

(C) 肥料の分類。前表の示す如く肥料は之を直接肥料と間接肥料とに大別することが出来ます。その直接肥料に属するものは三大要素の内少くとも何

れか一つは之を含むことを要件としてをります。又間接肥料とは土壤の物理的状態や化学的性質の改變に與り、且つ共に施す他の肥料の分解を促進してその肥料的効果を進める働を有するものを指してをります。

又肥料をその供給資源に關して分類しますると植物質肥料、動物質肥料、礦物質肥料、雜質肥料の四部に分れます。

肥料は屢々その拾得手續から自給肥料と販賣肥料とに分けられます。自給肥料といふのは天然に得られる人糞尿、厩肥の如きもので、天然肥料、手間肥(てまごえ)の別名でも呼ばれます。一般に容積が大で三大要素が含まれてをるが皆稀薄な含有量しかもたないものが多くあります。

販賣肥料は別名を金肥(きんぴ)といひ、三大要素の中の何れかを特に多く含むものが多数であります。

肥料は施用後その効果の顯はれる遲速から見まして速効肥料と遲効肥料とに分類せられてをりますし、之を植物に施す時期から見まして元肥(もとごえ)と追肥(おひごえ)とに別けられてをります。

元肥は又基肥ともいひ、多くは遲効性のもので早く土壤に施して置くと後々にそこに移植するものとか播種するものに役立つ様な種類のもので之に屬します。

追肥は又補肥、掛肥などと呼ばれ成長期にある作物に直接適用して効果の顯はれる速効的のものが多いあります。

頁 項
76 46 完全肥料。

(I) 参考事項。

(A) 完全肥料の意義。三大要素の中その一方に偏した硫酸肥料の様なものをも備質肥料といひます。それに対して三大要素を悉く含んでをりますものを完全肥料といひます。かく呼ばれる場合には又その三者を比較的適當な割

合に含んでをることをも要件として考へられてをります。しかし販賣品の完全肥料と稱するものには、往々二種以上の肥料を混じた許りのものがあつて適確でなく、農家の耕作地の性質と没交渉な爲に經濟上不利な場合が尠くありません。

(B) 完全肥料の種類。

(i) 油粕類。植物種實の採油後の残滓を油粕と稱し、大豆粕、菜種粕、落花生粕、綿實粕、胡麻粕等多種類に亘つてをります。

是等を土壤に施すと醗酵の時有機酸が出来て發芽を害し、根付を悪くするから、多量を同時に施すとならば豫め醗酵させてからにせねばならぬ。又前以つて土壤に施しておいて後に播種する方法もある。何れにしても此の點の留意を要する。

その成分には三大要素を皆含んでをるので完全肥料と言へます。

	窒素%	磷酸%	カリ%	内地消費高
大豆粕	6.0	1.2	1.5	年1億圓
菜種粕	5.0	2.0	1.1	年1,500萬圓
落花生粕	7.1	1.3	1.4	
胡麻粕	5.8	3.2	1.4	

(ii) 魚肥。魚肥の重なるものは鯀、鰯の搾粕と下の乾魚とで、之が日本魚肥の三分の二を占めてをります。此の外に荒粕、と稱し魚類を食品にした残の不用部を肥料にするものがあります。

	窒素%	磷酸%	カリ%	石灰%	脂油%
鯀搾粕	9.9	4.1	—	9.3	—
乾鯀	7.5	3.7	0.7	3.6	16.3
鯀搾粕	9.8	4.2	—	9.8	—
乾鯀	6.6	2.3	0.6	2.6	17.7
肉質荒粕	13.0	0.9	—	0.7	18.0
骨質荒粕	8.2	4.3	—	5.1	11.3

脂油の多いものは劣等とせられてをります。之は脂肪が分解しがたくて遲効的な爲であります。

(iii) 人糞尿 も三成分を含んでをります。

	窒素%	磷酸%	カリ%	ソーダ%	食鹽%
日本人	5.7	1.3	2.7	4.5	10.2
歐洲人	6.9	2.6	2.1	3.9	6.5

(iv) その他 馬糞尿、牛糞尿、豚羊糞尿、家禽糞尿等皆之に屬します。

(C) 配合肥料。各種肥料を二種以上混合して肥料成分の割合を植物に適する様にしたものを配合肥料といふ。之に對して二種以上の肥料を單に機械的に混することを肥料の混合といひ、之は往々恐る可き結果を生み、それを無効にする許りでなく、有害なものとなす場合もある。

配合の際には (i) 混和物が化學的に中性又は中性に近い状態になすことを必要とします。

(ii) 肥料成分を揮發性にしないこと(惡例、硫酸アンモンと木灰、石灰)を必要とします。

(iii) 肥料成分を不溶解性にしないことを必要とします。

好適例。大麥に對しては窒素8:磷酸5:カリ10の割合がよいとの事であります。

人造配合肥料に次の様なものがあります。

(i) アンモフオス 硫酸アンモンに過磷酸石灰を混じたもの。(ロイナフオス)

(ii) ニトロフオスカ 窒素、磷酸、カリの三要素を配合したもの。(ロイナフオスカ)

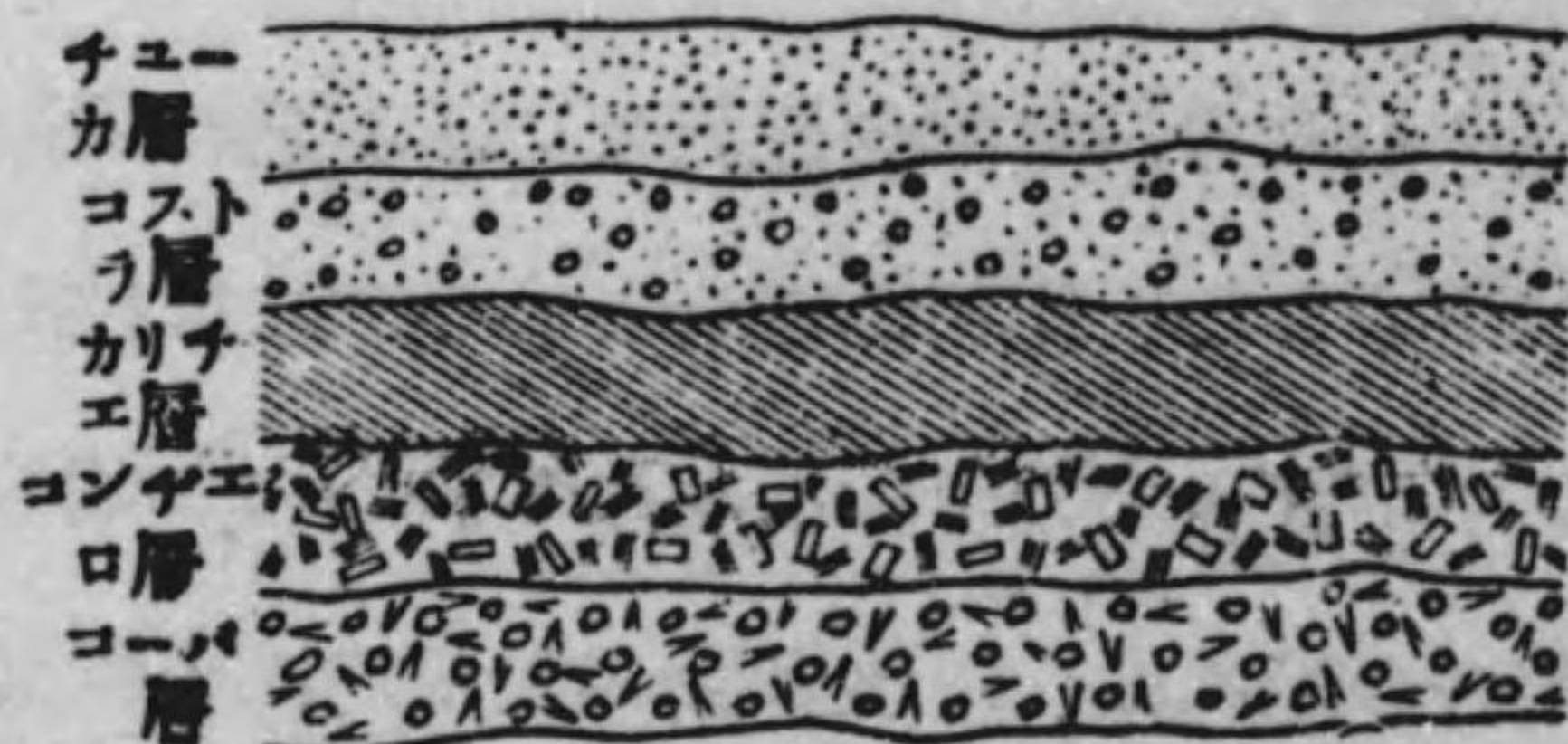
76 47 窒素肥料。

(I) 参考資料。

(A) 智利硝石。南米チリで之を發見したのは1809年のことで1830年以來盛んに採掘せられ今日迄 7000 萬噸以上を採つてをります。之はその隣國のペルーやボリビアからも出ます。

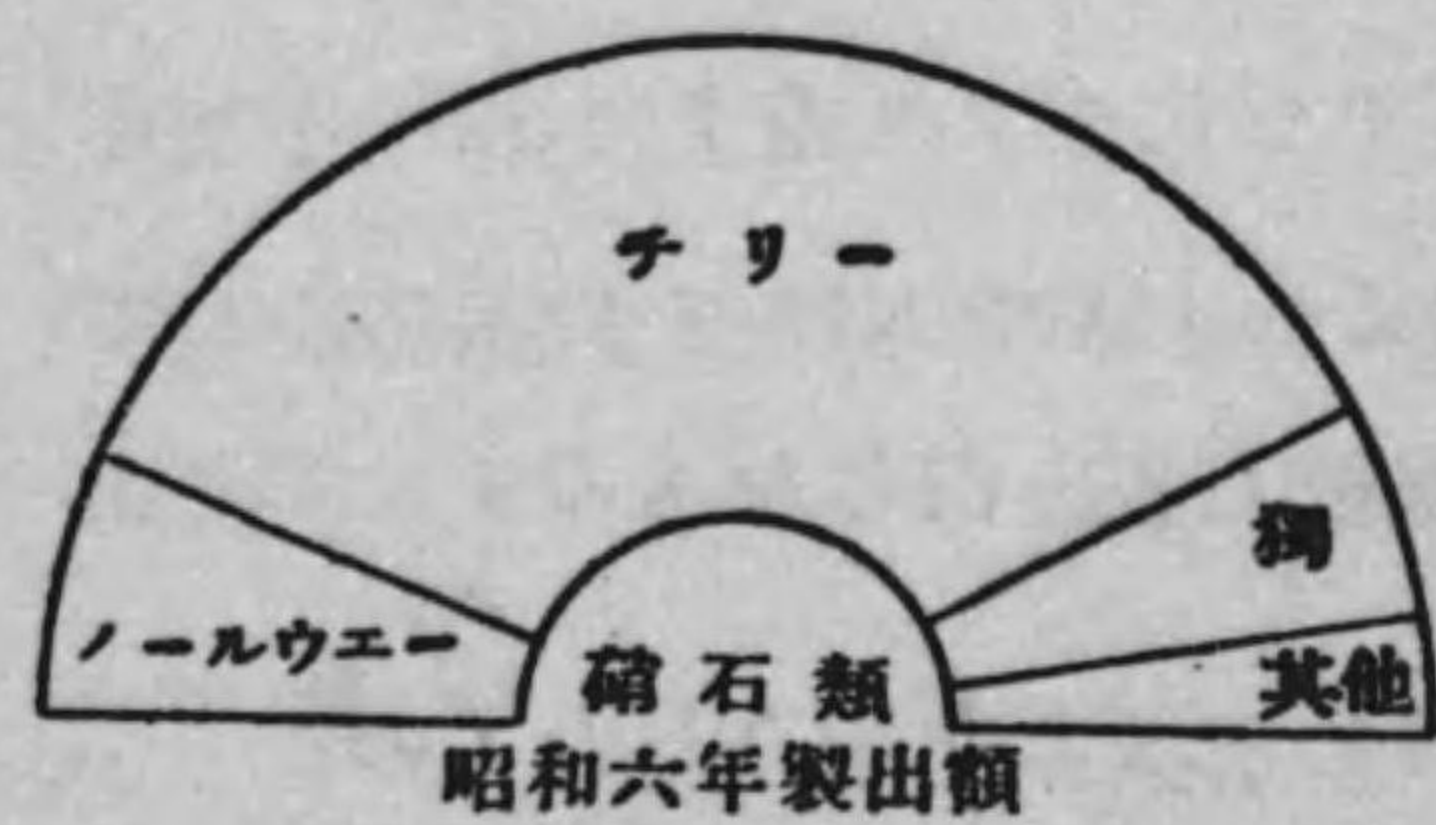
最近はこの採掘が多少減じたのでありますが、それでも年額 200 萬噸以上であります。

この智利硝石層は普通 5 礦石層からなり、智利硝石を最も多く含んでをるカリチエ層はその中央即ち上より第三層目に位置してをります。



それで上の二層を取去りたる後爆薬でカリチエ層を爆破して採るのであります。

このカリチエ層にしても NaNO_3 の 30% → 49% しか含んでをらず、他は鹽化物、硫酸鹽、過鹽素酸、沃化物、不溶性岩砂土等であります。それを浸出



れます。

(B) 硫酸アンモン。製法に関しては前節に出てをります。

之は一種の速効肥料ではあるが、土壤に施すと之によく保持されるため流

法その他で硝酸鹽を主成分とするものにしますが、肥料用としては僅少の過鹽素酸鹽と沃素酸鹽を含んでゐても宜しくありませんからそれをよく除きます。その際副産物として沃素が採取

失の憂が尠く、元肥にも追肥にも適してをる。之を耕地に施すとアンモニアが植物に吸収されると共に硫酸を残し土質を酸性にする傾向があるから、繰返し之を與へる場合には、之を施す時期と所を異にしてその地に鹽基性肥料加へて土質を中性にすることを考ふ可きであります。

この肥効は國に依つて大いに異なる。歐洲 チリ硝石の肥効を 100% とすると硫酸の肥効 90%



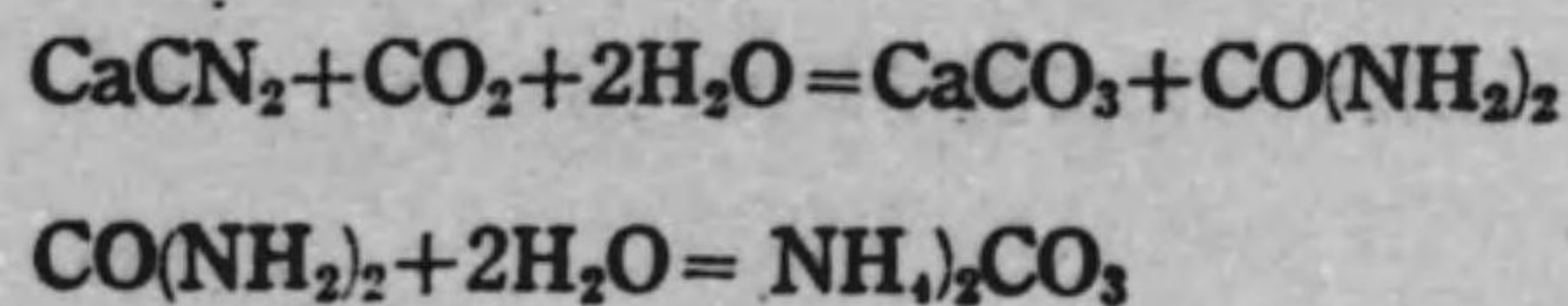
日本 硫酸 100% の肥効に對し智利硝石 47% の肥効、我が國の水田には殊に硫酸が適してをります。

(C) 石灰窒素。之は CaCN_2 と炭素との混合物に對する名稱であるが、肥効的にはその内の CaCN_2 を主として考へればよい譯であります。

然し直接、間接の考を綜合するならば石灰肥料としても考へねばならず、之が含む炭素の土質改良に資する次第も考察すべきであります。

之は直接には植物に有害なる作用を及ぼすものである爲に、播種二三週間前に耕地に元肥として施すことが安全で賢明な方法であります。

之はアンモニアの原料として多量に用ひられてゐたが今日では合成アンモニア法が盛になつたためその方は衰微してをりますので肥料本位に考へる可きであります。しかし之を土壤に施しておくと同様な原理で水と作用してアンモニアを生じ肥料的効果を示すのでありますからその點を味ははず必要



頁 項
77 48 磷酸肥料。

(I) 参考資料。

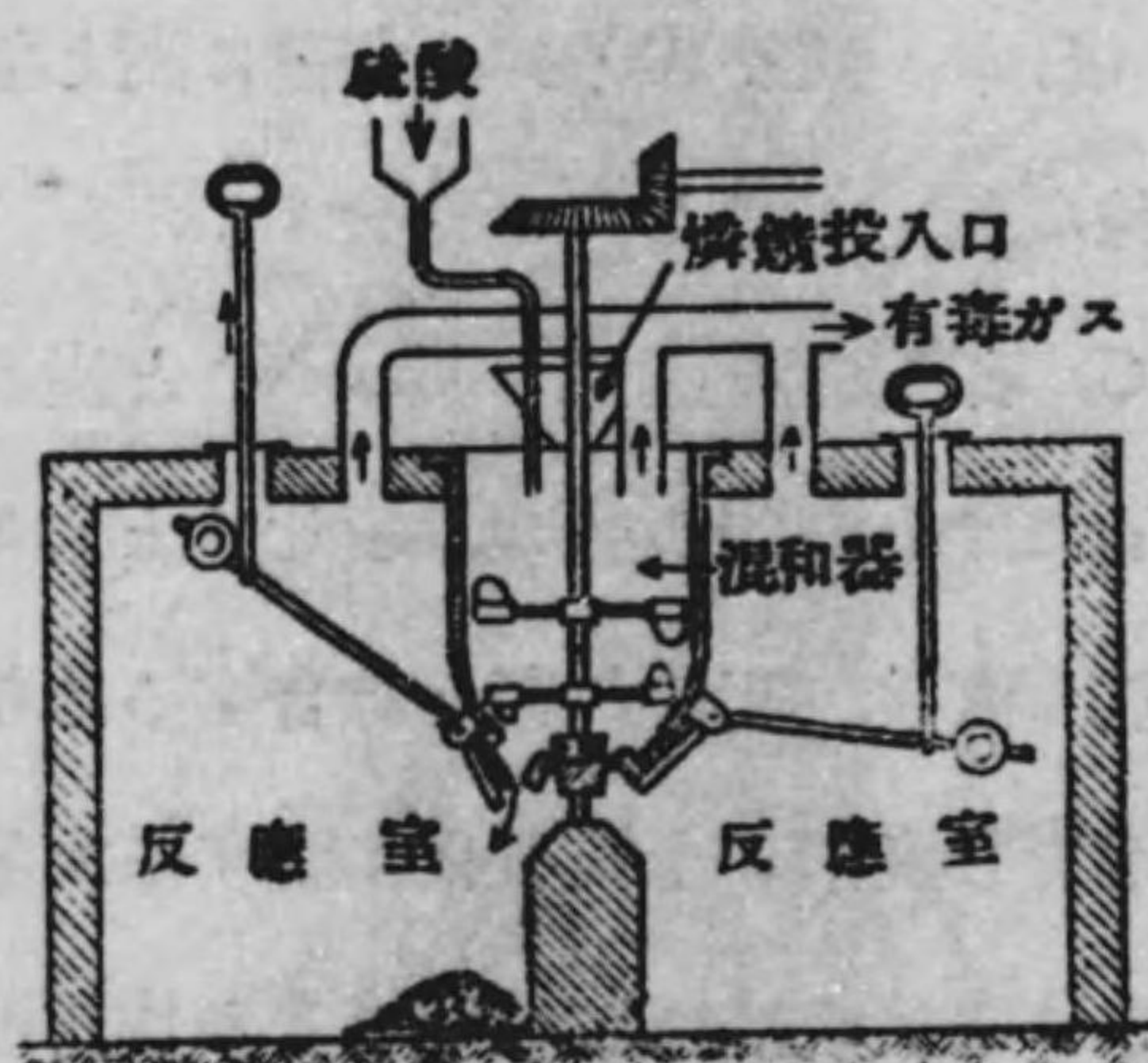
(A) 磷礦。天然の磷酸鹽で肥料の原料に供せられるものは $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ を含むもので磷灰石、その不純物を含む磷灰礦、その50—60%を含む糞化石、35%内外を含む海鳥糞磷礦、及び結塊磷礦などがあります。

是等は多く過磷酸石灰の原料にされますが、加工せずに細粉状として土壤に施せば數年に亘つて磷酸肥料としての効を奏します。

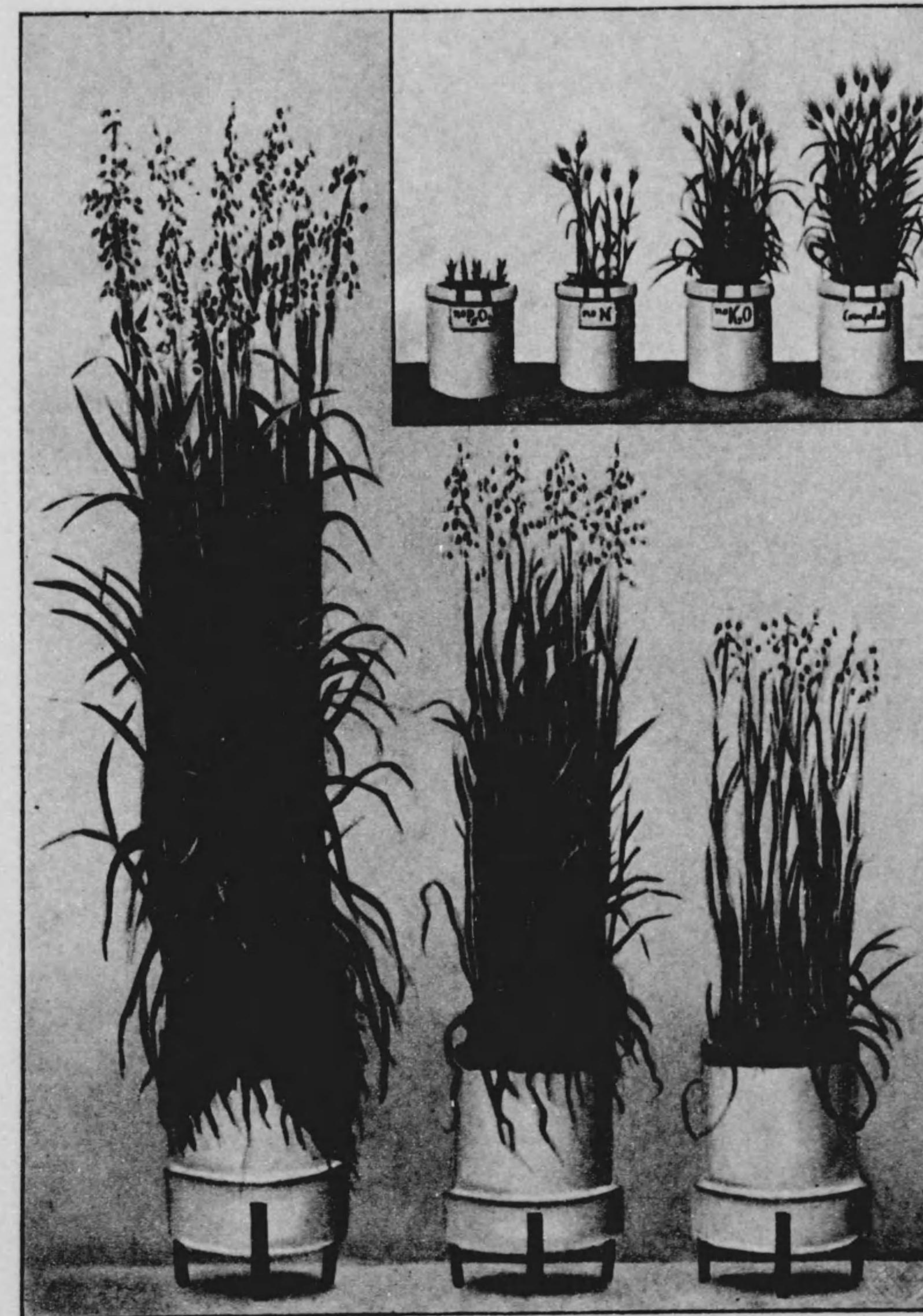
(B) 過磷酸石灰。磷礦を微粉末に碎き、硫酸を作用させて $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ をば $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ にしてその可溶性を増すと肥料的効果が大になります。之を磷酸一石灰又は水溶性磷酸などと呼び、それと以上の處理に際して生成する CaSO_4 との混合物を過磷酸石灰といひます。勿論粉碎して賣品とせられます。

この製造には硫酸を多量に要するが、我が國では硫酸の産額が大なる爲、多量に過磷酸石灰が製せられ年額600萬越に及んでをります。

之を土壤に施すと一度溶解して地中に廣がるが、土中の礬土や鐵などと化合して又々非溶解性のものとなる。しかし分布して後のものである爲にその粒子が極めて細く、よく植物の根から出る酸にとけて吸収せられる。故に畑地では降雨二日前に、水田では二三日水を止めて置けば流失量は極めて少くなります。



過磷酸石灰の製造装置
混和室には混合後30秒内外置き後栓を開いて反應室に落し、そこで主反應を起させます。その反應で温度が、250迄も昇りますが、24時間後200°cを下らぬ内に取出し粉碎しますと自己の熱でよく乾燥します。



肥料の効果

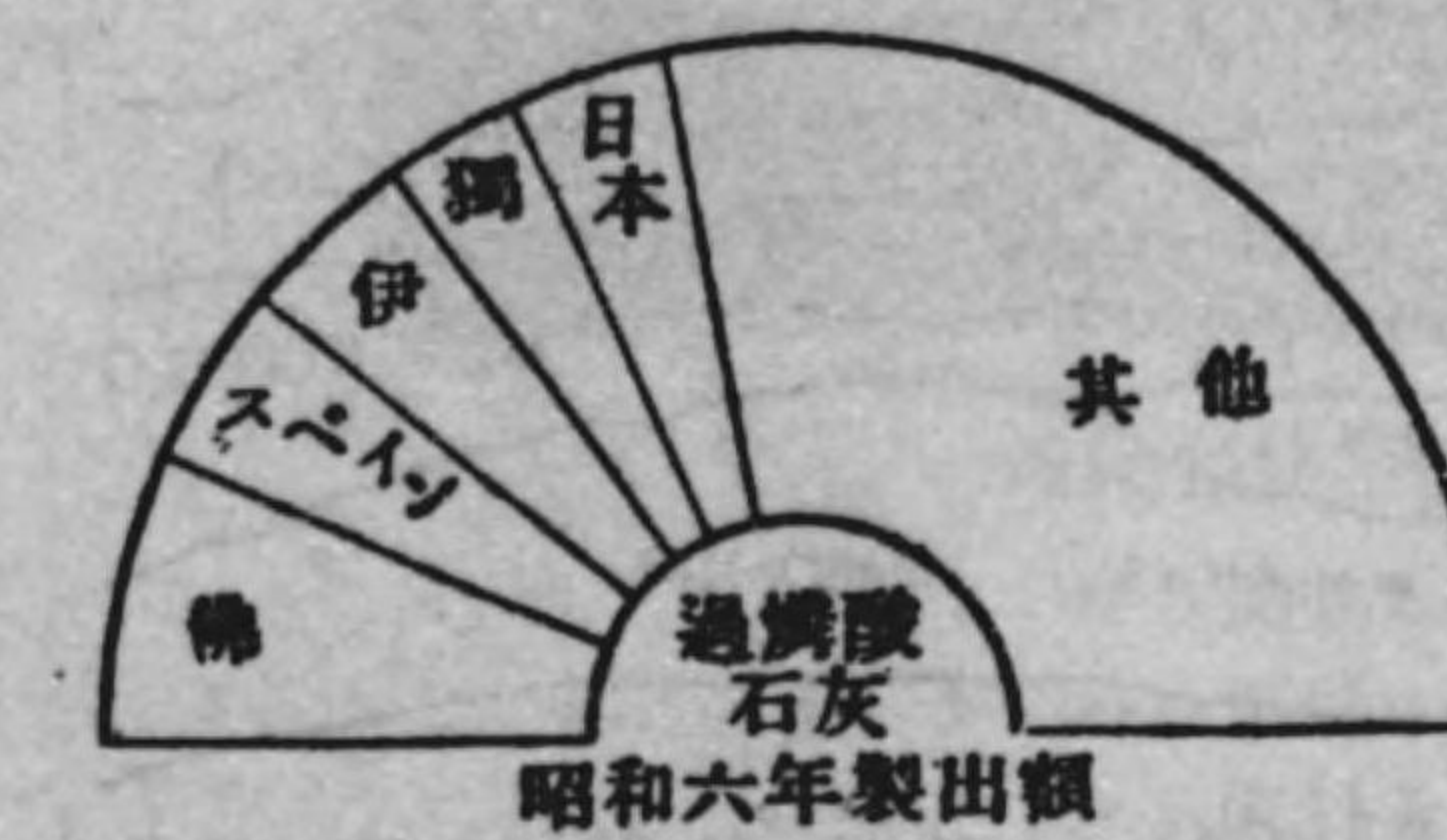
上段〔大麥〕左より磷酸を缺くもの、窒素を缺くもの、カリを缺くもの、及び完全肥料

下段〔燕麥〕(左)カリ、磷酸及び充分なる窒素肥料施用。(中)カリ、磷酸及び少量の窒素肥料施用。(右)カリ、磷酸のみで窒素を缺いたもの。

(C) 重過磷酸石灰。粗悪な磷礦の處理を工夫してゐて1871年にグラハムにより之が發明されました。

(i) 粗悪な磷礦に過量の稀硫酸を加へてその磷酸の全部を H_3PO_4 として遊離させます。 $Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 = 2H_3PO_4 + 3CaSO_4$

