長き鬃は裝飾と威嚇とを兼ねたるものならんか。尾は殊に肥大して背略

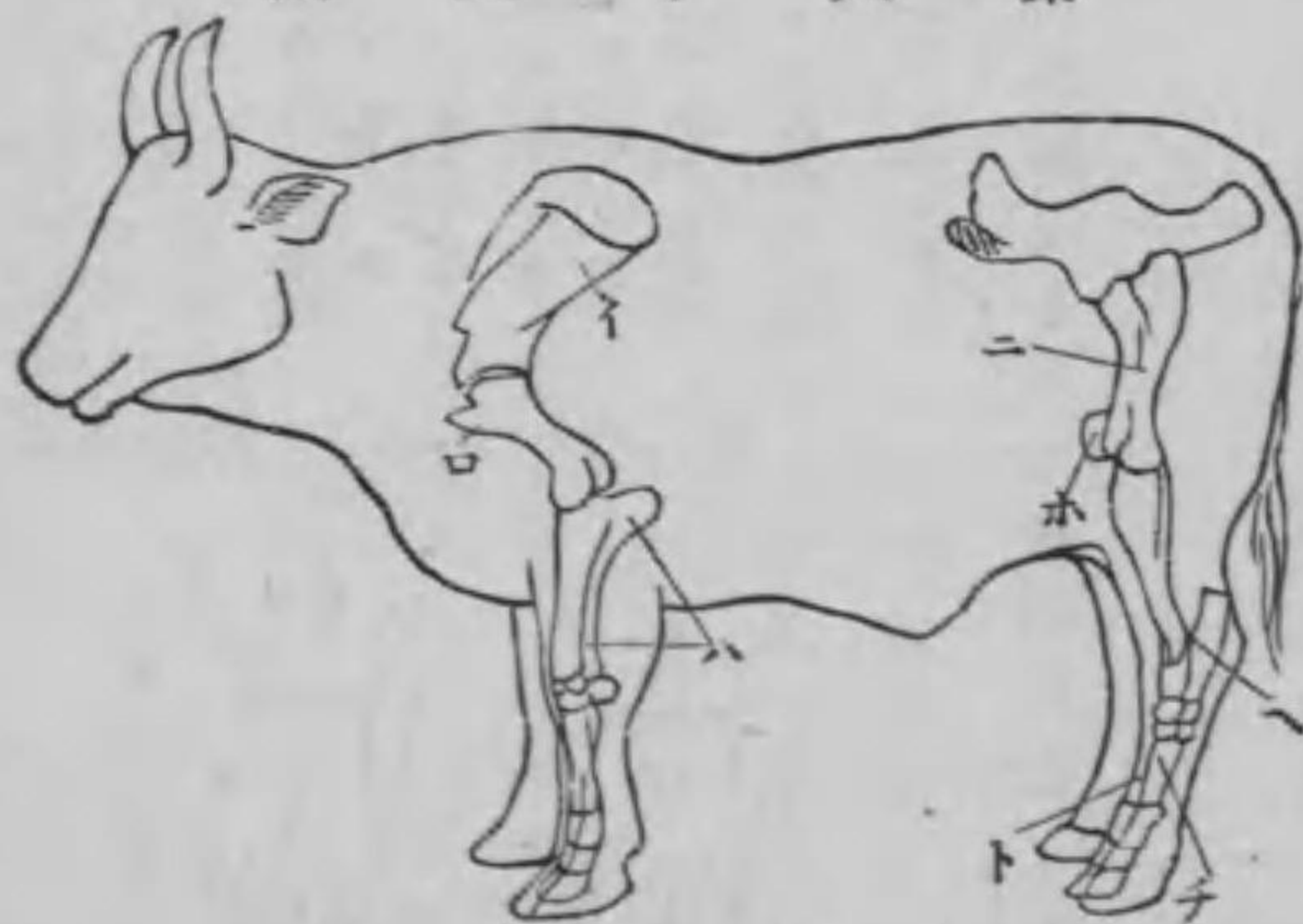
圖五十六第



馬の肢骨

イ、肩胛骨  
ロ、上肋骨  
ハ、尺骨  
ニ、腕骨  
ホ、腕骨  
ヘ、第三掌骨  
ト、腸骨  
チ、大腿骨  
リ、坐骨  
カ、膝蓋骨  
ナ、腓骨  
フ、跗骨  
カ、第三趾骨  
ヨ、第四趾骨  
タ、第一指骨  
ニ、第二指骨  
ソ、第三指骨

圖六十六第



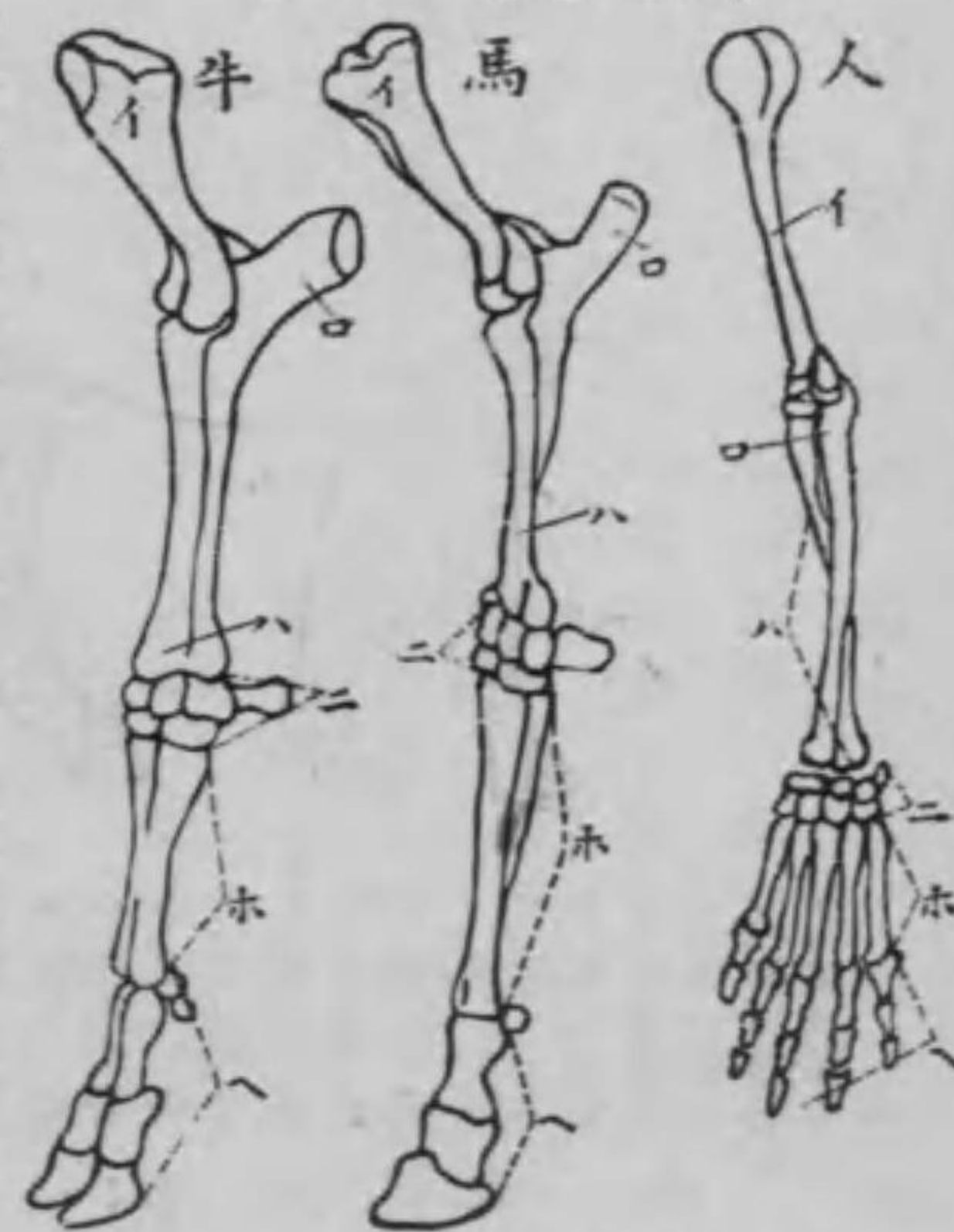
牛の肢骨

イ、肩胛骨  
ロ、上肋骨  
ハ、尺骨  
ニ、大腿骨  
ホ、膝蓋骨  
ヘ、跟骨  
(跗骨ノ内)  
ト、第三趾骨  
チ、第四趾骨



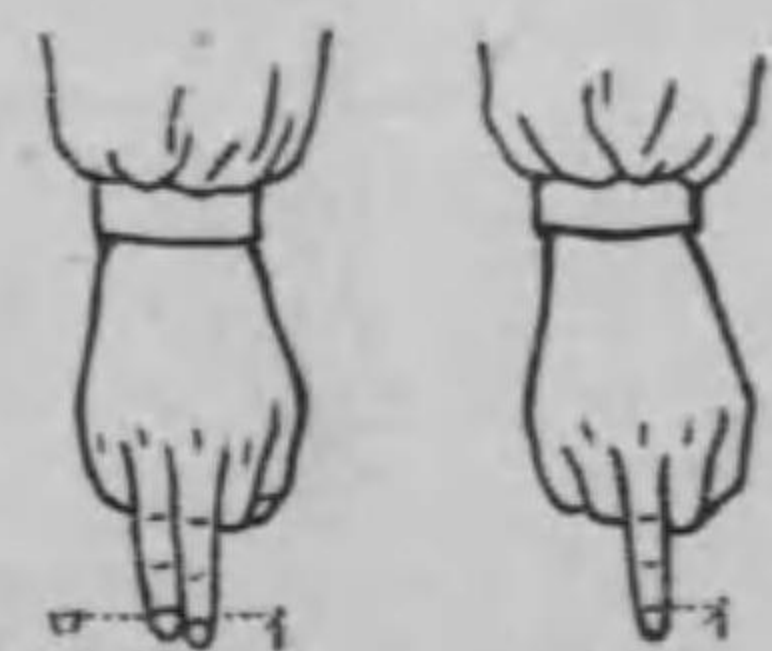
第六十七圖

(左前肢の比較)



イ、上腕骨  
ロ、尺骨  
ハ、橈骨  
ニ、腕骨  
ホ、掌骨  
ヘ、指骨

第六十八圖



(人の指と馬牛の趾)  
イ、中指 (趾第三) 羅、指 (趾第四)

平たく、中央が凹んで居る。尾は軸短かけれども長毛ありて蚊蠅蛇などを追ひ拂ふに適してをる。

脚部について注意すべきこと

- (1) 四肢は細長くよく發達して疾走するに都合がよい。之れかつては敵動物の攻撃より逃がれる必要があつたのである。
- (2) 後肢を以て蹴るのも敵を避け又攻撃するためのものである。
- (3) 肢端に蹄ありてよく大なる體軀を支へて歩行するに適する。

(4) 馬の肢の膝の如く見える處は實は跟にして眞の膝關節は脛内に這入つて居るから見えない。

(5) 馬の趾は人の中指即ち第三趾の發達したものに於て其先端に大なる蹄を有し、第二第四の趾は僅かに其痕跡を止むるのみにして、第一第五趾は既に退化消失して居る。(馬の進化の大要を附説するも可なり(圖は便宜のため後章に掲ぐべき牛の脚骨をも併せ示してある)。

利用

馬は草食動物にして性質温順伶俐にしてよく馴れ、命を守り、記憶力よく、且つ活潑敏捷なるが上に力強く、巧みに疾走すれば、之れ等の點を利用して乗用、力役用、運搬用、農耕用、軍用等に用ゐられて、人には缺くことの出来ない有益動物である。猶ほ馬の體は其何れの部分も廢物となるものは殆んどない。皮は囊物、鼻緒靴、底馬鞍、革櫃、軍用具、太鼓等に用ゐられ、尾毛、鬘は篩、胡弓の弦、釣糸となし、又短毛は刷毛にし、又筆毛に混用せられる。蹄は釘及び櫛馬爪といふとなし、骨はナイフ及び刀の柄となし、齒磨揚枝の柄及び箸に利用する。骨よりは膠を製し、又骨炭及び乾血は肥料となる。糞尿も整理肥料として重要なものである。



斯くの如く馬の利用すべき點極めて多ければ、古來家畜として早く人類に飼育愛用せられたものである。殊に近來は軍馬として各國競うて其優良種を得んことに腐心し、我國在來の種類の如きも外國種に及ばざること遠ければ、特に之が改良を工夫する必要が多いのである。

世界の優良種たるアラビア馬の如きは、古來之を家族同様に愛育したる結果なることを話し兼ねて動物を愛撫して之を虐待してはならぬことを注意するには適當な機會である。

### 教授上の問題：對人的方面の考察

油栗の木の初め是れまで授けた各種の教材の人生との關係方面を説くに際し、其都度多少の注意を加へて置いた様に、馬の用途を教授するに際しても徒らに其利用事項を列挙するといふことは、比較的興味もなければ、又効果の少いものであると考へられる。形態習性等の教授を終へれば、之等と餘り關係なしに、次ぎは馬の用途について調べませうと言つて、乗用力作用運搬用農耕用軍用競馬用皮革は何、骨は何、肉は何といった様に、徒らに廣き範圍に互つて利用方面を羅列注入せんとするのは、理科教授の功利的實利的方面を過重せんとするものゝ最も陥り易

き點である。素より斯の如く利用方面を列挙することの必要な場合も少くないからう。然しながら是等は多くの場合形態習性の何れかの點に吾人に利用せらる特質を具備して居るから、人は其點を取つて以つて利用したものである。故に之等の關係を辿つて自ら之を考察發見する様に輔導することは同時に考察力を練磨せられ、且つ關係的知識として生氣あり躍動すべき概念が獲得せられることになる。馬についていへば單なる用途の記述列挙といふよりも、むしろ馬は何故に利用せられるか、換言すれば我々は馬のもつて居る形態のどの點、習性の何れの點を利用したのであるかといふ様に利用より進んで形態習性との關係を考察せしめる様にするか、或は反對に、斯かる形態かゝる習性を有つてゐるものは如何に之を利用すればよいかといふ様に形態習性から出發して對人的關係を考察せしむる様に導くのは最も意義のある効果多き取扱方と信するのである。馬は體軀偉大なること、力強きこと、よく疾走すること、性温順にして伶俐なること、活潑敏捷にしてよく人に馴れること、草食動物にして飼育し易きこと等が人に利用せられる様になつた主要な點である。斯くの如くなれば人類がかつて天幕を張つて寓居を作りし遊牧時代より進んで今日の如く都市生活を營むに至る時代まで、其間絶



えず人類に隨從して以て文化の進歩に貢獻したことは頗る大きいものである。而して人は亦馬の或る方面の利用の能率を一層大ならしめんがために、各希望に應じて之が形態習性に人為的變化を加へんとして居るのである。素より之は生物學的基礎の上に立つて施すべき手段を講じて居るものであつて、所謂馬匹改良として各國共競うて其方法を工夫し逐年効果を擧げつゝあるのである。而かも現在の改良種を以つて満足すべきに非らず、將來一段の改良工夫を要する點の多々あることは何人も認むるところにして此方面に説き及ぼし、暗示を與へ、或は改良の手段方法出來得るならばを講ぜしめるといふことも亦利用方面を更に發展せしむる點から考へて極めて有效な取扱方であると信するのである。要するに對人的關係の教授に於て取扱ふべき範圍の擴張と其方法に特段の注意を拂はねばならぬと考へられるのであるから、茲に馬の例に依つて其一端を擧げて置いたのである。

(1) 如何なる點を如何に利用すべきか或は斯の如き用途は如何なる點を利用せしものか。

(2) 人類は如何に利用し來つたか。

- (3) 更に利用すべき方面はなきか。  
 (4) 如何に改良せられつゝあるか。  
 (5) 如何なる點に改良を加ふべきか。

### 第三十四章 牛

#### 教材選擇の趣意

前課には家畜及び哺乳類の例として馬を擧げたのであるが、牛も亦家畜及び哺乳類の例として馬に比し其形態習性及び利用方面に於て更に異つた點が頗る多いのである。しかも牛は最も普通にして且つ吾々に缺くことの出來ない動物であることは、猶ほ馬に比して優劣はない。故に本課に於ても家畜及び哺乳類の例として牛の形態習性及び用途を馬と比較しつゝ調べしめ、以て家畜と哺乳類との概念を一層確實にしようとするのである。

#### 準備

【教】 牛の形態及び習性を示す掛圖。牛との比較用のための馬の掛圖。牛の脚、馬の脚、人の前肢との骨骼比較圖。牛の胃を示す掛圖。牛の頭骨、牛の皮角骨、勝

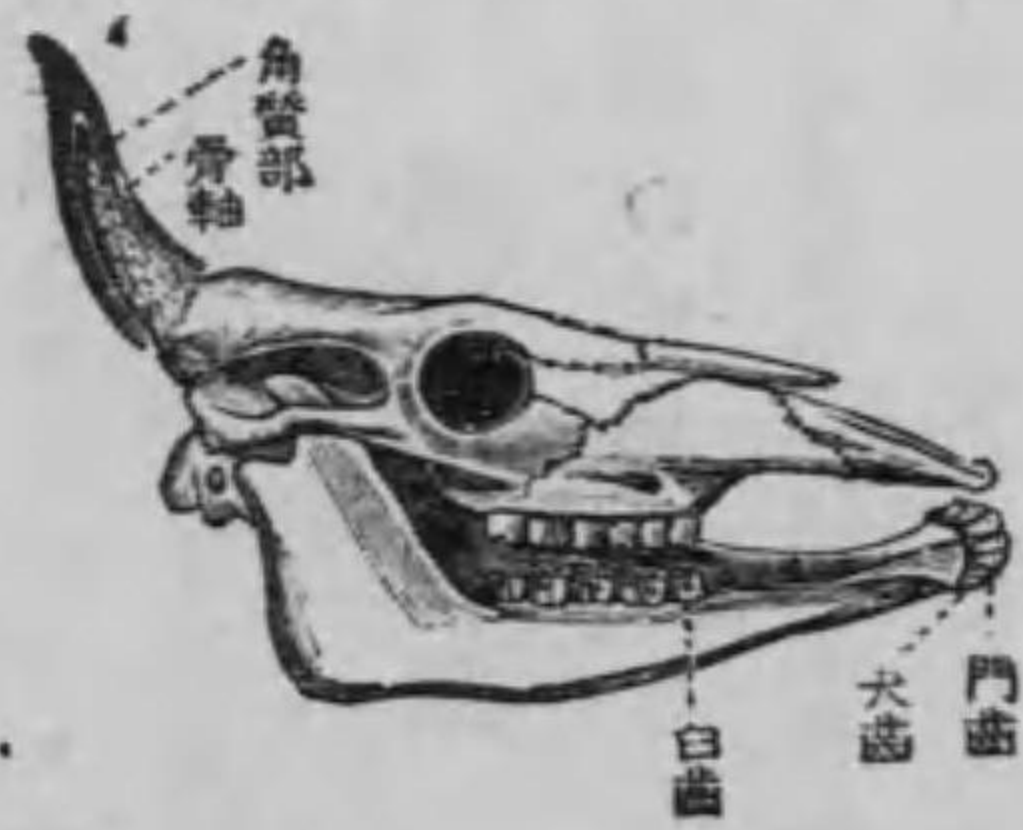


膀胱等の加工品。

教材の解説及び取扱方

馬と同じく實物について豫習せしめて置くことは素より必要である。然しながら已に馬について豫習の仕方を得て居るのであるから、本材料については馬と比較して其異同を明にすることの注意を簡単に與へて後は成る可く兒童の自習に委する様にすればよい。

圖九十六第 (牛の頭の骨)



(牛の臼歯)



形態習性

大體 牛は有蹄類中の偶蹄類に屬する。頭、頭共に割合に短大にして胴太く脚も亦短い。

角 外部には皮膚の骨質化した骨質部あつて中には骨軸がある。鹿角とは異にして所謂洞角である。野生時代に於ける牛の唯一の防禦器である。

圖十七第



第二學期 第三十四章 牛

齒 上顎には前齒を認めないけれども母牛の體內にある時は一時發生し一度も用をなさずして消失するのである。發生學上動物の進化を認むる證據として興味ある事例となつてをる。下顎には門齒八、臼齒上下二十四ありて植物性の硬き食物を噛み碎くに適してをる。

反芻

牛の習性中最も興味あるは反芻をなすことである。初め口中にて粗く噛み碎かれた食物は先づ第一胃たる瘤胃に入る。瘤胃は無数の瘤狀凸起を有するが故に此の名を得たるものにして多くの食物を貯へ得る大きな囊である。次に食物は蜂巢狀褶襞を有する蜂巢胃に移入せられ、爰にて適當の溫度と濕氣とを與へられ圓塊となり、食道を廻りて口中に送られ再び咀嚼される。十分咀嚼されて半流動體となつたものは嚥下せられて第三胃なる重瓣胃に送られる。此胃の内面には瓣狀の褶襞ありて其膜壁より已に消化せられた部分を吸収す



る。皺胃は消化腺最もよく發達して未だ十分に消化せられないものを消化吸収し、其残滓を腸に送るのである。

牛が斯くの如く反芻することはよく兒童の目撃するところにして、全く野生時代に敵動物の來襲を防ぐこと困難な結果、短時間に多くの食物をとり後安全なる處に於て更によく咀嚼した慣習の今尙ほ殘存するものと解せられる。之等の事は牛の溫和にして動作の緩漫なる性質と相關係して兒童の考察に委すべきものであらう。凡て家畜の教授に於ては其形態習性が野生時代に如何なる意義のあつたものであるか。又それが家畜となつたがために即ち人為淘汰の結果如何に變化せられて如何に殘存して居るか。又それが將來如何に變り行くか等の如き方面について兒童の想像に訴へ或は考察せしめることの必要な場合が少くない。

脚 體の割合に短かい。趾は二本ありて夫々蹄を以つておほはれて居る。趾の退化した小趾は兩側に一本宛懸趾となつて殘存して居る。

效用

牛は人為淘汰の結果、人の要求に依つて役用乳用肉用等の種類を生じ、又各國各

地方に於て夫々特異の種類が出来、各地とも益々其改良に工夫を凝らして居る。牛の體の各部分は馬に比し更によく之を利用して居るものである。乳汁及び肉の滋養品となることは言ふまでもない。脂肪は料理、石鹼及び蠟燭製造に用ゐられ、革は靴となり、膀胱は水囊、瓶栓の封紙となる。又革皮の屑は膠製造に用ゐられ、骨は工藝用肥料に供し、角及び蹄は裝飾品製造に用ゐる、而して内臓及び血液は肥料に用ゐられ、一として排棄せられる部分はない。

馬と牛

牛は之を馬と比較して調べしめることは前述の通りであるが、一通り比較研究が出来たならば家畜及び哺乳類の概念を確實にし、更に他の驢馬、水牛、豚、山羊、犬、猫等の家畜の種類について附加することも必要である。

馬

體、頭、頸、脚共に長し。  
頭に鬣あり、裝飾及び威嚇用をなす。  
脚にて蹴り又は速かに走る。  
耳は頭の上に長く立つ。

牛

共に短かく體は肥大せり。  
なし。  
頭に角あり、防禦及び攻撃用をなす。  
頭の左右に出て幅廣し。



齒、上下顎共門齒及び臼齒あり、草食に適す。反芻せず。

脚、趾一本あり人の手の中指に當る。

蹄一つあり。

尾、軸短かく總の如し。

よく人に馴れ動作敏捷にして走ると早し。

軍用として貴ばる。

上顎に門齒なし。反芻す。

趾二本あり、中指と薬指とに相當す。

蹄二つあり。

軸長し、先端總の如し。

動作敏活ならざるも忍耐力強く力量遙かに馬に優る。

乳用肉用として貴ばる。

### 第三十五章 菊

#### 教材選擇の趣意

菊は我國にて秋の觀賞用植物を代表すること猶ほ春の櫻にも比すべきである。秋深く花稀なる時獨り妍を競ひ芳を鬪はして天下の秋を占めてゐるものは菊であるといふことが出來よう。之れ菊は栽培比較的容易にして古來觀賞に適する多くの栽培變種を造り出だすことが出來たからである。菊を教材として選擇し

た意味は實に此點に存するのである。

今植物系統の上からいへば、頭狀花を有する植物の代表としては已にたんぽぽが選擇されてある。故に本課にては頭狀花の構造について吟味するのは其主眼でない。むしろ栽培法(實習)、生態變種等に着眼するのが材料選擇の精神である。今たんぽぽに比較して本材料の特異點を次ぎに列擧してみよう。

(1) 莖は堅くして長さ二三尺にも達す。(2) 周邊部の花(舌狀花)と中心部の花(筒狀花)との區別ありて舌狀花には雄蕊をかく。(3) 冠毛無し。(4) 晝夜明暗に依つて就眠運動をなすが如きことなし。(5) 栽培植物にして兒童の實習材料として適當である。(6) 多くの培養變種ある。(7) 花期比較的長し。

#### 準備

【兒】 舌狀花と管狀花を有する菊。のぢぎく。觀察用具。解剖皿。

【教】 各種の菊花。菊花の解剖圖及び擴大圖。

#### 教材の解説及び取扱方

本教材の主眼が栽培法及び變種について知らしむるにあれば、兒童に夫々栽培實習をなさしめ、且つ能ふならば變種を造ることの實驗までもなさしめたいので



あるが、實際に於て變種を造ることだけは困難である。又學校園の一部には觀賞を兼ねた菊花壇の設けがなくてはならぬ。此花壇は成る可く各種の菊の配植をなし、又原種をも附加して一目のもとに其變種の知られる様にして置くことが必要である。斯くの如き施設があるならば、教授の前半は之を學校園觀察とし、後半を教室内觀察にする様に時間の配當をなすことが出来る。若し學校に花壇の設けがなかつたならば、附近に菊を栽培せるものがあらうからそれを利用する様につとめたいものである。

#### 根莖葉

根は多年生にして、莖は草質なれども堅く、細長くしてよく枝を分ち。葉は互生にして葉柄短かく托葉を有し、葉身割合に厚く深き缺刻を有し、縁邊に鋸齒あり。表面は濃綠色であるけれども裏面は稍薄く、之を揉む時は特殊の香氣を發する。

#### 花：舌狀花と筒狀花

枝の先端に一個の頭狀花を有することはたんぽぽと相異はないけれども、其中心部の花の管狀花冠を有し、周邊部の花の舌狀花冠を有することは大に異なるところである。何れも萼もなければ冠毛もない。舌狀花には雄蕊なく、只管狀花の

みに雄蕊あり。子房下位にして熟すれば瘦果を生ずる。花期比較的長くして強き芳香を發するは、晩秋に少き昆蟲を誘はんがためのものであると生態的意義を附することが出来るであらう。

#### 栽培法：實習

兒童に實習せしむるものとすれば、初夏挿木の際大體其繁殖法を知らしめ、爾後開花に至るまで絶えず手入れをなさしめてをるのであるから、本時間に於ては其整理補説を行へばよいのである。繁殖法には根分け挿木接木實生の諸法あつて普通は夏至の前後に根分けか挿木を行ふのである。新種を得るには言ふまでもなく實生に依りて苗を得之を砧木に接ぎ穂するのである。栽培中最も注意すべきは優良なる土を造ることにして、之には堆肥が必要である。施肥、蟲害、菌害の豫防驅除きくすひ、あぶらむし、夜盜蟲等の食害多し、除草灌水支柱摘心等の手入は夫々兒童に相當に工夫せしめることが出来る。造り方にも色々あるが、大體は一株に一花をつけるものと、一株に多くの枝を分岐せしめ成る可く多くの頭狀花をつけしめる方法との二種あつて、後者には砧木に各色の花を咲く穂を接木して混り咲きの大造りをなす方法もある。



變種：原種培養變種

菊は我國にて廣く盛んに栽培せらるゝけれども其もとは支那から渡來したものと考へられ、その原種については少くとも二種ある者と認められて居る。大菊中菊は野生のぢぎくの培養變種と稱せられ其變種最も多く、又小菊はしまかんぎくの變種なるべしといふ。前者は白色の小花をつけ後者は黄色花を著け何れも我國に於て其自生を見る。培養變種の最もよく區別される標準は大きさと色と形とである。

第七十圖 (くぎぢの)



此中花部の大きさは所謂大中小の三種に分たれ、大菊は花徑四五寸より一尺内外にして最も變種は多い。中菊は徑二三寸位にして小菊と稱せられるのは五分又は一寸位に過ぎぬ。種類に依つては更に小形のものがある。

次に色についての變種は亦千差萬様であるけれども、のぢぎくより變化し來つたものは白色を原色とする。然し黄柑・暗赤・暗紫より更に綠色を帯べるもの

があつて各々又濃淡・鮮暗の差あり、又部分、表裏或は管狀花と舌狀花とに依つて區別のあるものである。而し大體は黄・白・紅の間に止まるものである。

形についても舌狀花の並び方、其の花瓣の形狀、各花冠の大小、長短、拗れ、垂れ、方立ち方等に互つて其差異は頗る多い。中には球形、狂咲の如きものあつて一様に律することは出来ない。

右の外開花の有様、莖の發生の有様、枝振り、葉の形狀等に依つて區別せられ、又開花季節に依つて春菊・夏菊・秋菊・寒菊・四季咲き菊等の區別をなすものがある。彼の料理菊と稱せらるゝものにも花色様々あるけれども多くは花瓣軟かく苦味少く甘味ありて食ふべく、八ノ戸にては之を乾燥して淺草海苔の如くして保存するといふ。

以上の如き菊の變種は一々之を指示説明することなく、成る可く兒童をして之を歸納せしむる様にしなくてはならぬ。其地方の菊の變種の如きは課外の課題とするには適當な問題である。

第三十六章 紅葉・落葉



### 教材選擇の趣意

秋より冬にかけて氣候の變化と共に、植物が紅葉又は黄葉して野山を錦に飾ることは、落葉と共に、植物の自然的現象として兒童の常に目撃するところである。本課に於ては紅葉・落葉の種類其現象等について知らしむるのを以て目的とする。

#### 準備

【見】 もみぢいてふ其他紅葉・黄葉の小枝又は葉。いちじく又はあをぎりの葉をつけたる小枝。解剖皿。

材料は最も普通にして兒童の採集に容易なるものを選ばなくてはならぬ。

【教】 紅葉・黄葉の各種の例。落葉の例。菜の葉の如き綠葉。酒精燈。試験管三。試験管挾。アルコール。紅葉・落葉の掛圖。

### 教材の解説及び取扱方

#### 學校園觀察

學校園に引率して紅葉・落葉の現象觀察につき、次の様な要項を指示して夫々各自に調べしむるは學校園を利用し且つ教授の出發として適當な順序であらう。

(1) 紅葉又は黄葉する植物の種類を調べ、且つ其葉を採集すること。

(2) 一本の樹について見れば日當りの如何と紅葉とどんな關係があるか。

(3) いちじく・あをぎり・桑の如き落葉樹の葉の落ちる有様。

(4) 紅葉・落葉する葉の常綠樹の葉に比べて異なる點。

右の中教室にて主として觀察すべき材料は必らず、之を採集準備することに於て他は隨意に採集するものとする。之れ教室に於ては先づ代表的例について充分觀察し、後一般的のものに及ぶことが至當な順序と認むるからである。