(ii) その磷酸を濃縮して良質の磷礦に作用させますと石膏を含みぬ磷酸一石灰が得られます。 $Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 + 3H_2O = 3CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O$

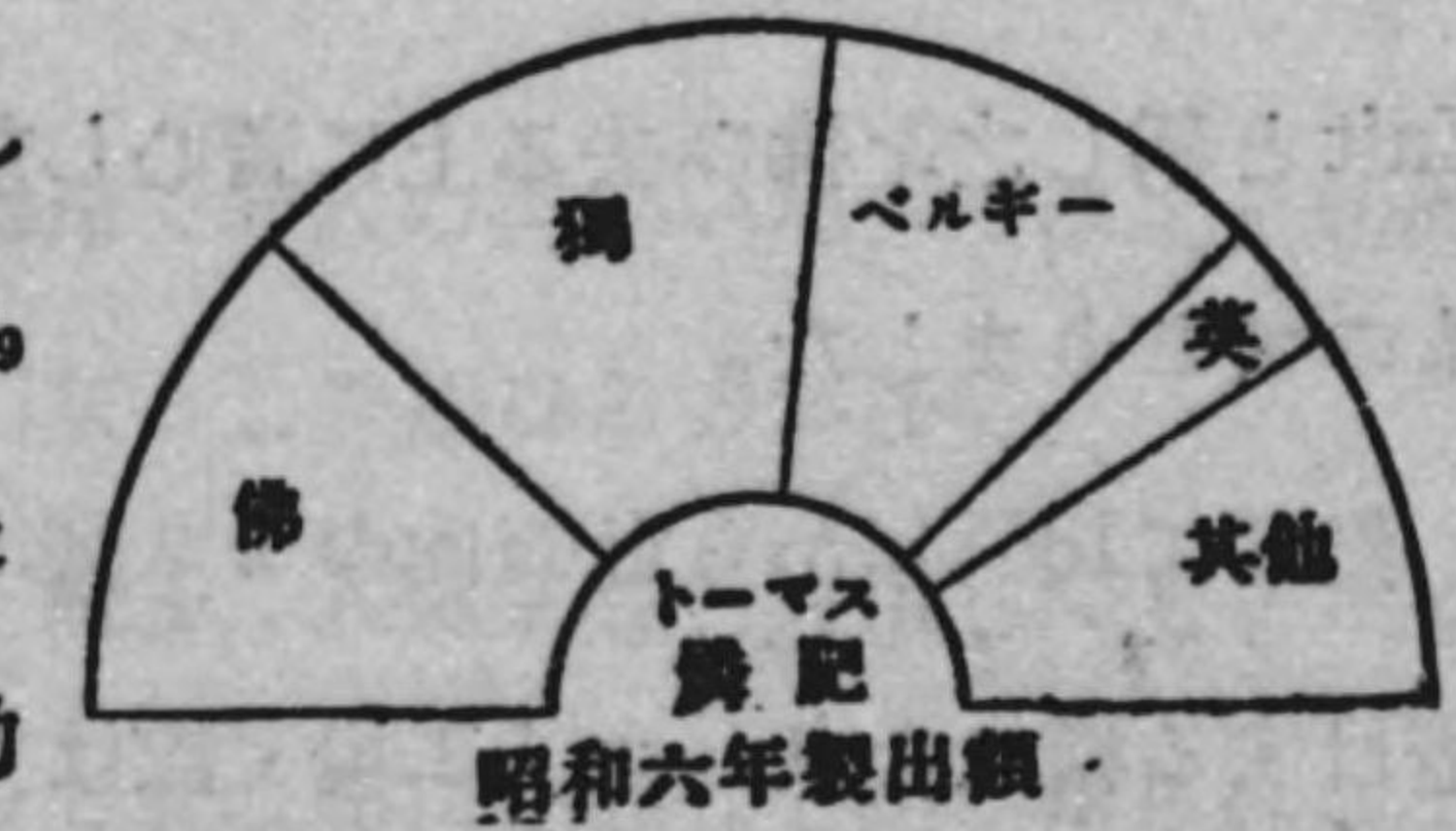


之を重過磷酸石灰といひます。

之は磷酸の含有量が大であるからその所要量の割合に容積、重量共に小さく、遠距離輸出用に適してをります。

(D) トーマス磷肥。轉爐その他で含磷鉄鐵を良鋼にする際得られる副産物で一種の鐵滓である。之を粉碎して用ひる。

このものは重い暗灰色の粉末で、石灰40←→50%を含みアルカリ性を呈します。その主成分は $Ca_3(PO_4)_2, Ca_4P_2O_9$ などでありますが、細末状態にすると土壤に施す時植物に吸収され易く肥効が大であります。



頁 項

77 49 カリ肥料。

(参考資料)。

カリ肥料は土壤に多く含まれてをる上に、容易に分解して可溶性に轉ずるものが多いから火山灰地方その他、この種の肥料を施すに及ばぬ所が尠くありません。之を必要とする地方ではその内に10%内外の炭酸カリを含む木灰、

草灰を昔から習慣的に主として用ひてゐました。

1857年獨逸スタツスフルトの大岩鹽層の下層にカリ鹽のあることが發見せられてからこのカリ鹽に供給を仰ぐ様になりました。

岩鹽層は始めその最上層のもの許りに着眼し、古くからその採掘をしてをりましたが1837年時の政府は多量の採取を試みましたが、雜鹵石層を隔てて第二大岩鹽層に達することを得ました。

その上部の雜鹽層は苦土鹽、カリ鹽に富んだものでありますが当初は岩鹽採掘上の邪魔物としてアブラウムザルト *Abraum Zalt* と稱し之を拂ひ去る上に苦心したものであります。

然るに1857年から此の内のカリ鹽に着目する様になり、カリ工場を設けて一大精製に取りかかり、今日の如く全世界へのカリ供給を獨占するに至りました。

農業上の實際に於けるカリ肥料の効果は夥しいもので次圖は馬鈴薯栽培に於けるその一例を示したものであります。



馬鈴薯栽培に於けるカリ肥料の効果

- (1) カリ肥料の缺乏せる土壤よりの生産高
- (2) 同一面積の普通土壤よりの生産高
- (3) カリ肥料を特に施した同一面積よりの生産高

頁 項
78 50 石灰肥料。

(I) 参考資料。

(A) 石灰肥料の各種。

(i) 炭酸石灰。石灰岩のある所や海岸で介設の得易い地方では之を粉碎しても用ひる。しかし是等を焼いて石灰として用ひる方が多い。

この炭酸石灰はアルカリ性がなく、硫安、人糞尿等と共用してもアンモニアガスを發出せしめることがないので此の點に安心して用ひ得られるよい所があります。

(ii) 石灰類。生石灰、消石灰共に石灰肥料として用ひられるが生石灰はその作用が強烈にすぎるので、多くは消石灰として用ひられます。

(B) 本肥料の作用。

本肥料はそのアルカリ性によつて土壤の酸性を中和して土壤をよくする性質を有する微生物の蕃殖を助ける爲に有機物の分解を促進する効があります。

又不溶性の無機鹽を可溶性にし病菌害虫を撲滅する作用があるなどよい所

草灰を昔から習慣的に主として用ひてゐました。

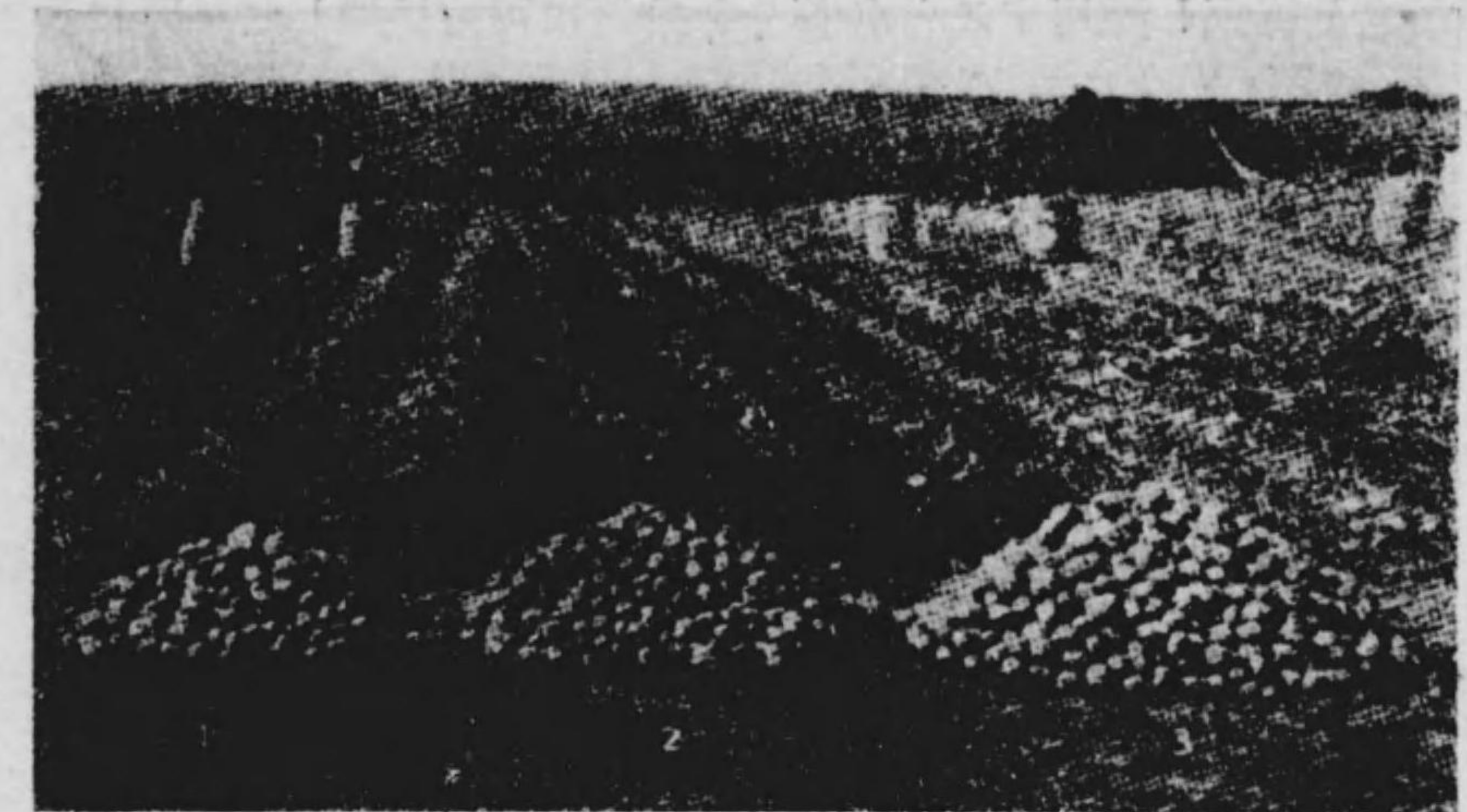
1857年獨逸スタッズフルトの大岩鹽層の下層にカリ鹽のあることが發見せられてからこのカリ鹽に供給を仰ぐ様になりました。

岩鹽層は始めその最上層のもの許りに着眼し、古くからその採掘をしてをりましたが1837年時の政府は多量の採取を試みました所、雜鹵石層を隔てて第二大岩鹽層に達することを得ました。

その上部の雜鹽層は苦土鹽、カリ鹽に富んだものでありますが當初は岩鹽採掘上の邪魔物としてアブラウムザルツAbraum Zaltと稱し之を拂ひ去る上に苦心したものでありました。

然るに1857年から此の内のカリ鹽に着目する様になり、カリ工場を設けて一大精製に取りかかり、今日の如く全世界へのカリ供給を獨占するに至りました。

農業上の實際に於けるカリ肥料の効果は夥しいもので次圖は馬鈴薯栽培に於けるその一例を示したものであります。



馬鈴薯栽培に於けるカリ肥料の効果
 (1) カリ肥料の缺乏せる土壤よりの生産高
 (2) 同一面積の普通土壤よりの生産高
 (3) カリ肥料を特に施した同一面積よりの生産高

頁 項
 78 50 石灰肥料。

(I) 参考資料。

(A) 石灰肥料の各種。

(i) 炭酸石灰。石灰岩のある所や海岸で介殻の得易い地方では之を粉碎しても用ひる。しかし是等を焼いて石灰として用ひる方が多い。

この炭酸石灰はアルカリ性がなく、硫安、人糞尿等と共用してもアンモニアガスを發出せしめることがないので此の點に安心して用ひ得られるよい所があります。

(ii) 石灰類。生石灰、消石灰共に石灰肥料として用ひられるが生石灰はその作用が強烈にすぎるので、多くは消石灰として用ひられます。

(B) 本肥料の作用。

本肥料はそのアルカリ性によつて土壤の酸性を中和して土壤をよくする性質を有する微生物の繁殖を助ける爲に有機物の分解を促進する効があります。

又不溶性の無機鹽を可溶性にし病菌害虫を撲滅する作用があるなどよい所

が多いが之を繰返し濫用すると各養分を急速に可溶性にして一時に發出せしめて地質を害します。土質を漆喰化し、透水性を害するなどの缺陷を伴ふこともこの悪作用の一つと見る可きであります。

(C) 直接肥料。三大肥料として認められてをる窒素肥料、磷酸肥料、カリ肥料の中少くともその一要素を含まねば直接肥料の中には数へられません。

(D) 間接肥料。土壤に施す場合にその土壤の物理的状態、化学的性質を改変し、又は直接肥料の分解を促進して肥料的の効果を進める如き働きをするものを間接肥料と申します。以上の如き働きは持たなくとも單に作物の生育を刺戟してその收穫率を増加する如き作用をする物質も亦間接肥料と認められてをります。

石灰の如きはその好例で、之を人糞尿などと共に使用すると、それを著しく速やく分解して肥料的の効果を増加させます。この様に石灰は直接肥料と共用する場合には卓効を示すものでありますが、單獨にそれのみを施してをりますと、土壤中の有効成分を分解し盡した後著しく土質を悪變します。

西欧老農の諺に「石灰は親を富まして子を貧にする」といふのがありますがこの邊の關係を示したものと思はれます。

作物の生理機能を刺戟促進する上に滿俺強は特殊の性能を有してをります。この様な間接肥料を刺戟劑と呼び數種類あります。

頁 項

79 51 礦物質肥料と動物質肥料。

(I) 参考資料

(A) 礦物質肥料。人造肥料に屬する過磷酸石灰、重過磷酸石灰、カリウム鹽類などを礦物質肥料といひます。チリ硝石、石灰窒素、硫安肥料、トーマス磷肥なども勿論之に屬するものであります。

その他に教科書にあげてないものでは

ノールウエー硝石 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

印度硝石 KNO_3

硝酸アンモン NH_4NO_3

糞化石—磷酸三石灰と炭酸石灰との混合物

磷酸アンモン $\begin{cases} \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \\ (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \end{cases}$

などがあり、二三を除けば速効的のものが多くあります。

(B) 動物質肥料。魚肥、鳥糞、厩肥、人糞尿などの様に動物體とその排泄物とを含んでをるものは何れも窒素成分に富んでゐて腐敗し易い所から速効的のものが多いです。

歐米では家畜、家禽等陸棲動物の不用體質から之を多く製し、日本では魚



類の様な水棲動物、概して海の動物から多く之を得てをります。是等は總じてカリ肥料に乏しい缺點があります。

教科書にあげてないもので此の種の肥料に屬するものには蠶蛹、魚滓、荒粕、牛馬豚羊兔鶏糞等であります。

(C) 植物質肥料。多くは植物體の全部又は一部、種實の搾粕よりなるもので窒素並びにカリ肥料に富むものが多い様であります。

天産綠肥(草と灌木)、栽培綠肥、稿秆類、糠殼類、藻類、油粕、醸造粕、灰類、などが之に屬してをります。

(D) 各種混用の必要。前述した様に人造礦物肥料中には、施用につれて餘分の酸を残して土質を酸性に變じ、又硬化して植物の生育を害する様になるものが多いから、時に石灰を土壤に加へて前者を中和すると共に、厩肥、綠肥などの様な植物性肥料をも施して土質の軟化に務め空氣と水との透性をはからねばなりません。

第二章 燃料

頁 項
80 52 燃料。

(I) 参考資料。

(A) 燃料の本質。よい燃料の具備すべき要件は澤山にあります。その内必要不可欠なるものは次の諸項とせられてをります。

- (1) 空気中に於て容易に燃焼を起させ得ること。
- (2) その際多量の熱を發生し、それが經濟的並びに技術的に利用出来ること。(以上の經濟的に利用出来るといふ中には、加熱、動力、照明用として利用し得ることを含んでをります。)
- (3) 採掘、採取、製出等その調達の容易なこと。
- (4) 産出額が豊富で、供給の容易なこと。
- (5) 價格の低廉なること。
- (6) 輕便に使用し得ること。
- (7) 貯藏に適すること。
- (8) 運搬に不便少きこと。

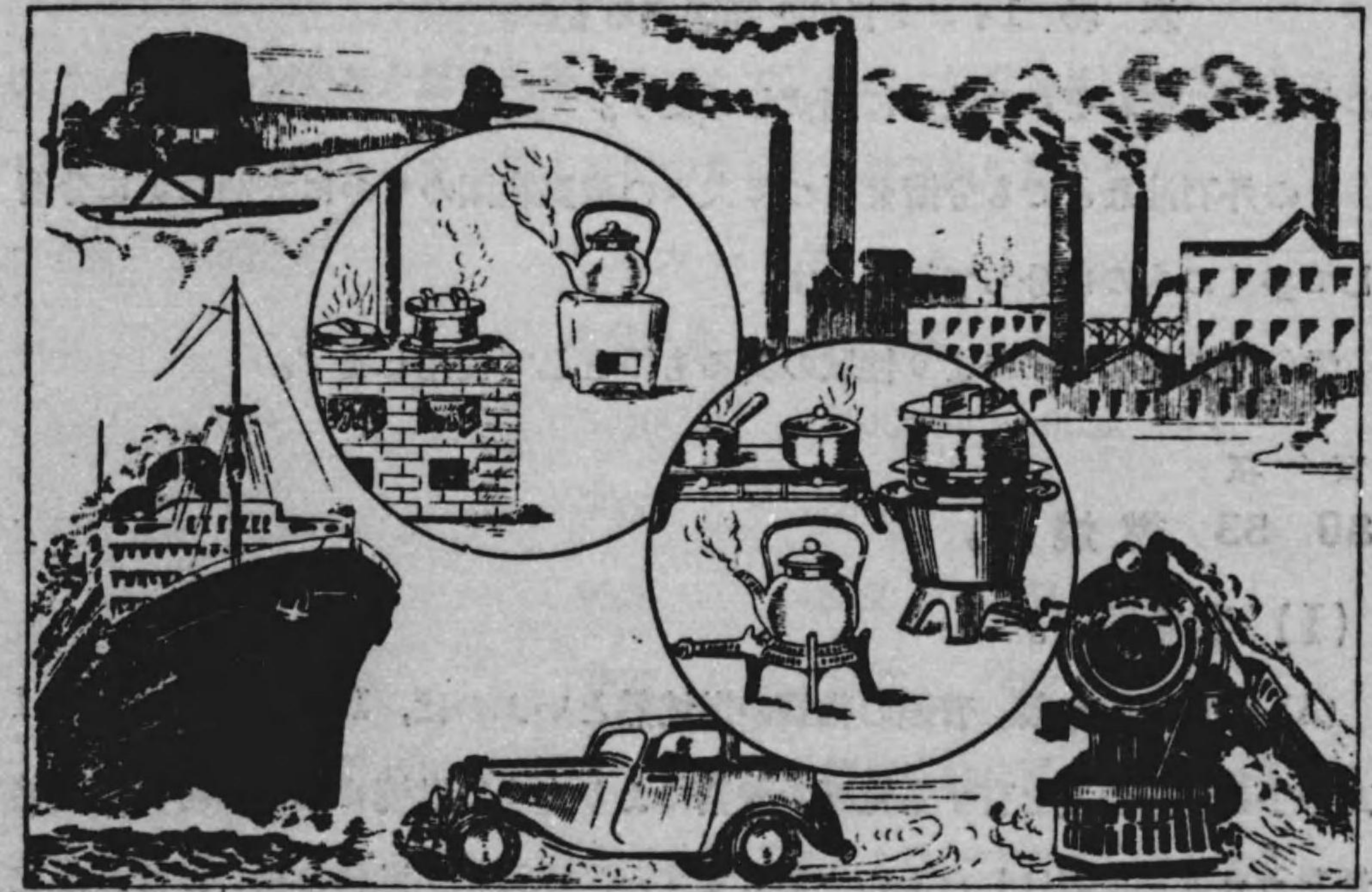
以上の内(1)と(2)とは燃料の本質的要件といつてよい譯でありまして、この爲にはその主成分が炭素許りか、炭素と水素とよりなる場合がよく適合致します。その上に酸素を含みますとその妥當性が減少致します。

この點に關しましてはよく生徒が疑問を起しますので注意して取扱ふことを必要とします。

(B) 燃料の分類。

- (i) その主成分より
- | | |
|---|--------|
| { | 炭素質燃料 |
| | 炭水素質燃料 |
| | 水素主體燃料 |
| | 無機質燃料 |

- (ii) その根源より
- | | |
|---|------|
| { | 天然燃料 |
| | 人工燃料 |
- (iii) その状態より
- | | |
|---|------|
| { | 固體燃料 |
| | 液體燃料 |
| | 氣體燃料 |
- (iv) 使用の目的より
- | | |
|---|-------|
| { | 加動力燃料 |
| | 工業用燃料 |
| | 家庭用燃料 |
| | 燃熱用燃料 |



(C) 燃料使用の手續。

燃料の多くはその産出の儘なる状態に於て直ちに使用せられるものでなく、その大多數は選別、精選、加工などの諸操作を加へて使用上便利なものに致します。

(例) 石炭などでも採掘した其の儘では使用しないのを普通とします。

切込炭 採掘せるまゝのもの

之は岩石土砂を含んでをるから手選法でそれらの夾雜物を除去します。

塊 炭 切込炭を粗碎して水洗機にかけて土砂その他の不純物を除去します。

次に篩を通して2インチ篩を通らないものを取り粉炭と分ちます。

中 塊 篩の2インチ目を通り1 $\frac{1}{2}$ インチ目を通らないもの。

小 塊 1 $\frac{1}{2}$ インチ目篩を通り1インチ目篩を通らないもの。

炭 粉 1インチ目篩を通過するもの。

の如くしてそれぞれの使用に適せしめます。

この外石油などでも分溜を行つて夫々の沸點範囲のものに大別し更に分溜して多くのものに分ちて用ひます。

燃料は又乾溜加工により性状の異なるものとして使用します。

頁 項

80 53 燃 燒 熱。

(I) 参考資料。

(A) 燃焼熱の意義。普通の物質の燃焼熱といふのは、15°Cに於けるその1瓦分子を同一温度を有する定壓の酸素により完全に燃焼せしめる時の發生熱量をカロリーで表はしたものでありますが、燃焼物が燃料の場合には、便宜上から、その1疋とか、1瓦とかが上述の如き条件で完全燃焼をする時發生する熱量をカロリーで示したものを以つてします。それで之を燃焼熱と區別して特に發熱量などといひますが、今日では燃料1疋の燃焼熱といふ如き呼び方をも致します。

之が氣體燃料の場合には1疋とか、1瓦とかを用ひないでその1立方メートルの完全燃焼による發熱量を以つてすることがあります。

教科書所載の棒グラフは各種燃料の1疋の燃焼熱を示したもので、氣體、液體、固體の別なく皆一様にその1疋の燃焼熱を擧げてをります。

(B) 總發熱量と眞發熱量。

燃料の中にはその成分として水素を含むものが多く、それらが燃焼すると必ず水蒸氣を生じます。この水蒸氣に対する考の如何で熱量計算の上にかなり大きい相違が起ります。即ち之が凝結して水となつたものとする場合と、水蒸氣の儘で存するものとする場合とでその氣化熱である。539 カロリーの喰ひ違ひが起ります。この水蒸氣が水に凝結したものとして熱量計算を致します場合の發熱量を總發熱量といひ、之が水蒸氣の儘で存するものとして計算する場合の發熱量を眞發熱量と呼びます。従つて眞發熱量は總發熱量より539 カロリーだけ生成する水1瓦につき少ない計算面になります。

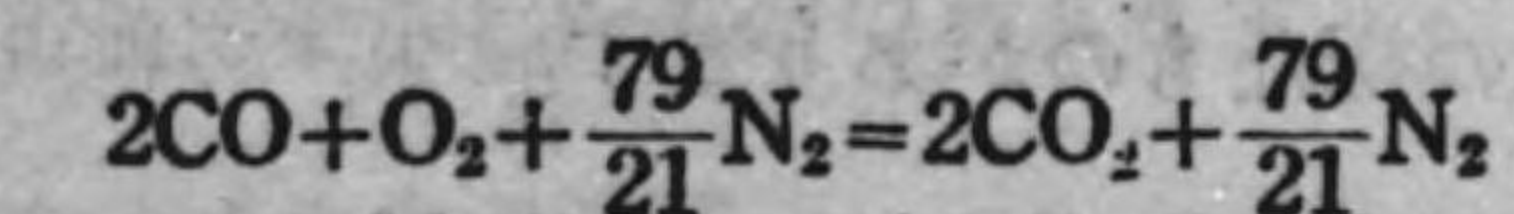
(例) 氣體燃料	1立方メートルに對する		
	總發熱量	眞發熱量	差
CO	3040Cal	3040Cal	0Cal
H ₂	3050	2568	482
CH ₄	9525	8560	965
C ₂ H ₂	13832	13350	482

(C) 燃焼温度。燃焼燃料の發生全熱量が燃焼生成物に残りなく傳へられたものとする、その温度ともいふべき燃焼温度 t は下式の如くなります。

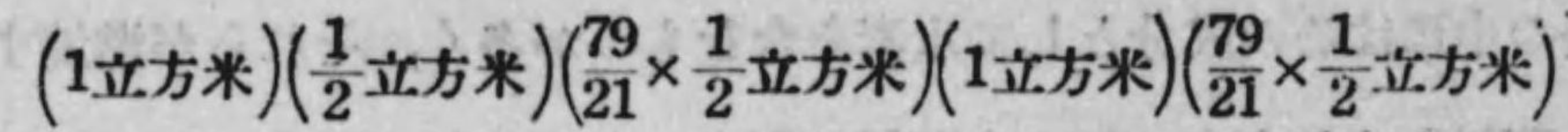
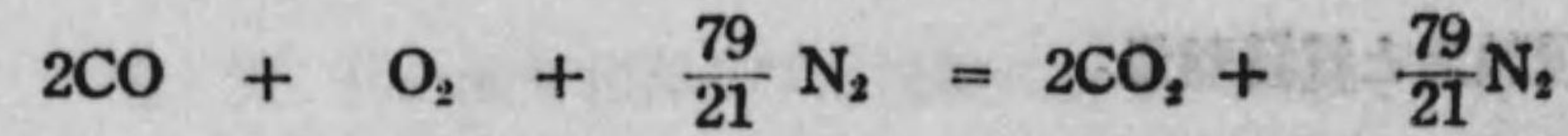
$$\left. \begin{array}{l} \text{發生全熱量 } H \text{ カロリー} \\ \text{燃焼生成物の質量 } M \text{ 瓦} \\ \text{燃焼生成物の平均比熱 } S \end{array} \right\} \text{として } H = t \times \Sigma(M.S.)$$

$$\therefore t = \frac{H}{\Sigma(M.S.)}$$

(例) 今一酸化炭素の1立方メートルを體積で21%の酸素を含む空氣を用ひて燃焼させた場合を考へますに



この2COが1立方メートル用ひられるとすればO₂は $\frac{1}{2}$ 立方メートルとなりN₂は $\frac{79}{21} \times \frac{1}{2}$ 立方メートルに當りますから



炭酸ガスと窒素との比熱は温度で異り、下表の如きものでありますから

	CO ₂	N ₂
2000°C	0.556	0.352
2400°C	0.568	0.360
2500°C	0.570	0.362

此のCOの燃焼温度を假りに2400°Cとしますと、その1立方メートルの發熱量が前表の如く3040Calでありますから

$$3040 = t(0.568 + \frac{79}{21} \times \frac{1}{2} \times 0.360)$$

之から計算しますと $t=2442'$ となります。

之では豫想温度が計算温度より低過ぎたこととなりますので今100°Cだけ高い温度2500°Cを豫想温度と致しますと

$$3040 = t(0.570 + \frac{79}{21} \times \frac{1}{2} \times 0.362)$$

之から計算すると $t=2432'$ となります。

之では豫想温度が計算温度より高過ぎる譯となりますから今少しく低い所をとらねばなりません。

かくして推究してゆきますと計算の結果2430°Cの近傍に理論的燃焼温度がなければならぬことが判ります。

しかし之は理想的なる發熱量を假想して理論上求め得られる最高温度でありますから實際にはそれより遙かに低いものでなければなりません。

之を理由づける原因には次の様なものがあります。

- (1) 傳導や輻射の爲に熱が生成物(CO₂)や残留物(N₂)以外に奪はれます。
- (2) 高温度では生成物が幾分解離しますので、その爲熱が吸収せられます。

(3) 完全燃焼には理論量以上の空気を實際上必要とします。その爲め酸素の餘剰 x 立方メートル許りでなく、窒素の餘剰である。 $\frac{79}{21} \times \frac{1}{2} x$ 立方メートルにも熱を分配せねばならぬことになります。

$$3040 = t\{0.570(1+x) + \frac{79}{21} \times (\frac{1}{2} + x) \times 0.360\}$$

この(3)が主なる原因で實際温度は理論計算で出したものより著しく低下します。

(D) 燃料の成分と燃焼熱。水素や炭素は燃焼の際非常に多くの發熱量を示しますが、燃料の成分中に化合成分としての酸素を含む場合には、その相手の成分と酸素とが化合して發生すべき燃焼熱が既に控除されてをる譯でありますので燃焼の際それだけ發熱量が少くなります。

この點に反對の疑問をもつ生徒が比較的が多いとこのことを聞きますが、之は酸化燃焼が發熱の主因であることを低學年で學習してをる爲で、その場合の酸素は燃料外の助燃材料としてのものでありますのを措誤的に混同する爲であるかと思ひます。

燃料の化合成分としての酸素は、その燃料生成の際此の様なエネルギーを既に出してをるものと見るべきで、かく指導してその理に及べば疑問なきを得ることと思ひます。

實際の發熱量計算には燃料を成分的に分ち考へまして

$$\text{發熱量 } Q = \frac{C \times 810 + (H - \frac{O}{8}) \times 34180}{100}$$

の如き式を用ひます。上式でC, H, Oはそれぞれ燃料中の炭素、水素、酸素の元素分析値%を示したものであります。

(E) 燃焼方法と火力の強弱。

燃料燃焼の際その温度が高ければ火力が強いといひ、低ければ火力が弱いといひます。

火力の大なる爲の要件。

(i) 燃焼温度を高くする爲には $H=t\Sigma(M.S)$

$$t = \frac{H}{\Sigma(M.S)} \quad \text{に於て}$$

H即ち發生熱量を大ならしめ、比熱Sの小さい燃焼生成物Mを少くすればよいのであります。

このHを大ならしめる燃料としては水素、炭素などの如き發熱量の大きな成分を多く有し化學成分としての酸素を多く含まぬことが必要であります。即ち燃焼熱の大なる燃料を擇ぶことが必要であります。

(ii) 完全燃焼をさせること。

(iii) 過剰空気を多くしないこと。

(iv) 燃焼を起させる前に空氣及び燃料を豫熱しておくこと。

この豫熱に要する熱量を別に求めるとすればこのことは意義のないこととなりますので普通廢熱を利用します。この廢熱利用は熱交換による場合が多くあります。

頁 項

81 54 固體燃料。

(I) 參考資料。

(A) 薪。我が國では松並にその他の雜木を伐採してよく乾燥せしめて燃料にしますが、之は多量の水分を含むもので、それが自己の氣化熱の爲に燃料的効果を示す成分の燃焼熱の一部を奪ふのでありますからよく乾かすことが何より大切であります。

しかし如何によく乾燥させましても猶10—20%の水分を含んでをりまして10%以下にすることは稍困難であります。

普通に薪の組成として示されてをるものは此の水分を除いたもので炭素が約50%、水素約6%、灰分1%許り、しかし酸素が42%も含まれてをるので燃

焼熱は一般に小であります。

それから更にその熱効果を減少しようとする含有水分を少くすることは薪の使用上に重要なことで、普通樹木の水分を含むことが最も少ない冬期にその伐採を行ひまして堆積放置して乾燥を待ちます。

薪材は一般にその燃焼が迅速で、甚だ燃え易いものであります、その何れもが有煙で火力の弱い所に缺點があります。

灰分は少いのですが揮發成分が多く頗る長い焰を出して燃える所に特徴があります。一般に松、ホブラ等の軟木は非常に長い焰を出します。樫、栗、櫟などの堅木は之が稍々短くあります。

その燃料としての熱効果を石炭と比較して見ますと大略石炭の $\frac{2}{5}$ の比率を示します。即ちその2.5疋が石炭の1疋と同一効果しか示しません。

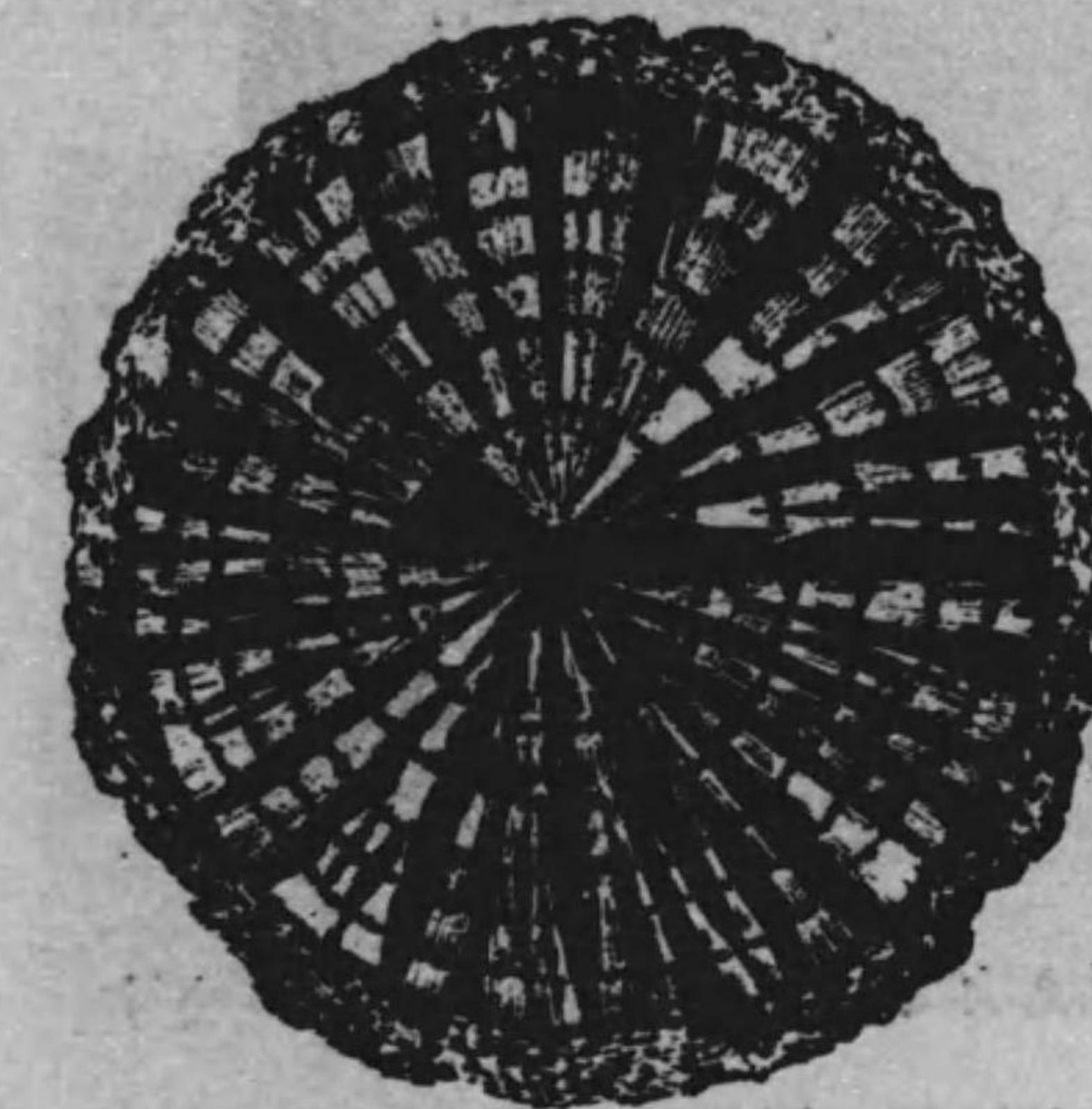
(B) 木炭。木材中からその水分と揮發分とを除去してその熱効果を高めたものが木炭で、家庭用燃料としてその70%までが用ひられます。

大正2年頃から大正6年頃迄の全國使用受給高を見ると著しく増加の傾向を

示してをりますが、その後その需要高は一向に増加しません、(昭和元年より七年迄に人口一分増で木炭消費1分増の状態であります。)之はガス、電熱、煉炭等の使用普及による爲と思はれます。

大都市に於ける木炭消費は却つて毎年減少してをります。木炭の品質

は各府縣に木炭検査所が出来てから



佐倉炭(裂緯が菊花狀)

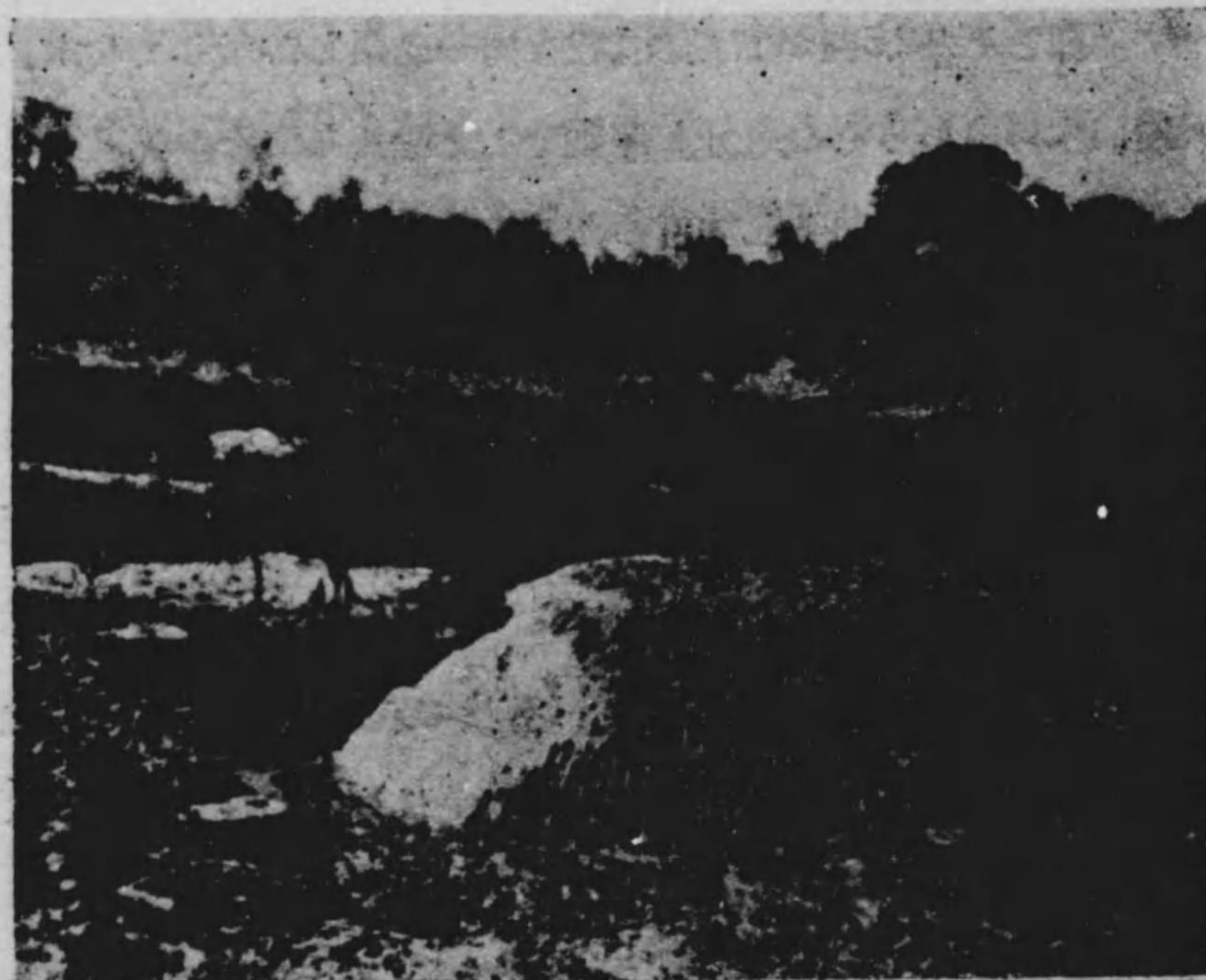
非常によくなりました。木炭の種別は昭和四年四月公布の日本標準規格第五十七號によれば白炭、半白炭、黒炭の三種となり、その原料材よりは櫟炭、

檜炭、樫炭、栗炭、松炭、雑炭 鍛冶炭、粉炭等に區別せられてをります。

木炭の製出はその歴史が極めて遠く、數千年前から行はれてゐたと見る可き資料があります。古代のエジプト人が木タールを用ひて死體を保存した事實などは之を裏書するものであります。

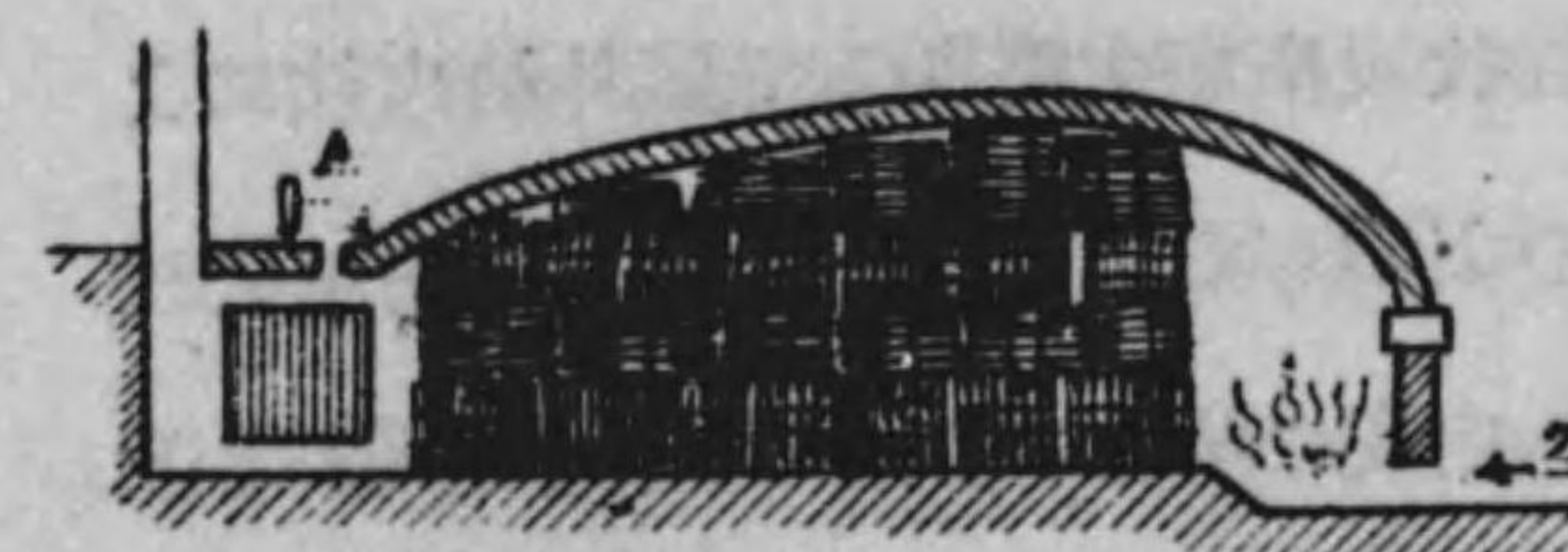
日本では奈良朝の時代にある方面に木炭を用ひたといふ事實があるらしく、何等かの方法で之を製したものと見えますが、よるべき文献がなく確かなことは不明であります、しかし現在の炭焼窯は支那からその基礎を傳へたとのことで一説に弘法大師がこの方法を覚えて歸つたとも言はれてをります。

この最も簡単な方法は伏焼と稱し、中圓形に積み上げた木材上を土砂青柴などで覆ひ、木材の一部を燃焼させながら乾溜する方法であります。



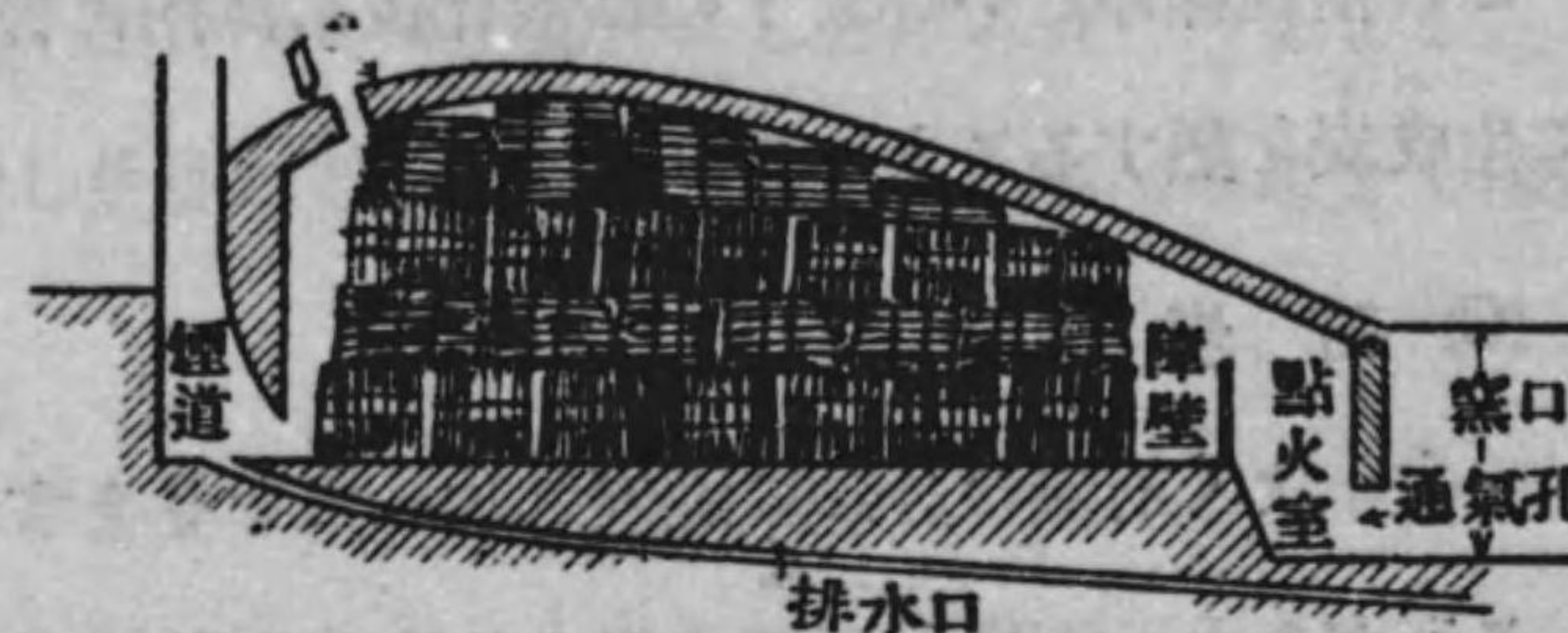
之はよほどの昔から行はれたものと見えよく古歌にも讀まれてをります。

木炭を焼く爲に特別の窯を築き上げるのは少々近代的のもので、その内に木材を多く積み込んで木炭を製します。



圖はその更に進んだものを示したもので右下に焚き口があり、その右に空気口があります。

始めAを開いて焚き口から焚き出し、後にはAを閉ちてその左方の煙道に乾溜生成氣を導き出す様に致します。そして相當に炭化が進んだ所で空気孔をも閉ちて乾溜の實をあげます。



揮發物の中には凝縮液化するものも出来ますから、それを水分の凝結したものと共に導き出す排水溝を煙道の下から作つて之に備へます。

此の様に窯を特別に築いて行ふものには土窯と石窯とがあります。その土窯は主として黒炭を作るに用ひ、窯内消火法といひ窯の内で生成木炭を冷却し消火の後に取り出します。



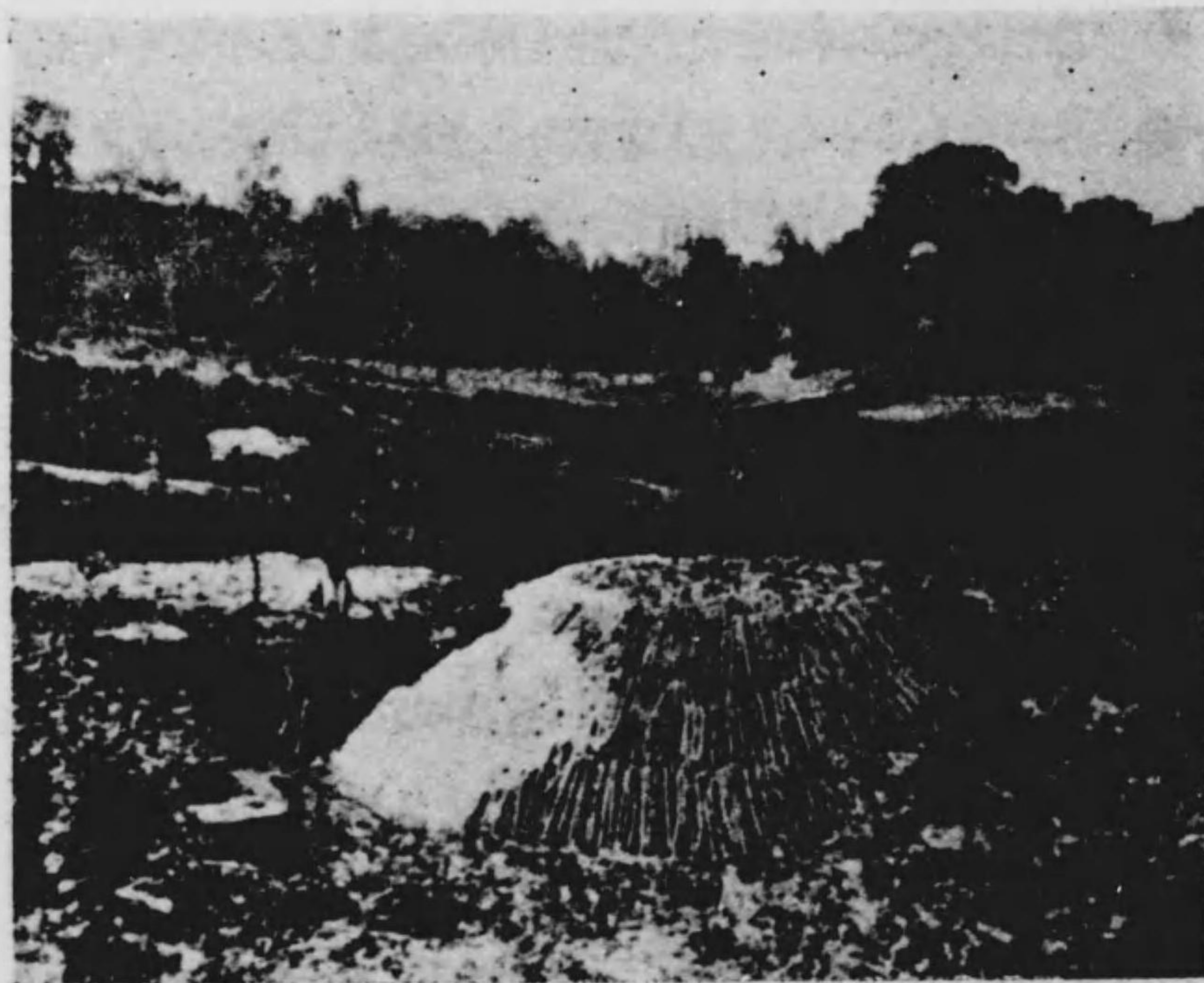
石窯によります場合には、それから生成木炭を火付のまゝで取出し、消粉をその上にかけて消火します。之を窯外消火法といひ、出来るものは白炭即ち堅炭になります。

檜炭、櫻炭、栗炭、松炭、雑炭、鍛冶炭、粉炭等に區別せられてをります。

木炭の製出はその歴史が極めて遠く、數千年前から行はれてゐたと見る可き資料があります。古代のエジプト人が木タールを用ひて死體を保存した事實などは之を裏書するものであります。