#### 紅葉

紅葉は北半球の溫帶地方に最もよく現はれる植物の氣候的自然現象にして、殊に我國にては著しく現はれて美觀を呈するのである。紅葉植物は其の葉の形狀大小及び色彩等一様ではないけれども、比較的著しいものとしてもみぢ(種類多し)ぬるではぜつゝじどうだんにしきぎかきつたなゝかまど等を擧げることが出来る。

秋になれば葉の中の葉綠素次第に分解して黄色又は黄赤色になり、遂には其色を失ふに至るものである。而して一方細胞内には牡丹・薔薇の花弁中にあるが如き花青素(紅色素)を生じ、之れが細胞液に溶解して美しき色觀を呈する様になるの



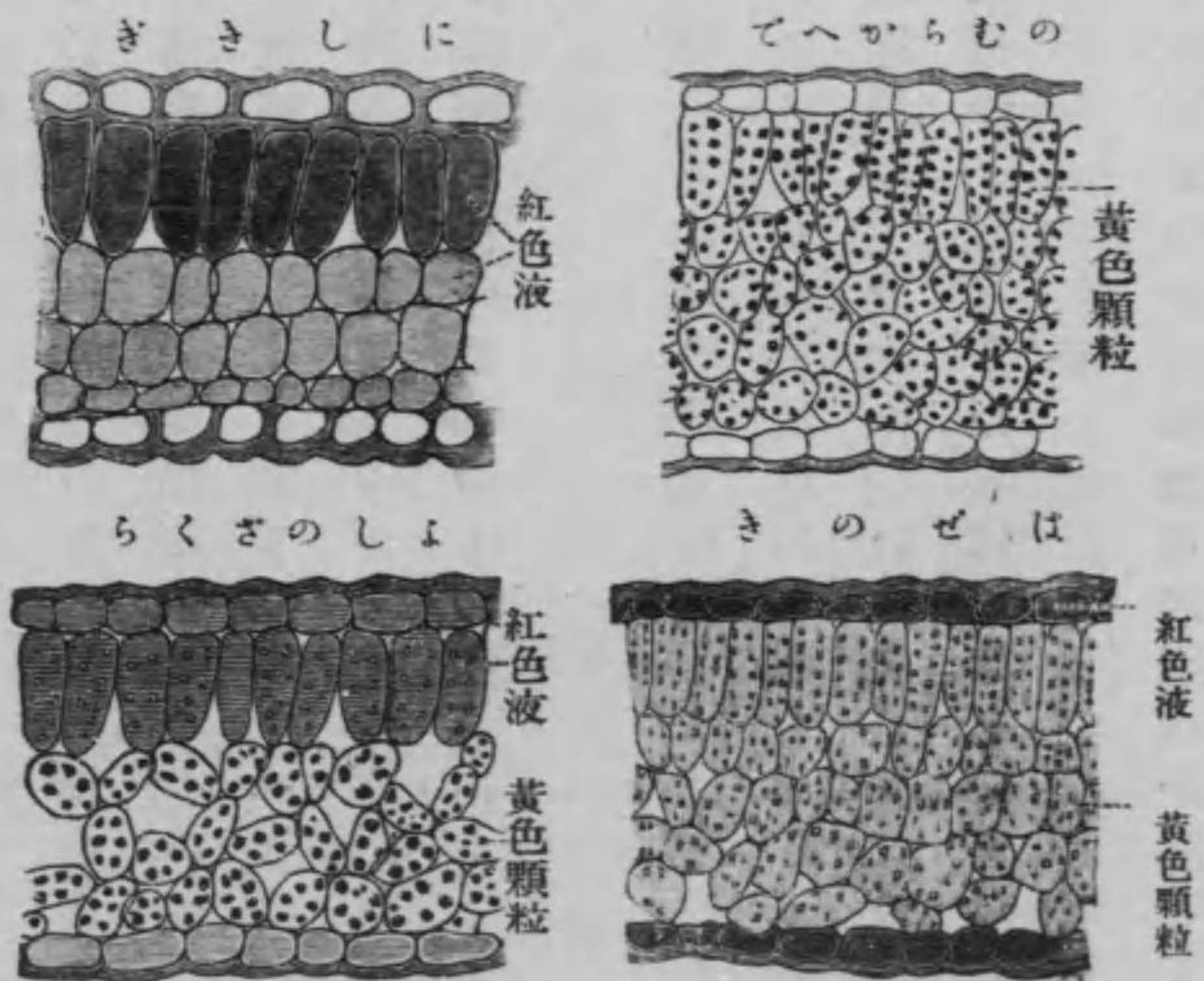
である。等しく紅色といつても濃淡等色々の種類あるは花青素の配合、黄色粒の何に關係するものである。花青素の基礎物質としては未だ明かではないけれ

ども、恐らく砂糖や單寧が必要物質ならんと考へられて居る。上圖は紅葉せる葉の横断面を示したものであるが、花青素の存在するところは種類に依りて異なるけれども多くは表皮の下にあるものと認むるのである。

花青素を取り出すには紅葉せる葉の小片を數多く水と共に熱すればよいのである。けれども速かに浸出液を得んと欲するならばアルコールを混すればよい。花青素を抜きたる葉は著しく褪色して多く

圖 二 十 七 第

(す示を面断の葉るす葉紅)



は黄色となる。之は時間の許す限り教師實驗として示したいものである。然しこの實驗は、次ぎの黄葉についても同様に行ひ且つ葉の如きものより葉緑素を浸出したるものと比較することが必要である。

紅葉の原因については、氣候の變化に對する反應を呈するものならんと考へられて居る。秋になりて氣溫低下する時は植物の生理作用衰へ根の機能も衰弱し水分の吸収不十分となり、従つて葉の作用も衰へる。斯くて葉に水分缺乏して乾燥し花青素を生ずる様になるものであらう。葉脈の一部に傷をつけて置くと其れより先にあたる方は早く紅葉する。又同じく紅葉する植物でも、其よく日の當れる處にあるものが早く紅葉するのを見、一本の樹について見ても南側の方はよく紅葉する。又乾燥せる土地にある方は其濕潤なる地にあるものより早く紅葉するのを見るのである。要するに葉が其官能を全うして、將に脱落せんとする時の一時的の現象にして、生態的には何等意味のなきものと考へるのが至當であらう。

黄葉する植物にはいてふぎくろうるしはぎあをぎりやまのいもポブラ等ありて、之れも紅葉と同様に葉緑體の分解し黄色素のみの殘留するがためにして、其斷



面を顕微鏡下に伺へば黄色の顆粒を認むることが出来る。尙ほ他に褐色を呈するもの、一部分のみ紅色又は黄色を呈するものがある。紅葉の現象は之を熱帯植物(温室植物)及び常緑木と比較することに依つて一層明確になつて来る。又紅葉が秋冷と秋の日和に關係することよりして、早く紅葉せしめること及び反對に紅葉をおそからしめる方法は之を應用問題として考察せしめることが出来る。

以上挙げたものを老紅葉とすれば茲に若葉の紅葉がある。もみぢかなめなどの若葉に見るものであつて、其花青素たることは紅葉と同一なれども、生態的意義を異にしてをる。即ち日光の過量をさけて以て葉緑素の害せらるゝことを防止するものにして、恰も紅色の幕で强光を遮つて居る様なるものである。細胞の抵抗力増加するに至れば初めて眞の綠色となることはよく人の目撃するところである。

### 落葉

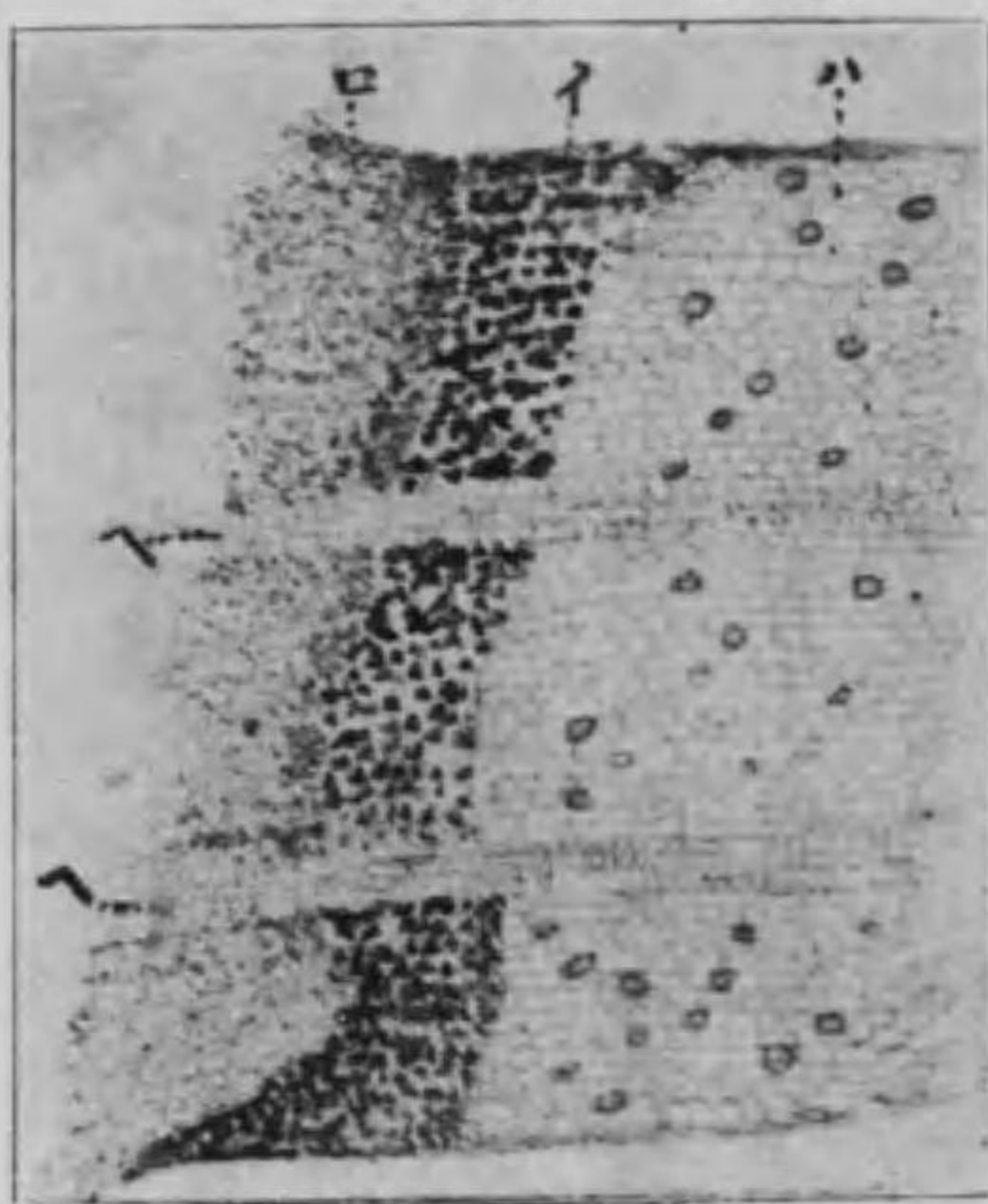
紅葉・黄葉する植物は又晩秋に於て普通落葉するものであつて、いちぢくあをぎりの如く葉の大なるものは特に著しい。落葉は之を紅葉の第二次的現象とも云ふべきものにして、落葉は水分を失うて乾燥するは其脱離に先だつて豫め葉中に

ある澱粉其他の營養分を莖部に送り、之を適當の個所に貯へ其後に離層を形成するものである。

離層は葉柄又は葉脈の莖脚部に生ずる特殊の細胞層にして、枯死せる細胞層より成り、其葉の脱離しない先きには暗褐色の圓線となりて認むることが出来る。若し離層の部分の断面を顕微鏡下に覗ひ沃度液を注いで澱粉反應を見る時は、其

第三十七圖

(桑の葉柄の離層部の縦断面)



イ離層組織(細胞内に脂肪を有す) 枝口に接する方面(細胞組織)内に澱粉粒を有すハ 葉片の方面(細胞組織)内に澱粉粒を有すヘ 維管束

葉身に近き側に於ては、何等澱粉の存在を見ることがない。離層の充分に構成せられて水分の供給全く絶えた頃になると葉は其重量に依りて少しの風に遇うても容易に脱離する。其あとは恰も剃刀の痕の如く平滑にして何

等無理なる挫折の痕跡を認めないのである。

離層はいちぢくに於ては速かに乾燥して直ちに木栓層の發達に依り全く傷口を閉塞されるけれども、とちのきの如きは木栓層生じ水の流通を遮断して之がた



めに乾燥する。植物の葉が乾燥するときは、秋末にあらずとも何時でも脱離することは、落葉木の枝を切つて置くことに依つて容易に知ることが出来る。但しかしはの葉の如きは葉片枯死するも離層の生ぜざるがために容易に脱離しない。

### 第三十七章 鶏

#### 教材選擇の趣意

家禽の一例として鶏を選んだものである。鶏は兒童の生活に關係多く、其形態習性の觀察に都合よく、生物學上人爲淘汰の理法を知らしめるには恰好の材料である。鶏は空中を飛び歩く燕雀類(つばめ)及び水上生活をなす游禽類(かも)に對して地上をよく歩行する鶏類の代表にして、燕や鴨に比し亦特異の形態習性をもつて居る。卵は大にして實用に供せられ、構造竝に孵化法を知るに容易にして鳥類の特徴たる卵生の事を學ぶに適當して居る。

#### 準備

【見】 數人に一番宛の鶏の剥製(肉用卵用等の成る可く代表的のものを選ぶ)、羽毛、生卵、コップに水。

【教】 鶏の種類を示す掛圖、茹卵、卵の構造を示す掛圖。

學校には成る可く鶏舎を設け兒童をして數種の鶏を飼育せしむ。

#### 教材の解説及び取扱方

本教材には理科書に示されてある事項以外に種類、人爲淘汰、飼育法等に關して授けて置くことが重要である。故に之を二時間教材とし、第一時には形態習性、第二時には卵の構造、飼育法の種類、人爲淘汰等に關して授くる様にすればよい。

#### 形態

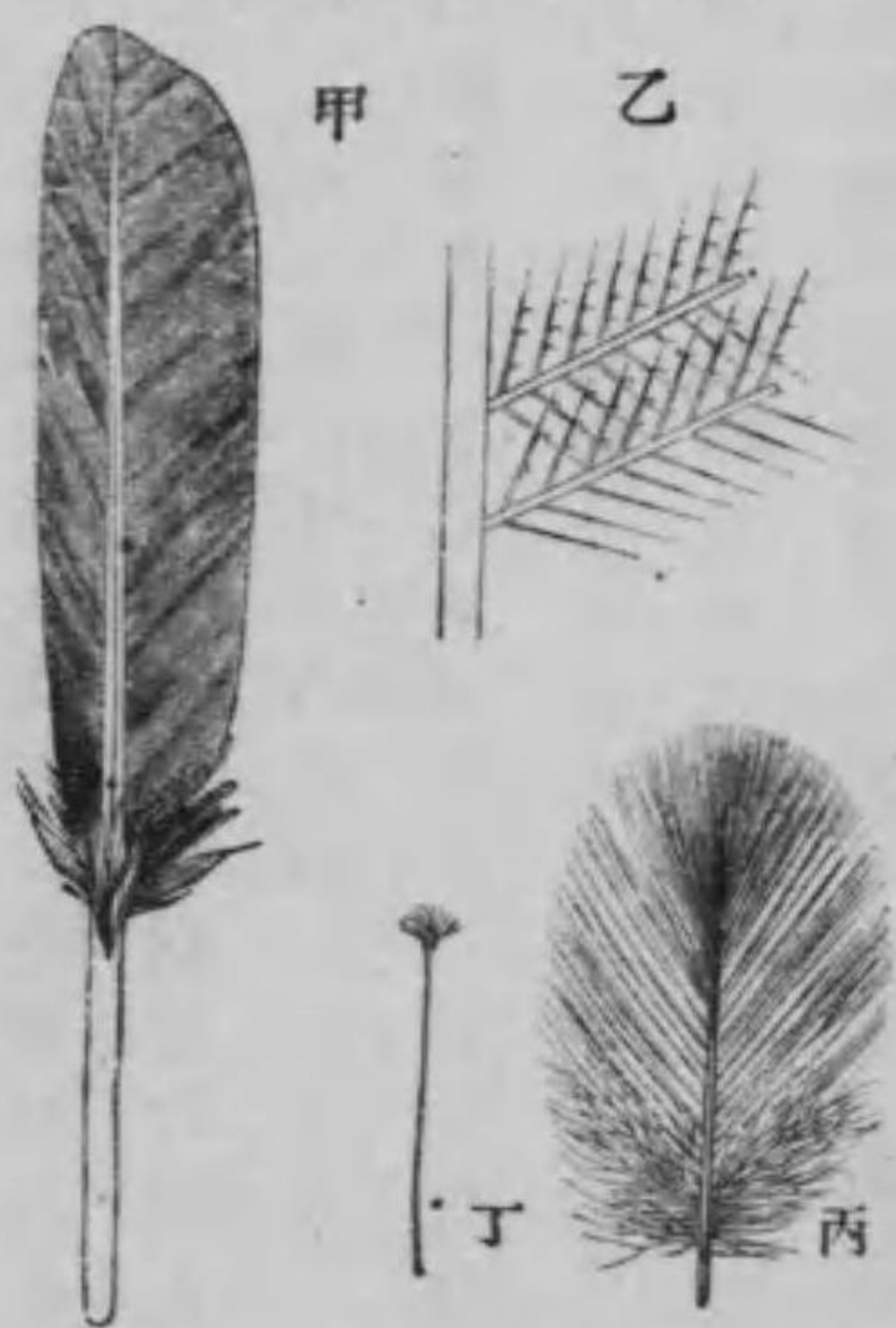
動物觀察の習練は既に略々出來て居るのであるから、此處では先づ問答に依つて大體觀察すべき要點を圖り、次に兒童各自に觀察せしめ、後更に之を整理する様にすればよからう。學校、又は學校附近に鶏舎あれば其の周圍に引率して形態習性を觀察せしめる様にするのは第一の方法にして、若し之れなくば剥製標本に依つて形態の觀察をなさしめ、習性については兒童各自は大體の要項に依つてもよりの鶏舎について自習せしめる様にするのである。

鶏は頭は割合に小さいけれども胴は肥大して居る。全身の羽毛には各様の色あり。又翼、翹毛羽の區別あつて翼は最も長く、巧妙なる構造を有し、飛翔の用に供



第七十四圖

(毛羽) 甲 大擴  
乙 羽  
丙 羽  
丁 羽  
ノ部一ノ羽  
羽毛



を被ひ且つ他の毛羽にかくれて居る。之等の三種の羽毛は何れも皮膚の角質層の變化したもにして獸毛などと同様の發生である。

肉冠は頭の頂のみならず喉部にも肉瓣となつて着いて居る。嘴は割合に短かく角質丈夫にして上嘴の先は鈎狀に曲がつて居る。兩顎の發達したもにして齒と認むべきものはない。兩側にある眼は横に開閉する白色の瞬膜をもつて居る。眼の後方羽毛中にかくれたる耳(耳殻を缺く)上顎のもとに開孔せる鼻孔等も共に觀察せしむべきものである。

頭の長きものほど其脚は長い。脚は丈夫にしてよく發達し、鱗にて被はるゝも

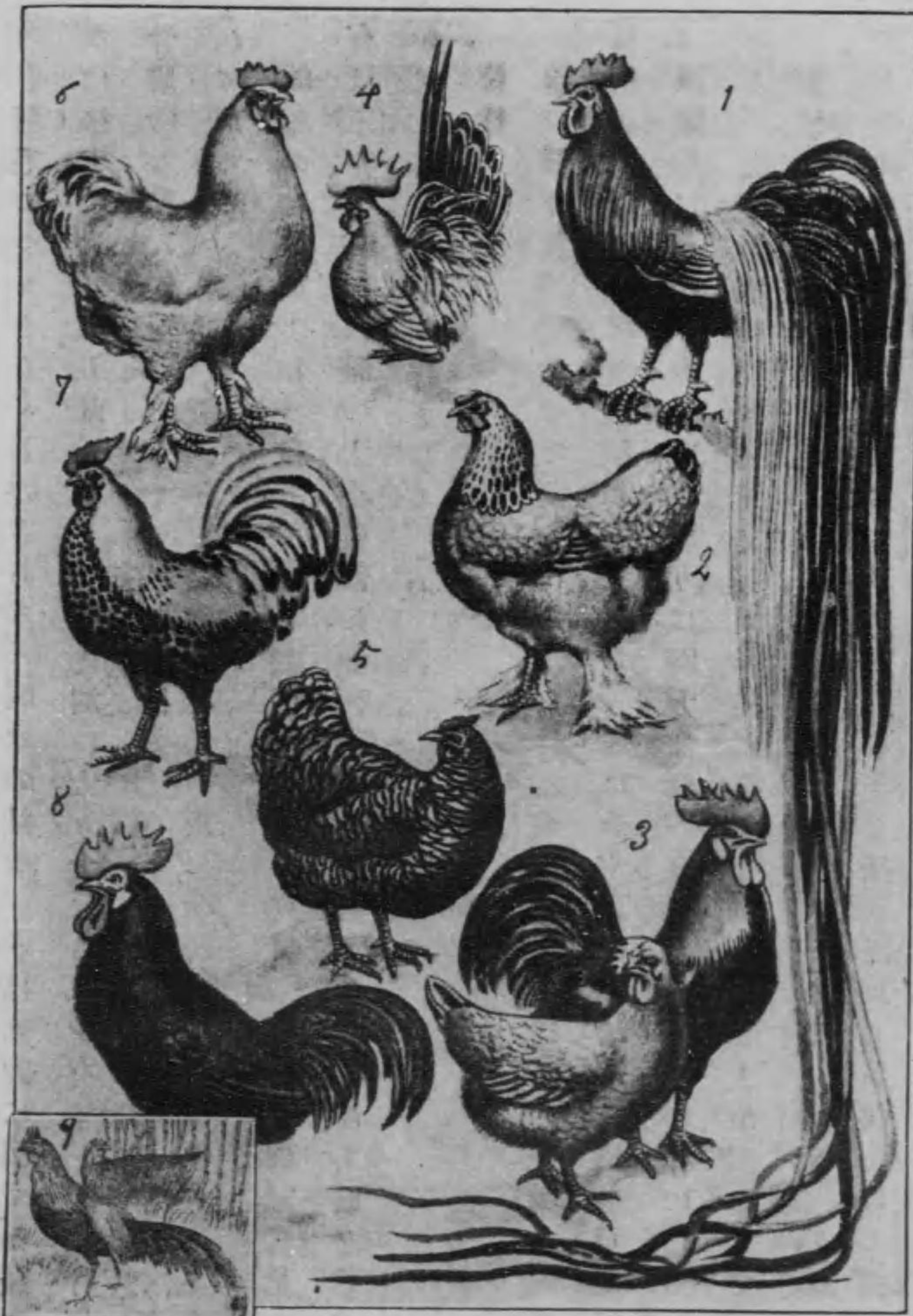
のと羽毛につゝまるゝものとある。四本の趾中三本は前方に出て、拇趾に當る一本は後方にある(第五趾を缺く)。各先端に太き大なる爪を有す。大腿骨短かく、脛骨腓骨も殆んど現はれない。跗骨と蹠骨と合着したる跗蹠骨のみ長く外に表はれて居る。

雌雄の相違、兩者相比較して之を表承せしむる様にする。(一)肉冠、(二)尾の羽毛の有様、(三)距の有無、(四)體の大小、裝飾の如何、(五)其他習性上の相違即ち時を告ぐる事の如何も著しき區別點となる。

習性

鶏の翼は體の肥大せる割合に短小なれば飛翔力拙く數間を飛ぶに過ぎない。又疾走の際に羽敲きをなす位である。之は全く人に飼はれた結果飛翔力の斯くは減退したものであつて代はりには脚力は愈々發達しよく歩む様になつたものである。之等適應の理は兒童をして容易に推究せしむることが出来るであらう。食物は米麥等の穀類、蟲類及び野菜にして嘴をピンセットの如く巧みに使用して之を捕食する。鋭き大なる爪は塵土などを掻き探がし、又嘴を以て掘り起す。鶏の食ふ砂及び骨片は砂囊内で食物を磨碎するため用ゐられるものであつて、





ン	ホ	グ	レ	3	マ	ラ	ア	2	鶏	尾	長	1
ン	チ	ー	コ	6	ク	ツ	ロ	ス	ウ	モ	リ	4
鶏			野	9	カ	ル	ノ	ミ	8	ク	ー	7

鶏が食物を丸呑みにすること、関連して考へ得られるであらう。土砂を溶びること、嘴の先きで尾端の脂肪腺より出る脂肪を羽毛に塗ること、雄鶏の闘争の有様などは、雌鶏の産卵孵化哺育と共に、兒童のよく目撃するところである。

種類

鶏は昔より人に飼はれて居たことは天の窟戸の記事を以ても推察することが出来る。牛馬と同様人に馴れ飼育容易である。野生のものは印度支那半島南洋諸島等の森林中にて見られ形態軍鶏に類似し飛翔は巧みである。

卵用種は、體形であつて舉動輕快、放飼に適し、就巢及び肥育の兩性を缺いて居る。レグホーン、ミノルカ、アングルシャン、ハンバーグ等は此の種に屬する。肉用種は、肉量多く、又産卵も甚だ少くない。體は重大であつて舉動活潑、柵飼に適し、就巢の念強く、又よく肥滿して居る。コーチン、ブラマなどは其主なるものである。

卵肉兼用種は、卵用種及び肉用種が夫々長所と短所とを併せ有するのに反して其何種にも偏せず、飼養して有利な鶏である。ブリモウスロック、ワイアンドット、オーピングトンなどは之れに屬する。



愛翫用種は主として愛翫に供するものなれば實用的價值が少い。ちやば、長尾鶏、ポールランド、ゲーム等は之れに屬する。

以上の種類を示すに其實物標本に依ると、又掛圖に依るとを問はず、形態を異にする多くの鶏を大體如何様に類別されるかを問答して其用途を推究せしむることが出来る。例へば

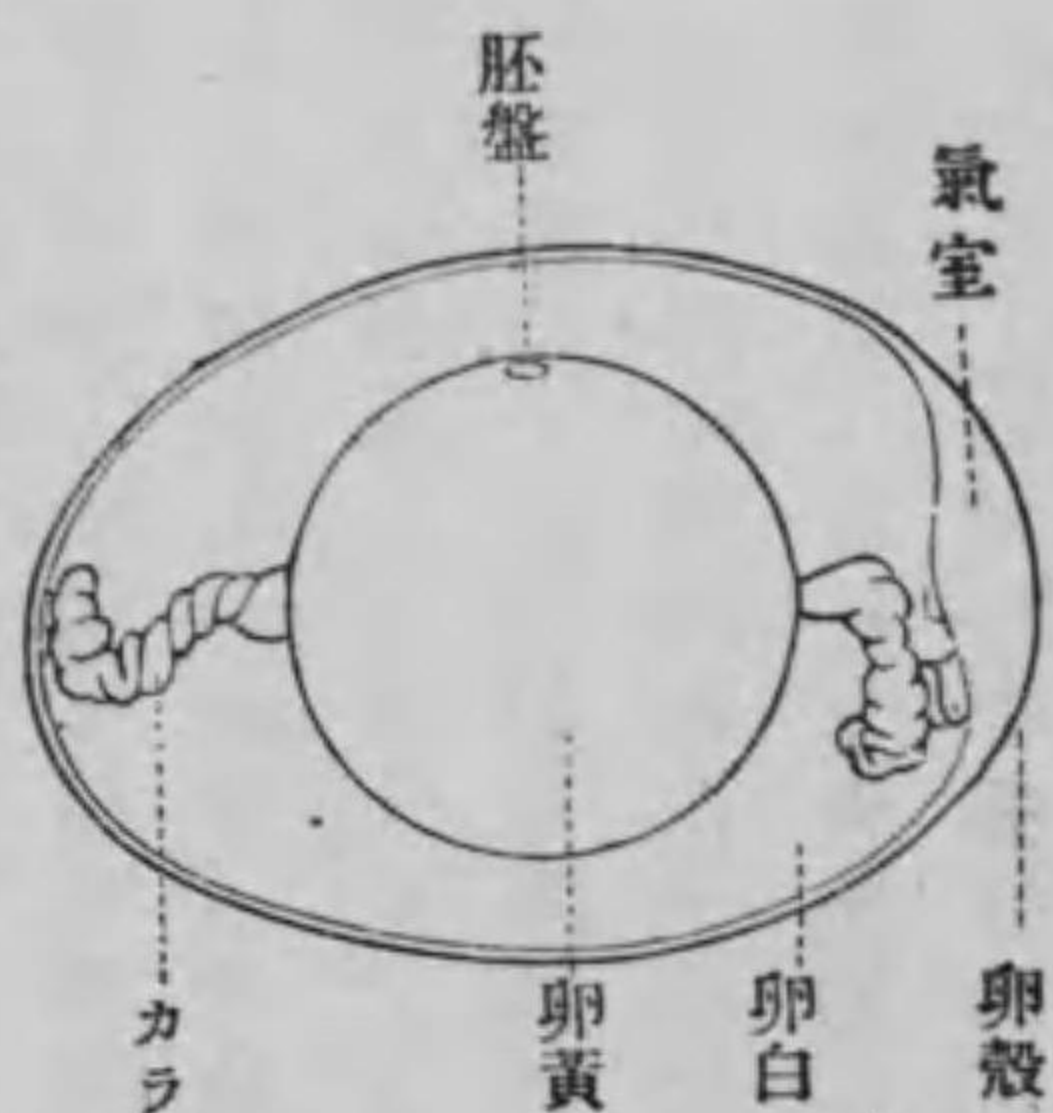
- 一、體の割合に瘠せたもの……卵をとるもの 例
- 二、體の割合に肥え太つたもの……肉をとるもの 例
- 三、體の中位のもの……卵と肉をとるもの 例
- 四、綺麗なもの……観て楽しむもの 例

の様に類別せしめることは容易であらう。斯くして更に其種類の依つて來た所以即ち人為淘汰の事について朝顔や菊などと比較し、更に牛馬や鳩などを引例して明かにして置くことが必要である。尙ほ將來について改良工夫の必要あること、其れが可能であることを考へしめるのである。