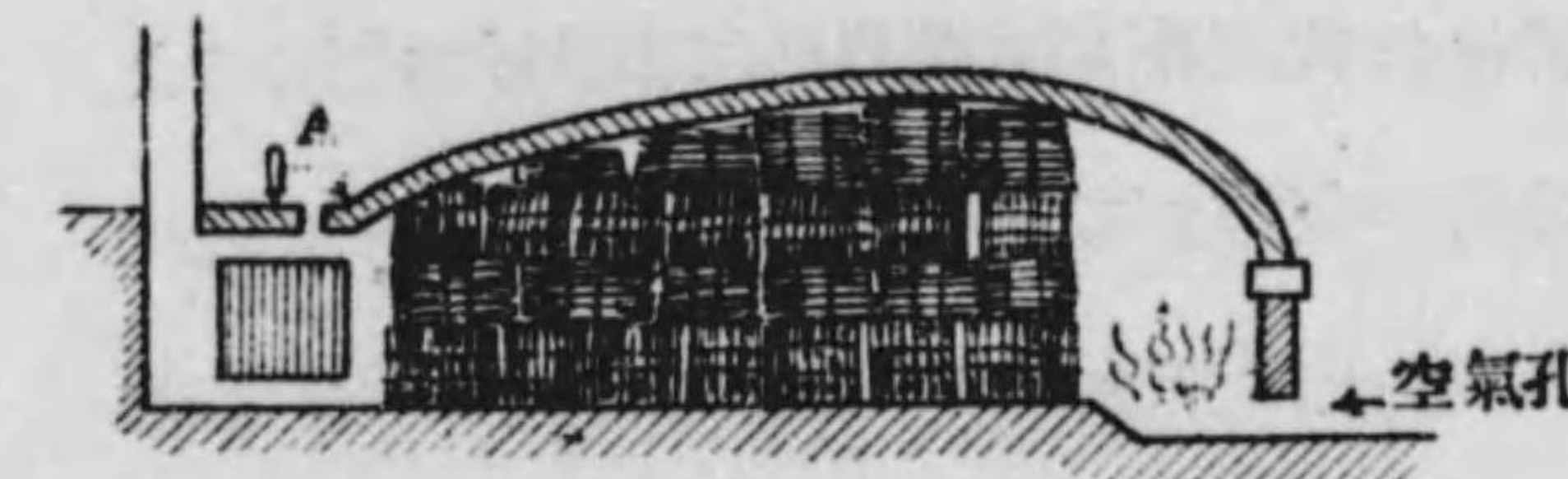
日本では奈良朝の時代にある方面に木炭を用ひたといふ事實があるらしく、何等かの方法で之を製したものと見えますが、よるべき文献がなく確かなことは不明であります、しかし現在の炭焼窯は支那からその基礎を傳へたとのことで一説に弘法大師がこの方法を覚えて歸つたとも言はれてをります。

この最も簡単な方法は伏焼と稱し、中圓形に積み上げた木材上を土砂青柴などで覆ひ、木材の一部を燃焼させながら乾溜する方法であります。



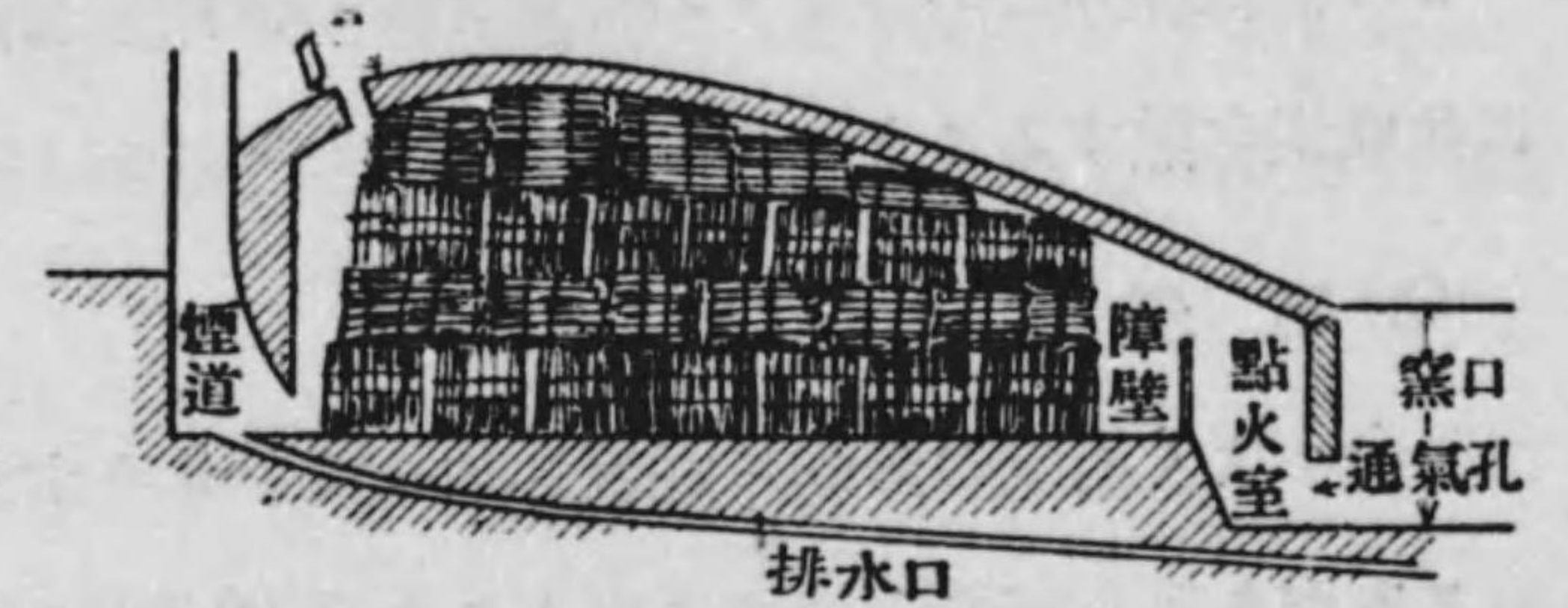
之はよほどの昔から行はれたものと見えよく古歌にも讀まれてをります。

木炭を焼く爲に特別の窯を築き上げるのは少々近代的のもので、その内に木材を多く積み込んで木炭を製します。



圖はその更に進んだものを示したもので右下に焚き口があり、その右に空気孔があります。

始めAを開いて焚き口から焚き出し、後にはAを閉ちてその左方の煙道に乾溜生成氣を導き出す様に致します。そして相當に炭化が進んだ所で空気孔をも閉ちて乾溜の實をあげます。揮發物の中には凝縮液化するものも出來ますから、それを水分の凝結したものと共に導き出す排水溝を煙道の下から作つて之に備へます。



此の様に窯を特別に築いて行ふものには土窯と石窯とがあります。その土窯は主として黒炭を作るに用ひ、窯内消火法といひ窯の内で生成木炭を冷却し消火の後に取り出します。



石窯によります場合には、それから生成木炭を火付のまゝで取出し、消粉をその上にかけて消火します。之を窯外消化法といひ、出來るものは白炭即ち堅炭になります。

窯内消火法による土窯での黒炭はその収炭率が略20%で窯外消火法による石窯での白炭はその収炭率が原材料の12.3%であります。近來窯内消火法を行ふ直前に精練と稱する一操作を加へ白炭に劣らぬ堅さの黒炭を製する改良法が立案せられ、その収炭率を増して品質をよくすることが企てられ出しましたので、將來は白炭はなくなる時が来るかと思ひます。

この精練操作といひますのは炭化後に窯内に暫時空気を送り入れて高温度に生成炭を熱することあります。

(C) 石炭

(i) よく石炭の分類に泥炭を加へてをりますが、之は生因に於ても異なる所があり、石炭と同様に扱ふことは考へるものであります。

しかし燃料の一つとして附説するのは勿論差支ないと思ひます。之は秋田、青森、北海道、樺太等より澤山に産出します。その多くは水の存在に於て蘚苔類が分解した結果生成したもので、土塊状とか、海綿状とかをなして存在してをります。

その性状、組成に關しては夾雜物や分解の程度によつて異つてをりますのでありますが、水分を多く含んでをることが一つの特徴とされてをります。

之を燃料とするには氣乾法、壓搾法等でこの水分を除かねばなりません。氣乾法を加へても20—40%の残水分があり、壓搾法によつても10%以下には出来ません。

氣乾のみを施した泥炭の平均組成は、水分20—30%、灰分10—20%、水素3.5—6.5%、酸素17—26%、炭素35—50%でその發熱量は1疋につき4000—4500疋カロリーであります。

この水分を除くことに著しい費用を要しますので最近之を煉炭にする傾向が増して参りました。その際には多少粘結性石炭を加へ、結合劑として

ピッチをも加へまして成形し500—600°Cに熱して粘結と乾溜とを行ひます。煉炭の製造にはあまり高温を用ひませんが、原料が泥炭の場合にはこの様な高温によります。北歐ではこの様な煉炭製造が頗る盛んになつて参りました。

(ii) 褐炭。之は植物が地中で炭化したもので、石炭の分類に加へて差支ありません。しかし黒炭、瀝青炭とは全然別にしなければなりません。

よく黒炭と稱して販賣し生徒なども皆黒炭と信じてをるものによく褐炭があります。

之は褐炭に黒褐色で全然木理を残存しない種類のものがある爲で、この様なものと茶褐色で木理を明瞭に存するものとの二種類が之にはあります。

後者は之を亞炭と稱し岐阜縣東部、愛知、山形などに多く産出します。その黒褐色のものは外觀からは石炭と區別し難い程であります。その水分と酸素の含有量が多く、之から直ちに識別出来ます。此の種ものは北海道や朝鮮北部より多量に出ます。

	水分	灰分	炭素	水素	酸素
亞炭(黄褐)	30—50%	15—30%	55—65%	5—6%	25—35%
發熱量(4000—4500Cal/kg)					
黒褐、褐炭	20—40	10—20	65—75	4—6	20—30
發熱量(4500—5500Cal/kg)					

黒褐、褐炭は乾燥させれば石炭と同様に用ひ得べきも、風化により粉末化し易い缺點があります。通常燃焼廢氣の殘熱でこの乾燥を行ひます。

(iii) 石炭(黒炭)

(a) 石炭化作用。石炭の生成年代は産地により夫々異つてをりますが、良炭程古く出来たものと見て先づ差支ないのであります。之は大古の植物が深く地中に没し、地熱、強壓及び微生物などの共同作用の下に分解

し、成分中の水素、酸素並びに炭素の一小部分を分離し炭素含有量の多い石炭に化成したもので、この現象を石炭化作用と申します。

石炭の炭質の良否には、その根源をなす植物の種類の影響してをる點が尠くありません。石炭と褐炭との性質上の相異にも原體植物の影響が相當に大きく働いてをります。

石炭をなすに至つた植物の原體が隱花植物であるとの主張をよく聞か

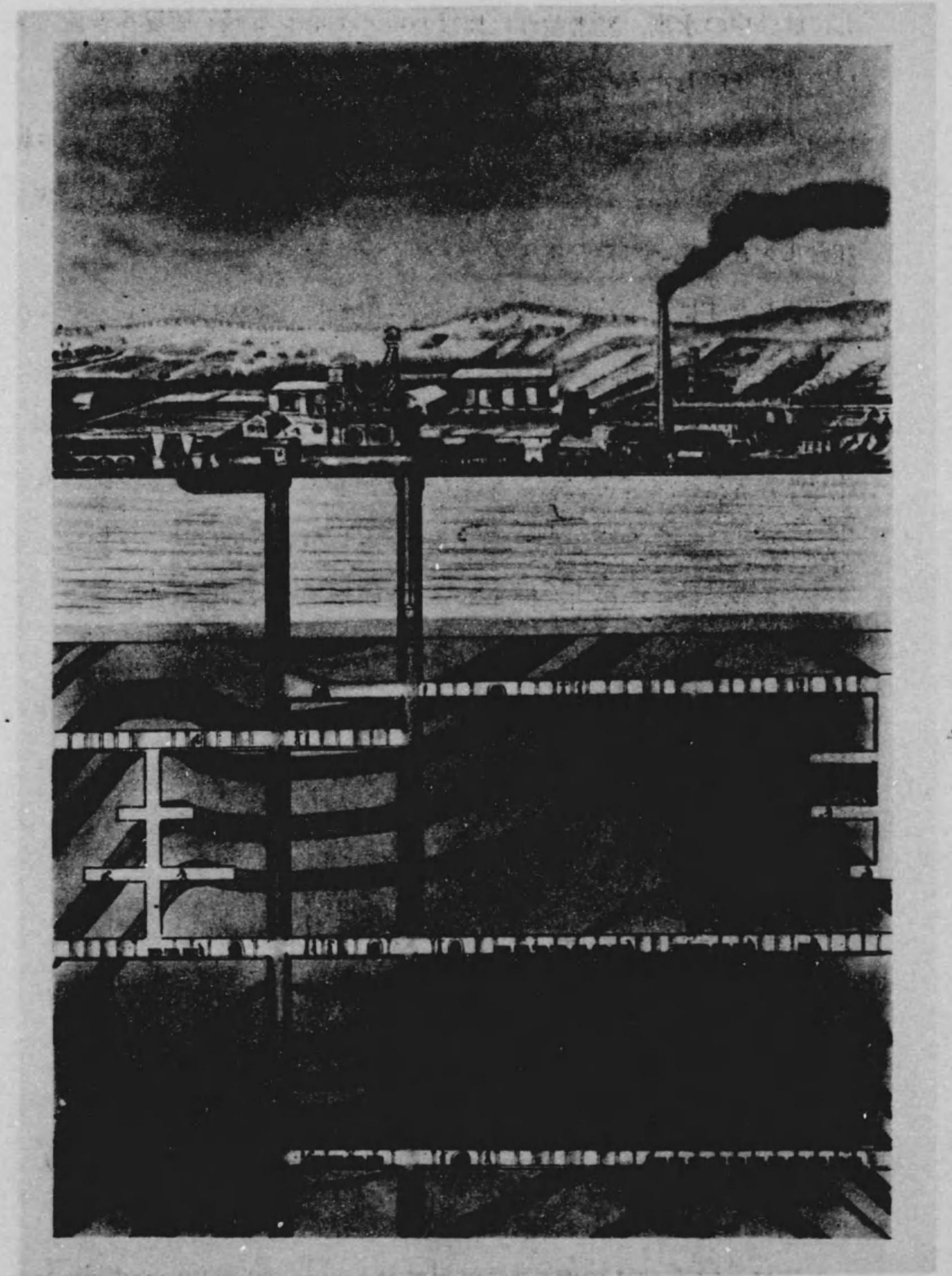


されるのでありますが、之は歐洲の石炭にのみ妥當性があり、本邦のものには必ずしも當て彼りません。本邦のものは槲、楓、胡桃等の化石を屢々その炭層中に發見しますので以上と異なるものでないかとも考へられてをります。

我が國の石炭の多くはその生成の年代が若く、愛知縣長久手炭田は第四紀に生成したものと見られ、石狩、常磐、筑豊三池等の大炭田は皆第三紀に屬するものであります。白堊紀に屬するものに徳島縣の川筋炭田、熊本縣の天草炭田があります。只朝鮮の平壤炭田と京都府の舞鶴炭田とが相當に古く、前者は古生代に屬し、後者は中生代と見られてをります。

(b) 石炭の所在。石炭は砂岩とか、頁岩、粘土等とかの間に層をなして存在してをります。之をば炭層と申しますがその全層が均質ではなく、夾雜物にも變化があります。

又炭層の厚さに至つては非常な相異があつて、數十米←→數粉といふ様な有様、それが數層、數十層も平行して若干の間隔をおいて存在する場合もあれば、地殼の變動に伴つて著しく變つた状態になつてをること



し、成分中の水素、酸素並びに炭素の一小部分を分離し炭素含有量の多い石炭に化成したもので、この現象を石炭化作用と申します。

石炭の炭質の良否には、その根源をなす植物の種類の影響してをる點が尠くありません。石炭と褐炭との性質上の相異にも原體植物の影響が相當に大きく働いてをります。

石炭をなすに至つた植物の原體が隱花植物であるとの主張をよく聞か

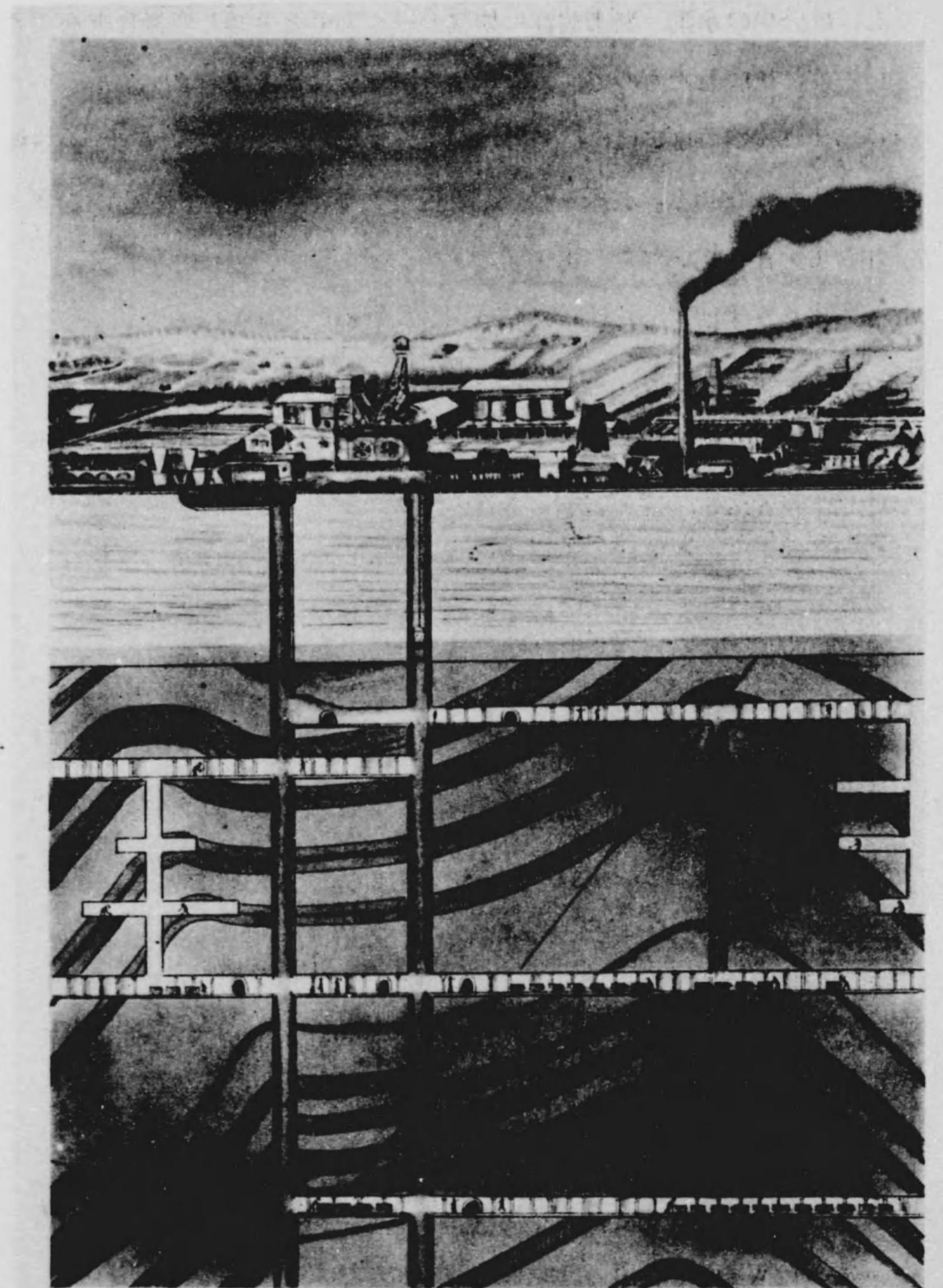


されるのでありますが、之は歐洲の石炭にのみ妥當性があり、本邦のものには必ずしも當て筋りません。本邦のものは榦、楓、胡桃等の化石を屢々その炭層中に發見しますので以上と異なるものでないかとも考へられてをります。

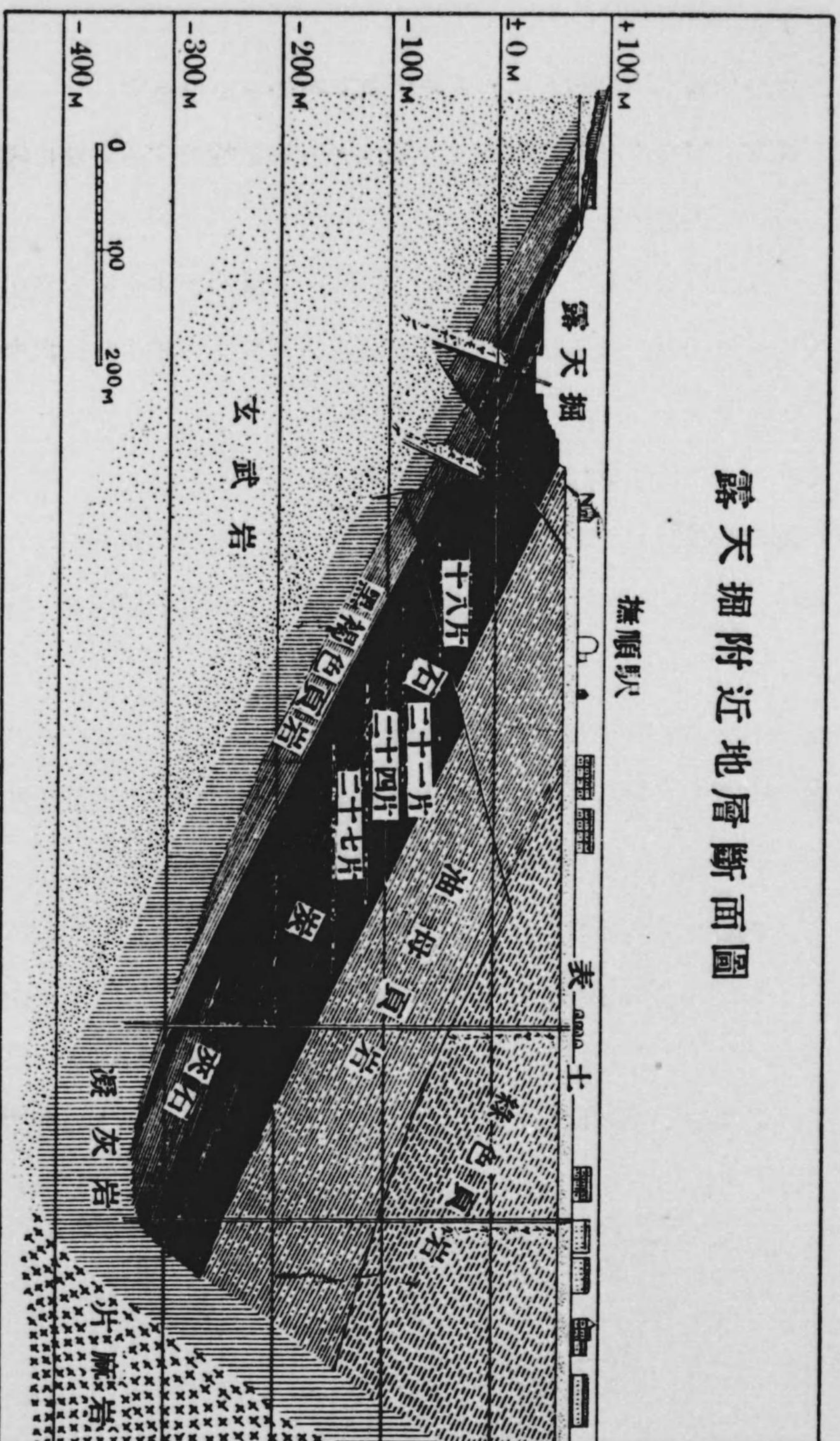
我が國の石炭の多くはその生成の年代が若く、愛知縣長久手炭田は第四紀に生成したものと見られ、石狩、常磐、筑豊三池等の大炭田は皆第三紀に屬するものであります。白堊紀に屬するものに徳島縣の川筋炭田、熊本縣の天草炭田があります。只朝鮮の平壤炭田と京都府の舞鶴炭田とが相當に古く、前者は古生代に屬し、後者は中生代と見られてをります。

(b) 石炭の所在。石炭は砂岩とか、頁岩、粘土等とかの間に層をなして存在してをります。之をば炭層と申しますがその全層が均質ではなく、夾雜物にも變化があります。

又炭層の厚さに至つては非常な相異があつて、數十米←→數粉といふ様な有様、それが數層、數十層も平行して若干の間隔を置いて存在する場合もあれば、地殼の變動に伴つて著しく變つた状態になつてをること



露天掘附近地層斷面圖



もあります。

その炭層傾斜の方向が水平面となす角を走向といひます。

(c) 採炭。炭層の状況と地表との関係で石炭を採取する方法に露天掘、横坑、斜坑、堅坑採掘等があります。

炭層が地表に接近して存在する場合には、上層をなす土砂岩石を除いて直接に之を採掘する露天掘が適用せられ、然らざる場内には坑内掘が適用せられます。

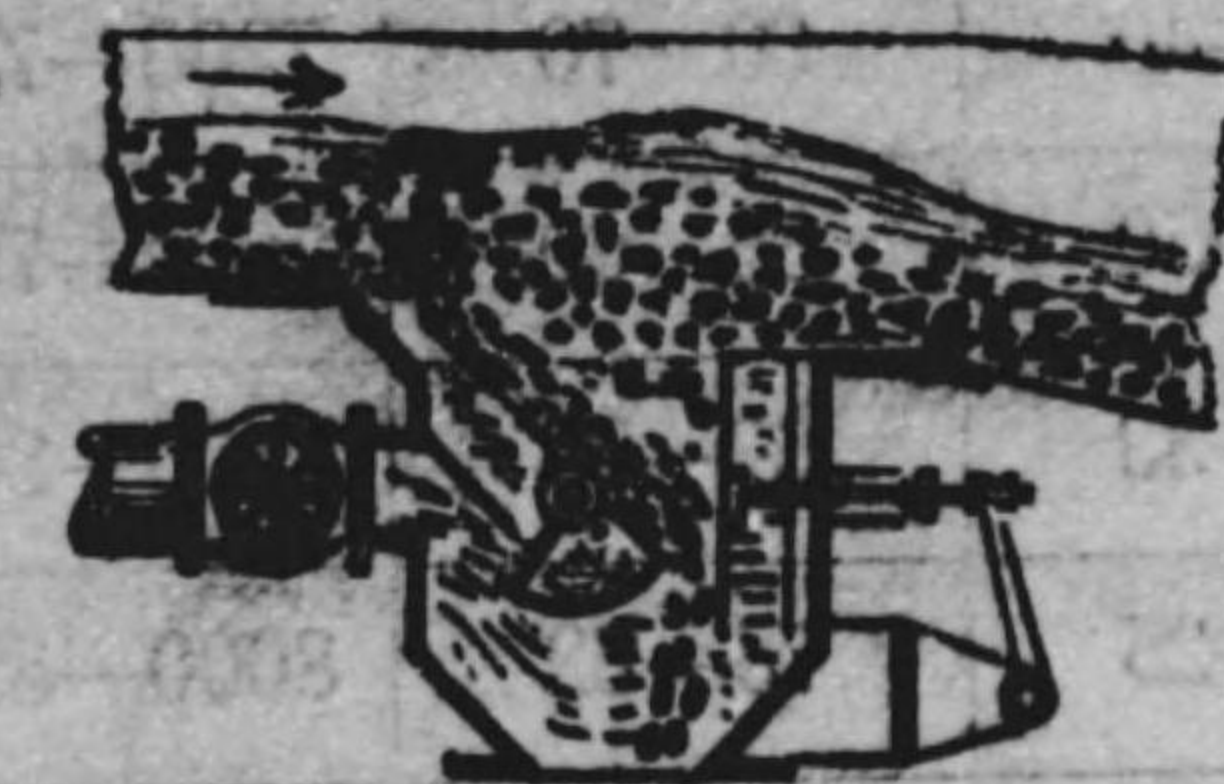
この坑内掘を横坑掘、斜坑掘、堅坑掘に區別します。

(d) 選炭。採掘した石炭には炭石その他の夾雑物があり、炭塊の大きさも色々でありますので、之に選炭作業を加へて夾雑物を去り、且炭塊の大きさにより分類します。

炭塊の比較的に大なるものには手選法が適用せられ、小粒のものには機械選炭法が適用せられます。機械選炭はその目に大小ある各種の篩によつて之を行ひます。之が所謂篩分作業であります。

(e) 洗炭。石炭は洗ふことによつて一般に品位が高まる。粉炭は水洗するとよほどよくなります。中塊炭なども洗炭機にかけて併せて精選します。塊炭でも水洗を施すことがあります。普通には手別選炭に出された低品位のものを破碎して水洗を行ひ相當品位のものを回収します。

下圖は流水を利用し比重の差で別つレオ洗炭機によるものを示したものであります。



(f) 揮発分と固定炭素分による分類

	揮発分	固定炭素	粘結状況	發焔状況
有煙炭	低度の瀝青炭	24—50	35—50 粘結←→不粘結	煤煙の出る長焔
	高度の瀝青炭	24—25	50—75 粘結が多い。	同上
	半瀝青炭	12—25	75—87 粘結←→不粘結	光輝ある短焔
無煙炭	半無煙炭	8—12	87—92 不粘結性	煤煙の少い短焔
	無煙炭	7.7以下	92.3以上 不粘結性	青い短焔

ここに固定炭素といふのは揮発分を去つた残渣より灰の量を引き去つたものを示します。

(g) 大きさよりの區別。

切込炭。採掘した儘のもの

塊炭。2吋目の篩を通らぬもの

中炭塊。1 $\frac{1}{2}$ —2吋目篩を通るもの

小炭塊。1—1 $\frac{1}{2}$ 吋目の篩を通るもの

粉炭。1吋目以下の篩を通るもの

(h) 工業上の分類。之は人により、國により色々分類しますが、教科書には工業上の用途をも加味しまして次の如き分類をとりました。之は實用上相當廣く行はれてる分類であります。

炭名	揮発成分 %	炭素分・灰分 %	1瓦の發熱量 (カロリー)	用途
無煙炭	8—10	90—92	9000—9200	軍艦燃料・煉炭用・冶金用
長焔粘結炭	30—40	60—70	7200—7800	ガス製造用・冶金用
長焔不粘結炭	40—50	50—60	7000—7500	反射爐用・火焔爐用
短焔粘結炭	25—33	67—75	7800—8000	コークス用・ガス製造用
短焔不粘結炭	18—25	75—82	8000—8500	汽罐用・家庭用

この分類の據としては(1)石炭の炭化の程度、(2)その成分の如何、(3)それが燃焼する場合の状態、(4)それらに關聯してその用途の如何等を重く視たもので、そこに燃料としての石炭の分類上妥當性が多いかと思ひます。

この石炭の粘結性成分の實質ともいふ可きものは、明瞭に判明してをりませんが、ベンゾール、クロロフォルム等に可溶性の炭化水素の一つであるピチューメンの含量及び種類に關係する所が多いことは既知の事實であります。

ピチューメンには此の外に樹脂質系のものがあつて、主として加熱の際の膨脹性に影響を與へます。

(i) 石炭の風化。隠蔽された石炭が風化するとかなり著しく變質します。發熱量も減すれば、揮発分も少くなります。殊にその粘結力は低下します。その風化の著しいものは粉末化し易くなり、恐る可き自然發火を伴ふこともあります。

一般に酸素含量の多い石炭程風化を受け易く、自然發火の原因をなします。

(D) コークス。

石炭を高温度で乾溜した時の残渣は銀光澤のある灰色多孔質の塊状をなしコークスと呼ばれます。

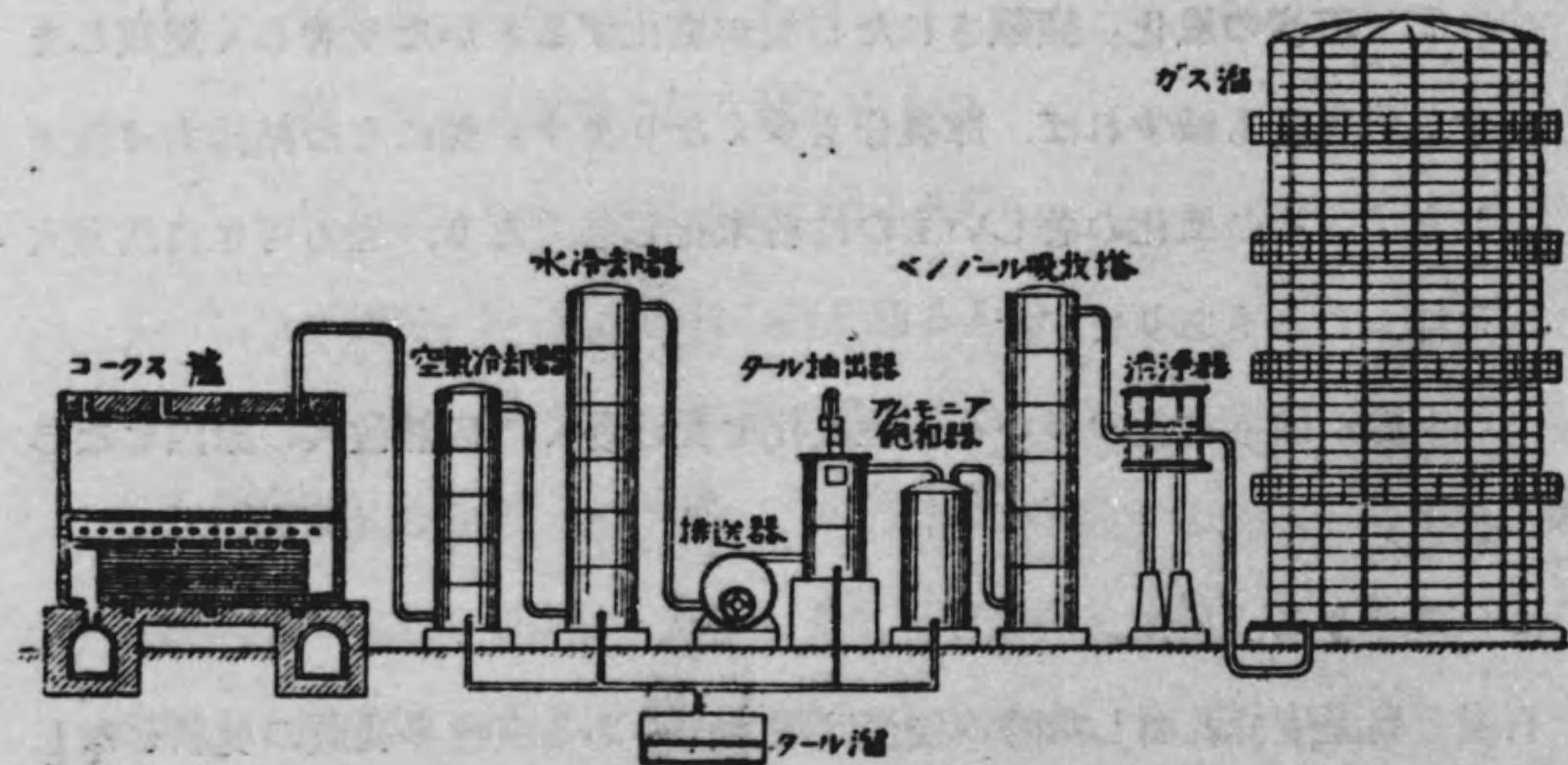
その主成分は炭素であるけれども灰分は原炭に比し比率稍々大きく1.3—1.5倍に相當してをり、少量の水素、酸素、窒素、硫黄をも含んでをります。

種類。石炭を乾炭製出爐で乾溜して特に製したものを製司コークスといひ、石炭ガス製造の副産物として得たものをガスコークスといひます。

ガスコークスは製司コークスよりも、灰分、揮発分共に稍大なる上に脆弱で品質が劣ります。之は家庭用にかなり多く用ひられます。

製司コークスは其の硬さ、塊の大小氣孔率等に関して特殊の要求を受けるのでその原料炭は本邦炭のみでは満足し難い所があり、その配合用として年々約100萬噸の輸入をなしてをります。石炭は随分輸出もしますが、この様に輸入も受けます。此の輸入石炭の全量の $\frac{1}{3}$ は製司コークス用のものであります。

コークスは鑄造用燃料、製鐵用燃料材料、金屬精煉用、發生爐ガス用、水性ガス用その他に廣く用ひられるので、それぞれの用途に對して各特別の品質のものが要求せられるが、特に製鐵用に用するものは硫黄、燐、灰分の量が限定せられるのみならず、耐碎度、潰裂度、氣孔率等迄もある程度に要求されてをります。



(E) 煉炭。煉炭は泥炭、木炭、褐炭、半成コークス、ガスコークス、無煙炭などの粉末をピッチ、糖蜜、石灰、石膏、粘土、或は角又などの如き妥當な粘結劑で固めて一定の形を與へたもので、家庭用のものと工業用のものとがあります。

その原料により泥炭煉炭、亞炭煉炭、木炭煉炭、骸炭煉炭、無煙炭煉炭などに區別せられ、又形状より豆炭、卵型煉炭、角型煉炭、孔明煉炭などに區別されてをります。

煉炭の利益とする所は形状、大きさ、重量、成分熱量を各々の要求に應じて選擇出來、且貯藏、取扱に便利である點であります。

その製造工程は原料により夫々異り泥炭煉炭などは高温度で燒メをするが、他はあまり高温度によらないで次の様な順序で之を造る。



原料炭配合 → 粉碎 → 乾燥 → 壓縮 → 乾燥
粘結劑 → 混和

この製出は工業的には機械で行はれて居りますが、家庭用のものは地方的に甚だ小規模に行はれ人力又は半機械的に操業せられることが尠くありません。

煉炭に起り勝ちの缺陷は、その臭氣發生にありますので、注意深い製造家は一種の防臭劑として石灰、鐵等を之に混入して、石炭中の硫黄分をば硫酸鹽に變化せしめて之を除去する方法をとります。

(F) コーライト。

(i) 參考資料。コーライト即ち半成コークスを製するには石炭の低温乾溜によらねばなりません、之は低温とは云へ石炭に分解を起させるのでありますから相當の温度を要し、普通600°C以下とせられてをります。(勿論450°Cに於ても充分低温乾溜が出来ましてコーライトも立派に出来ます)

この低温乾溜の目的はコーライト許りを目標とするものでなくて、發熱量の多い氣體燃料や石油に類似せる液體燃料を得やうとする所に重點があるのであります。

この様な低温乾溜法によりますと半成コースの量は普通の乾溜の場合に

比して多く得られ、タールは特に多くなりますが、ガスの量は非常に減じます。

コーライトは標準語では半成コークスといひ、又皇國炭、文化炭、フェーエライトなどの名でも呼ばれます。

之は製司コークスやガスコークスとは成分性質に於て異なる所があります。

	製司コークス	ガスコークス	コーライト	
着火温度	300°C	290°C	130°C (特に低い。)	
發熱量, 比	12770	12530	12000	
成分	水分	0.7%	2.5%	2.8%
	揮發分	1.7%	2.5%	10.6%
	固定炭素分	86.7%	86%	7.54%
	灰分	10.9%	9.9%	11.2%

コーライトは多孔質で、火着がよく、質が軟かで、脆く、取扱つてをる間にすぐ粉末に破碎する缺點があります。

頁 項

84 55 固體燃料燃焼法。

(I) 教授要項。

(A) 生成する灰の対策 { 表面を覆ひ、酸素との接觸を妨ぐ……除去
集積して通風を害する……移動

(B) 空氣の供給 { 十分なる供給……七輪の目皿、爐底の鐵格子、自動爐床
豫熱……焙燒爐下部の700°C熱風
過量に失せぬ事……過量の空氣は熱を煙突に持ち運ぶ

(C) 完全燃焼。

火床を利用するものに下方と上部と二次の空氣供給をするもの。

燃料を火床上に均一に散布すること。(自動爐床法)

粉末炭の噴射燃焼。

(II) 參考資料。

(A) 固體燃料燃焼の實際。之は一律に考察すべきものでなく、その規模により大いに異つてをります。又燃料の種類により更に異つて來ます。

上記の事項や、教科書記載のことはその何れにも通する一般向のものであります。

(B) 石炭の燃焼法。(i) 火床を利用するものでは下方から充分に空氣を送入(第一次)して石炭を燃焼させ、上方に揮發性燃料の發出するものをも更に上方に空氣を他より送入(第二次)して完全に燃焼せしめます。

(ii) その際燃料は均一に火床上に散布することが必要で、それが或る一部分に堆積して、他の部分には空所を生じなどと、一方には燃殘物を生じ、他方には無用の空氣を招致してそれに熱を與へて煙突に通がす恐れがあります。

此の(ii)の爲めに火夫は非常な修練を必要とし鐵道省などの機關庫所在地には必ず此の練習をさせる如き設備があります。

又之に要する人件費の大なる場合には教科書97圖に示す如く自動爐床を用ひさせます。

(C) 微粉炭燃焼法。石炭は之を微粉狀に破碎して適量の空氣で爐中に吹込み、點火しますと、重油の燃焼と同一の状態を示します。この特徴は

- (i) 石炭の品質に無關係のこと。
- (ii) 石炭が完全燃焼をすること。
- (iii) 着火、消火、調節共に自由なこと。
- (iv) 操作が簡單で勞力が少いこと。

石炭の様に脆くて粉末にし易い物にあつては此の方法が有利でありますので大型の汽罐やセメントの燒成爐などではこの方法によります。

(D) 家庭用燃料としての固体燃料。家庭燃料としては石炭は副次的で、その主体は木炭であります。石炭が家庭に用ひられるのは主にストーブと風呂釜の類であります。石炭ストーブには最近種々の形式のものが現はれ各々の特長と缺點とにより、その選擇が區々であります。



(i) 上向通風上向燃焼爐は燃焼が簡單で急激でありますので、古くから用ひられ取扱上の煩が少なく極寒地方に適してをりますが、燃焼の能率は不良であります。

(ii) 横向通風上向燃焼爐。市販の福祿、センターなどが之に屬するもので、熱効率よく放熱力に變化が少い所から採暖に適しますが、構造が複雑で、その機能の發揮容易ならず、結炭を燃すことに於て不可能である缺點があります。

(iii) 下向通風上向燃焼爐。市販のビクター、キュービーが之に屬し、完全燃焼が行はれ易く、燃焼能率がよいので有名であります。

(iv) 上向通風下向燃焼爐。装炭量を多くして火持時間を長くすることが出来る所にその特長があります。

86 56 液体燃料。

(I) 参考資料。

(A) 液体燃料の特徴。

- (1) 水分、灰分を含まず、その成分中に多量の水素を含むものが多い。
- (2) 燃焼の際には煤煙が少く、又灰分を残さないで清潔であります。
- (3) 燃焼熱が一般に多い點に於て優れてをります。
- (4) 運搬、貯藏に便利であります。
- (5) 芯に吸上げさせ、噴霧状にし、又その儘でも燃し得る等多様な燃焼形式をとらすことが出来ます。

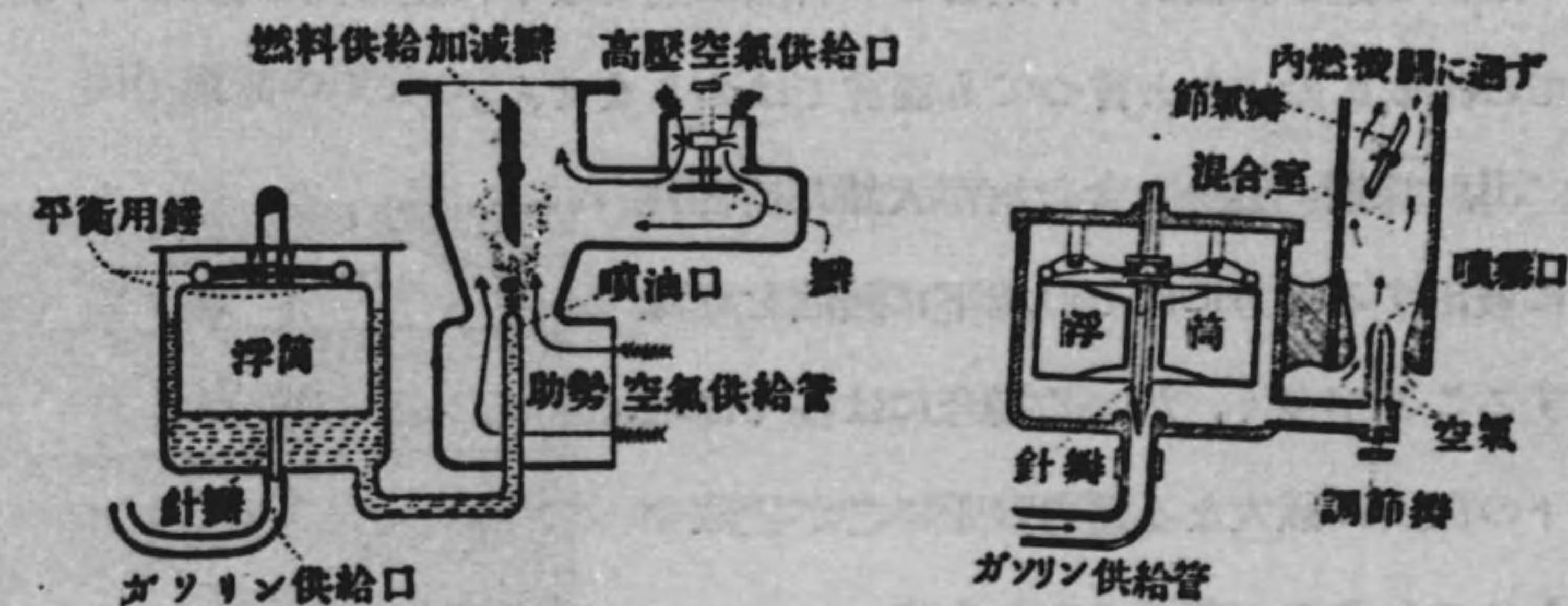
(6) 燃焼に際しその調節が自由に出来ます。

(7) 燃焼に要する空氣量の比較的に小なること。

全部には通用しないけれども、液体燃料の或る物には次の特徴を以つてをるものもあります。

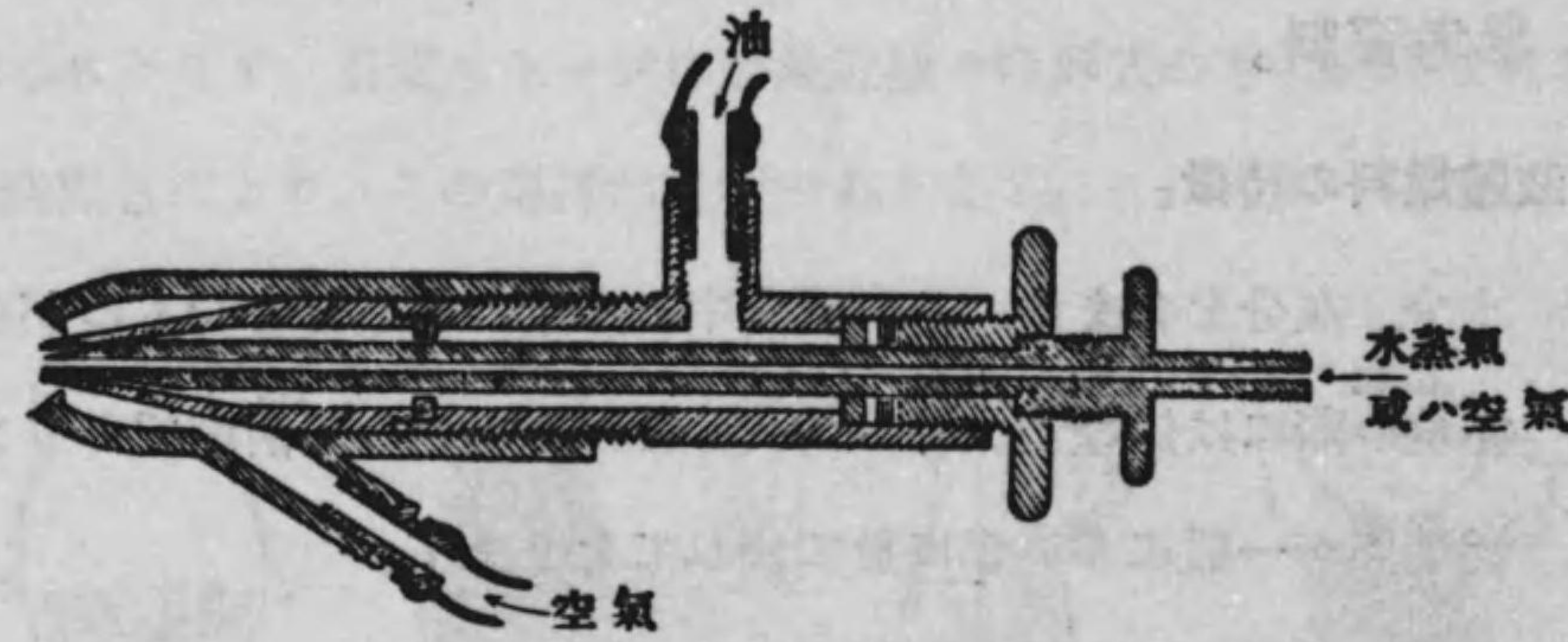
(8) 氣化の潛熱が小で容易に氣化します。

(9) 氣化又は噴霧状にしたものが、空氣と混合し易く、且その爆發の際限が廣いこと。



(10) 燃焼生成物が腐蝕性を有しないこと。

噴霧状の噴出を空気又は水蒸気の噴出で誘導するには下圖の如きものを用ひることもあります。



(11) 氣化器の内側に樹脂状の残渣を作らないこと。

(12) 常溫で氣化し易からずして蒸溜範圍の適當なこと。

1—7 迄は一般的で 8—12 迄の特性をその上に具備すればよほどよい燃料となる譯であります。

(B) 石油(鑛油)

(i) 鑛油小史。鑛油は有史以前より知られ且利用されたものと覺しく、ザンテ島の鑛油が棺をつめるのに用ひられたり、燃ゆる油の泉を不可思議の現象として見てゐたことなどには事實として認めねばならぬ根據があります。拜火教の信仰なども確かに聯關があるものとせられてをります。

しかし之が組織的の作業として石油工業をなすに至つたのは1879年北米での採取に始つたと言つても過言ではありません。

(ii) 採掘。鹽分を含む水が天然瓦斯と共に發出する地方にはその地下に鑛油を埋藏することが多く、かゝる場合には多くは地下の深所に強大なる壓力の下に之が埋藏せられてをるのが普通であります。