卵

卵の内部を調べるには、生卵を割つて水を入れたコップ又は茶碗に靜かにおと

したものに依るのが便利である。此外茹卵を準備したいものである。

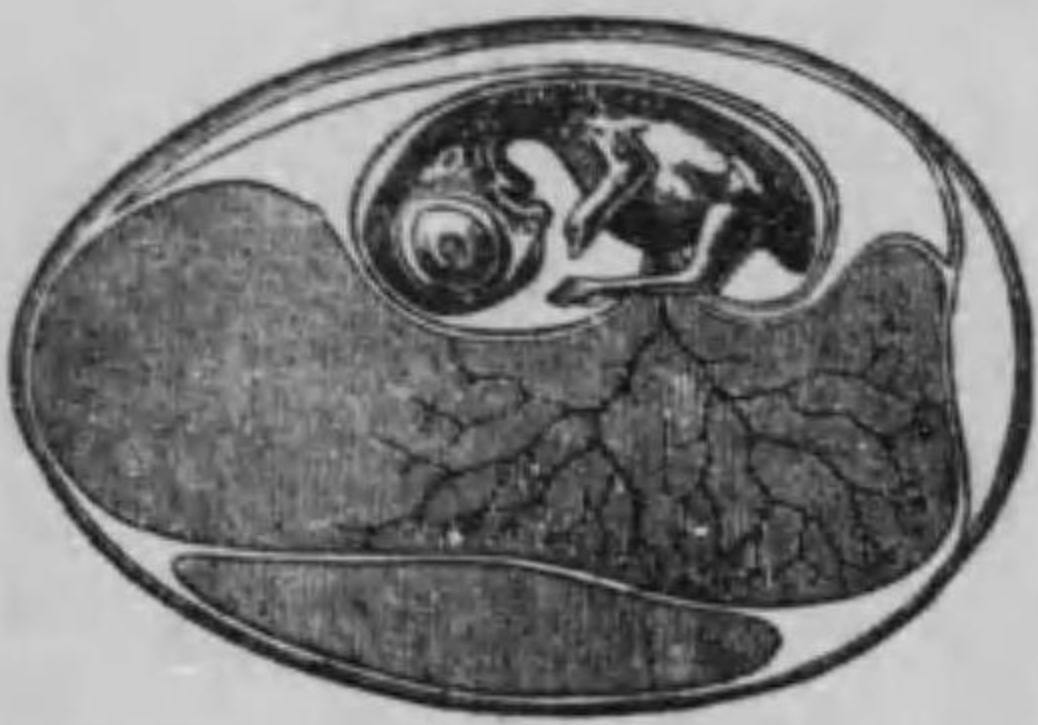


卵の外殼は硬くして石灰質よりなり、方解石の教授の際に知らしむ、内部を保護する。殻を水中に入れて各所より氣泡の出づることにより微細な孔の多く存することが知られる。此孔よりは胚の呼吸に必要な空氣が流通する。白色の薄き卵殻膜も保護の用をなす。鈍頭部にある氣室は茹卵に於てよく見られる。

卵白は無色透明にして卵黄と共に胚の養分たると共に卵黄を保護する。卵黄は黄色球形にして卵黄膜に包被せられて居る。左表は卵白卵黄の成分を示したものである(百分中)

	水分	蛋白質	脂	肪	無窒素有機物	灰	分
卵白	八五、五〇	一二、八七	〇、〇	〇、二五	〇、〇	〇、七	〇、六
卵黄	五二、〇三	一六、二三	三、三元	〇、〇	四、八	一、〇	一、〇

第七十六圖





カラザ(蛋白紐)は卵黄が輸卵管を通過する際、蛋白の一部が凝固して出来たものであつて、卵黄を中央に位置せしめる作用をなす。胚盤(胚點)は俗に目と稱するものであつて、常に上方にあるは卵黄の下部が重いからである。

時間に餘裕あらば卵の腐敗せるや否やを知る方法(透視すること、振つて見ること、食鹽水に入れて見ること)、人工孵化法並びに發生の大體(標本を知らしめたいものである)。

### 教授上の問題：統一的取扱

動物と植物との間には生物界通じての共通なる現象があつて、其間に歸納し得られる有機的法則がある。生物は其法則の支配のもとに各生活を全うし、各種の生活現象を表現して居るのである。之等の普遍的有機的法則は、動物と植物とを夫々取り離して無關係に取扱つたならば眞に之を了解せしめることが出来ぬ。例へば動植物の營養發生、成長、繁殖、枯死等の諸現象乃至は適應、競争、淘汰、節約、分勞等の諸事項等は共に生物界通じて考へらるべきものである。更に具體的例證について言へば、鶏の卵の構造及び發生を教授するとすれば同時に柿の種子の構造、發生と關係せしめることに依つてそこに生物界通じての面白き眞理が発見せら

れるであらう。即ち卵の殻と膜とは種皮に相當して何れも内部を保護する器官なる意味に於て同一である。又卵黄蛋白は胚乳に相當し胚の成長して自營の出来るまでの養分として親動物又は親植物が残して置いたことは同様に考へられる。而して兩者に胚ありて成長の後親の如くなる次代の後繼者と見ることが出来る。即ち生物の繁殖發生に於てそこに面白き比較統整が出来る。既に柿の種子について教授してある以上茲に卵を授くる際必ず相連絡統合すべきものであらう。植物と化學、化學と物理、生理と化學、物理、礦物と化學等、之は何れも専門の廓内にあつて他を顧みずに獨立して眞に了解することの出来ない場合が少くない。若し最も科學的にいへば、動物植物のあらゆる現象は結局細胞の現象に歸し、細胞の表はす諸現象は之を組織する元素の作用にして、更に追窮すれば原子電子の物理現象に歸一するといふ事が出来る。素より小學校に於ては斯の如く極致の説明を必要としないけれども、理科書に記述されてある如き専門的獨立的にして統合せられない記載を其儘提げて教授に臨むことは、所謂普遍的認識をなさしめ智識をして統一的擴張をなさしむる所以ではない。統一的取扱は前述の如く教授の始終に互りて顧慮すべきではあるが、特に復習概括を此立場から具案



的に攻究することが出来る。

### 第三十八章 鴨

#### 教材選擇の趣意

鴨の形態習性を授くることに依つて一般水鳥生活の大要を知らしめ、游禽類の特徴を明かにする。即ち鴨及び其他の水禽類が如何に水上生活に適應するかに注意せしめ、鶏の陸上生活並びに燕の空中生活と比較考察せしめるのである。候鳥については既に燕に於て了知して居るけれども、鴨は秋來て春去ることは燕と反對にして却て興味あることであらう。(燕去雁來)

鴨には變種あれども(我國には凡て三十餘種あり)茲には最も普通な**まがもあをくび**を選ぶをよしとする。若し之を得られない場合は**こがも**又は**鶩**を代用すべきである。

#### 準備

【見】 鴨の雌雄の剥製標本。

【教】 鶩雁等の水禽類の標本、水禽の生活の有様を示す掛圖、鴨の北地に於ける構

巢の有様を示すもの。

#### 教材の解説及び取扱方

本教材に於ては形態と習性とを密接に關係づけて考察せしむべきである。鴨の習性は豫め實地に觀察せしめる機會があれば申分はないが、若し之れなき時は鶩の生活の有様特に運動法及び捕食法についてよく觀察せしめなくてはならぬ。鴨の生活の有様は詳細に描ける掛圖に依るより他に方法はあるまい。形態と生態との教授の順序は理科書にある様に形態を終へてから習性を纏めて授ける様な方法よりも、習性から形態、形態から習性といふ様に互に關係しつゝ進めて行く方が適切であらう。水上生活をなすことや候鳥であることは略知つて居るのであるから特に之を後にまはして纏める様な必要はあるまい。

#### 棲む所(去來)

鴨は寒冷の氣候を好み、西伯利北海道等に棲み群居す。冬季は本土に飛來するけれども夏季は北地に歸り、河沼池の間に棲み、水邊の叢間に巢を構へて産卵する。巢は水草の莖を組み合はせ、柔軟なる木の葉、羽毛等を敷き其中に五個乃至十個の卵を産む。一ヶ月位にして孵化する。卵を抱くや叮嚀にして雛を愛すること甚



しく、相集つて游泳飛翔の方法を教ふることに極めて親切である。鴨が季節に従つて新く去來するは、候鳥として生家たる古巢を愛する本能に基くといへども、亦寒暖適良の地を好み、且つ適當の食物を得んがためであることも其原因となつて居るであらう。去來の際は群をなし、人文字形に整然たる雁行をなすことは月明の夜によく目撃する所である。先頭に立つものは最も強壯なものであるといふ。

羽毛

雌雄に依つて異なる。雄は美麗にして頭及び頸は、暗綠色を呈し、光澤あり、反射光線にては青綠色に見える(遊色をなす)。頸の中央には白色部あつて環狀に頸をとりまき、胸は栗色である。雌雄共に羽毛の下には軟羽毛(翻密生し、極寒の候水上にてもよく寒さに堪へることが出来る。標本について胸腹部から背の邊を撫でゝみると密生の有様を知ることが出来る。尾部の脂肪腺からは多量の脂を出し、嘴を以て絶えず羽毛に塗つて居るために羽毛は整へられ、水をはちくためによく乾かし常に光澤がある。水の抵抗を減ずる點から見ても便利である。

全體

胴は太く卵形にして稍扁平である。腹部は龍骨狀に突起し舟底の如く、よく水

の抵抗を減ずることが出来る。

頭は丸く尾は比較的短小にして、頸は長く屈伸自由である。泳ぎながら水中に

没して食餌を捕へるに便利である。

嘴の形質と食物

嘴は筥形扁平にして長大である。上嘴は其先端に於て少しく下方に彎曲してゐる。嘴の先端は角質であるけれども他は全部柔軟なる蠟膜にして觸感極めて鋭敏である。泥中の種實を捜し求むるに適して居る。兩縁に細齒狀の缺刻あるは、食物のみを口中に残して水を流出せしめるためであることは猶ほ鯨の鬚の如くである。

圖七十七第



圖八十七第



脚翼と運動法

遠距離に飛翔するものであるから猶ほ燕の如く體の割合に翼は長大にして飛翔力は強大である。脚は重心をはなれて體の後方に着く。之れ全く游泳に便せんがためにして猶ほ舟の艫の後方に着いて居る様なものである。二本艫にて進行する舟を高さ所より眺めると鴨







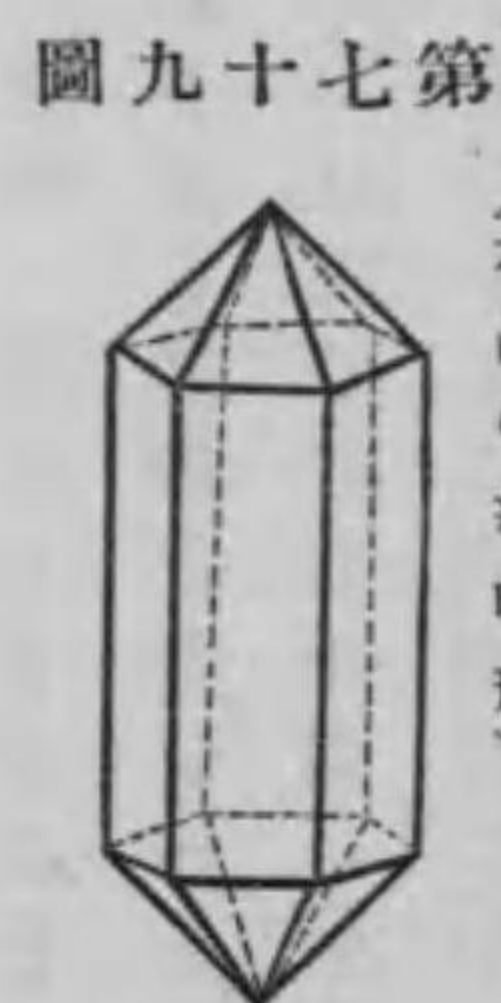
前理科書には兒童のまのあたり目撃する土より入り、其もとをなす岩石について知らしめ、更に造岩礦物に入り、金屬礦物を調べ、最後に單一なる礦物よりなる石灰岩に終つたのである。然るに修正理科書では第一學期の初めに土について簡単に授け、礦物岩石の材料に至つて非金屬礦物なる水晶に依つて礦物研究の基礎を知らしめ、之と連絡して金屬礦物の黄鐵礦を調べ以つて結晶礦物の如何なるものなるかを一層明かにし、進んで方解石を學ぶことに依つて礦物鑑定の方法を知らしめる。石灰岩は單一なる礦物より成る最も普通な岩石にして、方解石と共に一教材とし、最後に數種の礦物より成る花崗岩に及んで居る。花崗岩では造岩礦物の長石・雲母について授け、礦物と岩石との意義を明かにすることになつて居る。

【兒】 水晶の結晶、結晶の模型、石英、瑪瑙、ガラス板。

【教】 各種の水晶、晶簇、玉髓、燧石、ガラス棒、燧金(鋼)、アルコールランプ、石英の加工品、水晶産出の状態を示す掛圖。

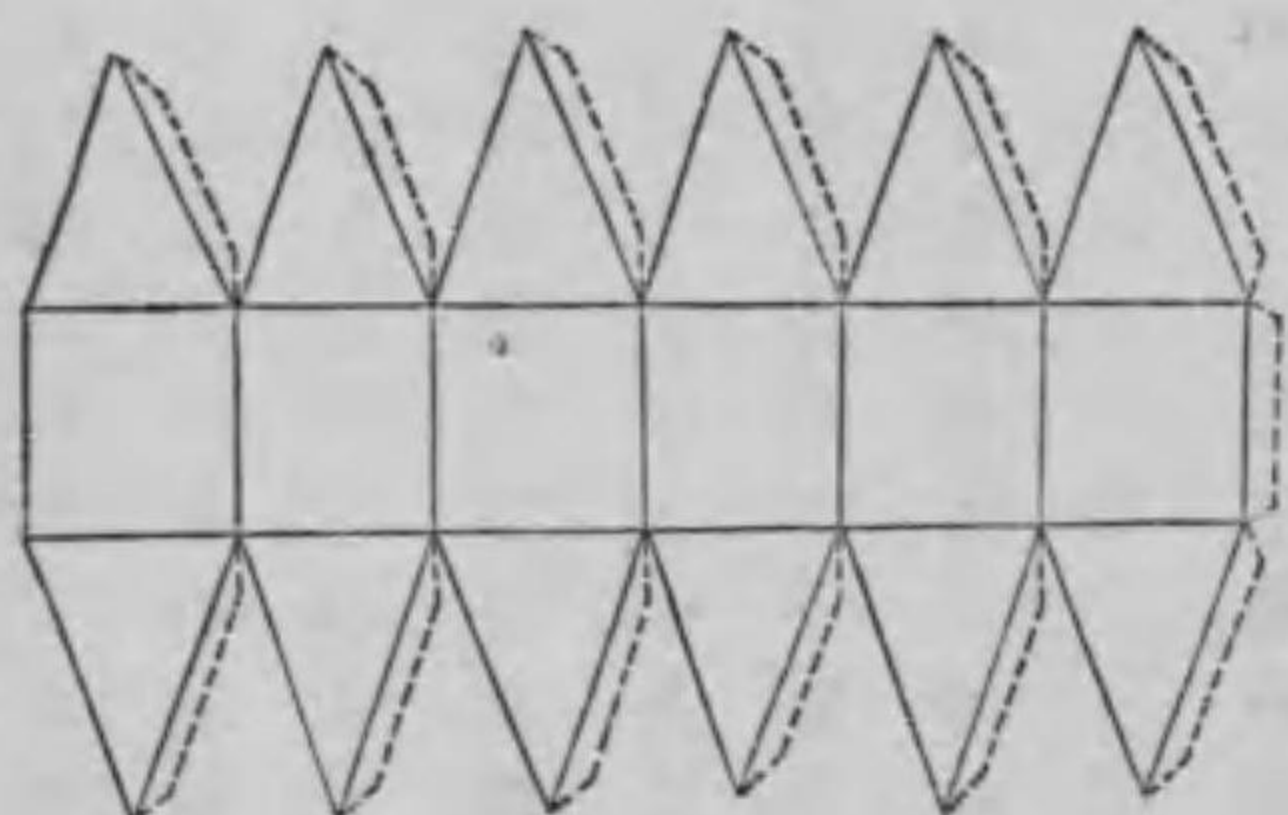
教材の解説及び取扱方  
結晶

水晶は俗に六方石と稱し、其結晶は六方晶系に屬して居る。六角柱と六面錐の聚形最も普通にして、單獨なるものもあれば、双晶をなすものもあり、又晶簇を呈するものもある。普通得らるる水晶には上圖の如く正しく同形の面の表はるるもの少ければ、其面の數を誤算することがある。之れ面の發達の如何に依るものなれば、成るべく正しき結晶について調べしめ、且つ圖



圖九十七第 (水晶の結晶形)

圖十八第 (型切型模晶結晶水)



に示す結晶模型の切型(擴大して)に依り畫用紙の如き厚紙等にて正しき模型を造りてよく之を會得せしめることが必要である。此の模型は豫め造つて置いたものを示す許りでなく、上圖の如きものを擴大謄寫して配與し夫々家庭等にて造らしめることは最も興味あるものである。破碎せる面を見て結晶の面と誤認することあれば、縦の面の平行横線の有無に注意せしめることが肝要である。結晶とは礦物が幾個かび平面



にて圍まれた形状にして、其平面は天然一定の法則に従ふものをいふのである。水晶のみを示して結晶の意義を充分に知らしめることが出来ないから、他に黄鐵礦方解石の如きものを示して其意義を明かにするがよい。

水晶は玻璃光澤を有し、其純粹なものは無色清澄にして眞に水晶の名に背かないものがあつて硝子と容易に區別することが出来ない。特に其加工品たる印材又は簪の玉等に於ては一見しては殆んど見別けがつかない。此點に着眼せしめて水晶の硬度、熔融度、熱の傳導度、光の屈折、反射等礦物鑑定の基礎を知らしめるのである。

#### 水晶の性質：水晶と硝子との區別(硬度、熔融度、舌感等)

硬度 水晶の硬度は七にして硝子(又は鐵)を摩し傷つけることが出来るけれども、硝子にて水晶に傷つけることが出来ない。兒童實驗の際水晶の面に白條の現はるゝを以て硝子のよく水晶に傷つけ得る者と誤るものあれば、其白色の粉末を拭ひ取らしめなくてはならぬ。又脆さと硬さとを混亂する恐れあれば豫め注意すべきである。硬度の實驗には觀察材料の結晶稜を使用して之を破碎することもある。

礦物の硬度の標準として普通モース氏の定むる硬度計に依る。即ち滑石一、石膏二、方解石三、螢石四、燐灰石五、正長石六、石英七、トパーズ八、鋼玉九、金剛石十とし數の大なるもの程硬い。但し之は該礦物の眞の硬度を示す數ではない。爪の硬さは二と三との間、銅貨は三、鐵釘は四と五との間、ガラスは五と六との間、小刀の刃は六と七との間、鋸は七と八との間であれば普通に之等を以て代用することがある。兒童には硬度を特に數字にて知らしめる必要がないけれども前述の代用品との比較を明かにして置くことは後に授ける礦物についても同様に必要である。

熔解度 酒精燈の焰にて硝子棒を熱すれば次第に熔融して軟になるも、同じ焰にて小さき水晶を熱するに水晶は少しも熔けない。吹管を以てするも容易に熔けない。之等の實驗は實驗訓練の不行届なる兒童になさしめるよりも兒童を教師近くに集合せしめ、教師の手際よき實驗に依つて示すべきである。大なる水晶の結晶に吹管にて強き焰を吹き、當てる時は、之を片々に破碎することがあるから、成るべく小さき結晶か或は石英片を用ゐるがよい。又水晶は酒精燈の焰にて熔けないことを以つて直ちに水晶を如何に高温にて熱するも全く熔けないものであると思はしめるのは間違ひである。酸水素焰又は電氣爐を以てするときには石



英を熔融して石英硝子を造ることが出来る。

硬度及び熔融度は本鑛識別の重要な點なれども加工品については此方法に依ることが出来ない。依つて時間に餘裕があるならば次ぎの諸點にも注意せしめて置くことが肝要である。

舌感 硝子と水晶とを舌に觸れるときは水晶は冷かにして硝子は温かい。之は水晶の熱の傳導度は硝子より大なるがためである。此の實驗の際には手の温度等の影響しない様に注意しなくてはならぬ。

水中にての光澤 水晶はよく光を屈折反射する故に水中にては硝子よりも強き光澤を發する。

色 水晶の清澄なるものは無色なれども硝子の厚きものには多少の色が見える。

石英・水晶の種類瑪瑙等

玻璃種類の水晶、微晶質種の玉髓、瑪瑙、燧石等は之を總稱して石英といふ。石英の成分はSiO<sub>2</sub>にして多くの岩石の主成分をなし、地殻構成の主要鑛物である。河床及び海濱の白砂と稱するは多くは此の細末である。普通に目撃する鑛物中硬

度の大きなるものにして鋼と相打て火を發すれば、其硬さを以て他鑛物と容易に識別することが出来る。

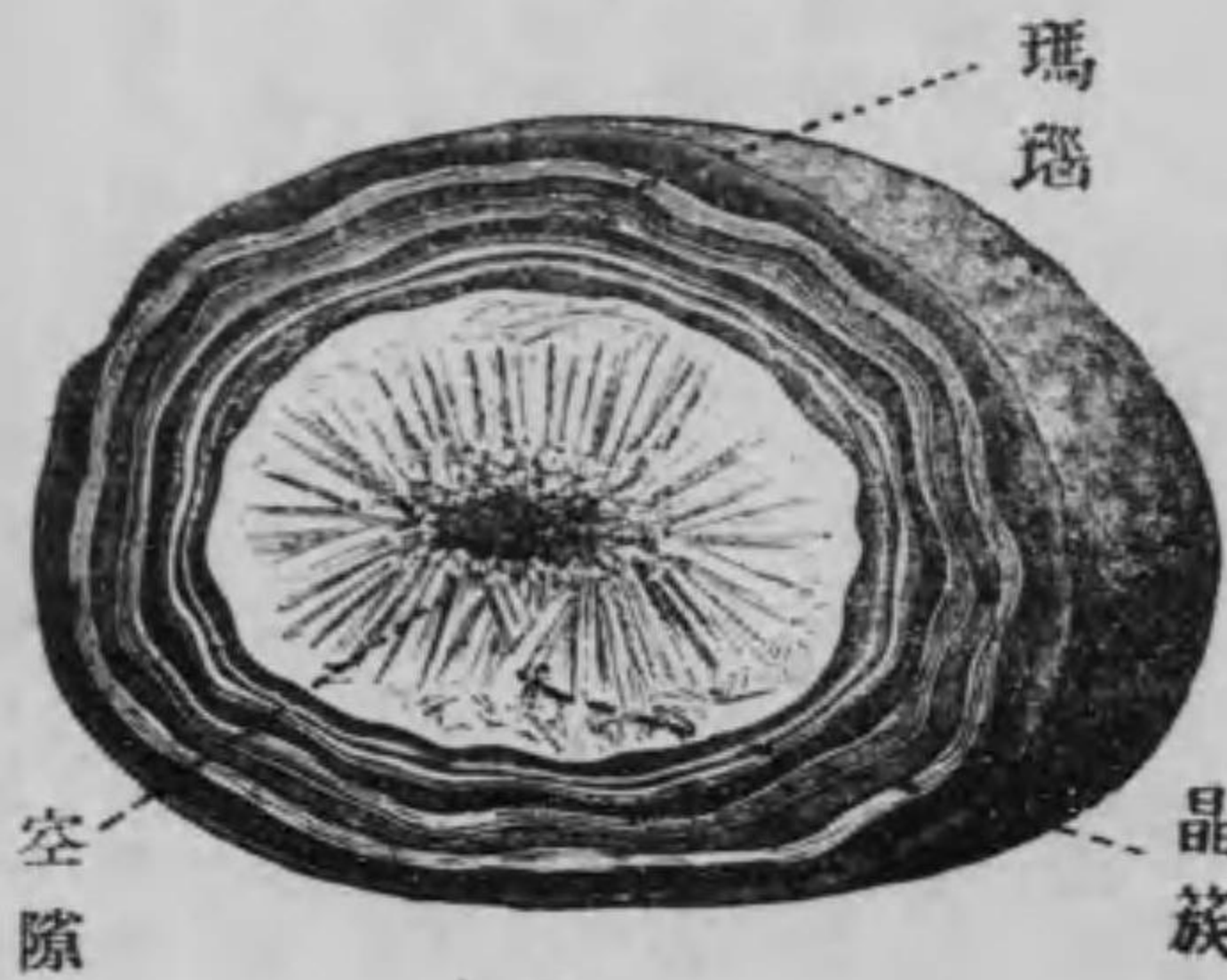
水晶には實に百數十種の晶形あれども亦其含有物に依りても多くの種類に分かつことが出来る。即ち無色透明の普通の水晶の他に紫水晶(滿俺を含む)、黒水晶(炭素物を含む)、煙水晶(少しの炭素物を含む)、黄水晶、紅水晶、乳白水晶等の各種の色を

晶簇

呈するものありて裝飾として貴ばれるものも少くない。又結晶の際他の鑛物たとへば綠簾石(綠電氣石、楊等)の細線をなしたものが含裏せられ、外觀草を入れた様に見える草入水晶がある。又液體或は氣體を含有する水入水晶、泡入水晶ともいふもある。

水晶は多く花崗岩中に脈狀をなして存在し、其空隙の間に晶簇をなして現はれる。凡て熔融體が漸次冷却して結晶をなす場合には空隙の存在が大切な要件である。水晶産出の状態

第十八圖





は掛圖並びに品簇標本に依つて示す。

玉髓は結晶の明かならざる石英にして一名佛頭石ともいふ。緻密塊状にして葡萄状鐘乳状をなして岩石の割れ目隙間などに存在する。半透明にして脂肪光澤を有し、白赤灰褐緑等の色を呈する。

瑪瑙は玉髓に多少の小結晶を交へたものにして白赤等の諸色重なりて縞状をなす。此縞は此の礦物が岩石中の隙き間に少しづつ沈澱して成る際に生じたものである。

燧石は白色又は暗灰色を呈し、半透明緻密にして著しき貝殻状斷口を有す、其破片に著しき稜を有するを特徴とする。碧玉、硅板石、硅華、猫眼石も共に石英に屬するものである。

#### 石英の用途

水晶は主に裝飾品となし、置物、飾玉を造る外或は印材となし、或は磨きて眼鏡のレンズとなす。瑪瑙は簪の玉、文具、釦として廣く利用せられる。凡て石英の美なる物は印材、文具、其他の裝飾品を造るに用ゐられる。石英の砂は硝子製造の主要原料となり、又之を熔融して高熱に堪ふる蒸發皿、ルツボ、フラスコ、試験管等を造る。

用途の教授に於ては其物の主要なる性状と關係つけて推究せしめることが必要である。即ち石英の如きは、其色澤の美麗なること、硬度の大なること、よく光を屈折・反射すること、熱に依る膨脹率の極めて小なること、高熱に堪ふること等が前述の諸方面に利用せられて居るのである。本課の如きは用途をさきに調べてから其性状を研究する様に進む方が兒童の心理に合體した教授であらう。

### 第四十章 黄鐵鑛

#### 教材選擇の趣意

黄鐵鑛は實用上からいへば現在に於て左程價値のなき礦物であるにも拘はらず一時間の教材として選擇したのには次ぎの如き理由が存する。

- (一) 金屬礦物なること。
- (二) 分布極めて廣く最も普通に存在すること。
- (三) 非常によく結晶し、且つ安價にて求め得らるゝこと。
- (四) 金、黄銅鑛等に類似して往々誤認することあれば、之等と區別する必要があること。
- (五) 其成分を容易に知らしめ得ること。