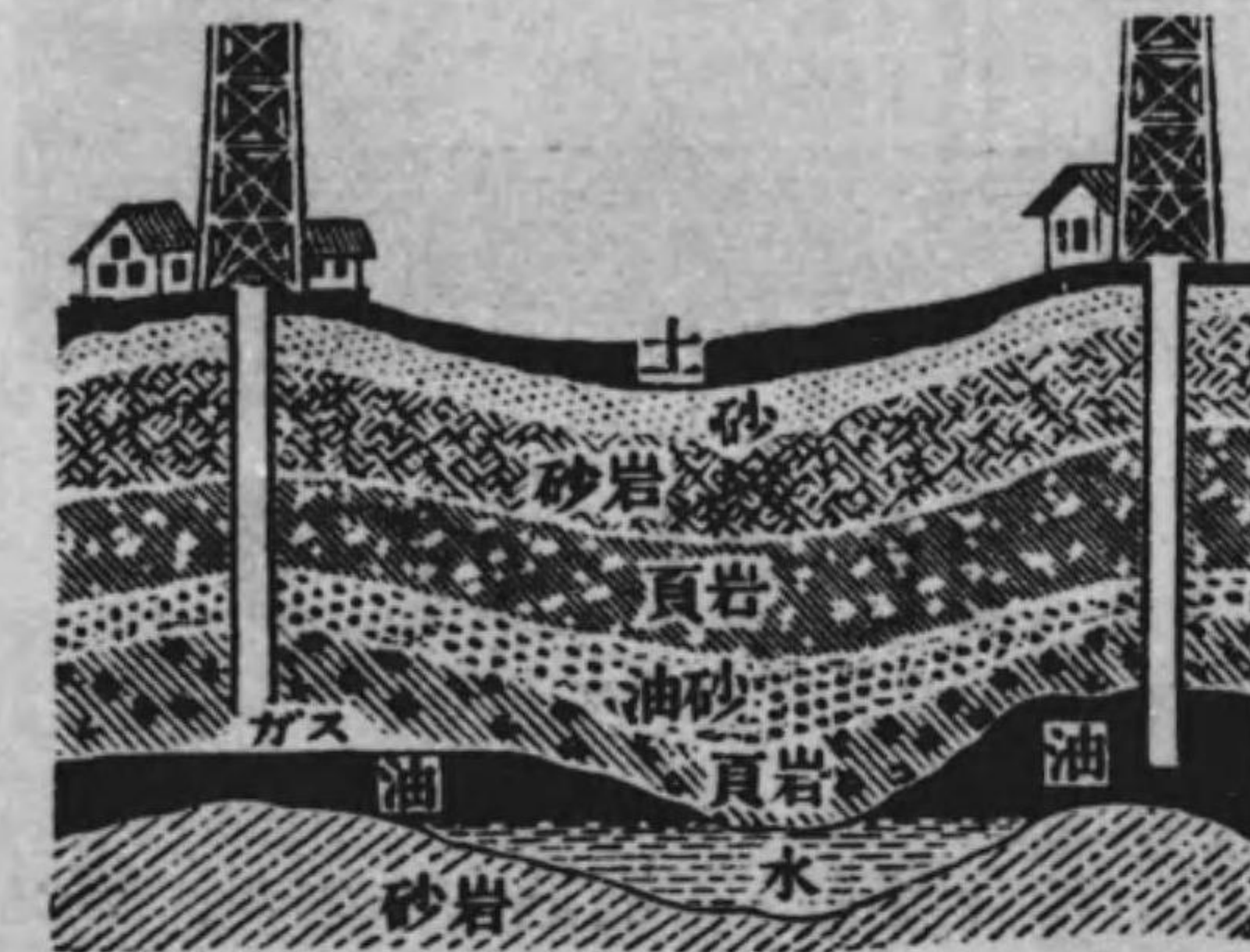


それを採取するには Derrick と稱する高さ45—75呎の櫓を立て、Sinker

といふ重き鐵棒の先端に Bit といふ鑿を嵌めて鑿孔します。

その時油層に突き當ると噴油を見ることもありますが、多くはポンプで汲み出します。

米國に於けるこの年産額は 7.3 億バレル (バレルは約140立) でメキシコはその5分の1、兩者を合すると世界全産額の88%を占めます。



原油の汲み揚げ。水平の黑色棒は挺子で、その左端を上下すれば右端の鉛直の紐がポンプに働く。

露國は第三位に相當し、佛國は16位、獨逸は18位、英本國は23位であります、屬領にはその豊富な地方もあります。

日本は佛國の上位で世界第14位にをります。

(iii) 原油の成分。

米 國 産 パラフィン系炭化水素の混合物。北海道産も之に屬する。

露 國 産 ナフテン系炭化水素の混合物。

日 本 産 多くの油田産出のものは以上に屬する。

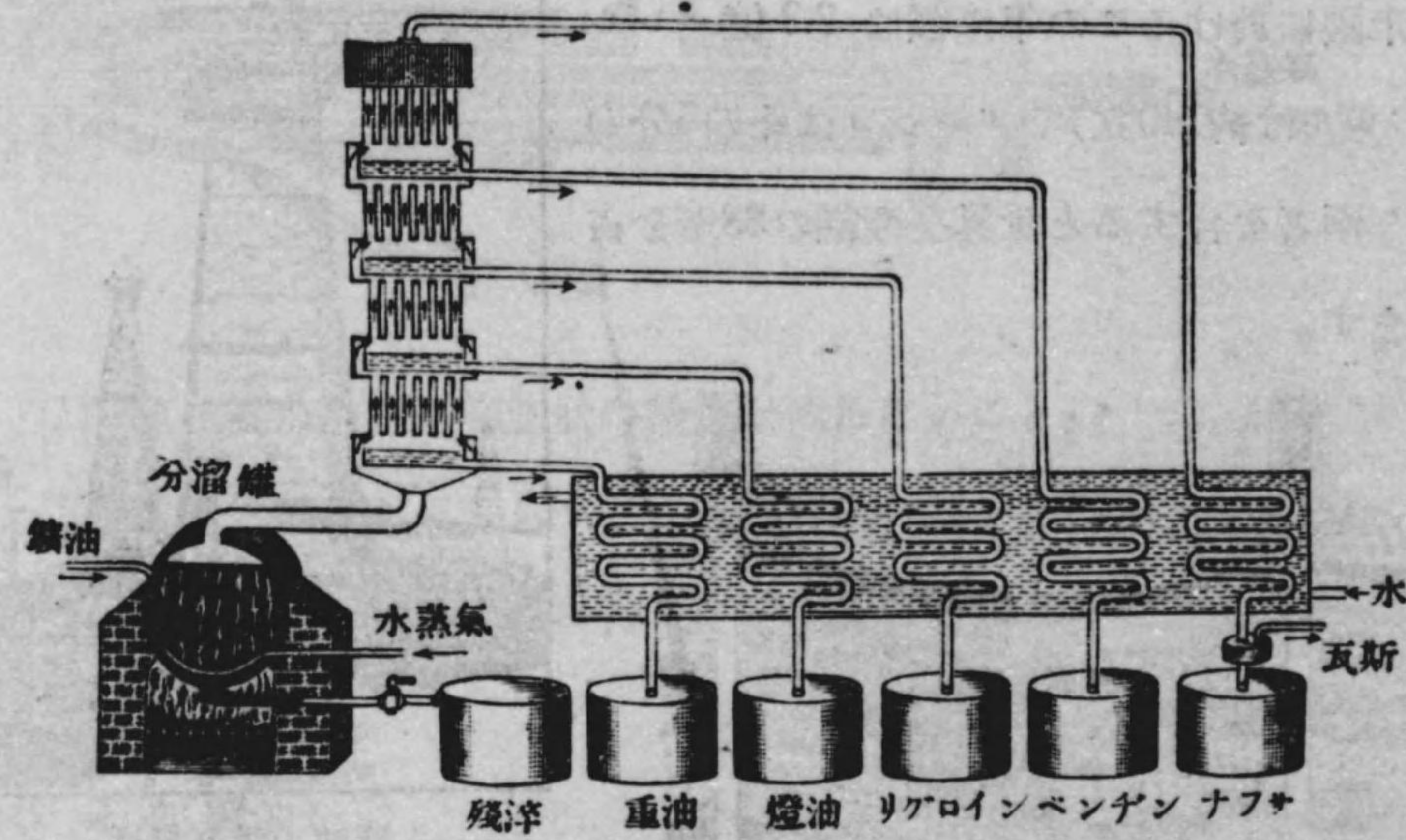
ガリシア産 パラフィン系、ナフテン系の混合物。

(iv) 原油の分溜。

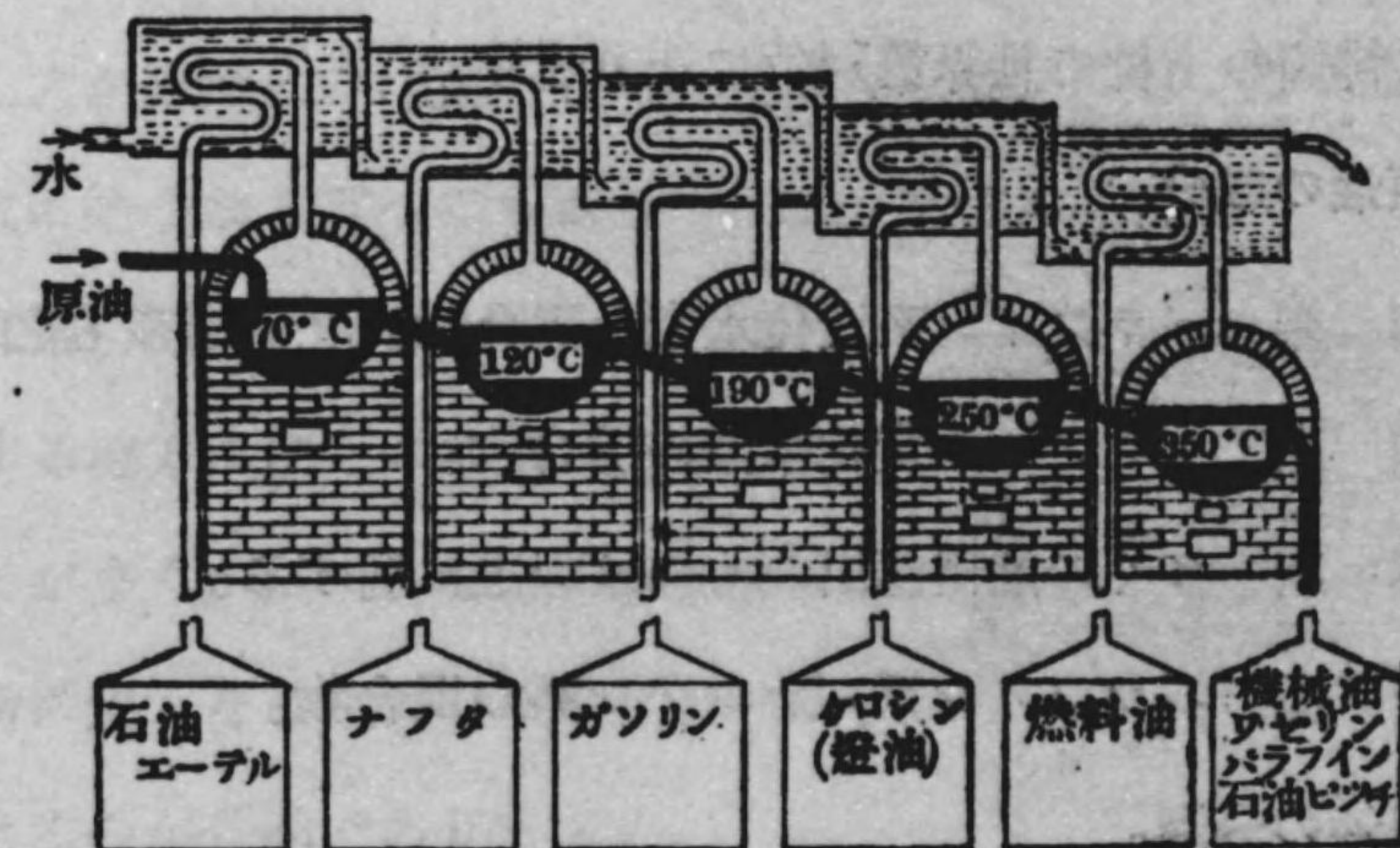
米墨兩國では長さが30呎以上で、容量が600—1200 バレルの大分溜罐

に原油を入れて分溜を行ひ、残留物を除いては又新に原油を入れて分溜を行ひますが、露國では連続的に原油を供給しながら之を行ひます。

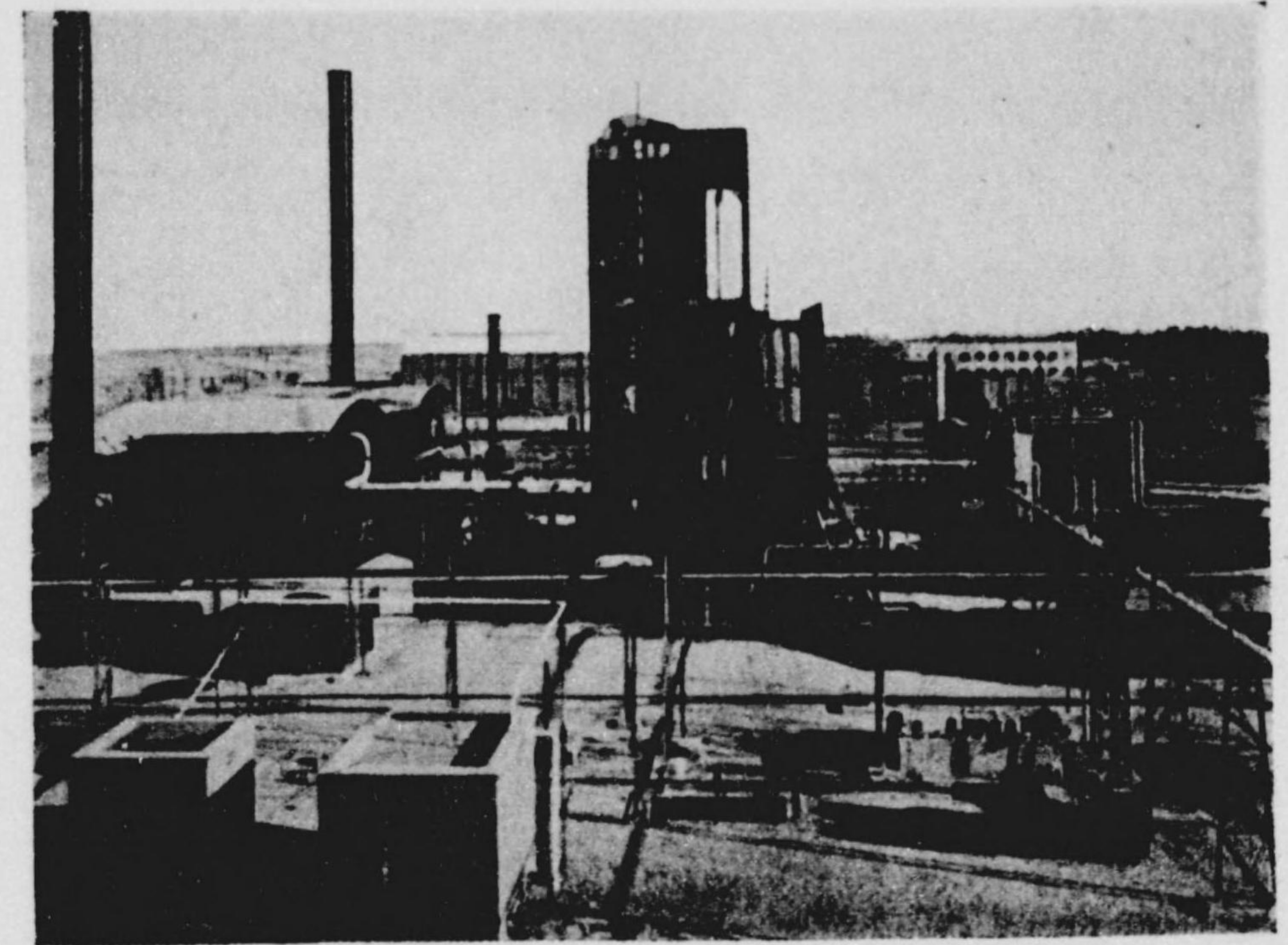
溜出液には先づ硫酸を加へて攪拌したる後、苛性曹達を加へ猶ほ水を加へて再三洗滌を行ひ、分液法で分離します。



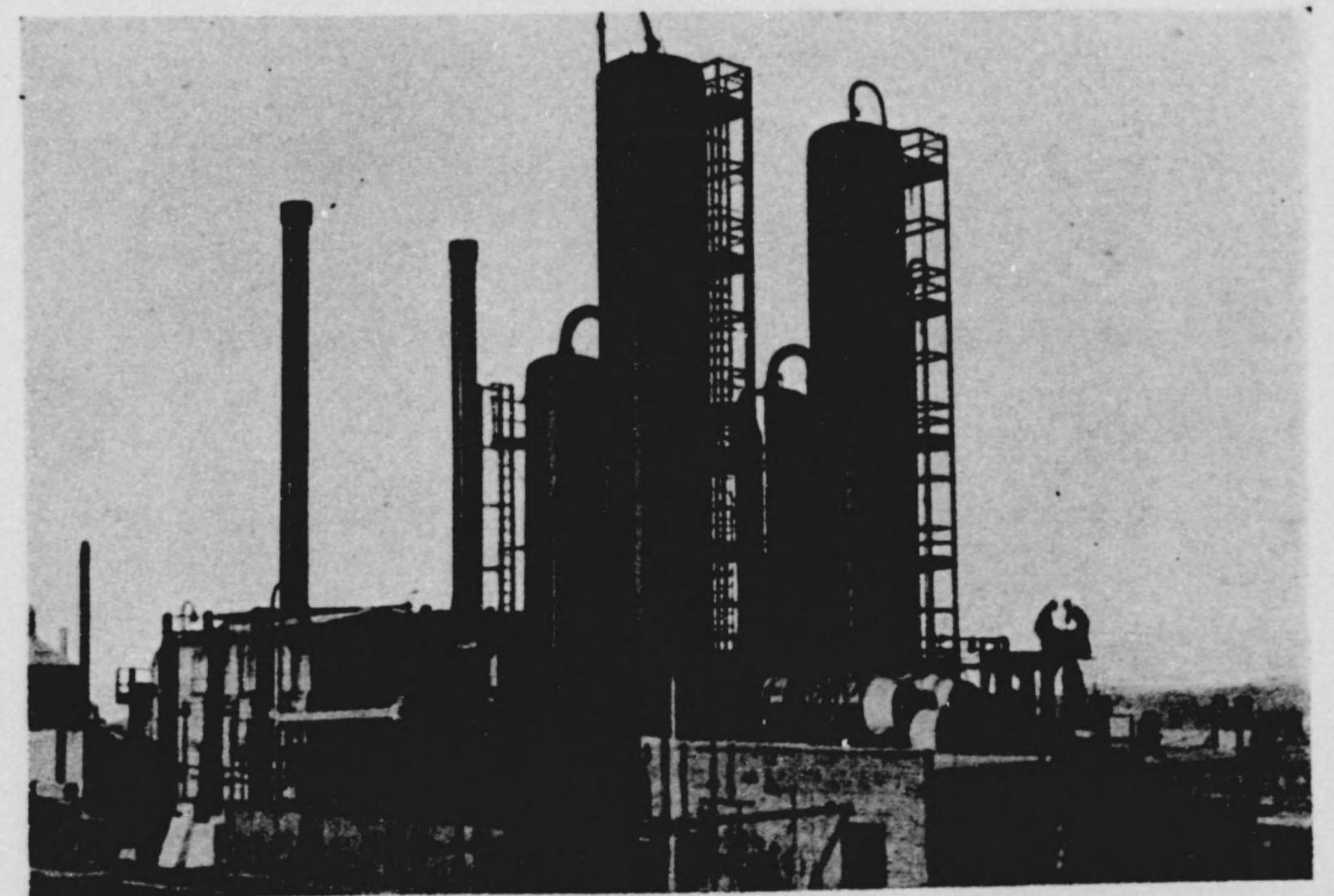
前圖の如くして分溜したナフサは更に分溜して、石油エーテル、ガソリン、ナフサ等に分ちます。又重油は之を機械油、ワセリン、パラフィン等に分ちます。又初めから下圖の如く分溜する方法もあります。



原油を連続的に蒸溜する爲にパイプスチルと稱する鐵管を用ひ、その中



フォスター式パイプスチールによる石油分溜工場

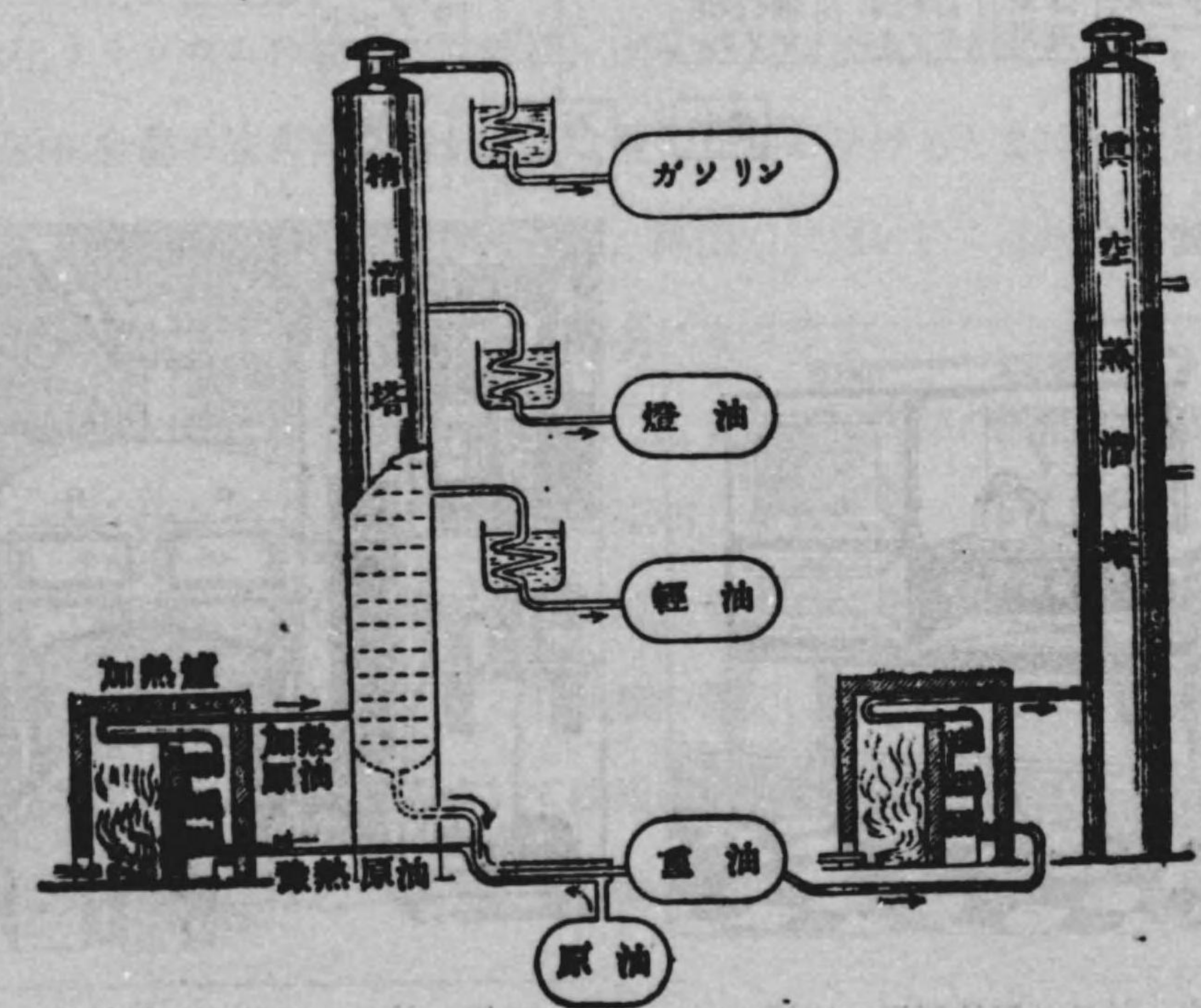
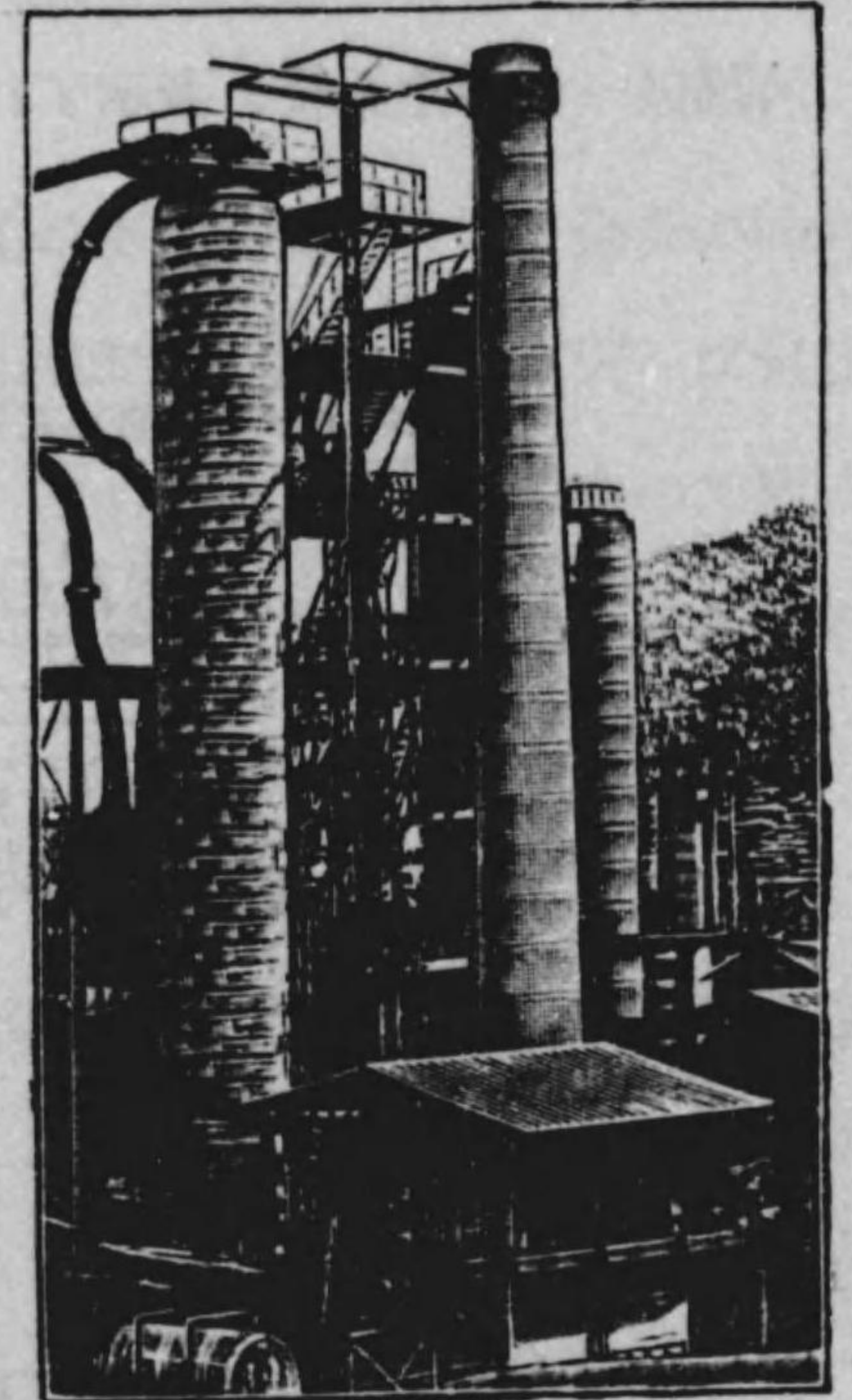


クラッキングによるガソリン製造工場

に原油を通じて周囲から加熱する様にし、最後に容積の非常に大なる精溜塔といふ凝結塔に之を送る方法がある。

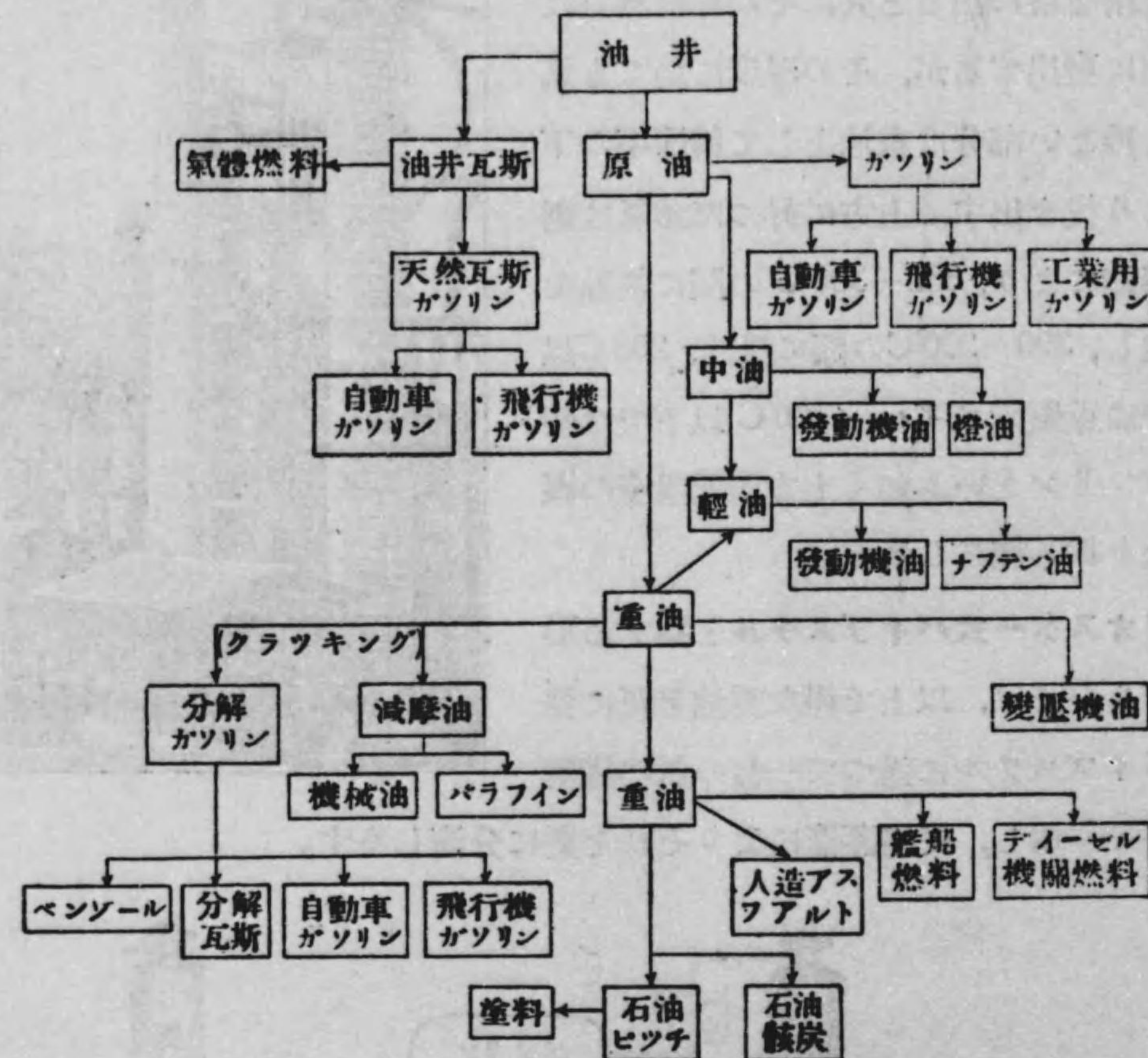
之では鐵管中で熱せられた高温度の原油は精溜塔に出ると共にその揮發蒸氣は上方に發出するが、その温度に於ても氣化し得ない部分は重油として精溜塔の下底より抜き出す。上方に昇つた蒸氣は割温凝縮により、 $350-300^{\circ}\text{C}$ の間に輕油を凝結し、 $300-200^{\circ}\text{C}$ の間に燈油、 200°C 以下では重質ガソリン、 100°C 以下では輕質ガソリンといふ如く上方程低温度の凝結液を採る様にします。