準備

【見】 黄鐵鑛の結晶、實驗用の黄鐵鑛、黄鐵鑛の粉末、條痕板又は其代用品、硝子板、水晶、試驗管、硬質のものを選ぶべし、酒精燈又は焔爐、結晶模型。

【教】 黄鐵鑛の他の結晶塊等、金又は砂金、鐵鏡、鐵板、黄銅鑛、金箔。

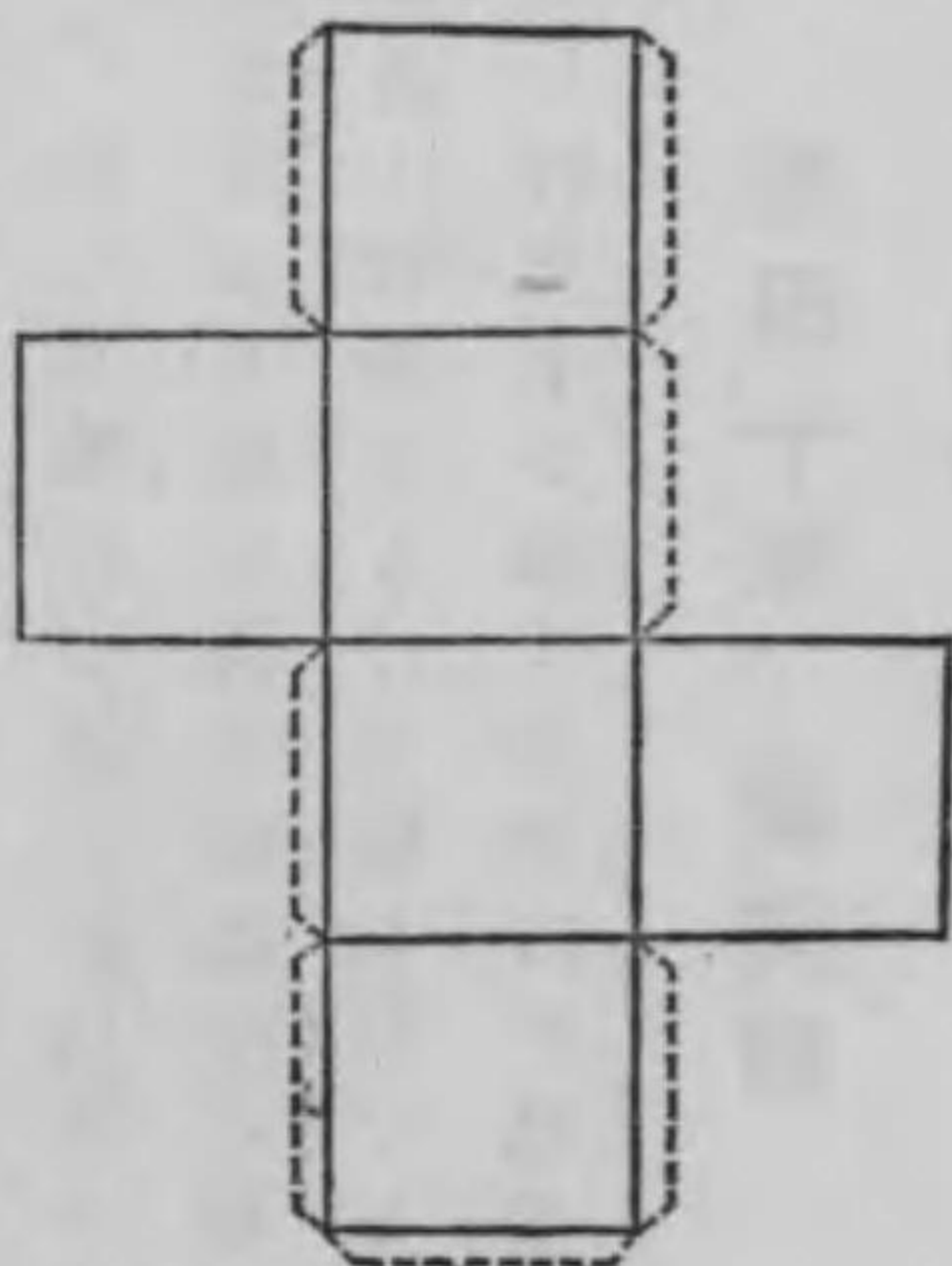
教材の解説及び取扱方

本教材は前時間に授けた非金屬鑛物の水晶並に他の類似の金屬と絶えず比較しつゝ調べしめることが肝要である。

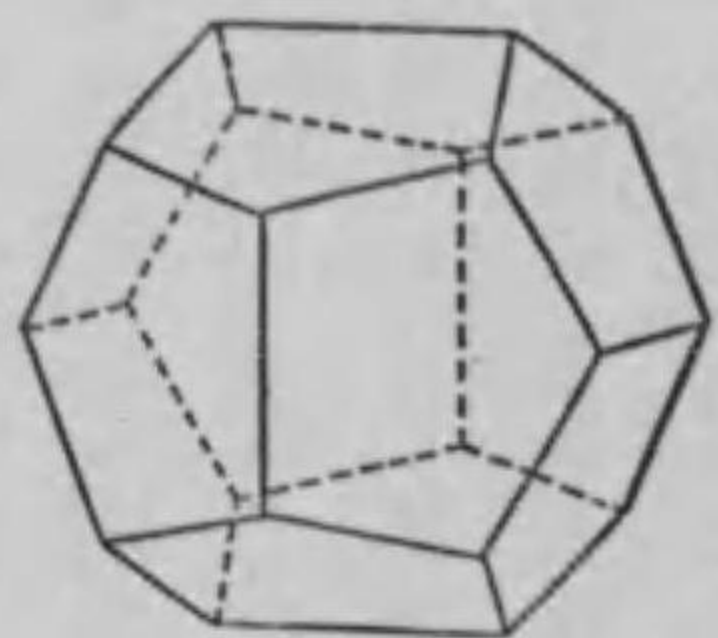
形状

黄鐵鑛は等軸晶系に屬し六面體立方體を最も普通として其他に五角十二面體等の結晶を見、大は徑四寸もあるものより小は顯微鏡的の微細なものに至るまで頗るよく結晶し非結晶のものは殆ど稀れであるといつてもよい位である。黄銅鑛の如きものゝ中にありても猶ほ

圖二十八第 (型切型模體面方)



圖三十八第



よく結晶する。六面體の面には三方向に渉る互に直角なる並行細線を見るのは水晶面の横線と同じく結晶面の動搖的連品である。此横線を以つて本鑛の特徴とする點に注意せしむべきである。結晶しない黄鐵鑛は緻密塊狀にして又球狀粒狀等のものを見る。

色光澤

淡黄色又は眞鍮色にして不透明である。強き金屬光澤を有し外見頗る金及び黄銅鑛に似て居る。而し本鑛は時々錆びて暗褐色を呈し、遂には全部褐鐵鑛にかはつて所謂假品をなすものがある。越中の立山等に於て多く之を見る。黄鐵鑛を金と區別するには其條痕色に依るのが最も明かである。金の黄色線なるに對して黄鐵鑛は褐黑色を呈し黄銅鑛は稍綠黒を呈して居る。之れ其細粉の色にして鑛物鑑定的主要なる方法なれば、必ず兒童實驗に依つて徹底せしむる必要がある。但し金の條痕色は教師實驗のみに依ることは材料の都合上止むを得ないであらう。條痕板の代用として茶碗の絲底又は其破面を利用してよい。

硬さ及び脆さ



黄鐵鑛の硬度は六乃至六五なれば之を以て硝子板に傷つけ得るも金にて傷つけることが出来ない。水晶に比し稍軟なれども鋼と打つて火花を發する。硬度の高き鑛物の一種にして黄銅鑛や金と容易に區別し得べく、古來火石 (Pyrites) の名がある。炭坑にては黄鐵鑛の摩擦打撃に依つて自然に發火し炭化水素等に移つて往々爆發を見ることがあるといふ。

黄鐵鑛の脆く碎けて細粉となることは之を鐵板上に置き鎚にて打てばわかる。之は教師實驗のみで可なるべく、又金の平たく打ちのばされることは金箔標本等を以つて示すことが出来る。

#### 成分：産出

黄鐵鑛は硫黄と鐵と化合せる二硫化鐵 (FeS<sub>2</sub>) にして、稀れには金又は銅を含有して居る。鑛物の成分を知らしめるには都合のよき教材なれば理科書に示す如く單に臭を發して燃えるといふことだけを實驗に依つて知らしめるに止めず、それが鐵と硫黄との化合物であつて一見金の如く見えるものも意外な成分より成つて居るものなることを明かにして置くことは容易であつて又肝要なことである。臭を發して燃えることは焜爐の火に投じて知られるが、又試験管(成る可く硬質の

もの)に入れた粉末を熱することに依つても知られる。此の時は其管口の内壁に硫黄の昇華を見るを以つて其硫黄なることが一層容易に知られる。管底に殘留せる黑色の粉末は即ち鐵である。鐵を含有することをよく知らしめんとするならば吹管にて炭臺上に熱して殘留せる磁鐵鑛を示すのが最もよろしい。けれども本時間内に於ては斯くしてまでも鐵の存在することを示す必要もなければ、亦其餘裕もないであらう。

黄鐵鑛は接觸鑛床其他の鑛床中に産出し、又普通の岩石中殊に結晶は岩中に多く表はれて恰も金粒の點在する如く見える。

#### 用途

黄鐵鑛よりは硫黄を取り又之を硫酸綠礬・紅礬等の製造原料となす。

黄鐵鑛は人造の硫化鐵よりも一原子の硫黄を多く有する故に之より容易に硫黄を取ることが出来る。硫酸は黄鐵鑛を熔鑛爐で焼きて生ずる瓦斯を別室に導き凝固せしめて造るのである。黄鐵鑛を生木を以て蒸焼する時に硫酸鐵即ち綠礬が得られる。之を窯中で焼く時は綠礬は酸化して赤色となる。之を粉碎して更に窯中に焼き然る後之を水篩して乾燥せしめたらば美麗なる紅礬が出来る。



黄鐵鑛は之を壁に入れて塗り、又其多くの銅及び金を含有するものより夫々銅金を採ることがある。硫酸製造に用ひて生じたものを酸化鐵となし、之を製鐵の材料に用ゐることがある。而し硫黄を取り去ることが困難なるため、現今の冶金の進歩にては製鐵の原料とすることが六ヶ敷い。以上の如く黄鐵鑛は其用途の僅少ななるものなれば、之を以て有用鑛物として取り扱ふことが出来ない。只他の有用鑛物と誤まらざらんことに注意せしめなくてはならぬ。而し冶金術の進歩はやがて黄鐵鑛を有用なる製鐵の原料として、廣く國家及び人類に貢獻する時期の到達せんことを暗示して、興味を喚起し研究心を鼓吹することは更に本教材を生かす取扱方である。

水晶及び黄鐵鑛は夫々非金属鑛物及び金属鑛物の代表的鑛物なれば本時間内又は課題として兩者の主要なる性状の結晶色、光澤、硬度、熱に對する有様等を比較整理し表示せしめることも有效であらう。

#### 第四十一章 方解石・石灰岩

##### 教材選擇の趣意

水晶によく似た非金属鑛物にして而かも造岩鑛物として最も普通なものは方解石である。故に其形狀性質を比較して類似鑛物の鑑定の基礎的事項を授けることは重要なことに屬する。又石灰岩は最も普通にして其用途の極めて廣く、殊に化學工業上一日も缺くべからざる有用岩石である。尙ほ單一なる造岩鑛物より成る點に於ては次ぎの花崗岩と比較して一特徴あるものと見なければならぬ。

##### 準備

【見】 方解石の結晶、石灰岩、大理石、石灰、硝子片、小刀、小さき水晶、石英片、鐵鏈、結晶模型。

【教】 各種の結晶形の方解石、鮫石、鹽酸、試験管。

時間の初めに焔爐に起したる炭火中に石灰岩片を入れて置く。

##### 教材の解説及び取扱方

水晶と黄鐵鑛とに引き續いて方解石を教授することは同質教材の連絡上極めて自然的であるけれども、實驗材料としてこの方解石を多數に得難いといふこと、方解石としては兒童の經驗比較的狭いといふ理由に於て石灰岩の教授から入ることの却つて成功する場合が少くない。即ち石灰岩は石灰と關係して兒童の最



もよく知れるものであるから、先づ石灰岩の用途と其性状産出の事につき學ばしめ、其石灰岩はどんな鑛物がより集まつて出来て居るか、その粗粒なものを(大理石)打ち砕いて檢せしめ、以つて小さき結晶鑛物即ち方解石から成り立つて居ることを發見せしめて、これから方解石の形狀性質の教授に移るのである。而し次ぎには便宜のため理科書の順序に従つて解説する。

結晶

方解石につきては古來各種の研究行はれ、鑛物の結晶其他の物理性は實に方解石の研究に依つて起つたものが多し。故に方解石の歴史は鑛物學の歴史とまで稱せられて居る。方解石の結晶は六方晶系に屬し其形の多きことは水晶以上にして實に二百數十種に及んで居る。其中鱗寸の箱を押しゆがめた様なものは最も普通のものにして平行四邊形をなす六個の面に圍まれた斜方六面體又は菱面體である。此外三目錐の如く尖れる楕形十二面體、犬牙方

圖 四 十 八 第

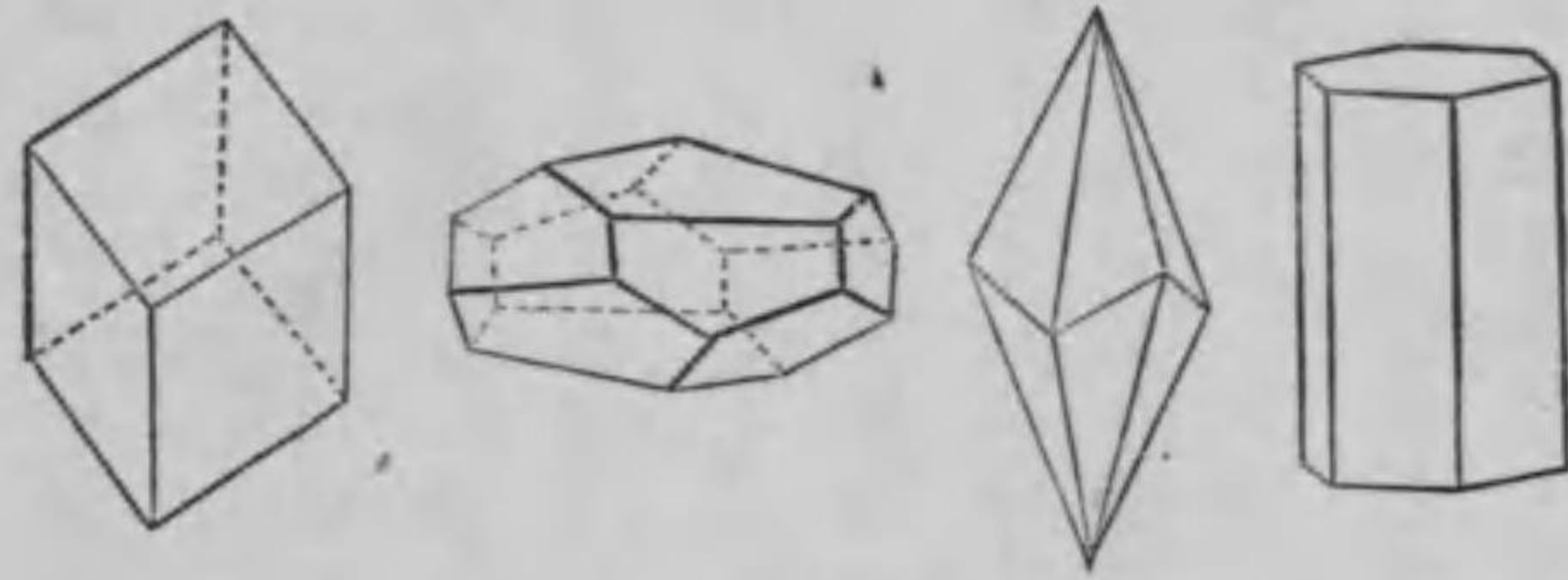
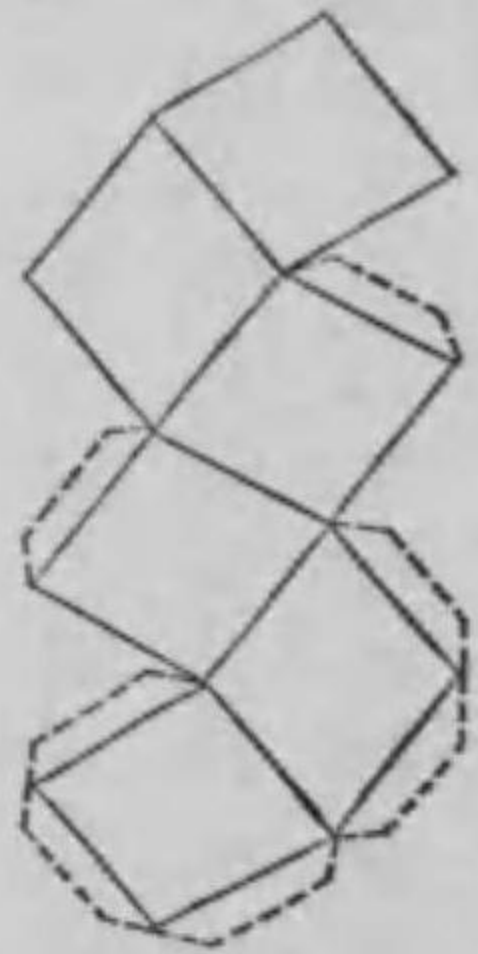


圖 五 十 八 第



解石あり。又鋌の頭の如く扁平なるもの、水晶の如く柱狀をなせるものもある。之等の結晶の中菱面體を主として授け、其結晶形の言ひあらはし方は矢張り鱗寸の箱に比較して正しく寫生せしむべきである。

方解石を鋌で打つ時は其質脆く常に互に百五度五分をなせる三方向に従つて割裂する。如何に微細に破碎するも同様に方解して其劈開は完全である。之れ本鑛の最も特徴とするところにして水晶や硝子の破片に於て見られない處である。粗粒の大理石を得る時は實驗材料として夫々兒童に檢せしむることが出来る。

色澤

純粹なものは無色又は白色にして不純なものは黄赤褐色である。玻璃光澤にして其劈開面は眞珠光澤を有し美麗である。透明にして美はしきものは特に氷州石と稱して二重屈折をなすを以つてよく知られる。此現象は光線が方解石に透入せば常光線及び非常光線に分解するに依るものにして、他の多くの鑛物に於ては兩光線の距離相接するに依り方解石の如く肉眼を以て明かに認むることが



出来ない。此の理由を知らしめずして只其現象を観察せしめることは興味多くして斯かる靜的の鑛物教材を面白く取扱ふ所以であらう。

#### 硬度

方解石の硬度三なれば硝子及び水晶よりも軟かく小刀にても容易に傷けることが出来る。普通に白色又は透明の鑛物として水晶か方解石か、或は石英塊か石灰岩か其認定に苦む際最も手近に小刀を以つて傷つくや否やを檢すれば容易に知られる。

#### 成分 稀鹽酸に遇へば泡を出して溶けること

方解石の成分は炭酸カルシウム( $\text{CaCO}_3$ )なれば酸に遇つて炭酸瓦斯を發生する。此性質を利用して水晶の如き類似鑛物との鑑別をなすのである。即ち方解石石灰岩の小片を稀鹽酸中に入れると、炭酸瓦斯を發生して鹽化カルシウムを生ずる。此ものは水に溶くるが故に絶えず鹽酸と方解石との接觸を保たしめる故に稀鹽酸のある間は絶えず溶解して炭酸瓦斯を發生する(第五十五章炭酸瓦斯参照)。此實驗は兒童に此種の實驗訓練が出来て居り、且つそれだけの餘裕があれば兒童自らに行はしむべきであるけれども、然らざる限りは、教師の大仕掛にして顯著なる

實驗を示すがよい(兒童を近くに集む)。水晶との比較は固より必要であるが、更に卵の殻や貝殻についての實驗も附加して方解石と水晶との區別を明かにし、且つ卵の殻や貝殻の石灰質よりなることを示したい者である。發生する瓦斯中に燐寸の火を入れる時は直ちに消ゆる事に依つて空氣にあらざる他の氣體(炭酸瓦斯)なることを知らしめてよいことを明かにし後の炭酸瓦斯の教授の豫備とする。

#### 石灰岩

方解石又は之と同質の物の集りにして灰色のものが最も普通である。炭素を含めば黒く、鐵を有すれば赤く、綠泥石等の硅酸苦土のあるものは青い。石灰岩は廣く地上に存在し、或は岩石の成分となり、或は鑛脈中の脈石となり、又は溫泉中に沈澱して居る。之のみにて數百尺乃至數千尺の大なる山を構成して居ることがある。石灰岩中には水に溶解せる石灰分の沈澱より成れるものもあるけれども、多くは、水産動物の遺骸の堆積せるものにして、而かも此遺骸の多くは破壊せられ又は再び溶解せられて原との形態を留めず、稀れに化石となつて表はれる位である(成因については尋常六年にて教ふる機會あり)。石灰岩は炭酸を溶解せる雨水、地下水等に溶かされて往々大なる洞窟をなすことはよく人の知れるところである。



## 石灰岩の種類

大理石は結晶質石灰岩にして粒状構造をなし通常雪白色を呈して居るものといふ。寒水石と稱するのは即ち之である。又極めて緻密にして諸種の色彩斑紋を表はし、磨面に美觀を呈する鮫石の如き類をも普通に大理石と稱する。

石灰岩には塊状をなせるもの最も多く、他に纖維状のものもある。又淡黄色にして等質塊状なる石版石あり、白色土状にして黑板に字を書き得る白堊あり、英佛に多し、普通の白墨は石膏である。小球状のもの多數集まつて出来て居る繡状石灰岩もある。溶液の沈澱に依つて出来たものには鐘乳石、石筍の外温泉に見出される石灰華もある。

## 石灰岩の用途

石灰は化學工業の原料として實に廣く用ゐられ、粘土と相並んで人類に至大の貢獻をなすものである。先づ石灰岩は之を焼いて生石灰となし、更に水を加へて消石灰として夫々利用するのである。石灰を焼くには拳大の石灰岩片に無煙炭末又は木炭を混じ、之を耐火煉瓦にて築いた石灰爐中で煨焼する。然る時は炭酸瓦斯を放出して酸化カルシウムとなる。遠足の際などには是非石灰窯を見學せ

しめなくてはならぬ。普通の大仕掛の石灰窯に石にて築き上げ、其中に石灰岩を積み重ねて下方から薪を入れて之を焼く。下方のものが十分に焼けた頃に火を引く時は石灰の冷却收縮のため、焼けたものだけは下方に落ち、上方のものは代はつて下がつて来る。次ぎには上方に亦新しき石灰岩を入れ、再び下方に火を入れて繰返すのである。教授の際は時間の初めに於て焜爐に炭火を盛に起し、之に薄い石灰岩片を入れて置くと終る頃に生石灰となつて居る。其冷えたものに水を少量かけると熱を發し水蒸氣を出して崩解し消石灰となる。

石灰は肥料消毒用として、漆喰、セメント等の原料となるはいふまでもない。石灰岩を炭酸の原料とするには石灰岩を粉末にした所謂石粉に硫酸を注ぐ。白色の顔料となすには石灰岩の粉末を用ゐるのであるが、歐米では一般に白堊を用ゐる、我國では牡蠣灰を胡粉として用ゐる。

酸を中和する安價なるアルカリには石灰岩を含有して他に適當なものはない。即ち硫酸其他の有害の酸を中和し、又製鐵製銅の際石灰石を投入し硫酸と化合せしめ、鑛滓となして之を除去する。但し製鐵等に用ふるは一は鑛石の熔融を助け、催熔剤としての效あるのである。土壤中の有害なる有機酸も之を以て中和



する。還元剤としては硫酸鐵に石灰を入れ鐵を還元して硫酸石灰となす。

方解石は光學用器具(鑛物顯微鏡)に用ゐる又其美はしき大なるものは裝飾用とする。此外石灰岩は窒化石灰、カーバイト、耐火煉瓦に用ゐる、磁器に混じ、又粉末となして米搗に用ゐる等列擧するに殆んど違がない。

## 第四十二章 花崗岩

### 教材選擇の趣意

地殼構成物たる岩石の代表としての花崗岩は、(一)其分布廣く最も普通なること、(二)二種以上の鑛物より成る複鑛岩なること、(三)合分鑛物を觀察するに都合よきこと、(四)石材中最實用的方面の最も廣き有用岩石なること等の特徴を具備してゐる。故に其性質用途成分を知らしめることは本教材の一要點である。而して之を構成せる三種の主要鑛物は共に地殼構成の主要分をなして居る。即ち長石四八%、石英三五%、雲母(綠泥石、滑石を合はせ)一三%、其他四%といふ大體の割合であれば、之等の鑛物について知り置くといふとも亦重要なことである。依つて長石雲母(石英は既に授けたり)の結晶性質用途等を知らしむることが本教材の第二の要點

となる。土について既に學び今又岩石について知つたならば、兩者の關係即ち岩石の次第に霉爛崩解して土になることをも究めて置かなくてはならぬ。之れ本教材の第三の要點となるのである。(各種の岩石については尋常六年に授ける機會あり)

### 準備

【見】 花崗岩片(成る可く粗粒のもの)、長石雲母の結晶、長石雲母の實驗用材料、ボロ  
 くに崩壊せる花崗岩、硝子、小刀、ルーペー。

【教】 花崗岩の各種標本、二三の主要なる岩石標本(安山岩、砂岩の如きもの)、硅岩、長石雲母の結晶模型、陶土、岩石より土の出来る有様を示す掛圖。

標本や實驗材料類は成る可く兒童をして採集せしめ、尙ほ石屋等にて其破片を貰ひ受けて豊富に準備すべきものである。

### 教材の解説及び取扱方

#### 花崗岩の性質用途

石灰岩は其炭酸カルシウムなる化學成分を廣く利用するのであるが、花崗岩はむしろ其器械的性質に優秀な點あるを以つて尊重せられて居るのである。即ち



建築に土木に之等の利用せられる方面を一々兒童をして列擧せしめても殆んど  
際限がない位である。斯く利用せられるのは畢竟次ぎの二點にある。

一、硬く強くして打撃若しくは壓力に對する抵抗力極めて強きこと、

二、白灰、淡紅等各成分礦物の質と量とに依つて異なれども概して美麗なること

(細粒のもの、磨面を示せば更に美麗なることがわかる)。

此外吸水性少く産出割合に多くして而かも大塊をなして表はれ割れ目少きこ  
とも主要なる石材たらしめる條件となるのである。而し花崗岩の缺點として耐  
久力の比較的薄弱なることは火災等にて火に遇へる花崗岩材の破壊せるを見て  
明かなるべく、又焚爐の火に花崗岩と他の凝灰岩の如きものを投入して比較する  
ことに依つて知れる。之れ各造岩礦物の熱に對する膨脹率の異なるに起因する  
ものにして其粗粒なるものは殊に著しい。尙ほ花崗岩は微細なる彫刻に不適當  
なるといふ外之を長く風雨に曝す時は、長石は漸次風化して陶土に變化し、又雲母  
等は鐵分を含有するため自然に變色するとは免れない。性質と用途との教授に  
於ては常に兩者の關係を推究せしむる様に指導し、本時間の如きは用途の教授を  
兒童の經驗の整理位に止め、何故にかく廣く用ひらるゝかを經驗と實物の觀察と

に依て得る知識とを基礎にして、知る様に進めて行くのが適當な方法であらう。

### 花崗岩の成分 石英、長石、雲母

堅く強くして且つ美麗な花崗岩は如何なる礦物から成り立つて居るかといふ  
様に其性状から成分を調べしめる様にする。成分を調べるには各造岩礦物の性  
状を明かにしなくてはならぬ。之れには色、光澤、形の如き外部の觀察のみに依つ  
て知られるものゝ外、小刀硝子等を使用し實驗して知られる硬さ、劈開などがある。  
材料はルーペーを使用しなくてはわからぬ様な細粒のものよりも、鬼御影の如く  
成る可く粗粒のものに依るがよい。

第八十六圖

(花崗岩に於て見るべき薄片の顯微鏡)



石英は 長石は 雲母は

石英—透明或は少しく暗灰色を帯び、不規則に  
して硬く硝子小片の如きもの。

長石—質硬く乳白色或は肉色不透明にして平  
たき劈開面を有し、輪廓稍規則正しく閃光あ  
るもの。

雲母—輝きたる黒色にして、鱗片状をなし、小刀  
にて剥ぎ起すことを得、劈開著しく多角形又



は短冊状をなすもの。

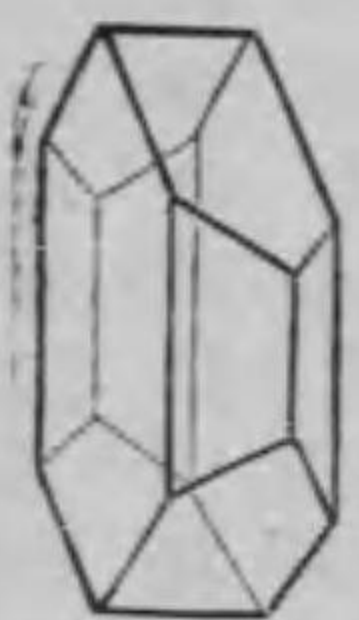
右の三種は主成分にして外に輝石・角閃石(淡綠色にして容易に小刀で剝離しない)・磁鐵礦等を含育して居るものがある。花崗岩の崩壊せる小砂利を與へて其中より右の三成分をより出さしめるも面白い。

花崗岩は地方に依つて色々と通俗の名稱を附したものがあつても、成分の上から分けると、複雲母花崗岩(黒雲母と白雲母を含む)・白雲母花崗岩(白雲母のみを含む)・黒雲母花崗岩(黒雲母のみを含む)・角閃花崗岩(三成分の他に角閃石を含む)・輝石花崗岩(三成分の他に輝石を含む)等の區別がある。此中黒雲母花崗岩を主として授くればよい、又石灰岩(又は硅岩)の如き單礦岩と比較せしむべきである。

### 長石

造岩礦物中最も多數を占むるものにして、主として硅酸アルミニウムより成れりと雖も、其化學成分には非常な差違がある。而し其物理的性質並に結晶には同

第七十八圖



一の點が多いのである。長石は之を正長石と斜長石に分ち、前者は加里長石にして後者には曹達長石及び石灰長石の二種ある。此中花崗岩の成分たるものは正長石にし

て稀れには副成分として斜長石を含むことがある。正長石は三斜晶系の細片集合して單斜晶系の偽形をなし、立派な結晶として産出する。普通四角又は六角の柱状にして兩端は二個の斜面で限られて居る。劈開完全にして、底面及び卓面の二つの互に直角なる方向に沿つて割れる。花崗岩に見える閃光あるものは即ち此劈開面である。硬度六にして水晶よりも軟いが硝子よりも硬い。

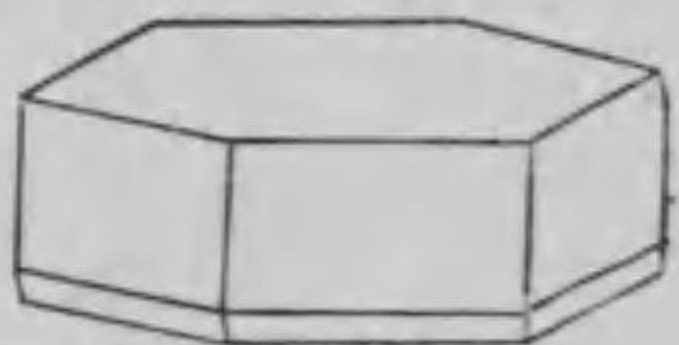
長石の霉爛分解したものは陶土にして其不純なものは粘土である。陶器業の發達せる地方には長石を主成分とせる岩石の多く存在することが知られる。時に餘裕あらば、鐵製乳鉢中にて長石を破碎し粉末にして陶土の生ずることを示せばよい。

### 雲母

雲母は礬土及びアルカリの含水硅酸鹽にして火成岩・變成岩及び河原砂中に存する。六方晶系に類似した單斜晶系にして六角形板状をなし、劈開底面は完全に薄く剝ぐことが出来る。硬度二乃至三にして容易に小刀で傷つけられる。特殊の光澤を有し弾性强く且つ耐火力の強大なことが重要な特徴である。白雲母(加里雲母)の透明なものが耐火耐震の硝子・白熱燈のホヤ・熔鑪の窓硝子・蓄音機



第八十八圖



鑛物と岩石

の振動板等)とし、又電氣の絶縁體等として利用せられる。黒雲母(苦土雲母)には大形をなすものはない。河砂等の中に金色に見えるものは兒童の注意するところなれば(砂金と稱するものあり)それが雲母の一種(金雲母)なることを明かにして置くことが大切である。

鑛物は化學成分一定にして其組織も亦一定である。然るに岩石は其質も均一ならねば又一定の形態をも有しない。素より一定の化學成分のある筈もない。岩石は一種又は二種以上の鑛物の集合よりなるものにして石灰岩、硅岩の如き單鑛岩と花崗岩、安山岩の如き複鑛岩との二種ある。總じて岩石といへば地殻を構成する凡てを總稱するものなれば、通俗に考ふる堅硬なものとは限らぬ。土地を形づくる軟弱な土壤も勿論其内に含まれるのである。本課に於ては學問的な區別を授くることを避け(尋常六年にて岩石を授く)只實例に依つて鑛物と岩石(通俗の)との大體の意味を明かにして置けばよい。但し岩石は地球上到る處に存するものにして地表に露出する場合はむしろ少く、地下には一面に存して、山間谿谷に比