フォスター式パイプステルと稱する形式のものでは、以上で得た重油を更に他のパイプステルに送つて一種の眞空凝結溜塔を共用し、眞空蒸溜によりそれを更に分溜します。

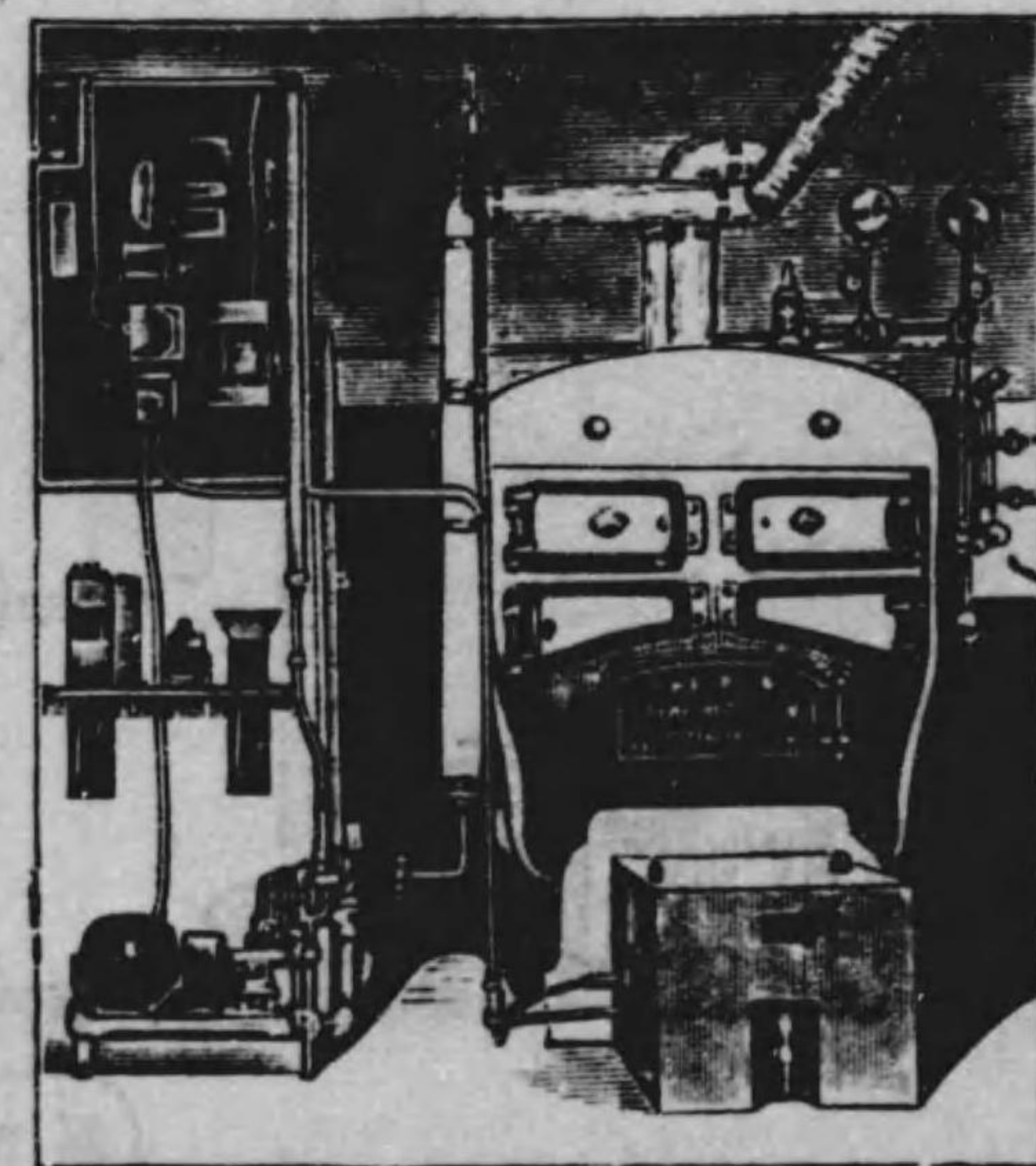


此の分溜法には長所が多く、優秀な方法とせられてをる。

油井からの發出物、汲上油等をも併せ、その實用の端々迄をも含めて石油關係一切の全系統を表示すれば次の如くなります。



家庭に於ける燈油利用の厨爐。



工場に於ける重油利用燃焼爐。

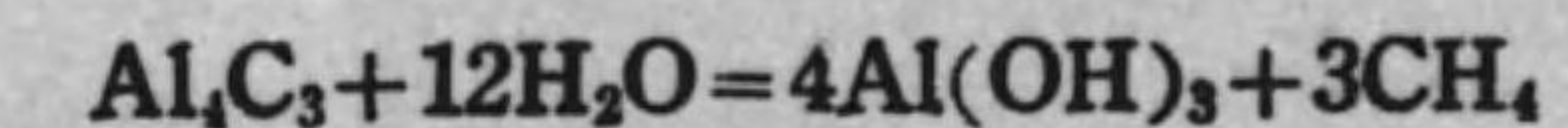
(v) 石油の根源に関する諸説。

(a) 有機根源説。石油を有機物の分解生成物と見做す説で、それに動物根源説と植物根源説とがあります。

1888年獨人 Engler 氏が或る魚油を加壓の下に蒸溜してその全量の60%に當る石油を得ましてから動物根源説は論據を得、動物の化石例へば貝類の化石中に石油を藏することなどと共に所説が有力となりつゝあつた時に際し、我が小林博士その他諸國の人々により動物質より之が製出せられるに至り、その確實性を増して來ました。

(b) 無機根源説。石油の成因を無機物の反應によるものとする説は Moissan, Mendelejeff, Berthelot などによつて主唱せられ、その事實なることが實驗的に證明せられてをります。

例へば炭素の多く加入した炭化アルミニウム(Al₄C₃)に水を注ぐと CH₄ が出來ます。



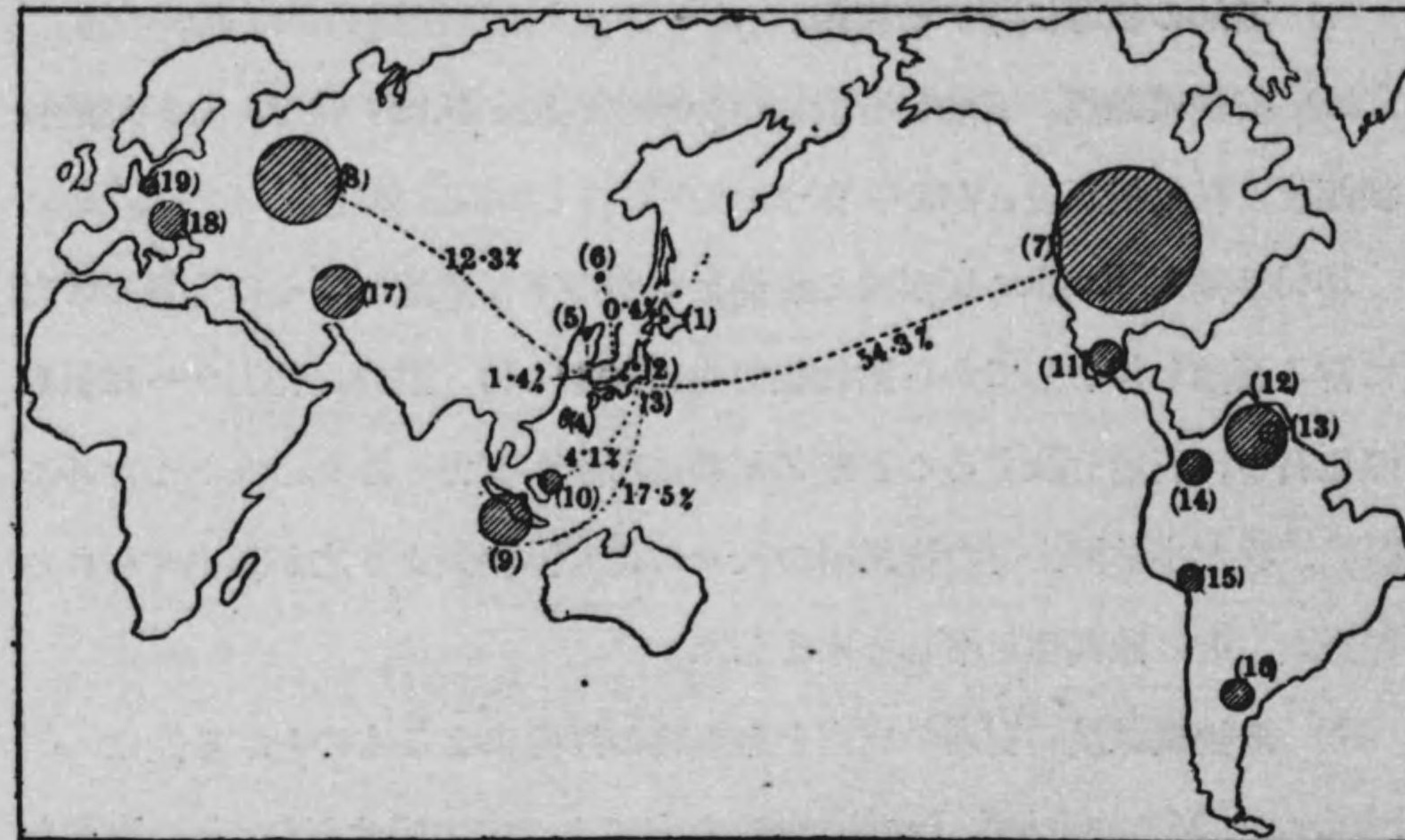
炭化ウラニウムの場合には液狀、固狀の炭化水素をも生じます。

一般に金屬の炭素化合物が水又は酸の作用を受けるとよく炭化水素を生じます。殊に地球の内部の如き強壓、高温の狀態に於ては水は強酸と等しい作用を呈しますのでこの生成が容易になります。

Mendelejeff は炭素を多く含む鐵に酸を注いで天然の鑛油と同様な炭化水素の混合物をつくつてこの事實を證明しました。

然し今日では有機根源説が有力な地位を占めてをります。

我が國と石油。我が國に於ける石油類の需要は年々増加してゆくが、國內の產出高は之に伴はず、現在に於ては國產油がその需要の漸く一割を充す程度で、残りの九割餘は之を海外からの輸入に仰いでをる次第であります。



世界の石油産地、産額と我國への輸入額各國割比率。

- (1) 石狩油田, (2) 秋田油田, (3) 越後油田, (4) 臺北油田, (5) 關東州
 (6) 滿洲國, (7) 才國, (8) ソ聯邦, (9) 蘭領印度, (10) ボルネオ
 (11) メキシコ, (12) ヴェネズエラ, (13) トリニダード, (14) コロンビア
 (15) ペルー, (16) アルゼンチン, (17) 波斯, (18) ルーマニア, (19) 波蘭

(B) 特殊液體燃料の二、三。

(i) 自動車用ガソリンと飛行機用ガソリン。エアー瓦斯を使用してをる學校で、冬期その發生の困難な時に、飛行機用ガソリンを用ひるとその發生がよくて都合がよいと申しますが、之には理由のあることで自動車用のものと飛行機用のものとはその規格に於て次の様な差があります。之を比重で定める方法は近年採用しなくなりました。

	自動車用ガソリン	飛行機用ガソリン
定温蒸溜	60°C迄の溜出量	皆無
	70°C迄	1%以上
	100°C迄	20%以上
	150°C迄	54%以上
乾涸温度	230°C以内	175°C以内

(ii) 市場に於けるガソリンの種類。原油から分溜して採つた物を直溜ガソリンといひクラッキングにより重油などを分解して採つた物を分解ガソリンといひます。

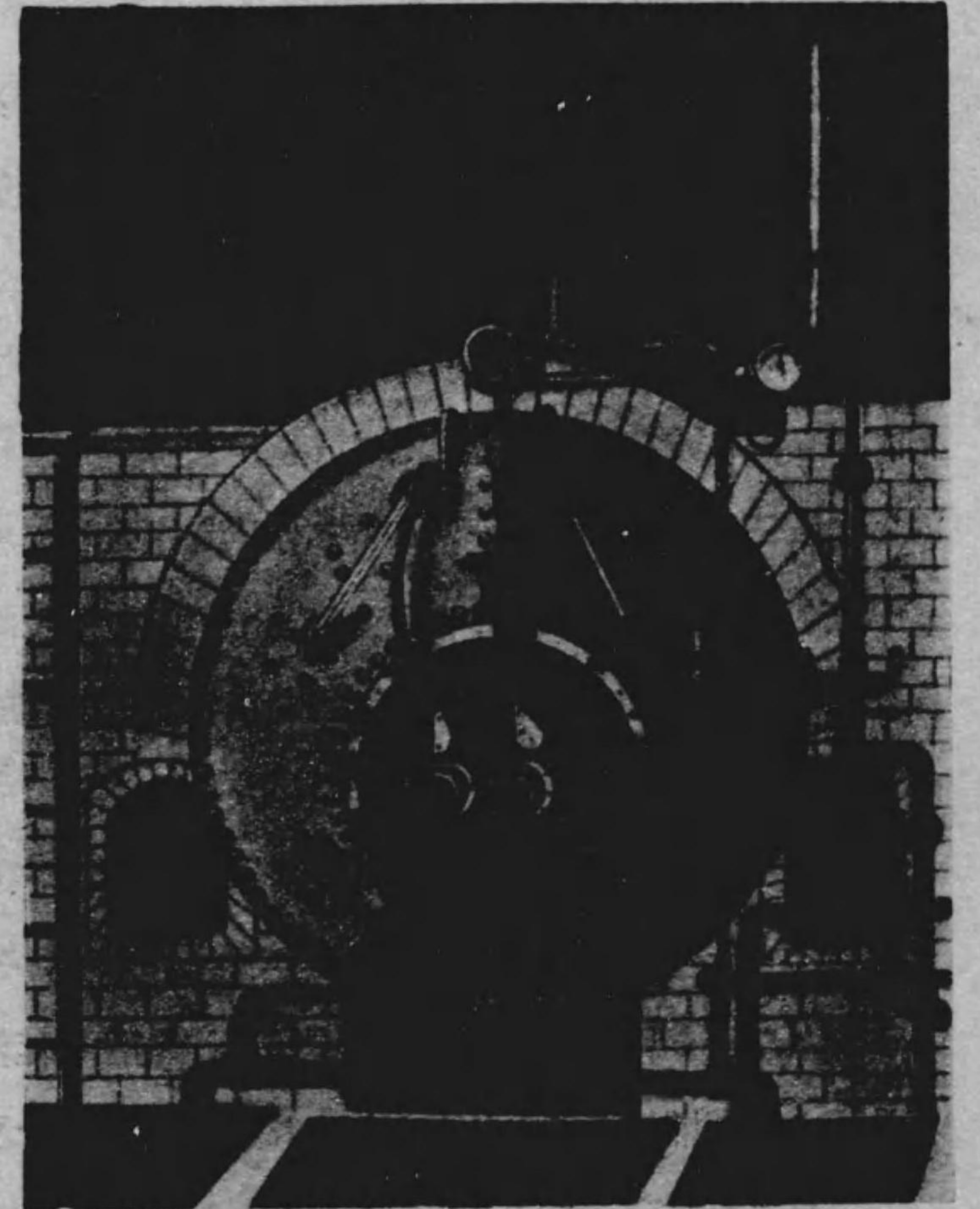
天然ガソリンと呼ばれるものは油田地帯から噴出する天然ガスを壓縮冷却して製するものであります。

この天然ガソリンの採り方には教科書記載の壓縮法の外に、吸収法といひ重質燈油、輕油等に天然ガスを觸れしめて吸収させた後分溜して採る方法と、吸着法と稱し、活性炭や、シリカゲルの如き吸着劑に吸着せしめてから加熱分離する方法とがあります。

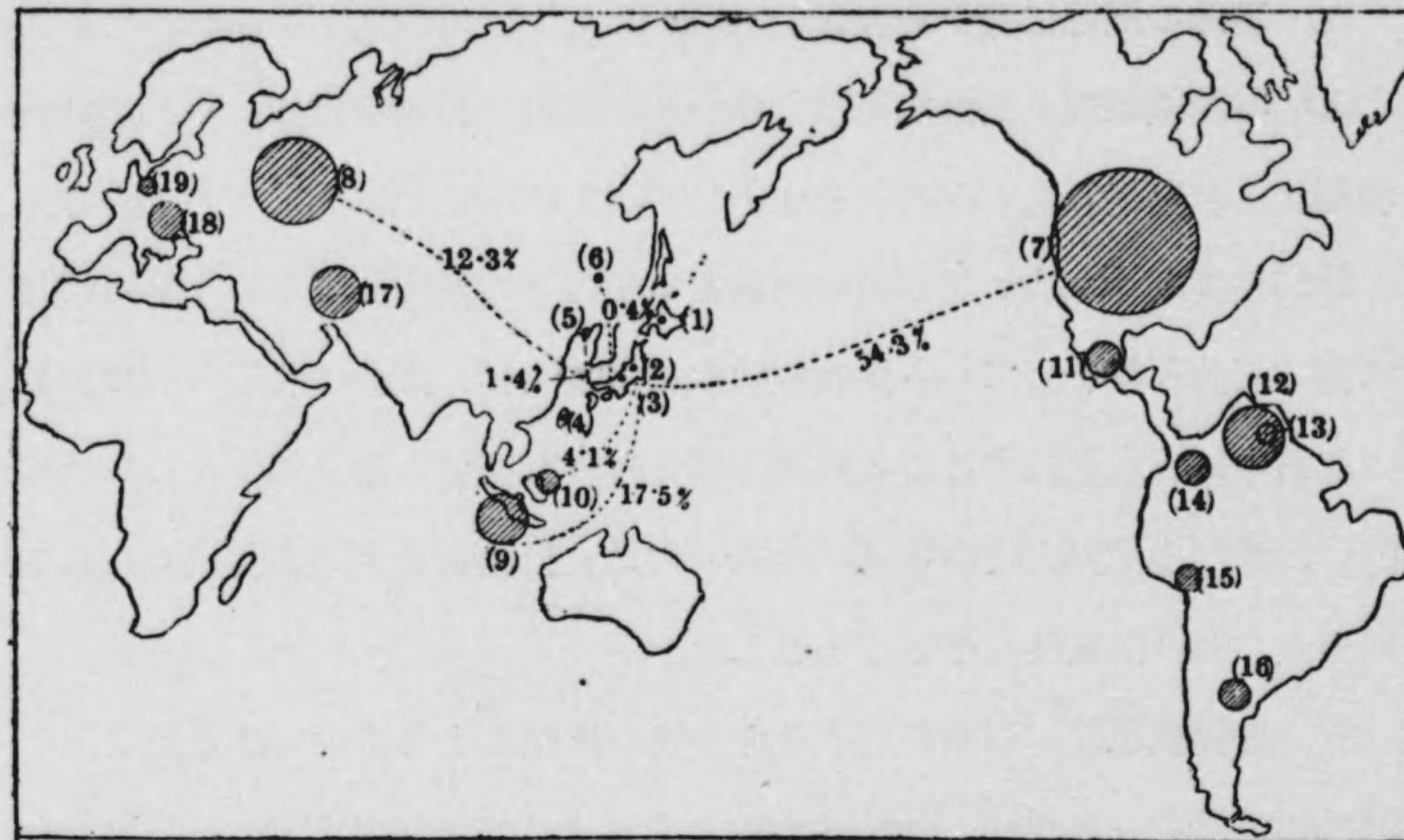
現今我が國の市場に出てをる市販品は是等の配合により適當な性質にしたものであります。

(iii) 二種の重油。
 原油を蒸溜してその350°C以上の溜出物を全部採りあとに残留するピッチから分離せしめたものをピッチ抜重油といひ、ディーゼル機などでは之を賞用します。

しかし普通に重油といふのは原油から分溜により150°C以下の溜出分を揮發油



重油を燃料とするコルニツシユ罐。



世界の石油産地、産額と我國への輸入額各國割比率。

- (1) 石狩油田, (2) 秋田油田, (3) 越後油田, (4) 臺北油田, (5) 關東州
- (6) 滿洲國, (7) 才 國, (8) ソ 聯 邦, (9) 蘭領印度, (10) ボルネオ
- (11) メキシコ, (12) ヴェネセラ, (13) トリニダード, (14) コロンビア
- (15) ペルー, (16) アルゼンチン, (17) 波斯, (18) ルーマニア, (19) 波 蘭

(B) 特殊液體燃料の二、三。

(i) 自動車用ガソリンと飛行機用ガソリン。エヤー瓦斯を使用してをる學校で、冬期その發生の困難な時に、飛行機用ガソリンを用ひるとその發生がよくて都合がよいと申しますが、之には理由のあることで自動車用のものと飛行機用のものとはその規格に於て次の様な差があります。之を比重で定める方法は近年採用しなくなりました。

	自動車用ガソリン	飛行機用ガソリン
定温蒸溜	60°C迄の溜出量	皆無
	70°C迄	1%以上
	100°C迄	20%以上
	150°C迄	54%以上
乾涸温度	230°C以内	175°C以内

(ii) 市場に於けるガソリンの種類。原油から分溜して採つた物を直溜ガソリンといひクラッキングにより重油などを分解して採つた物を分解ガソリンといひます。

天然ガソリンと呼ばれるものは油田地帯から噴出する天然ガスを壓縮冷却して製するものであります。

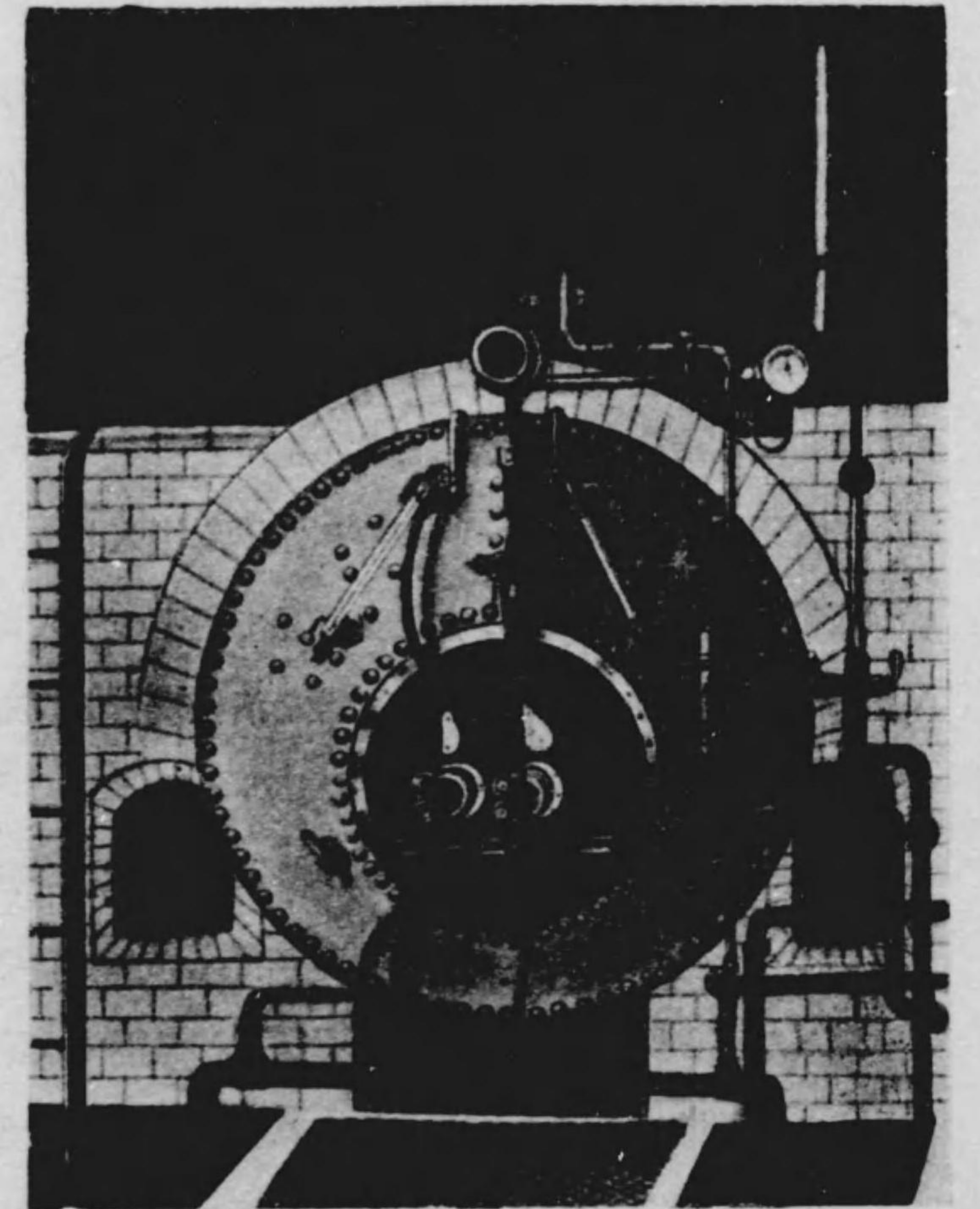
この天然ガソリンの採り方には教科書記載の壓縮法の外に、吸収法といひ重質燈油、輕油等に天然ガスを觸れしめて吸収させた後分溜して採る方法と、吸着法と稱し、活性炭や、シリカゲルの如き吸着劑に吸着せしめてから加熱分離する方法とがあります。

現今我が國の市場に出てをる市販品は是等の配合により適當な性質にしたものであります。

(iii) 二種の重油。

原油を蒸溜してその350°C以上の溜出物を全部採りあとに残留するピツチから分離せしめたものをピツチ抜重油といひ、ディーゼル機關などでは之を賞用します。

しかし普通に重油といふのは原油から分溜により150°C以下の溜出分を揮發油



重油を燃料とするコルニツシヨ機。

として採り150—300°Cの間の燈油、輕油として採つた残留物をいふので、之はピッチは抜いてありません。重油をば燃料として用ひる場合には此の方がよく艦船燃料などでは之を専用する場合があります。

頁 項

88 57 石油代用燃料。

(I) 教授の要點。進歩した人智に依つて創造せられる所のものには、その基礎に於て必ず自然科学で樹立せられた原理操作等の何者かが採り入れられてをります。それを味はすことは應用理科としては特に重要性をもつものでありますから製品そのもの以上にこの過程を知らしめ味はさねばなりません。

(II) 参考資料。

(A) 水素添加による石油代用燃料。液體燃料を、タールとか、重油とか、又は粉末石炭とかに、450—600°Cの高温、150—250氣壓の高壓で水素を添加して生成せしめる方法は、各國人が熱烈な研究をつづけ、色々の成案を得てをりますが、その精細な點に關しては祕密に屬することが多く、一般に知られてをるのはその外觀に過ぎません。

(i) その内コールタールのみに水素を壓入して反應させる方法は、粉末狀石炭を之に和したのよりも容易で、その壓入に要する氣壓は約200氣壓でよく、觸媒にはモリブデン鹽を活性炭素に吸着させたものを用ひればよくあります。

之は特に低温タール類に適用するとその添加が容易である。その際原料とするタール類は之を250—400°Cに熱しておき、それに觸媒を加へたものを熱しながら反應塔に入れて455°C、200氣壓で水素添加を行ひますと揮發油様の液體燃料が得られます。それを150°C以下で蒸溜して粗ガソリンとし、更に再蒸溜して50—70°Cの溜出液をとれば良品が得られます。

獨逸では之をロイナベンチンと呼んでをります。

(ii) 石炭に水素を添加する場合には豫め微粉炭にしたものを用ひ、その85%にコールタールの10%を混じ、更に觸媒たらしめる酸化鐵の5%を混じてよく糊狀にねりおき、それに200—260氣壓の範圍で水素を壓入して450°C内外に熱しますと原油狀の液體燃料が得られます。

普通之を石炭の液化法と呼び、又之が獨人パーギウスに依つて研究せられた所からパーギウス法 (Belgius method) ともいひます。

その際得られる原油狀の物質を分溜すると、各種の油がその沸騰點の差によつて分かたれますが、本法には猶經濟的の難點が伴つてをるので一般工業化の域には達してをりません。

(iii) 徳山海軍燃料廠の立案せる石炭液化法は、今や完成の域に達し、以上の諸法に比べてよほど優れた所があるのであります。山、非常時に際し喜ぶ可き事ではありますが、發表せられない事情に於てある爲にその眞層は知る由がありません。

(B) 頁岩油。油頁岩にはスコットランド産頁岩の如く含油量の大なるものと、撫順産の如く含油量の小なるものがあり、その他の性質、含有物も夫々で異つてをるので、是等原岩の性質によつても頁岩油はその成分を異にして來ますが、又採油の方法によつても大いにその組成に差を生じます。

普通先づ油母頁岩を乾油(撫順頁岩では550°Cで乾溜する)して石油の原油に類似する溜出物を採る。之を頁岩油といひ、石油の原油に比べると不飽和炭化水素を多量に含有してをる所に缺點があるが、之を分溜すると揮發油、燈油、輕油、重油、機械油の外相當に多量のパラフィンが得られます。