較的多くの露出あることを明かにして置くべきである。

岩石の土となること

古き石碑や石垣の表面が霉爛してゐることや、堀割などにて岩石の崩解して次第に砂土に變化して行く有様を見て知つて居る經驗を掛圖等に依つて新たに喚起し、岩石が風化作用に依つて土となることを知らしめるのである。第一學期の初めに土の成分を調べて知つて居るのであるから、それと關連して、長石雲母は粘土となり、長石より生じた純粹なものは、陶土にして石英は砂となることを明かにする。

岩石の風化の原因は色々ある。空氣は其運動に依りて器械的に砂粒等を吹きつけて崩解せしめる外、酸素は雲母、角閃石の如きもの、鐵分と化合して之を變質せしめる。又空氣中の炭酸瓦斯は長石を陶土に化する等其化學的作用は極めて偉大なものである。又水は其流れに依る器械的作用の外、溶解せる物質に依つて著しく岩石を溶解破壊するものである。炭酸水が石灰質を溶かすが如きは著例である。冬季温度の低下する時、岩石の間隙にある水分(時には結晶水)の凍氷に依つて岩石の破壊せられる例も少くない。膨脹率の異なる鑛物より成れる岩石が



温度の變化に依つて破壊せらるゝ事も容易に考へられるであらう。植物の根が根毛より出づる酸液を以つて漸次岩石内に喰ひ入り其成長に依つて間隙を造り水分の浸入に依り之を破壊することは既に第二章にて述べた如く吾々のよく目撃する所である。斯くの如く岩石は器械的化學的兩作用に依り長年月の間に漸次土に變化しつゝあるのである。

#### 第四十三章 落葉木・常綠木

##### 教材選擇の趣意

第三十六章に於ては植物の自然的現象として紅葉落葉について觀察した。植物が斯く落葉して恰も枯木の如く見ゆるも實は枯木でなく、各植物が一時其生理機能の大部分を休止して居るに過ぎないのである。又葉が既に辭し去つたとはいへ來春開綻すべき葉は既に今年の夏の間に生じ、所謂冬芽となりて種々の保護装置に包まれて冬の寒濕を凌ぎ春陽の來復を待ちつゝある。又常綠木と稱するものは如何にして冬の寒濕を凌ぎ得るか、又之等にも冬芽の準備なきか。以上の如き冬季に於ける植物の状態、或は植物の越冬準備の如何を知らしむるのは本課

の教授の目的である。本課を紅葉落葉と放して十二月末の冬至の前に配したの  
は、時恰も嚴寒の候に入りしにも拘はらず、樹木が霜雪の間に在つて尙ほ枯死せざ  
るところを眼のあたり目撃せしめつゝ、越冬の準備至れり盡せるところを知らし  
めんがためである。

##### 準備

【見】 櫻・あざざり柳の小枝、松かしづばきの小枝、觀察用具、解剖皿。

【教】 冬芽を有する各種の落葉木の小枝、各種の常綠木の小枝、冬芽の掛圖。  
教材の解説及び取扱方

本課は紅葉落葉の連絡教材と見ることが出来るから先づそれを復習すること  
が必要である。教室内にては大體冬芽の構造を觀察し本課の整理を行ふこと  
にして、初めは學校園内に引率して實地觀察採集せしめることが必要である。而して  
歸納實證の資料を成る可く豊富ならしめんがために多數の種類について觀察す  
ることは素より必要であるけれども、初めは其中心材料となるものを指示して特  
に其研究に重きをおかしめなくてはならぬ。尙ほ本教材は尋常六年の「木の新芽」  
連続教材である。



落葉木

冬芽と關係するため櫻あをぎり、柳の如きを材料とし、又とちのき、ポブラ(洋種はこやなぎ)、プラタナス、すゞかけのき、もくれんの如きも適切な材料である。之等の樹木は全く落葉して恰も枯木の如く見えるけれども、莖枝の内部に水分を有し且つ樹皮に多少の綠色部を有することに依つて枯木にあらざることがわかる。若し植物が冬になつても落葉しない様なことがあつたならば、新舊の葉が無數に莖に附着して通氣と日光の照射を妨げて植物の發育を著しく害するに至るであらう。植物が斯くの如く落葉するのは冬の寒さを凌ぐためにして所謂冬眠状態をなし諸種の生理機能を殆んど休止せしめてをることは尙ほ蛙其他の動物に見る冬眠状態と頗る類似してをる。故に茲では、單に植物の冬眠のみに限らず、進んで動物の冬眠にも言及して差支へはない。落葉樹では斯くの如く枯木の有様で越冬するけれども、多年生草本では地上部のみ枯死して地下部は地中にあつて越冬する。一年生草本に至つては越冬に堪へざれば自ら枯死して種子のみを残すのである。

冬芽

第八十九圖

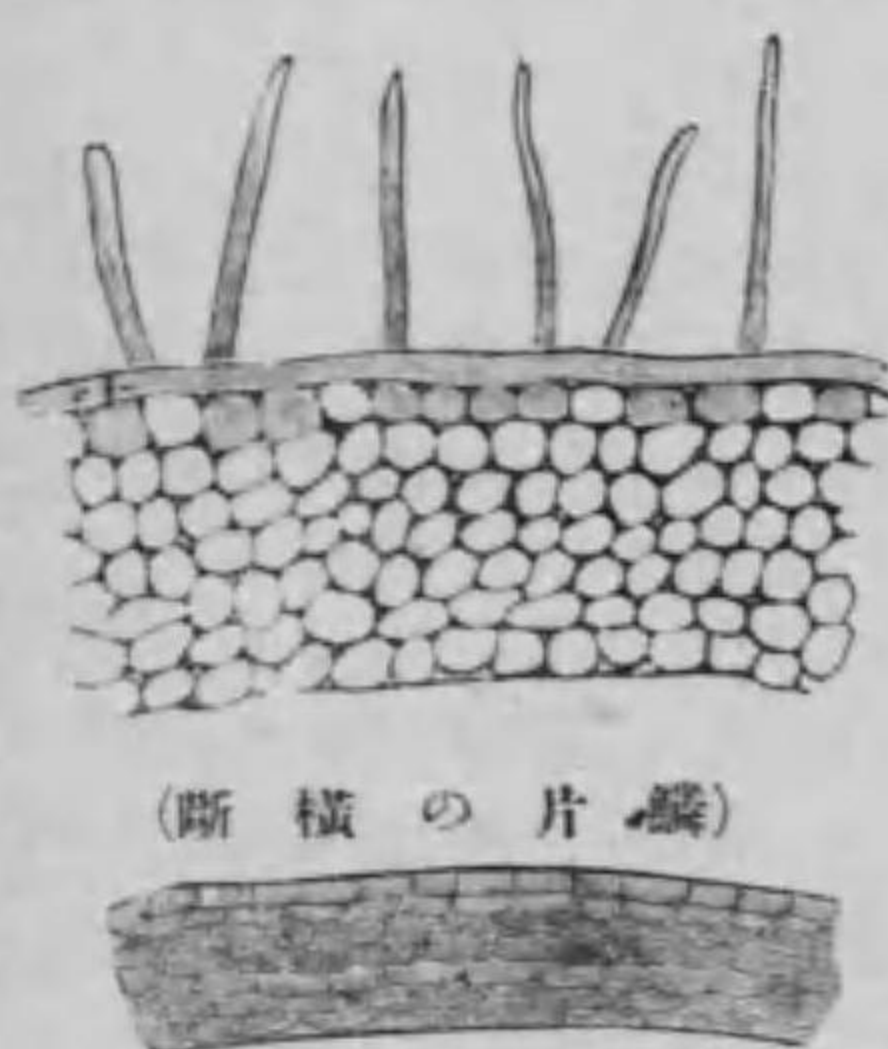
(冬芽の横断)



(やまさぐらの冬芽)

第十九圖

(きぬぎの鱗片)



(断横の片鱗)

第二學期 第四十三章 落葉木・常綠木

春夏の期間に形成せられる芽は被包物を有せず所謂裸芽にして之を夏芽と稱するけれども、氣候の寒冷となる時は其表面は鱗片葉を以つて保護せられる様になる。斯く鱗片葉に被はれて保護せられる越冬するものは之を冬芽と呼ぶのである。

櫻の冬芽には頂芽と腋芽とある。外部は數多の褐色の堅き鱗片を以ておほはれ内部には若き葉が淡綠色の軟片となつて重なり合つてをる。花芽の時は白色の軟き若き蕾あつて共に中央の短小なき莖についてをる。

柳は頂芽腋芽共に一枚の堅き鱗片にて包まれ内部には軟毛を被れる淡綠色の小片數多相重なつてをる。  
あをぎりの短大なる芽は厚く堅き鱗片にて幾重にも包まれ、各鱗片の外面は褐色の軟



かき毛にておほはれて居る。

右の如き冬芽の中には花芽と葉芽とあつて兩者は多く芽の肥瘠の如何に依つて見分けることが出来る。之等の芽は以上の如くして冬の寒風氷雪を凌ぎ翌年春陽の候に到来すれば迅速に花葉莖枝を伸長して枯木の如く見えし樹木も忽ち化して緑樹花木となり春の野山に生氣あらしめるのである。尙ほ補助材料として二三のかはつた例について調べてみよう。

とちのきの冬芽は之を被包せる大形の鱗片を外面に塗抹して鱗片密著して分離することなく、かくして冬の寒さと虫害とを防ぐ。プラタナスの腋芽は葉柄の末端に包まれ、其弱き間保護せられ、後葉の脱落に依つて芽を現出し鱗片にて保護せられる。ポプラの芽は鱗片に包まれ其内部には樹脂を分泌してよく若葉を保護してゐる。プラタナス及びポプラ

圖一十九第

(葉落り芽の「スナダラブ」を示す様るす出露後の)



圖二十九第

(面断の芽冬のラブゴ)



(もくれんの冬芽の縦断面)

圖三十九第



- (1) 鱗片にて蔽はるゝもの
  - (2) 軟毛にて蔽はるゝもの
  - (3) 樹脂を分泌塗抹するもの
  - (4) 葉柄にて包被せらるゝもの
- 之等を人が寒風雨雪を凌ぐために家に住み綿入の衣類を纏ひ或は合羽や外套



を用ゐるのと比較して自然の妙用の到れり盡せることを考察せしむべきであらう。冬芽に關する二三の應用問題を擧げてみよう。

- (1) 熱帯地方の植物(温室植物)には冬芽が出来るか。
- (2) 草本に冬芽の生ずることがあるか。
- (3) 夏秋の頃伸びる莖葉又は花蕾に鱗片があるか。
- (4) 冬季植物の枝を折ることはなぜわるいか。
- (5) 梅の花などを早く咲かせようとするには(元旦用)どうすればよいか。櫻又は梅の小枝を水を入れた壺に挿して温い處に置いて冬芽の早く開綻することを實驗せしむ。
- (6) 他の植物について冬芽の保護装置を觀察せよ。

常緑木

つばきびはちやもつこくすゆづりはやつてひらぎの如く凋葉樹に屬するものともみすぎさはら松あすなるの如く針葉樹に屬するものとある。

葉は凡て厚くて堅く光澤ありて寒冷に堪ふるため表皮の十分發達することは之を落葉に比較すれば容易に知ることが出来る。葉は濃綠色とはいふけれども

必らず多少黄褐又は赤褐色を帯んでをる。之れ日光の作用に依つて葉綠體分解し該體に含める綠色素減少し、黄色素及び柑色素たるカロチンの量の比較的増加するに依るものである。又常緑木といつても、其葉は永久

(あかいしの冬芽)



に凋落するのではなく、二年又は三年生存して新しき葉の開張と共に相交錯して凋落するものである。常緑木の落葉を春夏等に於てよく見るのは全く此新陳代謝の結果に

依るのである。

常緑木にも猶ほ落葉木の如く冬芽を構成することは言ふまでもないことである。但し松の如く其先端のみに存するものと又かしつばきの如く葉腋に存するものとある。共に堅き鱗片を以つて保護されて居る。

第四十四章 冬至

教材選擇の趣意

第十四章參照

準備



【見】 太陽の運行観測器及び附属品、曆、寒暖計、汲み立ての井水と汲み置きの井水、  
気温測定成績表、太陽の運行観測成績表、分度計。

【教】 晝夜長短説明器。

### 教材の解説及び取扱方

#### 太陽の運行

第十四章夏至参照。本時間に於ては太陽日没の方角を明細に角度にて測定し  
之を表はす。

#### 氣候

冬至の頃は太陽最も近き點にありて夏至の頃の太陽の視半径十五分四十六秒  
に對し、冬至の頃は十六分十七秒である。然るに最も寒いのは太陽の高度最も低  
く光線斜射するに依るのである。小寒(一月六日)より節分(二月三日)又は(四月)まで  
約三十日間は寒と稱して年中気温の最も低き時にして動植物は特別な装置方法  
のもとに越冬し、其生活を休止して所謂休眠状態にあるものは少くない。

井水の温度 汲立てと汲置きの井水の温度を測定して地中の著しき温きこと  
を知り、且つ夏至及び秋分の時に測定したるものと比較して地中は冬に於て温き

ことを知るものである。但し之は井の深さ即ち地の深さに關係するものであるか  
ら一概に言ふことは出来ない。それは土地が比較的熱の不良導體であるために  
地下の温度の變化は地上の温度の變化よりも小にして且つ遅いからである。之  
が深くなればなるほど(凡そ五十尺まで)一層小にして且つ遅くなるものである。  
表面に近き三四寸の所にては温度に於て攝氏八度許り低く、時間に於て約三四時  
間遅れて来る。一米より上に於ては日々の温度の變化は兎も角も表はれる。從  
つて井水の温度の變化もあるけれども其れ以下の井水になれば最早それを知る  
ことが出来ない。只四季の温度の變化を知ることが出来るのみである。之は温  
める時間も長く冷す時間も亦長いからである。六尺位の井水は八月までが最高  
温度をあらはし、三月中旬最低温度を表はすのである。十尺位の井水では九月頃  
は最高、四月頃は最低、十八尺位の井水は十一月頃最高、五月頃最低を表はす。更に  
深さ二十五尺位の所では最高即ち夏は十二月であつて最低即ち冬は七月である。  
結局半ヶ年許り後れて夏の温度が地下に達したわけである。此深さになると地  
表の夏の時には井水は漸く冬の影響を受けて最も冷いのである。亦事實冬より  
も夏の方は幾分寒冷である。故に夏に於て最も寒冷な井水は二十五尺より深い



井戸について言ふべきことである。更に深く五十尺以下にもなれば最早四季の變化の影響、即ち地表の温度の影響を受けないで恰も其地の年平均温度と一致して居る處がある。此地平を定温層といふ。然るに此定温層の下になると別種の熱即ち地熱がある。其温度は深くなるに従つて増し平均百十尺を降る毎に攝氏約一度を加ふるのである。

### 第三學期

#### 第四十五章 物の重さ

##### 教材選擇の趣意

物の性質中比重に關する事項を、他の諸課に於て授くる豫備的知識として本教材は重要な意味を有して居る。第一に物に重さあることは各種の物理現象、化學現象さてはあらゆる生物の生活現象に關係して、之を取り離して考へることの出来ない場合が少くない。空氣や水素の如きものに重さがないものゝ様に考へるのは兒童の實際である。即ち之等の物質は重力の作用を受けない様に早合點して居るのである。密度又は質量の如何に依つて物の輕重を生ずることや、物の大小に依つて重さの異なることの如きも亦同様に必要である。浮沈の現象の如きは、水素の上昇すること、瓦斯捕集の方法或は空氣の對流としての風の理を明確にするに必らず知り置くべき豫備的知識である。

##### 準備

【見】 試験管、水、石油。



【教】 同質同體積の二個の木片及び異體積の一個の木片と同體積の一個の鉛、天秤又は桿秤、同容積のビーカ二個、フラスコ、硝子管、ゴム管、ピンチコック、第六十九圖の甲又は乙の實驗裝置、ゴム栓、氷、石油、水銀。

教材の解説及び取扱方

本課の教材を理科書に示してある様な事項のみに限つて、其儘取扱ふ様なことでは、比較的無味乾燥にして理科は簡單なことを態々六か敷くいふものであるとの感じを抱かしめることがないでもない。此憂をさけて徹底した教授をなさうと思へば、兒童の比較的誤認し易き或は早合點し易い様な特殊な事項を取ることが大切である。又本教材の諸種の實驗は、實驗として基礎的のものであるから、出来るならば數臺の天秤を備へ付けて兒童に夫々實驗せしめたいものである。歐米の小學校の上級や中等學校等に於て物理や化學の最初の實驗に於て多くは此種の測定實驗をなさしめて居る。従つて天秤や尺度類は必ず數多く備へ付けてある。

物に重さあること

總べて物に重さあることは相當に重さあるものについては兒童の經驗して居

る事であるから殊更くどくしき説明を加へるまでもない。只教師の石、木、竹、鉛、水等手元にある實物の指示に依りて兒童の經驗を整理歸納すればよい。而して更に次ぎの様な場合の指示に依つて一層之を明かにすることが出来る。

(1) 吹けば容易に空中に飛散し去る様な微細なる綿毛、羽毛、或は毛髮の如きものにも必ず重さがある。常に空中に浮遊してゐる様な塵埃、或は「かび」の胞子にもなほ重さあれば何時か落下し來るのである。

(2) 空氣といへども重さがある。次ぎの様な實驗に依りて知ることが出来る。

圖五十九第



實驗(教) 圓底フラスコ(凡そ一立入)の空氣の充ちたる場合と排除した場合との重さの比較測定。排氣機なき場合には上圖の如く裝置して中の空氣を強く吸ひ出しても(此場合には約〇・三瓦の差は容易く出来る)其輕くなる事が容易にわかる。

又エーテル或は水蒸氣を以て排除することも出来る。

物に重さあることは夫れ自身に於て必要なるのみならず、次ぎの物の輕重の浮沈を知る基礎的事項として重要である。而しながら此處では「重力」なる概念を授



ける必要はない。尤も兒童が何故に物に重さあつてそれに輕重の差別あるかを追究して來たならば簡單に説明するがよろしい。而し學者が思索に依つて得た重力といふことは此程度の兒童に取つては可なり了解に苦しむものである。只物が落つる物に重さありといふことだけで直ちに歸納して重力なる一種の力の働くものありと判断することは出来ない。學者が苦心に苦心を重ねた思想實驗の結果知られた事柄である。故に其根本理由に立ち入らず大體兒童の經驗を整理して之を明瞭にする位に止めて置けばよい。

物の輕重

實 驗(教) 兒童の經驗を基礎とし、次ぎの如き教師實驗を加へて物の輕重を知らしめる。但し此時は其目方は何程あるかを天秤又は桿秤にて精細に測定して之を比較する様になくはならぬ。

- (1) 同質等體積の二個の木片……重さ相等し。
- (2) 同質異體積(大小)の二個の木片……體積の大なる方は重い。
- (3) 等體積の木片と鉛片(異質)……重さ相異なる。(密度大なるものは重き質のものにして密度小なるものは輕き質のものにして)
- (4) 等體積の水と石油……

浮沈の實驗と關聯して(4)の場合に於て水銀の重さを測定し之を水の重さと比較する様になりたいものである。而して木片、鉛、石油、水銀の目方は之を水の目方に比較すべきである。参考のために、四五の物質の一立方寸の目方(密度)を擧げてみよう。

○松材……………	四・九	○水……………	七・四二
柳……………	二・九	海水……………	七・六六
ぶな……………	六・三	○石油……………	六・二七
○鉛……………	八・四七二	○水銀……………	一〇・四六
鐵(鑄鐵)……………	五・三七八	酒精……………	五・九二
粘土……………	一・四一八	硫酸……………	一・三八一

物の浮沈

實 驗(兒) 試験管に少量の水と石油とを入れる時は石油は必らず上層を占む。此際石油を水のさきに入れるか、或は石油と水とを振り混ぜても石油は常に上層に浮ぶことを明にしなくてはならぬ。水をインキ等にて着色すれば一層奇麗に且つ判然と區劃が出來て興味を添へる。

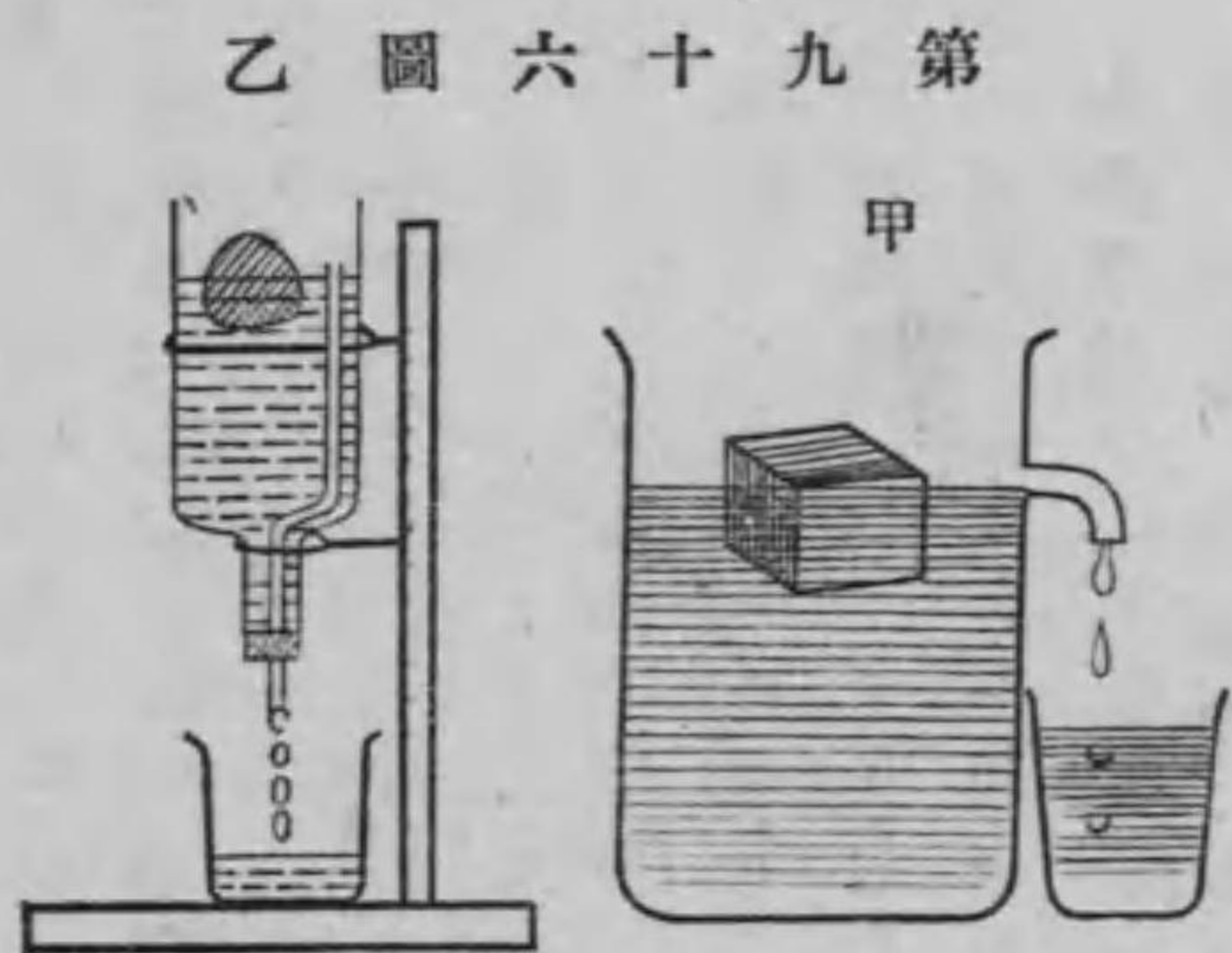
實 驗(教) (1) 試験管に石油・水及び水銀を入れて各液體が其輕重に依つて判然



と三層をなすことを示す。此際教師の用ゐる試験管は口徑一寸もある様な成る可く太いものを以てして大仕掛に示すことが必要である。

石油ランプの油壺の油は少くなり、且つ其心短かくして之に届かない場合に、石油も入れず且つ心をも取り代へずに點燈する方法を工夫せしむ。(水を入れる)

(2) 水中に木片、石、鉛等を入れて浮沈する有様を示す。



第九十六圖 乙

以上の實驗の結果、總べて物體を水中に入ると時同體積の水よりも輕きものは水面に浮び、重きものは沈むことを歸納せしむ。同體積の水と等しい重さのものが水中に懸在することは、適當な材料が得難いから兒童に推究せしめるがよい。又水面に浮ぶ物體は、其重さと同重量の液體を押し退けて其物體の一部が水面下に在ることを示さうとするならば更に第三の實驗を要する。

(3) 第六十九圖の甲又は乙の如き装置(片口)にてもよろしに、於て其器物に水を一杯満たし、之に目方を測つた木片を浮ばせ、流れ出た水の目方をも測つて木片の目方と比較す。

物體が液體中にて浮沈する理を明かにせんとするならばアルキメデスの原理、即ち總べて液體中に沈めたる物體は、如何なる形のものにても、常に其物體の押し退けたる液體(即ち其物體と同じ體積の液體の重さに等しき重さを減ずるといふこと)の理を知らしめなくてはならぬ。而し之は五年の兒童には困難である。(高等二年に密度浮沈あり)又比重の事は必要であるけれども、此所にて此言葉の意義を明かにして授ける必要はない。物體と同體積の攝氏四度の水と比較すれば、物の輕重を定めるに便利なることを知らして置くことは必要である。

## 第四十六章 空氣の性質

### 教材選擇の趣意

物質の三態の一なる氣體としては空氣が最も普通であるとは言ふまでもない。本課に於ては氣體の最も重要な性質として其體積の變じ易きことを主として授けるのである。



準備

【兒】 空氣鐵砲、紙丸又はゴム栓、一尺五寸許りの曲りたる厚肉硝子管。

【教】 ヘロンのフラスコ、膀胱又は空氣枕、壓搾空氣を利用したものを示す掛圖。

教材の解説及び取扱方

空氣の存在せること、空氣のある所には他物の入ることの出來ないこと、等は五年の最初に學んで居るのであるから、簡單に其要領及び實驗の方法等を復習して更に重要な性質を調べることを指示する。

形の變じ易きこと

實 驗(教) 教師の説明並びに兒童の經驗整理を補助するために簡單なる教師實驗を指示する。即ち理科書の如く水で濕して柔かにした膀胱又は空氣枕、或はフットボールのゴム製袋、時にはゴム製風船玉の如きものを用ゐる少しく空氣を入れて其口を閉ぢ、袋の形を様々に變化する。即ち袋の所々を押へ、三折四折にし、或は長く或は圓く或は楕圓形、四角形、三角形、球形等に變へる。而して別に空氣の代りに硬き粘土や石の如きものを入れてはどうなるかといふことを推究せしめ、以つて空氣は容易に其形を變ずるものであることを明かにする。第一課にて授け

た所の土の間隙の如く極めて狹隘な所にも猶ほ空氣の存する理由と本性質とを關係づけて置く。

形の變じ易き事項は後に固體を教授する際に附説することにし、此處にて省略しても大した不都合はない。

體積の變じ易きこと

實 驗(兒) 空氣の壓縮せられ易きことを實驗す

本實驗は兒童各自が多く經驗して居ることでもあり、且つ教室内で實驗せしめる時は随分興に乗つて騒しくするものであるけれども、(1)空氣の壓縮し易き性質は今日動力其他に於て廣く利用せられ、(2)兒童の日常漠然と經驗して居ることにも極めて重要な性質の存するものであること、(3)次ぎの水の性質に於ても同様の實驗を行ふ必要あること等の理由のもとにこれを兒童に行はしめることが適當と信するのである。尤も教師は之れに對して更に適確な模範的な實驗を行ふ必要がある。

本實驗に使用する空氣鐵砲は厚肉硝子管を用ゐる時は内部の空氣の壓縮せられ行く有様を外部より伺ひ得られて都合がよい。口徑五六分

圖七十九第





にして一尺許りの長さを有し、切口を充分手當したものでなくてはならぬ。篠竹の押棒を用ひ又日本紙を水に濕した丸を用ゐるのが便利である。管内に線香か煙草等の煙を入れて置く時は次第に壓縮せられ行く有様が明瞭に見える。

空氣は次第に壓縮せられたならば遂に管端の丸は急に飛び出す。此時爆鳴を發するは管口にて空氣の振動するに起因するものにして、管口の振動が管内の空氣に共鳴して愈々大きくなる。又煙を入れない場合でも管端に白煙の生ずるものである。之は管中に壓縮された空氣が急劇に膨脹する際に必要する仕事のエネルギーの熱のため空氣自身は著しく冷却し、其中に含有された水蒸氣が凝縮して小水滴となるからである。

實驗(兒) 壓縮せられた空氣は、其壓す力を去れば直ちに膨れてもとの體積と

圖八十九第



なること。此實驗には圖の如く一尺に五寸許りの曲りたる硝子管を用ひ五六滴の着色水Cを入れ、A端をしかと指頭にて塞ぎB端に口を當て、強く吹く。然る時は着色水の移動に依つて長脚内の空氣の次第に壓縮せられ行く有様に變化のあることも知られる。又吹くこ

とを止めたならば長脚の空氣は舊の體積に復する。若し長脚を試験管等に氣密に联接して置けば此變化が一層著しくあらはれる。

實驗(教) ヘロンの噴水。壓縮せられた空氣は其壓す力を去れば直ちに膨れてもとの體積となるといふことを示す實驗としては前實驗に比すれば稍適切を

圖九十九第



めて興味あるものなれば、最後に應用的の實驗とするか或は兒童の課外實驗とすべきものであらう。

本實驗に用ゐる装置は圖の如く硝子管の途中をゴム管にて連接する時は、尖口の破損した場合の取換へにも都合よく、又水の噴出を止めて置く(ゴム管の部分にて塞ぐ)にも便利である。俗に「命令を守る噴水」と稱するは水を入れる器の手にて握る所に細孔を穿ち置き、この孔を指で塞いで實驗すれば水は噴出するも、指を放



てば外氣と平均して、噴水は直ちに止まる。

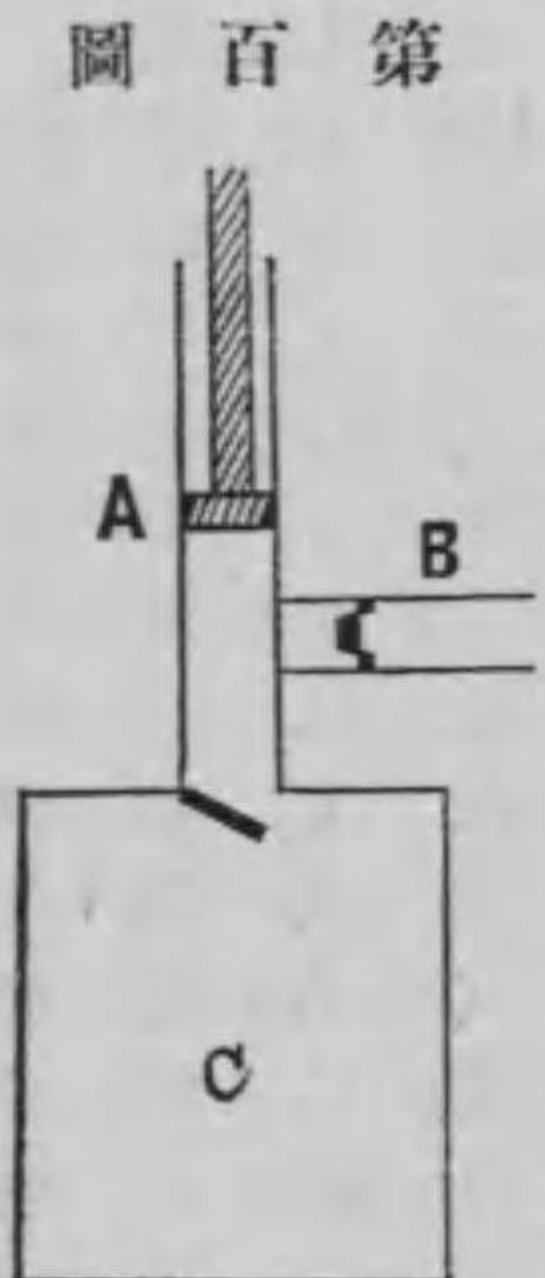
氣體の體積と壓力との關係

所謂「ボイルの定律」と稱するのが此關係を表はすものである。此定律は英人ロバート・ボイル氏が千六百六十二年に發見したもので、千六百七十九年に佛人マリオット氏も亦獨立に發見したのであるから「ボイル、マリオットの定律」とも稱する。此定律の意味するところは、總ての氣體は溫度一定ならば、其體積は壓力に反比例すといふことにして、例へば、一氣壓の時一立の氣體あらば、之に二氣壓の壓力を加へたならば $\frac{1}{2}$ 立になる。又 $\frac{1}{2}$ 氣壓にすれば二立に膨脹する。故に、溫度一定ならば氣體の密度は壓力に比例すといはれ、又壓力と容積との相乗積は常に一定なりといふ法則であらはずとも出来る。従つて又、氣體の膨脹力は壓力に正比例するといはれる。要するに壓力と體積とは、そこに函數的關係の存することを色々と言ひ表はし方を換へたのである。但し此法則は嚴密に正しいものではなく、壓力の變化の比較的僅少なる範圍内に於て言ひ得らるゝものである。兎も角此法則を以て解決せらるゝ日常卑近なる事項並びに有用なる實用的事項も多ければ、此法則は明かに知らしめないにしても體積と壓力とは重要な關係

のあるとを了解せしめて置く必要があるであらう

ボイルの定律の應用(空氣が一旦縮みて後再び膨脹する性質の應用)

空氣鐵砲の丸の飛び出ることや、ゴムマリフットボールの跳ねかへる理や消防用ポンプの空氣室の如きは最も普通の例證として引用される。又火鉢の如く内部に油藥を施す必要のないものに、其表面の全部及内面の適宜必要な部分まで油藥を塗るには前述の理を應用して手早く且つ經濟的に施して居る。即ち油藥を大なる桶に入れ、其中に素燒の陶器を框で挟んで倒にして適宜な所まで入れるのである。内面に比較的深く藥を塗らうとするならば素燒を深く液中に押入する。空氣座布團、空氣椅子、空氣雪駄、空氣枕の如きも同様に空氣の壓縮性の利用と見ることが出来る。自轉車、人力車、自動車、乳母車、飛行機の車輪のタイヤなどは何れも壓搾空氣を充たしたことは言ふまでもない。



斯くして壓縮した空氣は強き膨脹力を有する故に此力を種々の場合に利用する



のである。

魚形水雷の發射・潛航艇や輪及び潛水夫の空氣の供給より、ボギー式の電車及び汽車のブレーキ(空氣制動機)に利用せられ、又鑛山の鑿岩機及び音響を擴大するオートセットフォンにも用ゐられてゐる。飛行機の出發に際してプロペラを廻轉する動力を初めとして廣く動力にも利用せられんとする傾向がある。要するにボイルの定律の示す空氣の性質は將來其利用の範圍益々擴張せられることであらう。兒童には素より之を一々知らしめる必要はないけれども其中の代表的のものについて推究せしめ、將來に對しヒントを與へて置くことが大切である。

氣體の術語と概念とは此處に於て充分授けることが出來ない。物質の三態について纏める際に他と比較せられることに依りて初めて明瞭になつて來るであらう。

#### 第四十七章 水の性質

##### 教材選擇の趣意

空氣を例として氣體の性質を知らしめたと同様に、水を以つて液體一般の性質

を授ける。即ち(一)水は空氣と同様に其形を變じ得るも其體積は變じ難きこと、(二)液體一般の性質、(三)物質の三態之れが本題目に於て知らしめる主要事項となるのである。

##### 準備

【見】 空氣、鐵砲、曲りたる硝子管、共に前時間使用したもの、着色水。

【教】 水、コップ、方形器物、試験管、不規則な形の器物、油、酒精、水銀石、木片、鐵片等、解剖皿、水を無理に壓縮せんとする時は其器物を破壊するに至ることを示す實驗裝置。

##### 教材の解説及び取扱方

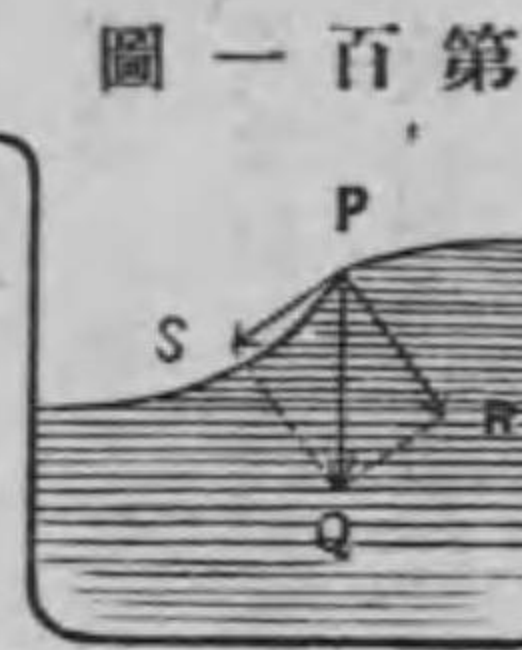
氣體の性質を復習し、形及び體積の變じ易きこと、關聯して新教授に入る。

##### 形の變じ易きこと

「水は方圓の器に従ふ等」といふことは古來格言にまで引かれ、昭憲皇太后の御歌にも出て居る位にして、水が容易に其形を變じて容器の形に従ふことは兒童の十分理解して居ることである。故に此所では殊更實驗を行ふ必要もなく又管々しく説明するまでもない。只後に出て來る固體は其形を變じ難いといふことに相對し教師の方で説明しつゝ、兒童の經驗整理を補助する意味に於て簡單なる實驗



を示せば事足るであらう(着色水を用ゆ)。水の形の變ずるは自己の重さのためであつて器の下部に溜り、其角々まで入り込みて器物の形に従ふものである。而し氣體の如く器に充滿することは出来ない。之れ水は一定の形を有しないけれども一定の體積を有するから常に自己の表面を有するのである。而して此表面は重力の方向に直角にして水平をなすものである。



水の表面が常に水平をなすは、水自身に重さあるためと、水の爲部分が互によく滑り得るからである。即ち液體の分子の凝集力は固體のその如く強くないからである。今上圖に於て液面の一點P點を考へるに、重力に依り鉛直なる方向PQの力を受けて居る。此力はP點の表面に平行な分力PS及び直角なる分力PRに分けたならば、PRは液面に壓力となり釣合ふも、PSはこれを妨げるものがないからPの質點は之に従つて運動し、其力が零となるに至つて止む。故に液面は常に重力の方向に直角となるのである。

體積の變じ易きこと

實驗(兒) 空氣鐵砲(厚肉硝子管)を以つて空氣の代はりに水を入れて實驗す。理科書に圖示する様な實驗器を以つてしても尙ほ水の洩れ出づることは免れない。其代はりに前時間に使用せし空氣鐵砲を兼用したならば、特に實驗器のため多くの費用を投ずる必要なきのみならず、空氣の性質と比較するに同一器械を用ゐることが極めて意味のあることである。

圖二百第



ABの間に水を入れてAを押す時はAの動くと同様にBも動いて其間隔は常に一定して居る。今Bを管端に置き之を指端を以てしかとおさへてAを押しても容易に其間隔を縮めることは出来ない。若し強ひて締めようとするならば、水は必ず丸の間から洩れて来る。又ABの間に水と空氣とを半々に入れて同様の實驗を繰り返せば一層有効である。此等の實驗に依つて水は空氣と異なつて其體積の變じ難きものであることを考察せしめる。

實驗(兒) 前時間に用ゐし曲つた硝子管に於て長脚に水を入れて同様の實驗を行ひ水の壓縮し難きことを考察せしめる。之は省略してもよい實驗ではあるが前時間の實驗と關聯せしめるために特に附



加したのである。

實 驗(教) 無理に壓縮せんとする時は其器物を破壊するに至ること。

圖三百第



之は時間に餘裕があるならば圖の如き装置を使用する教師實驗に依りて示すのである。丈夫な空罎に水を充たし、ゴム栓Aに硝子棒又は金屬棒Bを嵌めたものを以て罎の口を封じ、之をCなる帶金とDなる木板とを以て組み立てた框の間に置き、ゴム栓の抜けない様にEなる楔板を入れて動かない様にしかと装置する。今Bなる棒を強く押し入るゝか又は槌にて軽く打ち込む時は壓縮せられないから、遂に罎を破壊するに至る。之はサイド罎の如き厚肉のものを用ゐても容易に實驗することが出来る。此の實驗は水の壓縮し難いことを反面から證明することになる。麥酒や葡萄酒等を詰めた罎の栓の下に常に空所を存してある理由を考察せしめることは適切な應用である。

物質の三態……固體・液體・氣體

形狀・體積の變化等に依つて左表の如く比較總括する。

三態	例	形	體積
氣體	空氣・石炭瓦斯・水蒸氣	變じ易し	壓縮し易し
液體	水・酒精・水銀・油	變じ易し	壓縮し難し
固體	石・木片・鐵片	變じ難し	壓縮し難し

右の中液體・氣體のことを流體と稱し、又水飴の如く固體・液體の中間に屬するものを特に半流動體或は粘體と稱することがある。此等の三態は物體固有の性質ではなく、只其分子間の關係に依つて異なるものである。たとへば水は溫度に依りて三態に變化するものであることは後の第四十九章に於て明に知らるべく、又鐵硝子の如く高熱に會つて液狀化することも容易に知り得ることであらう。

水の體積は壓力に依つて絶對に變じ難いといふことは嘗て考へられて居たことであるが、一七六二年カントニ氏は液體の猶ほ壓縮し得べきことを實驗し、後一八二二年丁抹人エルステッド氏はビエゾメータを以つて精密な測定を行つた。今一氣壓につき縮少する割合をいへば攝氏十度に於て水は百萬分の四十八、又零度に於て水銀は百萬分の三、酒精は百萬分の八十、エーテルは百萬分の百十一の割



## 第四十八章 熱

### 教材選擇の趣意

物性として固體、液體、氣體の重要な性質を知つたならば、次ぎに之等の物體に關係して最も普通の自然現象のもとをなす熱について授けるのが順序である。熱については熱と溫度との關係、熱の發生及び傳播、物體の熱に依る膨脹、熱量、熱に依る状態の變化、熱エネルギー等の事項を含むけれども、此中熱量並びに熱エネルギーの事は了解困難なれば之を省略して他の諸項の中重要にして卑近なる事項のみについて授けるのである。而して熱に依る状態の變化の事に關しては第九章に配當してある。

### 準備

【見】 熱の傳導實驗器、線膨脹試驗器、金屬球膨脹試驗器、液體膨脹實驗の裝置、氣體膨脹實驗の裝置、試験管挾、羅紗片にて代用できる酒精燈、炭火を起した火鉢。

【教】 コップに水、鑊又は柄付金火箸、熱の傳導實驗の裝置、熱の發生實驗裝置、氣體

及び液體膨脹實驗裝置。

### 教材の解説及び取扱方

尋常五年あたりの兒童に對して熱の本性を明かにするといふことは容易なことではない。往時に於ては熱に關して色々の見解を下してをつたものである。即ち初めには摩擦熱は熱素(カロリック)と稱する物質なりと考へられて居つた。獨人ルムフォルド氏(一七九八)は砲身鑽孔の際、無限に發熱するを見て熱素説の不可なることを發見した。英人デギー氏は二個の水塊を真空中で摩擦し融解せしめて熱は全く物質に非らず、物體構成の分子の振動に依るものであるとの學説を立てた。其後英人ジュール氏(一八四三)は仕事當量の算出をなしたことも有名な事である。斯くの如き歴史を有する所から考へて見ても、熱なる概念を確實に與へることは至難の事に屬する。

### 熱と物の溫度

前述の次第であるから爰で熱と物の溫度といふことについては、理科書に掲げてある様な事項の説明を加へ兒童の經驗を基礎とし大體次ぎの様なことを教へて置けばよい。



熱く感ずるもの——熱した物體——熱を多く有す——温度高し  
 冷く感ずるもの——冷い物體——熱の少ないもの——温度低し  
 如何に冷く感ずる物體でも、それは熱が少いだけであつて、全く熱のない物であるといふことは出来ない。水は冷いけれども氷よりも温い。氷は極めて冷いものであるけれど、液體空氣から見れば非常に多くの熱を有する故に、氷塊上に液體空氣の容器を置けば盛んに沸騰する。  
 又熱と温度との關係について、兎角誤解混亂を招き、又よく同意義に使はれて居ることがある。一體に熱が高いといふことを普通に用ゐるけれども、之れは正當な言ひ方ではない。温度の高きものは必ずしも多量の熱を有しない。熱の多少と温度の高低といふことは、例へば水量の多少と水の深淺といふことに比べられるであらう。深き水必ずしも多量の水といふ意味ではない。之と同様に高き温度必ずしも多量の熱といふことは出来ないであらう。熱といへば物體に入つて行けば、其物體の温度を上昇させ、出て行けば下降させるものである。而して温度は只冷熱の度合を言ひ表はす言葉である。

熱の移り

實 驗 教 熱は熱きものより冷き物に移ることは兒童の經驗を基礎とし、教師の補助的實驗を指示して會得せしめることが出来る。此實驗には理科書に示してある様に熱した燒鍍(金屬球又は金火箸でも可なり)を冷水中に入れて、後燒鍍と

第百四圖



冷水の温度とを比較するのである。炭火の熱は燒鍍に移り、燒鍍の熱は更に水に移る。燒鍍の熱は漸次少くなつて温度下降し、之に反して冷水は漸次多くの熱を得て温度上昇し、爰に兩者の温度が等しくなつて其移動は止むのである。今兩者を放置すれば熱は次第に空氣に移つて漸次冷却する。

應用資料(一)火鉢の縁に觸れるに火の有無に依つて冷熱の感を異にすること。  
 (二)冬と夏とに於て冷熱の感の異なること。(三)炭火の上に置いた鐵瓶の水の煮え立つ理由。(四)湯に入つて暖く感ずる理由、又人の多く入るに従つて冷ゆる理由。  
 (五)ぬるき湯に入つて體を動かせば一層ぬるく感ずること、熱き湯に入つて體を動かせば特に熱く感ずること。

同じ温度の金屬と綿又は木の如きものに觸れても冷熱の感を異にすることは、



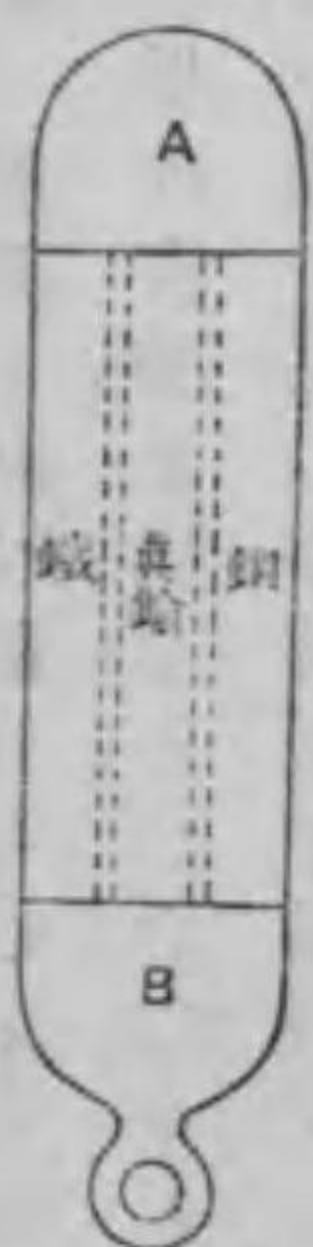
次ぎの良導體と不良導體の事を知れば其理由が明かになる。  
良導體と不良導體

前項に示す事は兒童の容易に知り得ることであるが、更に一步進めて、物體には熱の良導體と不良導體との相異なることを簡単な實驗と兒童日常の經驗とに訴へて授けることは比較的容易でもあり、且つ之がために更に力強き教授となるであらう。

先づ火箸や燒鏝に木の柄を取付けてあることや、前述の如く同溫度でも金屬と綿又は木材に觸れて感じの異なることから、物體には熱をよく傳へるものと傳へ難いものとの別あること、を知らしめて其例證を挙げしめる。更に又よく似たものでも其間に熱の良導體と不良導體との區別あることは、次ぎの如き實驗に依つて了解せしめる。

實 驗(兒)

第五百五圖



本實驗には黄色示熱紙を利用した實驗器に依るのが適切であらうと思ふ。即ち圖の如く銅、眞鍮、鐵の様に熱の傳導度の異なる金屬を少しの間隙を置きて並べ、之を A B なる鐵板に連接結合せしむ。

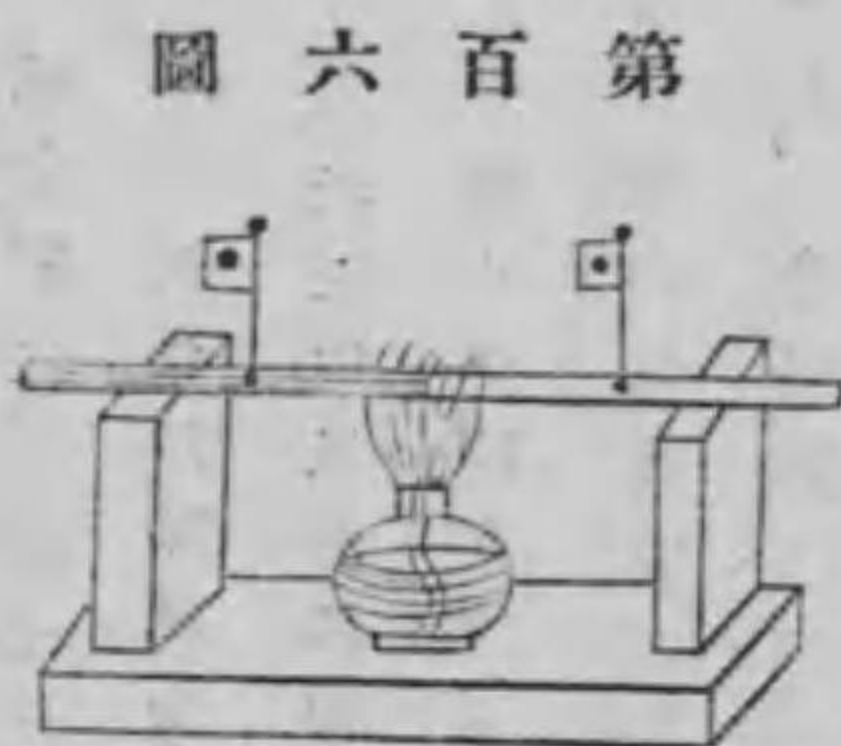
三種の金屬板の上には一面の黄色示熱紙を貼付する。今 B 端を支へて A 端を熱する時は熱は A 部より漸次金屬板を傳はつて B 部に向つて移り來る。之がために示熱紙は色を變へて赤色となる。其赤變の有様に依つて熱が漸次移り來るといふこと竝に同じく類似の金屬でも詳はしく調べると、其傳はり方には大に遲速の相違あることが明かにわかつて來る。

物體の熱傳導の比較の大體をいへば、銅は眞鍮より約四倍、鐵より約七倍よく傳導し、水より約五百五十倍よく傳導する。更に硝子、毛布、紙、空氣等になれば、水より一層熱を傳へ難く、水が百傳ふる時は夫々約三、十六、四、及び二である。故に紙、空氣は金屬に比較すれば殆んど熱を傳へないものと見ても差支へはあるまい。

黄色示熱紙を作るには先づ銀沃化水銀(AgHCl)を造らなくてはならぬ。之は昇汞を沃土加里液に溶かして硝酸銀を加へて造る。新しくして得た黄色の液體を西洋紙等に塗りつけるのである。

熱の傳導實驗器には是れまで用ゐられて居るものでも實に十數種に達して居る。今教師のみの實驗に依つて指示するならば上圖の如く銅鐵連續線を用ゐるのが適當であらう。今連接部より等距離の所にパラフィン溶かして塗り、それ





第六百圖

熱の發生

燃燒及び摩擦に依つて熱の發生することは兒童の日常經驗して居ることであるから大體に於て其經驗を整理する様に教授すればよい。而して打撃、電流、化學作用(燃燒も此中に入る)等に依る發熱も同時に纏まる様に兒童の經驗を發表することがあるであらう。熱はどうした場合に起るかと問へば必らず風邪等の病氣にかゝつた時に出て來ると答へるのである。之も亦體内の一種の燃燒作用の盛んになつた結果である。

實驗摩擦に依つて發熱することは二本の鉛筆を互に擦り合はしても起るので



第七百圖

あるから一寸各兒に試みしむるもよい。又摩擦に依つて案外に多くの熱を出すことは摩擦起熱器に依りて實驗指示することが出来る。即ち檜板の上に少しの凹處を造り、それにラオ竹又は檜の棒を立て、湯呑茶碗の糸底を以つて棒を押へ、弓絃を前後して棒を早く廻轉する。此連續廻轉に依つて棒の下端は板の凹處を烈しく摩擦し、遂に黒く焦げ煙を出すに至る。若し此所にマッチの頭部を入れたならば容易に發火する。又火口にも容易く點火することが出来る。此種の起熱器には色々種類がある。チンダルの眞鍮管の如きは課外實驗として興味あるものである。彼の出雲大社の火切板と稱するものも亦一種の起熱器に外ならぬ。

摩擦に依つて發熱する卑近な例證は頗る多い。錐鋸等の使用の際に甚だしく發熱すること、諸種の器械の摩擦部に發熱すること等一々擧ぐるまでもない。木材引割機の鋸の上から水を滴下すること、並びに諸種の器械の摩擦部に油を塗る



理由、マツチの箱の面に硝子粉を混する理由等は兒童の容易に推究出来る應用問題である。

熱と物との體積

熱に依る物體の體積の變化の教授は個々の事象を資料として其間にある共通の普遍的法則を發見するといふ歸納的方法の最も模式的のものである。即ち幾種かの固體膨脹の實驗の結果、凡て固體は熱に遇へば膨脹するといふ法則を見出し、之を證明的に他の事象に當て嵌めて其妥當性を檢證し、更に漸次液體氣體に及ぶのである。斯様にして更に普遍的法則なる「凡て物體は熱に遇へば膨脹する」といふ様に進めて行く。最後に此法則から演繹して個々の事象を證明檢證するといふことは素より必要である。故に本課の如き所に於て法則發見の様式を充分會得せしめて置くことが大切である。

修正理科書には「熱と物の體積」といふ様に其小題目を變更したのは一進歩と見なければならぬ。前理科書の如く「熱に依る膨脹」では已に兒童が自ら發見せんとする法則を先きに掲げた事になるから、演繹的の學習法になることは當然の結果である。兒童用書には斯かる題目の提示はないけれども、學習の目的を指示する

場合には斯うした些細な點にまで注意して兒童の學習態度を發見的にあらしめることが切要である。英國小學校の理科教授書に表はれてゐる同様の教材の題目は次ぎの如く如何にも發見的の精神を表はしてゐる。

EFFECTS OF HEAT ON THE SIZE OF IRON, WATER, AND AIR.

固體の膨脹 金屬球の外に更に金屬線について調べることが必要である。

實 驗(兒又は教) 金屬球の膨脹に使用する球には鎖をつけて下に落ちきらな  
い様にしたものは取扱ひに便利である。この様な實驗器を使用するならば、種々の方面から實驗をして確めて見なくてはならぬ。之は力強き確かなる表象を得るために必要である許りでなく、此精神はやがて一つの器械を成る可く廣く有効に利用することになる。

(1) 球のみを熱した場合 (2) 球の冷えた場合

(3) 球と環とを熱した場合 (4) 環のみを熱した場合

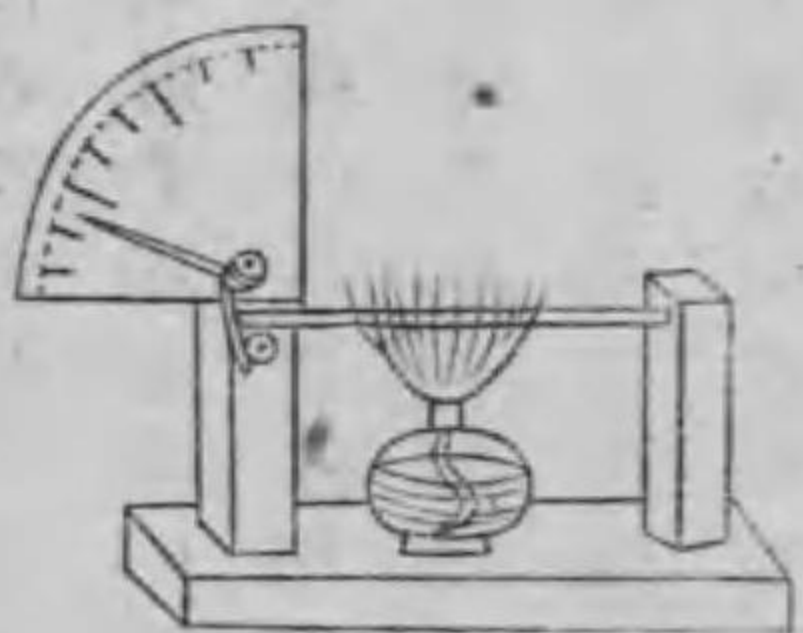
熱に依りて膨脹するといふこと、同時に其反對の冷ゆれば又縮むるといふことは必ず實驗もし又考察せしむべきものである。

實 驗(兒) 線膨脹の實驗器械には簡單なもの複雑なもの等實に十數種を擧げ



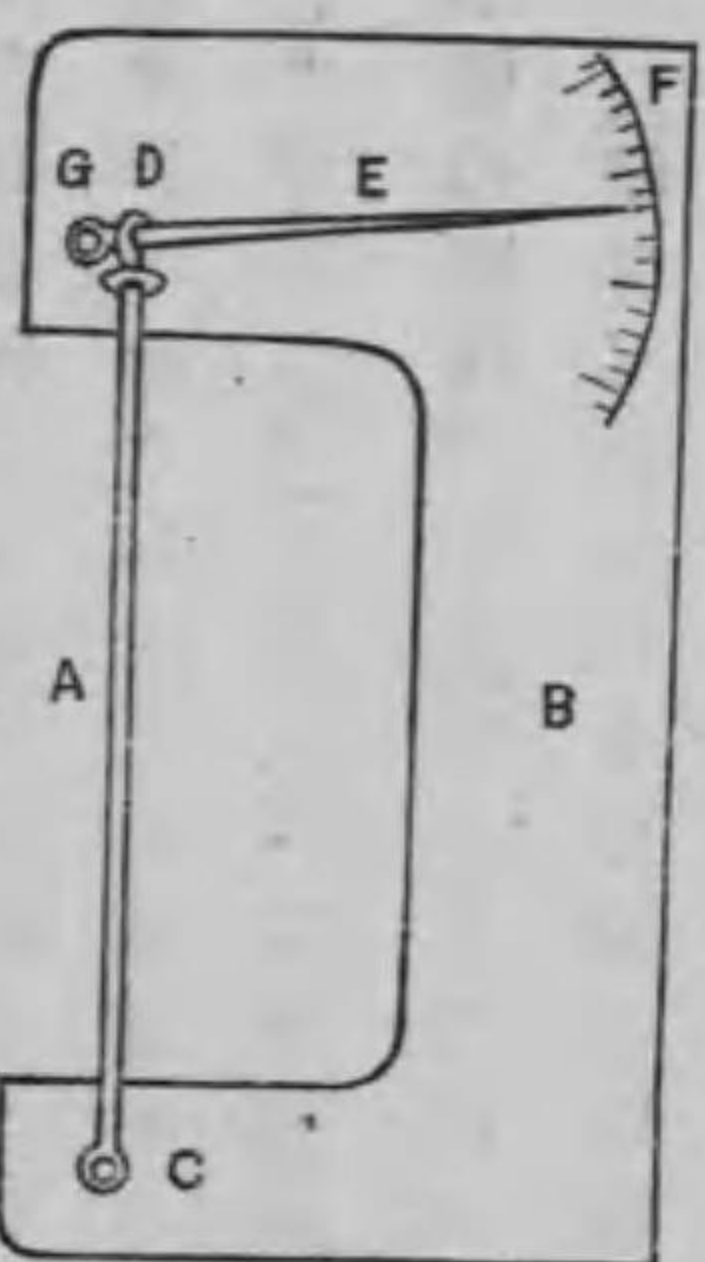
ることが出来よう。甲圖に示すものは最も普通のもの、中比較的簡單にして手

(甲)圖 八百 第



工科に於ても容易に作製し得るものである。此實驗に於て微少の膨脹が指針の大なる圓運動に表はれるといふことは兒童の了解に難んずるところであるから周到なる指導を要する。乙圖の装置は更に簡單なものにして兒童の取扱も極めて容易である。Aなる真鍮棒をBなる木板に取り付け、C點を固定し、他端D點に於て指針Eを其耳孔中にをさむ。Fは指針の廻轉の度合を知るための目盛りである。今金屬棒を熱する時はD端に伸長し、指針の先端はGを支點として廻轉する。金屬棒の冷えた場合に指針が漸次もとの位置に復することも知られる。

(乙)圖 八百 第



日光顯微鏡の装置あれば線膨脹の有様を擴大映寫して示す時は、明瞭に知られる許りでなく頗る興味を添へるものである。固體膨脹の應用資料として最も適確な例證は(一)鐵道のレールの接目を少しあ

けてあることである。大正七年七月十日中央線與瀬驛附近で汽車の脱線顛覆したゝめに數十名の重輕傷者を出したことがある。其原因は當時の新聞紙の報ずる處に依れば、全くレールが暑熱のために膨脹したゝめであるといふことである。(二)懐中時計のテンブや柱時計の振子に於ても膨脹の理を顧慮してある。此他(三)車輪に鐵輪を嵌むること、(四)厚肉硝子器は急激なる冷熱に遇つて破壊すること、(五)厚肉なること、硝子は熱の不良導なること、膨脹のことの三つについて考へることが必要である。(五)壘口の共栓を抜くに壘の頸部を熱すること、(六)電信線は夏季に於て撓むこと等は最も卑近なものである。

液體の膨脹

理科書に示す如くフラスコを用ゐる装置で充分である。

實 驗(兒) 而し兒童に實驗せしめるには圖の

圖 九百 第



て用ゐるのが都合がよい。

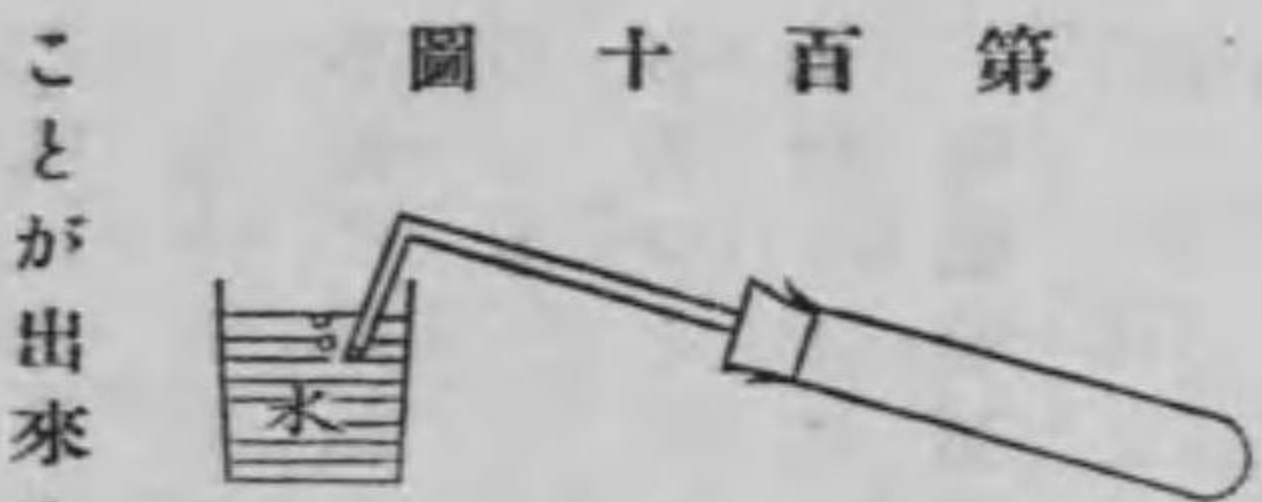
液體膨脹の應用資料も亦少くない。(一)鐵瓶や釜に充たされた水の熱せらるゝ



に従つて溢れ出る。 (二)牛乳や酒を沸かすに液を充たさるること。 (三)寒暖計の管内の水銀又は酒精は氣候の變化に依つて上下すること。

氣體の膨脹 前同様理科書に示す實驗でよろしい。

實驗(兒) 液體の實驗に使用した器物と同容積のものをを用ゐることは其膨脹



第百十圖

率を比較する上からいつて必要なことである。試験管を用ゐるとすれば上圖の如き實驗法は其適切なもの、一つであらう。即ち試験管を手又は酒精燈で熱する時は内部の空氣は膨脹して管端から泡となつて水中を通りぬけて出て来る。膨脹の度合は出て来る空氣の泡の多少に依つても知ることが出来るけれども、管内の空氣の冷却と共に管端より逆流し来る水の量に依つて一層明瞭に知られるであらう。此の水の逆流することは後の寒暖計の管内に水銀又は酒精を入れる方法を了解せしめるに利用することが出来る。

應用資料 (一)ゴム毬やフットボールは暖い時によくバウンドする、(二)夏期購入したゴム毬は冬季に於てよくバウンドしない、(三)青竹・麥稈・鷄卵・栗實・銀杏等を火中

に投じて爆鳴する理由。(四)膀胱空氣の性質の教授に用ふの口を密に閉ぢて暖めると膨脹して遂には破裂するに至る事(冷ゆれば縮む)。(五)ヘロンの噴水装置(空氣の性質の教授に用ふ)に於てフラスコを暖むる時はよく噴水すること。

物體の膨脹する度合

固體・液體・氣體は共に熱に依つて膨脹するけれども同一溫度に熱せられたからとて皆一樣の割合に膨脹するものではない。大體に於て固體は最小にして氣體は最大である。冷却收縮する場合にても之と同様である。左に重なる物體の膨脹係數を擧げて置く。體積膨脹係數は或る物質の單位體積が溫度一度昇るために受くる體積の變化にして長さの膨脹係數は前者の約三分の一に當る。

(1) 固體(長さ)

銅	〇〇〇〇一七	白金	〇〇〇〇〇九
鐵	〇〇〇〇一二	硝子	〇〇〇〇〇九
眞鍮	〇〇〇〇一九	松材	〇〇〇〇〇六

(2) 液體(容積)

水(十八度)	〇〇〇〇一八	酒精	〇〇〇〇一一〇
--------	--------	----	---------



水銀 〇・〇〇〇一八

エーテル 〇・〇〇〇一五

(3) 氣體 佛人シャルルの發見した次ぎの如き定律がある。

凡ての氣體は壓力一定すれば溫度一度昇る毎に零度の時の體積の二百七十  
 三分の一即ち $0.00366$ を増すものである。

前表に示す所に依れば、態に依つて著しき相違ある許りでなく、各態の中に於ても物質に依り可なりの差違を認むることが出来る。火災自報器の如きは即ち之を利用したものである。光學實驗其他電氣の實驗に用ふる真空管及び電球等に於て封じらるゝ金屬と硝子との係數は相等しきを要するとよりして白金を用ゐられて居る理由が明かになる。而し凡ての物質は熱に遇へば必らず膨脹するといふわけでもない。即ち鑄鐵の如きは却つて收縮するため鑄物にすることが出来る。白鐵の如き同様に冷却して却つて膨脹する故に金屬の接合に用ゐられる。石英ルツボを高熱して水中に投ずるも破壊しないのは一は傳導度の大きなるためと一は其膨脹殆んど認むることの出来ない位に極小であるからである。

## 第四十九章

## 水の三態及び寒暖計

## 教材選擇の趣意

熱に依り物體の三態に變化する有様及び寒暖計について授けるのであるから二つの主要點材料を含んで居る。前者は既に學んだ物體の三態と熱との關係を解明するものにして、特に水を選んだ理由は、(一)熱に於ける物體の變化は水が最も著しく且つ兒童の日常よく經驗する所なること、(二)前に授けた水の性質及び物體の三態の説明を都合よく助けること、(三)後の寒暖計の沸騰點及び氷點に關する説明の豫備となること等である。而して此の水の三態の變化と前時間の物體の熱に依る膨脹とを纏めて應用したものは寒暖計である。尋常五年に於て原理を應用して造つた器械に關する教材といへば寒暖計のみである。故に此教授に於ては特に原理法則の應用法の基礎を授け充分兒童の腦力を練らねばならぬ。

## 準備

【見】 フラスコに水、三脚臺酒精燈、硝子棒、コップに氷又は雪、食鹽、短き硝子管を挿したゴム栓、ゴム管、寒暖計の如く硝子管の一端を膨らましたもの、着色水、氣溫高低表(學年の初めより氣溫を連續實測して其結果をグラフに表はしたもの)、液體寒暖計、氣溫寒暖計(家庭用又は學校備付けのもの成る可く多數)。



## 【教】 體溫寒暖計

## 教材の解説及び取扱方

本教材に關することは凡て兒童の日常經驗して居る事項のみである、教授の始終を通じて經驗と結び付け、又經驗を整理する様に仕向けなくてはならぬ。而して一に實驗に依つて適確に知らしめるのであるが、其の實驗は何れも現象の細微なものであるか或は鮮かならざるものであるから教師が遠くに於て示すものは極めて不明瞭である。故に殆んど凡てを擧げて兒童實驗となさねばならぬ。殊に觀察の間違ひ易き現象多き故に、其指導に於て周到なる注意を缺く時は折角の實驗も其價値を没却するに至ることがある。

## 水の水蒸氣に變ずること……蒸發沸騰

實 驗(兒) 理科書に示す蒸發の實驗には次ぎの實驗の關係上ビーカーよりもフラスコを使用するがよろしい。(但し本實驗のみならば試験管にても間に合ふ)而して水滴の生ずる有様を知るに水を入れたフラスコを翳すよりも、冷い硝子管をフラスコの中に入れて調べる方が却つて明瞭に知ることが出来る。但し平面鏡を用ひてもよい。蒸發の現象は、フラスコ内の水を餘り熱しない中に觀察せし

めなくてはならぬ。水は常溫に於ても緩漫ながら蒸發して居るものであるが、加熱する時は只其量を増すのみである。而して液面の氣壓の小なる程盛んである。一般に液體が其表面から氣化する現象を蒸發と稱するのであるから、エーテルを皿に盛りて置いて暫らくしてなくなるのも全く蒸發したのである。湯氣を以て直ちに水蒸氣と誤認することあれば後の實驗まで保留して眼に見えざるものが水蒸氣なることに注意しなくてはならぬ。

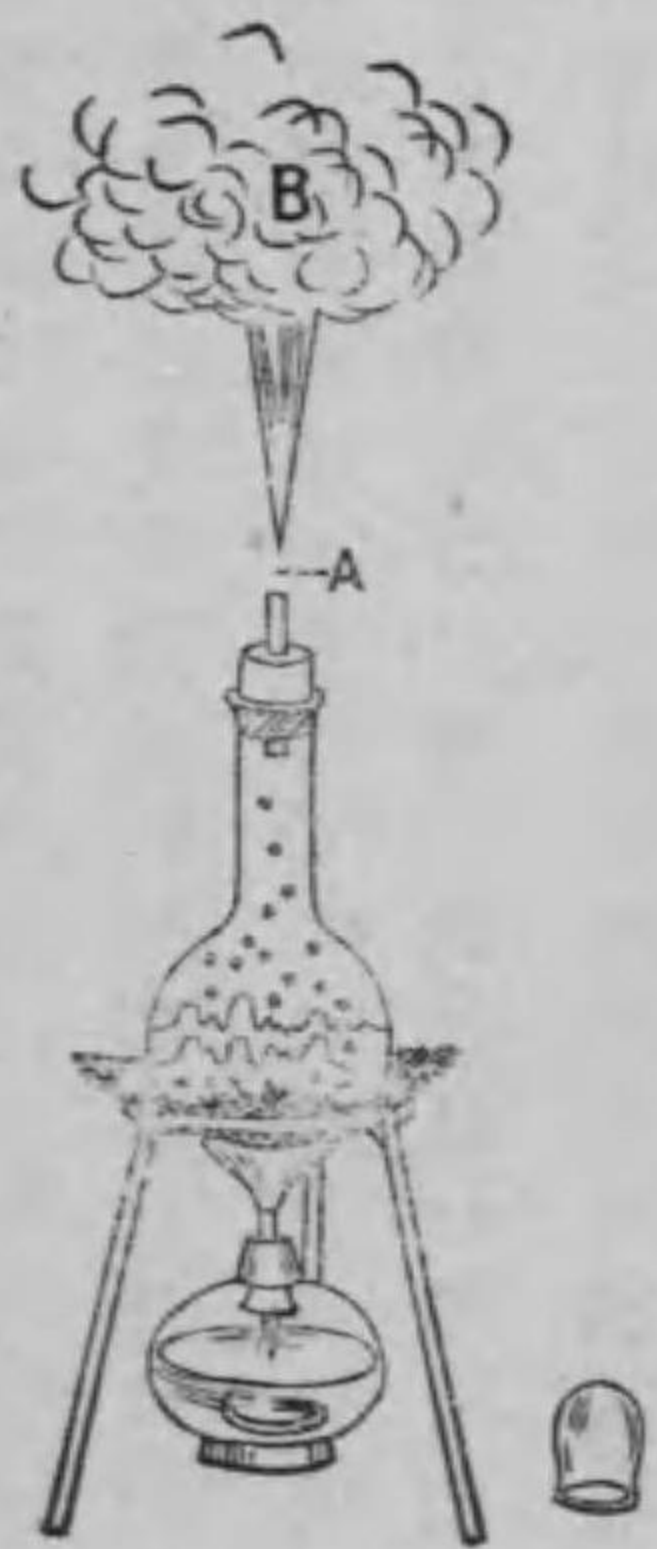
蒸發をよくするために必要な條件は(一)加熱すること、(二)液面を廣くすること、(三)液面に風を送ること等である。之からして洗濯物を日に晒して置くとよく乾き、又冬よりも夏の方が物の乾き易い理も明瞭になつて来る。物を乾すに成る可く廣げるといふことも了解出来るであらう。

實 驗(兒) 前實驗に於て熱することを繼續する時は、水蒸氣が器底より發生する。之即ち沸騰の現象にして一般に沸騰には一定の溫度を要する。水ならば一氣壓の時は攝氏百度にして沸騰するに至つたならば如何に加熱しても溫度に變化はない。水を熱する時最初に出づる細かき泡は水蒸氣に非ずして水中にとけ込んで居る空氣又は炭酸瓦斯であることに注意しなくてはならぬ。



實 驗(兒) 前實驗に於てフラスコ内の水面より口に至る間は其中に眼に見えるものは無いけれども口の上方には白き湯氣の立ち昇るのを見る。之れ水蒸氣は元來眼に見えない氣體であるけれども、空氣中に出でて冷えたならば細微なる水滴となつて初めて眼に見える湯氣となるのである。寒き時には暖き時よりも湯氣の生ずることが著しい。此水蒸氣と湯氣との區別を一層明に知らうとする

圖一十百第



ならば、上圖の裝置に於て硝子管より噴出する水蒸氣A部と湯氣B部とを比較し、更に酒精燈を以てB部を熱し再び眼に見えない水蒸氣となる所を観察するがよい。

湯氣と瓦斯、凡て氣體は壓力を加へ低温度となせば大抵は液狀となるものであるが、自己固有の或温度(臨界温度)以上に於ては、如何に壓力を加へても決して液體とならぬ。而して此臨界温度以上にある氣體を瓦斯と稱し、此温度以下の氣體を蒸氣といふのである。

應用資料 (一)床板などを濡雑巾で拭いても何時しか乾いてしまふ。(二)冬、井戸や川湖の水面から湯氣の立つ理由。(三)寒い日に呼氣の白く見えるわけ。(四)窓硝

子又は鏡に息氣を吹きかゝる時白く曇る理由。(五)酒精、石油等の器物の蓋を取つて置くと漸次其量の減少すること。(六)湯殿の硝子窓や天井から水滴の落ちること。(七)蒸留水の造り方。(八)湯氣は上方にて再び見えなくなるること。(九)鐵瓶の一種の鳴りの生ずること(出來た水蒸氣の泡の潰れた爲めの響き)等。

蒸氣の脹力の強大なることは時間の都合して成る可く附加したいものである。汽車、汽船等の蒸氣機關は全く之を利用したもにして人力を助ける主要な動力の原因をなして居るものである。水蒸氣も壓力を加へると收縮するけれども、同時に膨脹せんとする性質のあることは全く空氣と同じである。

實 驗(兒又は教) 前實驗に連續して蒸氣の脹力を知らんとせば、フラスコの口に木栓を嵌めて密封して加熱を繼續するのである。斯くする時は内に水蒸氣の愈々充満するに従ひ其膨脹力を増し遂にボンと音して木栓を上を烈しく打ち上げるに至るのである。

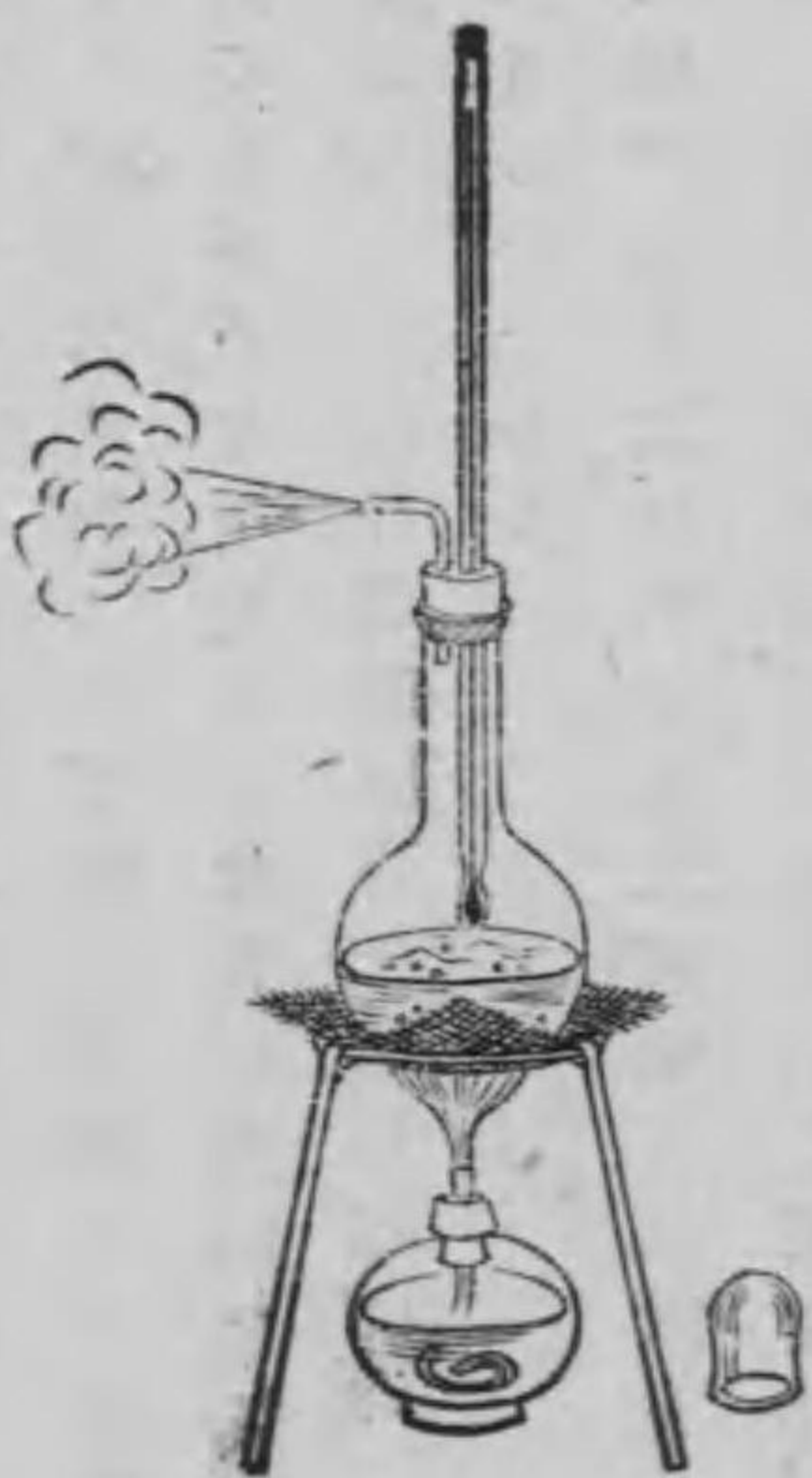
沸騰する水より出づる水蒸氣と其水との温度

實 驗(兒) 前實驗に引き続き、寒暖計を沸騰する水中に入れても、亦其水蒸氣中に入れても共に百度を示す。之れは沸騰する水も其水蒸氣も共に百度にして



壓力の變化せざる限りは常に一定して居るからである。而し壓力を減ずれば百

圖二十百第



度以下の溫度に於ても盛んに沸騰し、又壓力を大にすれば百度以上とならざれば沸騰しない。普通氣壓七六〇耗の附近に於ては、壓力一耗の増加に對し溫度の上昇は〇・〇三七度の割合である。

エーテルは三十九度位である。故にエーテルの沸騰中に手を入れても火傷せぬ。又種油の沸騰點は約三百度である。

水の氷に變ずること

實驗(兒) 雪又は氷に食鹽を混ぜたものをコップに入れ、其中に水を入れた試験管を挿して置くと試験管内の水は暫くにして氷となる。之を暖むれば亦融けて水となる。此の實驗に依つて水は冷ゆれば遂に氷に變じ、氷は之を暖むれば亦水となることがわかる。此實驗に於てコップの外側に露滴又は霜の如きもの、生ずることを見逃さず之が説明を加る様に指導しなくてはならぬ。(第十四章

空氣中に水分の存することの實驗参照

水は攝氏四度の時に其密度は最も大湖沼河川の水の表面から氷結し初める理由は此點から考察することが出来るのであるけれども、氷となる時は著しく其體積を増すものである。故に右の實驗に於て、試験管内の水面が寒劑の面より下にあらざる場合は其表面より氷り初めて試験管を破壊することがある。故に試験管内の水は相當に多く入れ、其水面上の所に絲を結んで印をつけ、之を寒劑中に入ると水の氷となるために容積を増す有様が容易に知られるのである。

- |                              |    |         |    |                  |
|------------------------------|----|---------|----|------------------|
| (1) 水                        | 三、 | 食鹽      | 一、 | 零下二十二度(氷が迅速にとける) |
| ために之に多大の熱を要する。其ために溫度が愈々下降する。 |    |         |    |                  |
| (2) 雪                        | 二、 | 鹽化カルシウム | 三、 | 零下五十五度           |
| (3) 硝酸アンモニウム                 | 一、 | 氷       | 一、 | 零下十五度            |
| (4) 磷酸ナトリウム                  | 九、 | 稀硫酸     | 一、 | 零下十九度            |
| (5) 硫酸ナトリウム                  | 六、 | 鹽酸      | 五、 | 零下十七度            |

今日大仕掛に人工的に氷を製するには氣體の氣化熱を利用してをるのである。空氣・炭酸瓦斯・亞硫酸瓦斯・アンモニア等は、適當の低溫度にて強壓を加へる時は何



れも液化するのであるが再び容易く氣化するものである。此際他より多くの潜熱を攝取する。此理を利用して食鹽水を冷し、其中に水を入れた水槽を入れて氷らしめるのである。輓近最普通に用ひられて居るのは液體アンモニヤである。

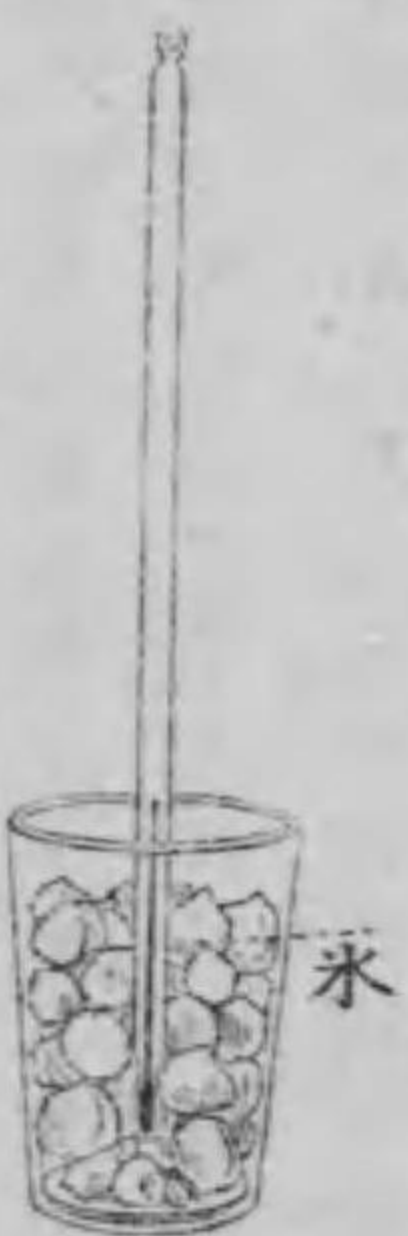
實驗(氣化熱利用の製氷)硝子板の上に少量の水をたらし、エーテルを入れたコップを其上に置き、スプレートを以てエーテルを氣化せしむる時はコップの下方の水は冷えて氷となり、コップと硝子とは結合して容易に離れない。

氷と水との混れる時の溫度

實驗(兒)

解けかゝつた氷(氷と水との混れるもの)の中に寒暖計を入れて其溫度を測つて見るに零度にして常に一定して居る、沸騰する水より出づる水蒸氣の溫度と氷と水との混れる時の溫度とは常に一定して居るものであるから標準溫度として寒暖計の目盛を定めるに重要な點である。

圖三十百第



故に兩者の實驗に於ては最も嚴密に之を確かめる様に指導しなくてはならぬ。而して此際使用する寒暖計は極めて精確なものに依らないと高低共一二度の差違ありて(兒童をして疑はしめることがある。(但し氣壓の變化に依つて多少異なることがある))

寒暖計

寒暖計の必要

(一)井戸水の溫度は夏冬に於て大した相違はないものであるけれども、夏は冷く感じ冬は著しく暖く感ずること、(二)土窟又は土藏の中に入れば、夏は冷く感じ冬は暖く感ずること、(三)同じ温湯の中に手を入れるに手の冷なる時と暖なる時とに於て違つた感じのあること、(四)冬湯に入りがけは甚だしく熱く感ずるも一寸上がつて直ちに再び同溫度の湯に入る時は左程熱く感ぜざること等の兒童の經驗を基礎として人の感覺の不正確なることを自覺せしめ、寒暖計を以て精密に而かも正確に溫度を測る必要あることを知らしむ。

製法

硝子管球、水銀(又は酒精)等の部分に分けて其構造を觀察せしめ、如何なる原理を應用してあるかを考察せしめた後其製法について知らしめる。

實驗(兒)

硝子管内に水銀又は酒精を入れることについては、兒童に簡單な實驗を行はしめることは、既習事項の復習總合にもなつて力強き教授となるものである。即ち圖の如く寒暖計型の一端を膨らました硝子管の球部を熱し、之をコップの着色水中に倒立すると管の冷えるに従ひ水は管内に上昇

圖四十百第

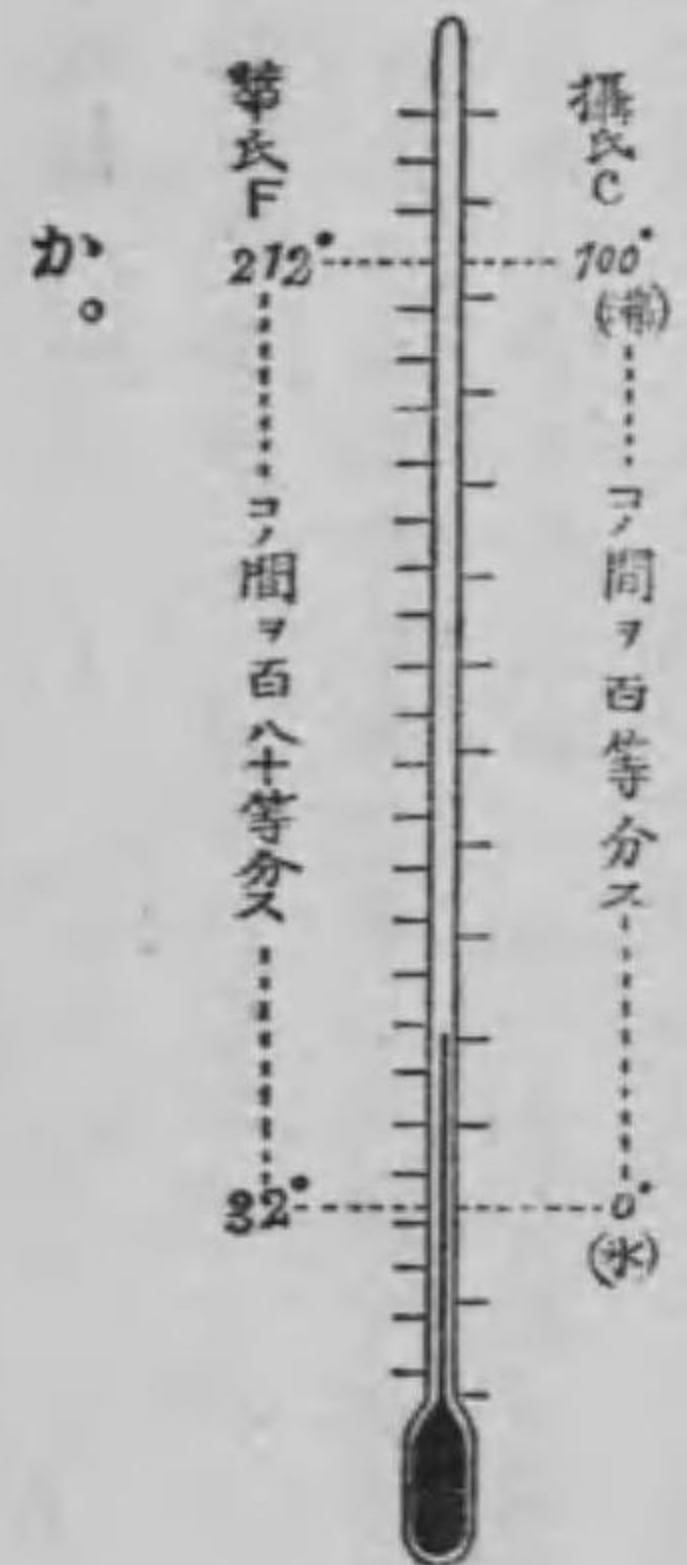




する。若し餘裕があるならば教師の方で厚肉細孔硝子管で造つた寒暖計型管内に、水銀を入れ、真空にして先端を封する様な實驗を示せばよろしい。之は比較的容易になし得る實驗にして、氣體の熱による膨脹收縮、大氣の壓力、液體の蒸發沸騰、氣體の凝結等の事が含まれて居る。

**目盛法** 沸騰する水から出る水蒸氣の溫度及び氷と水の混れる時の溫度は常に一定不變なるが故に、之を沸騰點及び氷點として寒暖計の目盛の標準となすことを考察せしめる。目盛法は素より攝氏を標準とするけれども、普通の氣溫寒暖計には必ず華氏の目盛も對照記入してあるから、實物につきて兩者の關係を調べしめ、特に沸騰點と氷點とを表はす度數の各異なる點に注意せしむ。次ぎの様な模型圖について度盛を對照記入せしめることも有效な方法である。

第五百五圖



問題(一)攝氏の一度昇りしことは華氏の何度昇りしことに當るか。

(二)攝氏の十度は華氏の何度か。

(三)華氏の六十八度は攝氏の何度か。

(四)華氏の百四十度は攝氏の何度か。

(以上三問は之を計算するのではなく寒暖計の實物につき相對照して調べしむるのである。)

**寒暖計の目盛に依る種類** 攝氏の寒暖計は瑞典のセルシウス氏(一七三六)の創製せしものにして、一般學術上及び歐大陸の民間に使用せられて居る。我國の民間に於ても漸次攝氏を用ゐる様になり、又今後之を用ゐしめる様に小學校兒童から其慣習をつけて置かねばならぬ。

華氏の寒暖計は獨逸のファレンハイト氏(一七二四)の創製にかゝるものにして日英米の民間に使用せられて居る。初め鹽化アンモニウムと碎氷とを混じたものを最も寒冷と見て之を零度とし、人體の溫度を二十四度となす。後四倍して今の如き目盛になしたものである。尙ほ露西亞獨逸の一部民間及び植物學農學等に用ゐらるゝ事のある列氏の寒暖計がある。之は佛蘭西のレオミユール氏(一七三一)の創製したものである。體溫寒暖計は攝氏の目盛にして最高寒暖計である。此外に最低寒暖計もある。體溫寒暖計の使用法位は授けて置く必要がある。水銀寒暖計と酒精寒暖計とは各優劣あれば左に其比較を上げて置く。



- (1) 水銀の沸騰點は三百五十七度にして酒精は七十八度である。故に高温度には酒精寒暖計は用をなさない。
  - (2) 酒精は凝固點零下百三十度にして水銀は零下三十九度である。故に低温度には酒精寒暖計を用ゐる。
  - (3) 水銀は各温度に於ける膨脹の割合に大差なけれども、酒精の膨脹は温度が高くなる程其割合は多くなる。故に等分に目盛することは出来ないから一度一度に水銀寒暖計に引比べて度盛を施す。
  - (4) 水銀は沸騰する時空氣を除去する事容易なるも酒精は比較的困難である。
  - (5) 酒精の膨脹率は水銀よりも遙かに大なれば太き管を用ゐて比較の見易からしめ、且つ管の狂ひの影響を感ずる割合が弱い。
  - (6) 酒精の熱の傳導率は水銀より小なれば酒精寒暖計の感じは比較的遲鈍である。
  - (7) 酒精は着色し得られて便利である。
  - (8) 酒精の原料は廉價である。
- 極高温、極低温のものを測定するには、磁製の容器に一定量の空氣を入れた壓力

寒暖計や、特殊金屬の膨脹を利用した金屬測溫器や、或は白金等を用ゐた電流寒暖計を使用する。

**使用法** 日々の氣温の測定は已に學年初めに於て授けてあるから此所では連續實測の結果をグラフに表はしたものにつき吟味する。而して液體の温度の測定法(球部を約十分間液中に入れて置く)及び人體の温度の測定法を授けて夫々實習せしめる。寒暖計は靜かに丁寧に取り扱ひ、無暗に振つたり落したり或は他物に打ち當てぬ様な些細な注意までを與へて置かなくてはならぬ。

## 第五十章 風と雨

### 教材選擇の趣意

吾々の生活に至大の關係を有し且つ兒童の日常目撃してゐる風と雨について其理由を知らしめて置くことは極めて重要なことである。而して是等の理由を明かにすることは既に學べる物理的現象を基礎として容易な事に屬する。即ち氣體を熱すれば膨脹して密度小となり軽くなつて上昇すること、及び太陽の熱に依つて地面に近き空氣の熱せられること等に依つて空氣の大仕掛の對流即ち風



の説明が出来る。又水の三態の變化並びに物の重さの事に依つて霧・雲・雨・雪等につき推究せしめることが出来る。

準備

【見】 空氣の對流實驗裝置、線香、マッチ、石又は瓦片、炭火を入れた火鉢、ルーペー。

【教】 雲の様々を示す掛圖、雪の結晶を示す掛圖。

教材の解説及び取扱方

風

實驗(見) ボール紙の圓筒形又は方形になしたものの、或は竹筒等の上端開き下部の四方に孔のあるものを机上に置き其内に熱した石瓦片又は金屬を入れ、線香の煙を筒の外方より下部の孔に近づけたならば煙は孔から筒の内に流れ入り、箱の上の口から立昇るのを見るであらう。若し筒の内の煙の運動を知らうとするならばランプのホヤを用ゐ其下方に四方に孔を開けたブリキか木製の短き圓筒を置いて前同様の實驗をなせばよい。

右の實驗に依り靜止せる空氣も其一部分を熱したならば直ちに運動を始め、其熱せられた部分は上昇し、熱せられない空氣が周圍から此部分に向つて進み行く

こと即ち空氣の對流の事が知られるのである。太陽の熱に依つて水陸が熱せられ、それに觸れてゐる空氣から次第に熱せられて大仕掛の對流運動をなすのは即ち風である。此對流はもとく空氣の密度の大小に基づく大氣の壓力の變化に起因するものであるから、其壓力の差の大なるほど風は強く、其差の愈、大なる時は暴風となるのである。普通風の速度を計るにはロビンソン風力計を用ゐる

名稱	速度(秒米を單位とす)	性質
無風	自 〇 至 一・四	煙直上す。
軟風	自 一・五 至 三・四	風あるを感覺す。
和風	自 三・五 至 五・九	樹葉を動かす。
疾風	自 六・〇 至 九・九	小なる樹枝を動かす。
強風	自 一〇・〇 至 一四・九	大なる樹枝を動かす。
烈風	自 一五・〇 至 二八・九	樹幹を動かす。
颶風	自 二九・〇 以上	家屋を倒す。

風の方向は地球の運動及び地球が太陽に對する位置の關係によつて大體一定して居るけれども、陸地・山脈・海洋等の影響に依つて各地方夫々一定してゐない。



我國にては夏は太平洋より亞細亞大陸に向つて吹く風多く、冬は其反對の方向に吹く風が多い。是れ夏は亞細亞大陸の内地は炎熱の爲めに低氣壓を生じ太平洋及び印度洋上の高氣壓部の空氣に向つて進入し、冬は亞細亞大陸内地に於て酷寒の爲めに生じたる高氣壓部の空氣太平洋及び印度洋の低氣壓部に向つて吹き出づるに因るのである。

海濱地方に於ては晝間は陸地が海面より溫暖なるを以て海上の空氣は陸に向つて海軟風となつて吹き來る。日没後は海面は陸地よりも溫暖となるから陸上から海に向つて吹く處の陸軟風となる、此相互の風の交代する際は朝風・夕風となつて一時無風となるのである。又山地にては之と同様に依つて山風・谷風を生ずることがある。兒童には其地方に特有な風の方向等を調査せしめるがよい。

### 霧・雲

霧・雲・雨・雪等は大氣中の水蒸氣の變化として既習の水の三態の變化にて説明すべきものである。之等は一々其成生の實際を有の儘に觀察せしめることが出来ないから、前述の水の三態の變化を基礎とし經驗を加へて想像せしめ思考せしめて之を了解せしめるより外に方法はあるまい。従つて今日吾等の想像し思考し

て信じてゐる成因などが或は凡てが眞理であるといふことが必らずしもいへない場合がないでもなからう。又今日考へられてゐる成因以外に更に他の原因の伴ふこともあるかも知れない。故に斯くの如き材料については餘程注意して一般に信じられてゐる事以外に確かな判斷を下さぬ方が妥當であらうと信ずる。

霧は地面に近き所にある水蒸氣が凝結し細かき水滴となりて大氣中に浮遊したものである。霞は霧よりも其水球の小なる場合をいふ。霧の水球は尙ほ肉眼にても視ることが出来る。

水蒸氣を含める空氣が高所にて冷えたならば其含める水蒸氣の一部凝結して細かき水滴となり、若し其溫度零度以下なれば細かき氷片となる。雲は斯くして生じた細かき水滴或は氷片の大氣中に浮遊せるものである。

- (1) 水蒸氣を含める溫き空氣が冷かなる空氣と混する時。
- (2) 溫き水蒸氣を含める空氣が山岳地殼等に觸れて冷却する時。
- (3) 水蒸氣を含める空氣が上昇して膨脹し其溫度が降りし時。

以上三つは普通に雲の成因と認められて居るものである。雲には卷雲・積雲層雲及び亂雲の區別がある。卷雲は高處に懸かれる氷片又は雲片にして、天候變化



の前後に現はるゝこと多く、層雲は地平線に平行して層状をなし、積雲は夏日に多く、亂雲は雨を來たすことが多い。

水球或は塵埃、氷片等が空氣中に浮ぶことについては兒童もよく疑問を抱くものである。之は其重量に比較して表面の大なるがため空氣の抵抗を受くることも亦大なるに依るものにして、球を二つに割れば體積は半分になるも表面積は半分以上である。此理を推して行けば浮游する理が了解せられるであらう。

### 雨雪

雨は大氣中の水蒸氣が凝結し、水滴となりて空氣中に浮ぶこと能はず地面に落下し來るものである。雨の生成は先づ空氣冷却して水蒸氣にて飽和せられ、次ぎに水蒸氣は凝結して雲霧となり、而して後其小水滴が結合して大滴となりて落下し來るものである。然し高所にある水滴は必らずしも全部地上に達せず、地表近くなれば漸次に蒸然して水滴小となり終には途中にて蒸發に化し地面に落下しないのである。豪雨は過飽和の状態にありし水蒸氣が急に凝結したものであつて小水滴の集まりし大水滴となつたものではない。

夏季靜穩の日の午後夕立の多い理由は次ぎの如き説明が出来る。

午前は水蒸氣盛に上り上方の空氣未だ飽和せず。又上騰する水蒸氣も未だ十分高所に到らないから冷却凝縮せらるゝ事はない。而し午後は空氣漸く飽和の状態に近づき之と共に高所に達した水蒸氣は冷氣に逢つて水滴となりて下降し、途中に在る水蒸氣をも液化せしめ愈々大なる水滴となつて落下し所謂夕立の現象を呈するに至るのである。雷は水蒸氣の發散に關係するものなれば夕立はよく雷と伴ふものである。

雪は大氣中の水蒸氣が溫度零度以下なる時、徐かに凝結して直ちに固體となり、多くは齊一なる六角狀の結晶をなして落下し來るものである。雪の結晶形には其種類極めて多く圖に示せるものは實に其一部分に過ぎない。ルーペー等を以つて黒片上に落下し來たれる雪を観察すれば容易に知ることが出来る。

雪片の一部が溶解して地上に達するものを霰と稱する。雨滴の氷結して形成せられたものは霰にして、球内に無數の氣泡を有するが故に白色不透明に見える。雹は霰の大なるものにして内部は雪塊なるも外面は氷の皮を以て蔽はれて居る。雹の成因を考ふるに上騰した空氣先づ高所の寒冷に逢ひて雪となり、濕潤なる空氣中を落下するに際し其途に當る水分を凝結附着せしめて構成するものである。



故に霰は冬季寒冷なる時に降下するも雹は冬季の如く空氣の乾燥せる時に下降を見ること極めて稀れである。夏季殊に六七月頃多く降下を見而かも午後一時頃に最も多い理は自ら知られるであらう。

## 第五十一章 火

### 教材選擇の趣意

火が吾々人類の生活を利することは實に重大なものである。「人は火を用ゐる動物なり」とは人の他動物と區別すべき最も著しき習性を取り出して言つたものである。食物の煮焼きや暗夜の光明から寒中の採暖等一として火の發する熱又は光を利用しないものはない。故に之に對して正しき理解をなすことは常に日常生活として合理的ならしめるのみではなく實に經濟的ならしめる所以となるのである。又本教材を他の化學教材と關係づけて考へたならば燃焼の最も普通なる火について知るのであるから、化學現象について學ぶ出發として又基礎としては、教材の難易、經驗の有無、内容の廣狹の何れから見ても至極適切な材料と認められるのである。

### 準備

【見】 ランプのホヤ、蠟燭、蠟燭立、線香、二寸四方位のボール紙、布片、綿毛、木片二個、マッチ(黃磷マッチと安全マッチ)及び附木、硫黃、黃磷、赤磷、酒精燈。

【教】 外にランプ、炭火、鹽酸加里、二酸化マンガン。

### 教材の解説及び取扱方

第一時 火は熱と光とを發すること、焰、火が新しき空氣を要すること、物の燃ゆるに従ひて其量を減すること、發火溫度。

第二時 マッチの用途、種類、製法の大要、發火の理、附木。

右は大體の時間配當であるが、第一時は教材多きに過ぐる時は其中の發火溫度だけを第二時に配しても内容の連絡上敢て差支へはない。又マッチを次ぎの酸素の教材の後に獨立して配當する時は酸素と燃焼との關係が明かになつて却つて都合よき連絡となるであらう。本教材は凡て兒童の經驗極めて豊富なるものであるから、常に其經驗を整理し之を解決し、之を検證し、更に進んで日常生活に對し一段と合理的、經濟的方法施設を工夫考案せしめる様に導かなくてはならぬ。

火が熱と光とを發すること



燃焼作用を廣義に解したならば或る物體の性質の大多數の化學的變化を起こす場合に熱と光とを發する現象を總稱するものにして、之を狹義に解すれば物體が空氣中の酸素と化合する際に熱と光とを發することをいふのである。通俗に燃焼といふのは後者にして一種の酸化作用である。只それが急激なるために熱を伴ひ其熱の高きが故に光をも伴ふのである。鹽素瓦斯の中に水素を燃やすことも出來れば高等一年の教材にある。又石炭瓦斯の中で酸素を燃やすことも出来る。是等は廣義の燃焼と見るのである。

火が熱と光とを發することは餘りに親知の事であるから、火はどんな役に立つか或は人は火の如何なる點を利用するのであるかといふ様にして、人が火の熱と光とを利用する場合につき兒童の經驗を整理する様に導けばよい。

**熱** 煮る・焼く・温める・乾かす・蒸發さす 炭・石炭ガス・薪・石炭・石油・コークス・酒精・酸  
**火** 溶解する・熔融する・爆發さす 水素・燐・酸素・アセチレン・燐

光 燈火・道案内・合圖・幻燈 石油・石炭ガス・蠟燭・種油・松明・アセチレン

右の如く利用せられる熱には必ず光の伴ふあり、又光には必ず熱の伴ふものである。又同じ火の熱と稱しても其種類に依つて高低に著しき相違がある。

石油燈は八百度、燭火は五百度、酒精燈は千二百度、酸化炭素は二千度に達する。而かも是等は燃焼せしめる方法に依つて(特に空氣或は酸素の供給の方法に依り)大に高低の差を生ずるのである。

**焰**

兒童の漠然たる經驗を以てしては焰は氣體の燃える時に發生するものであるといふことは多くは了解して居ない。燭火をまのあたり觀察しても蠟燭なる固體が燃えるものだと判斷するのが普通である。依つて次ぎの如く多面の觀察に依つて正當なる判斷を得しめ粗漏なる觀察を避けしめる様にするのである。

- (1) 燭火が少しの風に逢ふてもよく動搖するのは氣體が燃えるからである。
- (2) 燭火を吹き消して後、臭を嗅ぐに惡臭あるは氣體が發生するからである。
- (3) 直ちに心を少し離れて點火することの出来るのは、發生する氣體に燃えつくのである。

(4) 炭火やコークスの火が元の形を有するのは固體であるからである。

右の觀察からして焰の發生は氣體の燃焼に依るものであるといふことは最早疑ふ餘地はあるまい。而し尙ほ了解に苦しむものがあるならば試験管に酒精液



體又は蠟(固體)を入れて熱し、發生する氣體に點火して示すがよい。或は次ぎの圖

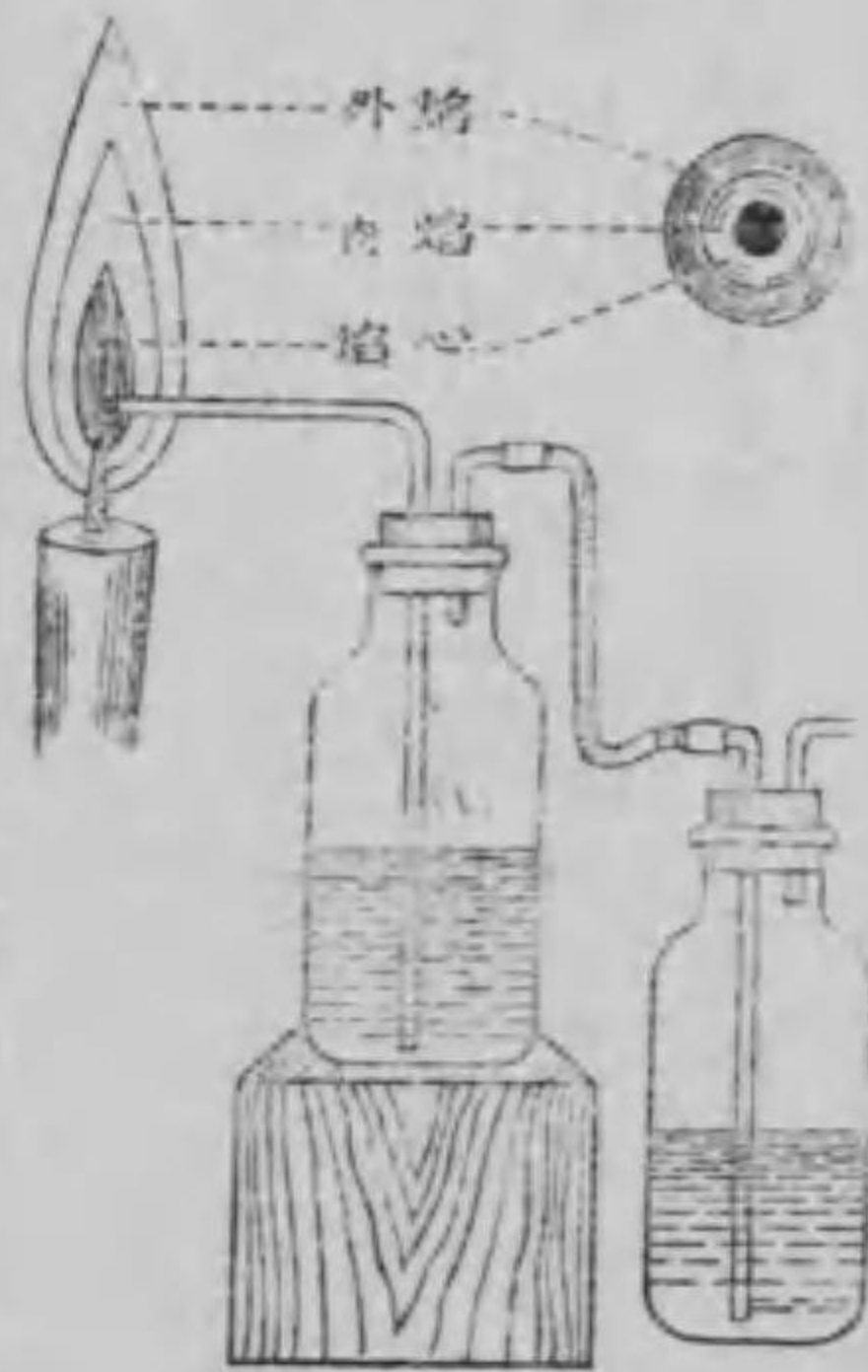
圖六十百第



に示す様に、燭火の未燃部の氣體をサイフォン装置に依つて硝子壺に捕集し、之を管端より追ひ出してそれに點火することが出来る。(圖は燭の構造を明示せんがために燭火を割合に大きく表はしてある)。燭火の中に硝子管を斜めに挿入して未燃瓦斯を導き出だし之に點火する方法は多くの場合實驗は困難である。而し大きな蠟燭(日本蠟燭はよろしい)を用ひ、硝子管を温める様にしたならば點火することが出来る。

既に燭の事について知つたならば蠟燭に火のつく次第を順次考察せしめるがよい。即ち蠟燭は熱のために先づ液體に液化したものが更に氣化し、其氣體が燃焼して燭が出来るのである。燭火を吹き消した後直ちに點火することの出来るのは尙ほ氣體が發生して居るからである。炭やコークスの如く氣化することの出来

圖七十百第



ない物は其儘形を保つて紅熾する。薪や石炭の燭を出すのは氣體が發生するかからである。

炭火の盛んに起る時に青い燭の出るのは一酸化炭素が燃えるのである。今下方の炭について考へるに之が熱せられると炭酸ガス( $\text{CO}_2$ )が發生する。之れが上昇して来る途中燃熱せられた炭火に遇ひ分解せられて一酸化炭素( $\text{CO}$ )になる。此一酸化炭素が更に上昇して行くと再び充分なる空氣が供給せられて燃焼し再び炭酸瓦斯( $\text{CO}_2$ )となる。故に空氣の供給不十分な炬燵等に於ては一酸化炭素は其儘發生し、此有毒瓦斯を吸入する嬰兒等を往々死に至らしめることがある。

火が新しき空氣を要すること

本教材中最も力を注ぐべき點である。之は兒童の經驗頗る豊富な材料なればどうしたならば火がよく燃えるか、又如何にすれば火力を弱めるか、或は消火することが出来るかといふ様な點につき問答し、數多き答の中空氣の十分なる供給を要する點を取り上げて大體の判断をなさしめるのである。斯くて檢證的實驗として理科書に示す様な方法を取るか、或は次ぎの如き實驗に依つて精細に觀察推究せしめるのである。(場合に依つては初めから歸納的實驗に依つて教授を進めることもあるであらう)。



實驗(兒) (1)圖の様に装置したホヤの上に細かな綿毛を懸せ。綿毛の上昇す

ることに依つて空氣が絶えず上昇して居ることがわかる。然らば其空氣はどこから入つて來るか。

第百八十八圖



(2)點火して線香をホヤの外部下方に置け。煙はホヤを通りぬけて上昇する。之は空氣が絶えず下方から入るからである。

以上二つの實驗に依り火の燃えてゐる時間は空氣は絶えず下から入つて上にぬけて行くこと即ち對流の現象が知られるのである。而し之れだけでは空氣の入らない時には火は消えるといふことがわからぬ。依つて次ぎの様な連續實驗を行ふ。

(3)ホヤの上口をボール紙で塞げ。空氣は上にぬけないで火は消える。火の消えかゝつた時ボール紙を取り去ると又よく燃え初める。

(4)木片を取り去りホヤと板とを密着せしめる。空氣は入らないで火は消える。火の消えかゝる頃ホヤと板との間を少しあけると亦よく燃え初める。

此二つの實驗に依つて空氣を供給しないと火の燃えないことがわかる。即ち

火が燃えるには絶えず新しき空氣を要するのである。

ランプ其他の燈火類にホヤを用ひ、又竈などに煙突を用ひるのは對流を盛んならしめんがためである。ホヤはなくても相當に空氣の供給されることは言ふまでもないが、ホヤあるに依つて一層よく供給される。此現象は停車場の切符を賣る窓の前に手摺の設備あることに依り混雜少なく而かも早く切符を求めらるゝことに喩へられるのである。

應用資料 (1)火消壺内の火の消ゆる理由。(2)火消壺より往々發火することの原因。(3)火吹達磨、火吹竹、團扇、扇等を用ひて火勢を強くすること。(4)石油ランプ、酒精燈の燭をして更に高熱を出ださしむる方法。(5)焔燼の火は火鉢の火よりも火力強き理由。(6)焔燼やストーブの窓の開閉と火力の強弱。(7)ブンゼン燈、瓦斯焔燼、瓦斯燈、石油ランプに空氣の入口あること。(8)西洋竈と日本竈との構造及び得失の比較。(9)炭火を灰で適當に蔽ふて置けば火持のよい理由。(10)酒精燈の火を消すに蔽を以てする理由。(11)火事の際には殊更風の起る理由。(12)火鉢の炭を積みばよい火が起る。又炭の上に筒をおけば更によく起る理由等。

燃焼と空氣との關係は十八世紀の終頃佛國の化學者ラボアジエーが初めて研



究したもので所謂燃焼の酸素説を出したものであつて其れ以前は火素説(フロジストン)あり或は靈的に考へ哲學的想像を逞うしてゐたものであることは既に第一章に略説して置いた通りである。

燭の構造(附加事項)

燭の構造について觀察實驗せしめて其大要を知らしめて置くことは比較的容易であつて興味もあり又頗る重要な事と信するのである。故に出來得るならば之を附加したいものである。

燭心(未燃部)は氣化した部が空氣に觸れないで未だ燃焼しない部分である。光輝弱く冷却せる試験管底を燭火の未燃部に入れると蠟の凝着するのを見るであらう。

内燭(還元燭又は不完全燃焼部)は光輝最強き部分にして氣化蠟の一部燃焼するも空氣の供給不充分なるため炭素の一部微粒末となりて析出せられ、且つ灼熱せられて光輝を放つのである。此部分は温度は尙ほ高くない。燭の強弱は温度の高低のみに關係するにあらず燭中に固體の存すると否とに依るものである。蠟燭の外燭中に硝子棒を入れるゝに汚るゝ事は少ないけれども強光の處即ち内燭部

に入れると煤が黒くなつて附着するのを見るであらう。酒精燈に硝子棒を入れても煤煙の着くことは極めて少い。若し其中に白金線を入れるか或は炭粉を吹き入れると光度を増すのである。石炭瓦斯燈にマンツルを使用し酸素アセチレン燭を白堊に當てるのも同理に基づくものにして、一時石油洋燈に壓倒せられた瓦斯燈が再び生命を得たのは即ちマンツルの爲めである。

外燭(酸化燭又は完全燃焼部)は光輝の最も弱わき部分にして空氣の供給充分であるから、炭素は全く燃焼して炭酸瓦斯となる處である。熱は最も高い。酒精燈の燭の中にマツチの軸木を挿入するに燭心に入つた藥品部は暫らくの間發火しないので外燭内にある部分は最もよく燃えるのを見るのであらう。但し藥品部を外燭内に入れると直ちに發火する。又焰上に金網を置くと外燭に熱せられる部分は最もよく灼熱せられるのを見る。白紙を燭火の上に水平に翳し迅速に焰の中に下し之を蔽ひて取り出したならば、内燭に當る部分に黒く輪をなして煤煙の着くのを見る。酒精燈の焰を以て同様の實驗をしたならば、外燭に當る部分は黒く輪をなして焦げる。

物の燃ゆるに隨ひて其量を減ずること



燃焼に燃料を要することは言ふまでもない事である。故に此所では特に其量の減する事を注意する必要があるまい。却つて物質が消滅するものならんとの誤解を抱かしめる恐れがある。第五十六課の「燃焼の成生物」の教授の際に燃焼に依つて其量は減するけれども一方に於て炭酸瓦斯や水炭の燃ゆる時は水は出来(ない)の生することに依つて、決して物質の消滅するものにあらざること(を)明にすれば事足ると思ふのである。

物の燃ゆるには熱せらるゝを要すること

燃焼の條件とし(1)燃料、(2)空氣の供給、(3)發火温度の三つを擧ぐることが出来る。此中燃料の事は前項にも述べた如く只燃料を要するだけに止めて他の事に及ばない様にするがよからう。又空氣を要することは既に述べた通りであるから本項では特に發火温度の事について明かに知らしめるのである。理科書に示す如く物を燃やすには火種又は他の焰を以て之を熱しなければ發火しない。一旦發火したものでも自分の焰を以つて絶えず燃料を熱して氣化せしめ其氣體を熱しつつあつて初めて燃えるものである。若しそれに冷い空氣が多量に來るか或は水でもかける様なことがあつたならば直ちに消えてしまふ。焰の中に金網を水

平に入れたならば其上に氣體は出るけれども焰は出ない。之は焰の熱が金網に奪ひ去られるからである。故に之を燃やさうとするならば、更に他の焰を以て熱しなければならぬ。

一般に發火に必要な温度を發火點と名づける。木炭は七百度、硫黄は二百六十六度、磷は六十度、赤磷は二百六十度位である。素より之は一部分だけ發火點に達すればよいわけである。蒸氣の發火點の事は特に引火點と稱する。石油などでよく用ゐられる言葉である。

燃焼の條件が明かになつたならば其反對に消火の理について推究せしめるのも面白い。即ち其條件の何れか一を除去すればよいことになる。三脚の中一を缺けば其用をなさない様なものである。水をかけることは發火點以下に冷やすといふことゝ、水蒸氣を以て空氣の供給を不充分にするといふことが目的になつてをる。但し石油の火は水をかけて却つて大事にすることは石油が水より軽いといふことから自然に明かなことである。燃焼の條件は次ぎのマッチの教授の準備となり基礎となり又出發となるのである。

マッチ及び附木



元來人間は夜間眼は見えぬものである。又食物は大概一度は熱を加へたものでなくてはならぬ。之が人類に火を必要とする主要な理由となるのである。而して其火を得るには隨時の時、随意の場所にて容易に得られるものでなくてはならぬ。此條件に適合したものは今日の所ではマッチに如くものはない。

黄燐マッチの主薬品は黄燐なるが故に少しの熱を與へたならば發火する。即壁、衣服等に其軸の薬品の附着せる部分を摩擦したならば容易に發火する。而しこのマッチは一名危険マッチとも稱して餘りに無雑作に發火して時には危険なることあるのみならず、黄燐の毒は今日の醫術の進歩を以てしては到底治療することが出来ない程猛烈である。其〇一瓦を食してもよく人を殺し、其蒸氣を吸入する時は腐骨症に犯さるゝものである。兒童には黄燐マッチの實物について發火の實驗をなさしめ、黄燐及び其發火の容易なること並びに取扱上の注意等を示し、後の空氣の成分の實驗に關する豫備的知識を與へて置く必要がある。

赤燐マッチは一名安全マッチ又は普通マッチとも稱し、赤燐と鹽酸加里又は酸化アンチモンと鹽酸加里とを主成分とした薬品を用いたものである。さきに燃焼の要件並びに熱の發生について學んで居るのであるから、マッチの構造即ち主

として要する薬品類のことは實物の觀察と相俟つて比較的容易に推究することが出来るであらう。

	燃え易きもの	酸素を放ち易きもの	摩擦面を粗にするもの	薬品を固めるもの
軸木	硫黄木炭	鹽酸加里		膠又はアラビヤゴム
箱	赤燐	二酸化マンガン	硝子粉	膠又はアラビヤゴム

右は最も普通のものであるが、マッチの種類に依つて他の薬品を混入してゐるものが少くない。即ち燃え易きものとして酸化アンチモンを用ひ、酸素を放ち易きものとして重クロム酸加里、酸化鐵の如きを用ひ、又硝子粉の代はりに石英砂を用ひるものもある。而して膠着劑としてトラカントゴム或は澱粉糊を利用するものもある。軸木には比較的軟かにして燃え易き白楊、筐柳、姫小松、澤胡桃、品木等を用ひ、時には蠟液にしめして一層よく燃える様にしてゐる。要するにマッチは燃え易き燃料、充分なる空氣、酸素の供給、發火温度、摩擦熱を得るもの、三つが主要件となつて色々工夫せられて居るものである。此中鹽酸加里及び二酸化マンガンをを用ひる理由は次ぎの酸素の教授を俟つて初めて了解せられるのであるか