撫順で現在行つてをるものでは之から揮發油、重油、パラフィン、ピッチ、コークス(Pitch coke)などを分取してをります。

頁岩より得た重油やガソリンには妙な惡臭があるのが缺點でそれがなかな

かれません。

(C) 人造石油。魚油や大豆油から石油を製する方法は大正十年から十二年頃に亘つて澤山に發明されたが、對でも我が國の小林久平博士の方法が最も有名であります。

獨人エングレー氏の方法 (1888年)	魚油を蒸溜罐に入れ強壓を加へて蒸溜 (100量)	→ 原油 60量
小林久平博士の方法 (大正10年1月)	酸性白土 } 扁平乾溜釜 魚油 } 特別に壓を加へず 100量 } 乾溜	→ 原油 65量

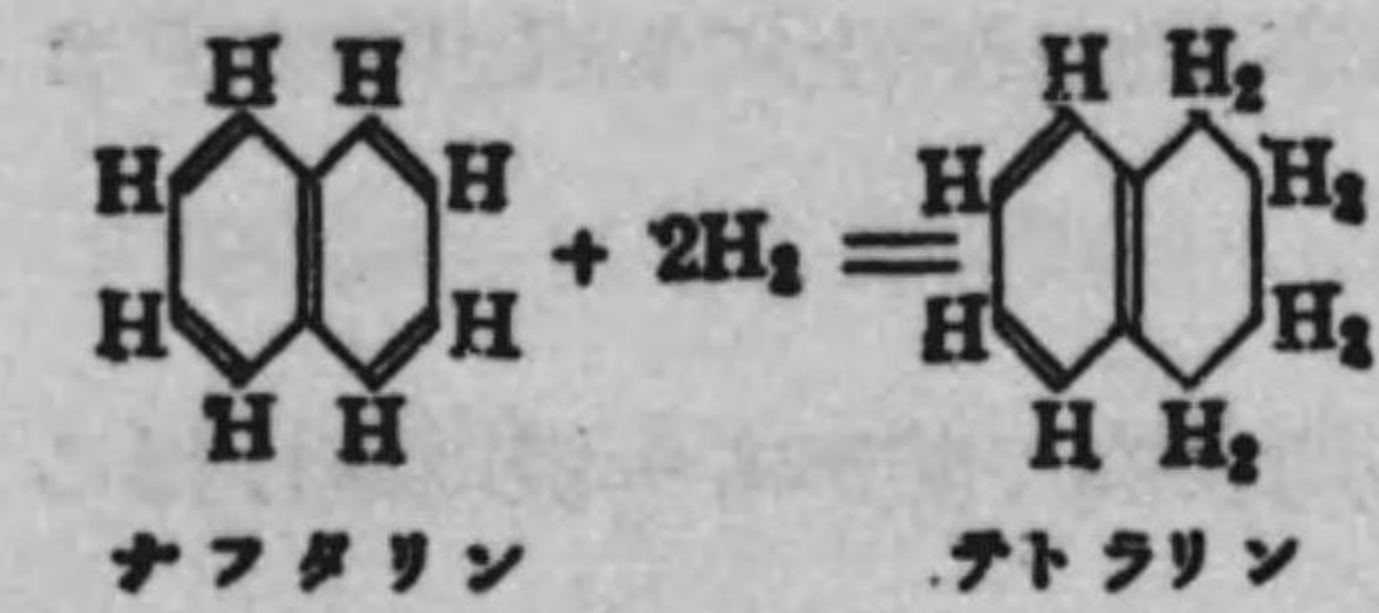
猶この原油に博士は乾溜原油なる名稱を附けられ、それを蒸溜清洗せられて揮發油、燈油、中性油、殘滓重油を得られました。

此の乾溜に酸性白土を用ひられたのは石油主産地に石油と關聯して必ず酸性白土の存する所から考へつかれたとのことで、之を魚油と略、等量に混和して、更にその上を酸性白土で覆ふて乾溜を行へば上述の乾溜原油が溜出する由であります。

此外人造石油の製法には、その原料を大豆油に、テレピン油に、松脂に選んだり、石鹼によつたりするものがあり實に枚舉に追がない程であります。

(D) テトラリン、デカリン。

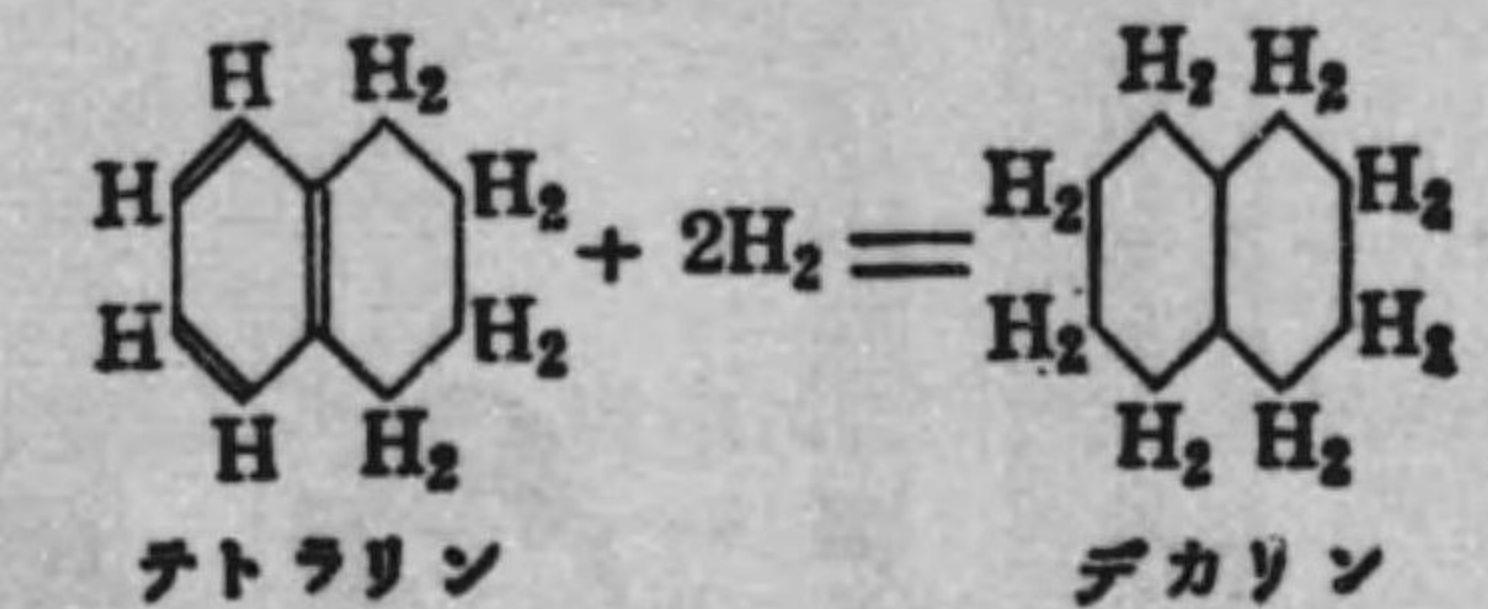
ナフタリンに金屬ナトリウムを混じて熱するとよく融解するので、それを100°C内外で減壓蒸溜により精製する。加壓釜に此の精製ナフタリンとニツケル粉とを混入して180°Cに加熱し40氣壓の強壓の下に、そのニツケル粉を觸媒として水素を作用させると、ナフタリン一分子毎に4個の水素原子を添加してテトラ、ヒドロ、ナフタリンが出来ます。此の水素添加の反應は發熱反應なので、初め加熱すれば、後には熱を與へなくしてナフタリンを添加し水素を送り込むことにより反應が進められます。



之を又テトラリンとも呼びます。此の物ば水よりも軽く、沸騰點206°C引火點78°Cの液體燃料で、ベンゼンとか、アルコールとかを混和すると内燃機關用の燃料として

ガソリンその他に代用することが出来ます。

同様にして更に4個の水素原子をテトラリンに添加しますとデカリンが出来ます。デカリンは沸點191.7e、比重0.89のもので、テトラリンと同様に燃



料に供し得るも、多くはテレピン油の代用品たらしめてをります。

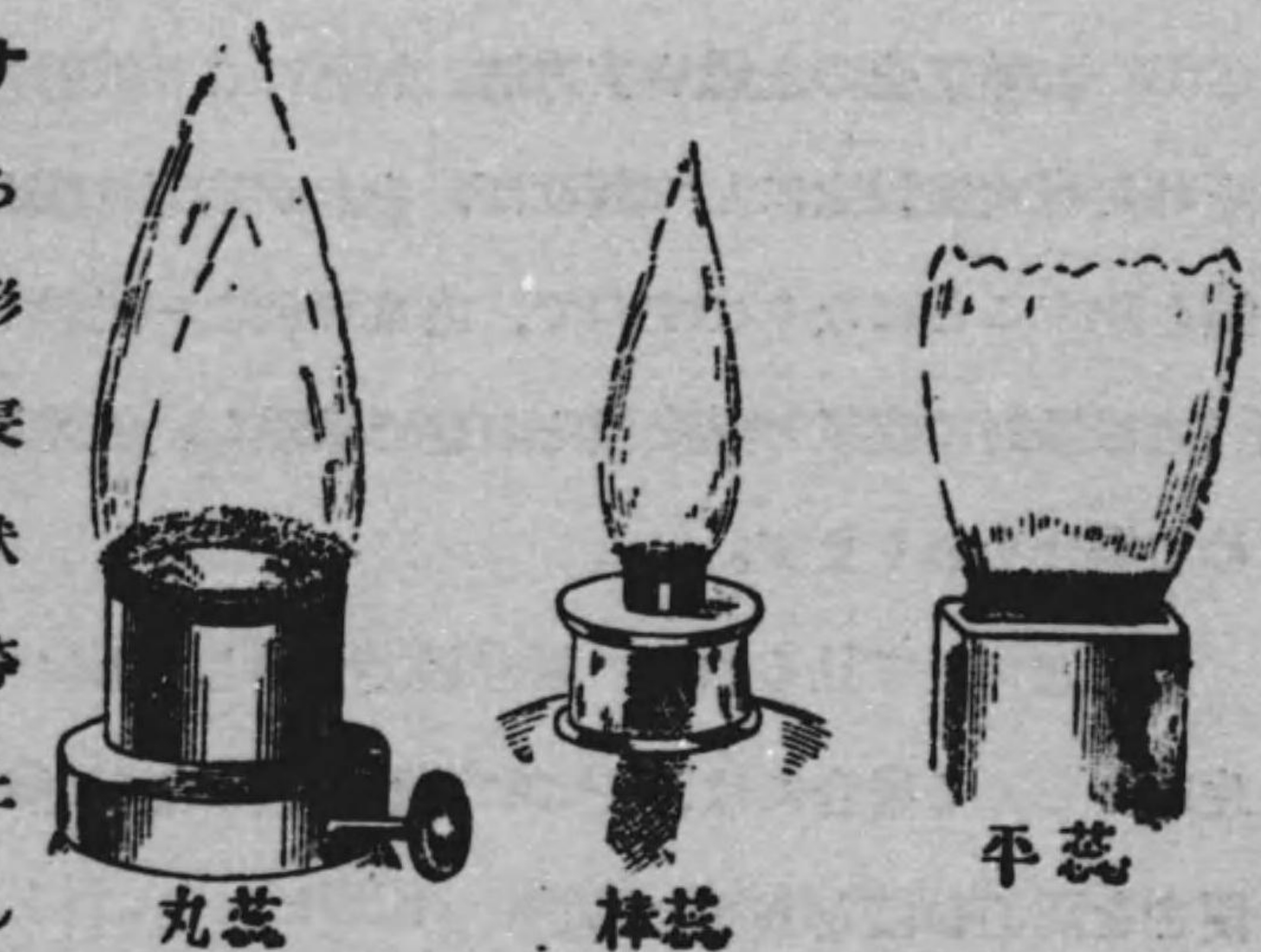
是等は獨逸が歐洲戰亂中に苦心して得た代用液體燃料で、主として自動車燃料にあてたものであります。この Decalin には別の名稱を附けないが、Tetralin は之を帝國力素 Reichskraftstoff と呼び、戦後の今日も獨逸の Rodleben に日産100噸の大工場を立て盛んに製出してをります。

頁 項

90 58 液體燃料燃焼法。

(I) 燃焼形式の分類。

(A) 蕊に昇らせて燃やす方法。液體燃料を蕊に昇らせて燃やす場合には蕊の形状によつて或は扁平に長く、或は圓形に、又密集状態、疎にして廣き状態、等燃焼部位を任意にし得る上に、蕊の出し方で或は熾ん



に火焰を増大し、或は小さく縮小し得られる等火加減の上にも自由があります。

又その下低部の少量の液体をばよく蕊の上方に高く然かも一様に擴げ得る所にも認む可き特長があります。



石油ストーブ、石油炉

(B) 加熱氣化の上燃やす方法。加熱により液体燃料を氣化せしめると共にそれを發火點以上にして置けば、それが空氣に觸れて酸素を得れば直ちに燃焼を起すこととなりますので、之も便利な一燃焼形式であります。

之は反對に空氣を熱交換その他で豫熱し、液体燃料は單に氣化の程度に止める場合もあります。

反射爐に於て見る如く、兩方をよく熱しておいてその相會する所で火焰を生成せしめる場合には、そこに液体燃料が氣體燃料と同様に扱ひ得られる輕便さを認めねばなりません。

殊に高温度を保持せる面に滴下され、氣化と同時に空氣に觸れて燃焼を起す燒壓式の機構も此の燃料に初めて適用出来る次第であります。

(C) 霧狀 (Atomize) 噴射燃焼法。液体燃料は之を機械的に霧狀として噴射の上相當量の空氣を混合せしめて燃焼させることが出来ます。殊にその噴射を行ふのに空氣を以つてしてよい譯で、内燃機關等では多くこの形式により液体燃料を燃焼させてをります。

(II) 教授上の参考意見。

以上 A,B,C 何れの場合に於てもその燃焼の調節が自由に出來て、火焰の發生、停止も迅速に行ひ得られますから液体燃料は燃料界に増々重きをなしつつあります。殊に海軍にあつては之が軍艦の戦闘動作の上に一大影響を及ぼすので、今日世界列強はこの燃料政策樹立の上に狂奔して止まない譯であります。

是等のことは應用理科教授に附帶して説述すべき重要要件たり得る所のものかと思はれます。

頁 項

91 59 氣體燃料。

(I) 参考資料。

(A) 氣體燃料の特徴。氣體燃料は自由に運搬し得ない缺點はありますが、所定の場所で工業的に使用する場合には、次に列擧する様な各種の特徴がありますので、工業的には之を最も廣く用ひてをります。

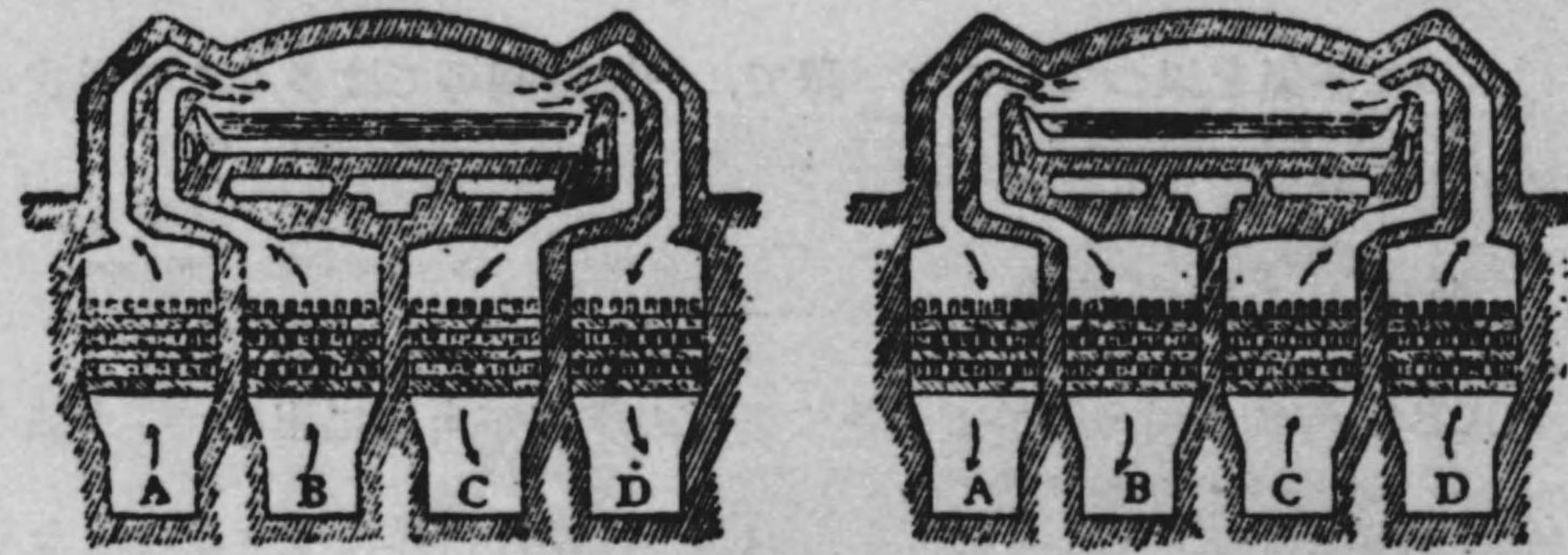
(i) 燃焼の強弱、火焰の大小の加減が自由で、點火、消火、加熱の調節が自在に出來ます。

(ii) 後に灰を残さない點がよくあります。

(iii) 均一加熱の出來る點もよい點であります。

(iv) 完全燃焼を容易に行ふことが出來、無煙燃焼迄も出來ます。

- (v) 過剰空気の量が多からず、爲めに熱量損失が少なくてすみます。
- (vi) 酸化焰や還元焰を思ふ儘に生成させてそれが利用出来ますこと。
- (vii) 廢棄ガスが高温度なる爲その餘熱を熱交換的に利用することが容易であります。



30分毎にガスと空気との入可と燃焼生成の出口とを交換する槽窯

(B) 天然ガスの二種類。天然ガスはその産地により、又噴出の季節により多少その成分を異にし又組成も異なりますが、何れにしてもメタン CH_4 、稀にエタン C_2H_6 を主成分としないものはありません。

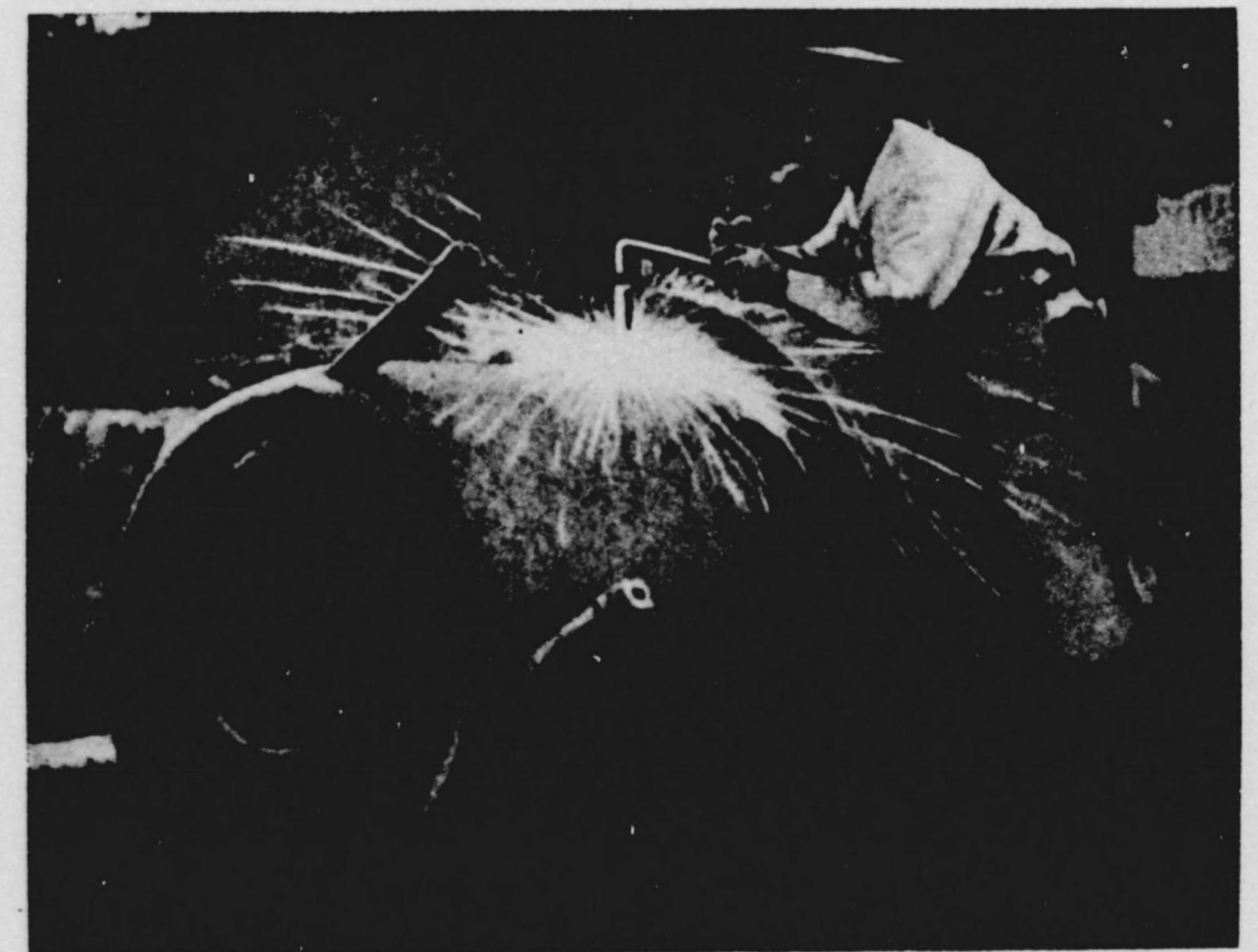
その他の成分に関して石油、原油に全然関係のないもの許りを含んでをりますものも多く、是等を乾性天然ガスといひます。

メタン以外の成分がエタン、プロパン、ピュータン……等の高級な炭化水素よりなり、石油の成分に關係深いものからなる場合には、それらを濕性天然ガスと申します。

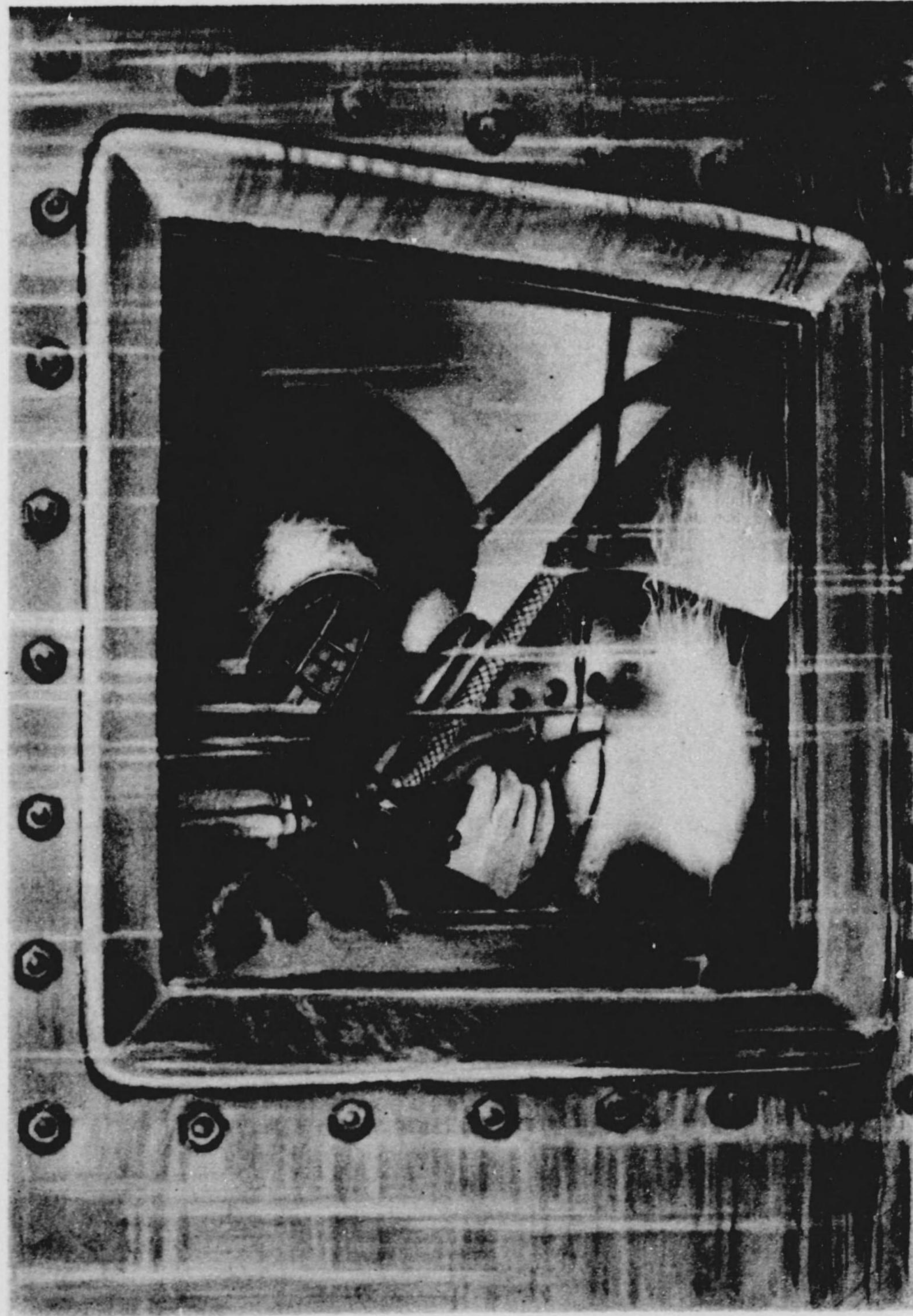
濕性天然ガスから吸着とか、吸収とか、壓縮冷却とかで天然ガソリンを探り得る事に関しては既に述べた次第であります。

この天然ガスの比重、發熱量等は産地、成分、組成で非常な相違がありますから次にそれを例示致します。

産地	メタン CH_4	エタン C_2H_6	比重	發熱量
新潟縣長嶺	44	54.2	0.81	13300
秋田縣黒川	92	—	0.57	8400
新潟縣新津	86.9	—	0.65	8216
臺灣錦水	97.4 (ガソリン回収後)	—	0.58	8900
ヒツパーグ	72.18	3.60	0.71	10090



酸素アセチレン焰による熔接



電気着火を利用する水中のアセチレン作業

天然ガスは主として熱用とし又燈用ともします。中には之を動力用とする
こともあります。

之を不完全に燃焼させて煤煙を採取し、その主成分のメタンと諸薬品との
反応でクロ、ホルム、四鹽化炭素などをも製することが開始せられました。

(C) アセチレンの取扱。0°Cに於てアセチレン瓦斯に22氣壓の壓力を加へ
るとすぐ液化しますが、この様な強壓下にあるアセチレンは非常に分解し易
く、又猛烈な爆發を起す爲めに危険で實用性がありません。

然るに之をアセトンに溶し込むと、12氣壓でその1容に100容のアセチレン
瓦斯を容易に溶解せしめ得べく、且少しも危険性がありません。

之を動搖性の少いものにする爲に、普通珪藻土、木炭などに豫めアセトン
をよく吸収させ置き、それを鐵製ポンプ中に填充しておいて、それにアセチ
レン瓦斯を壓入溶解せしめます。

かくして得たものを溶解アセチレンと呼び、使用の際壓力を適度に減じて
發出せしめます。

このポンプには大小色々のものがあつて自動車燈火用、浮標の燈火用、そ
の他に供します。銅板の切斷、熔接用に酸素アセチレン焰を生成させる
のにも亦此の様なポンプ入りの壓入溶解アセチレンを用ひます。

酸素アセチレン焰を適度に酸素を混入して生成させるとその最高溫度はよ
く3500°Cに達します。その外部の焰層一面に於ても3000°Cを降りません。

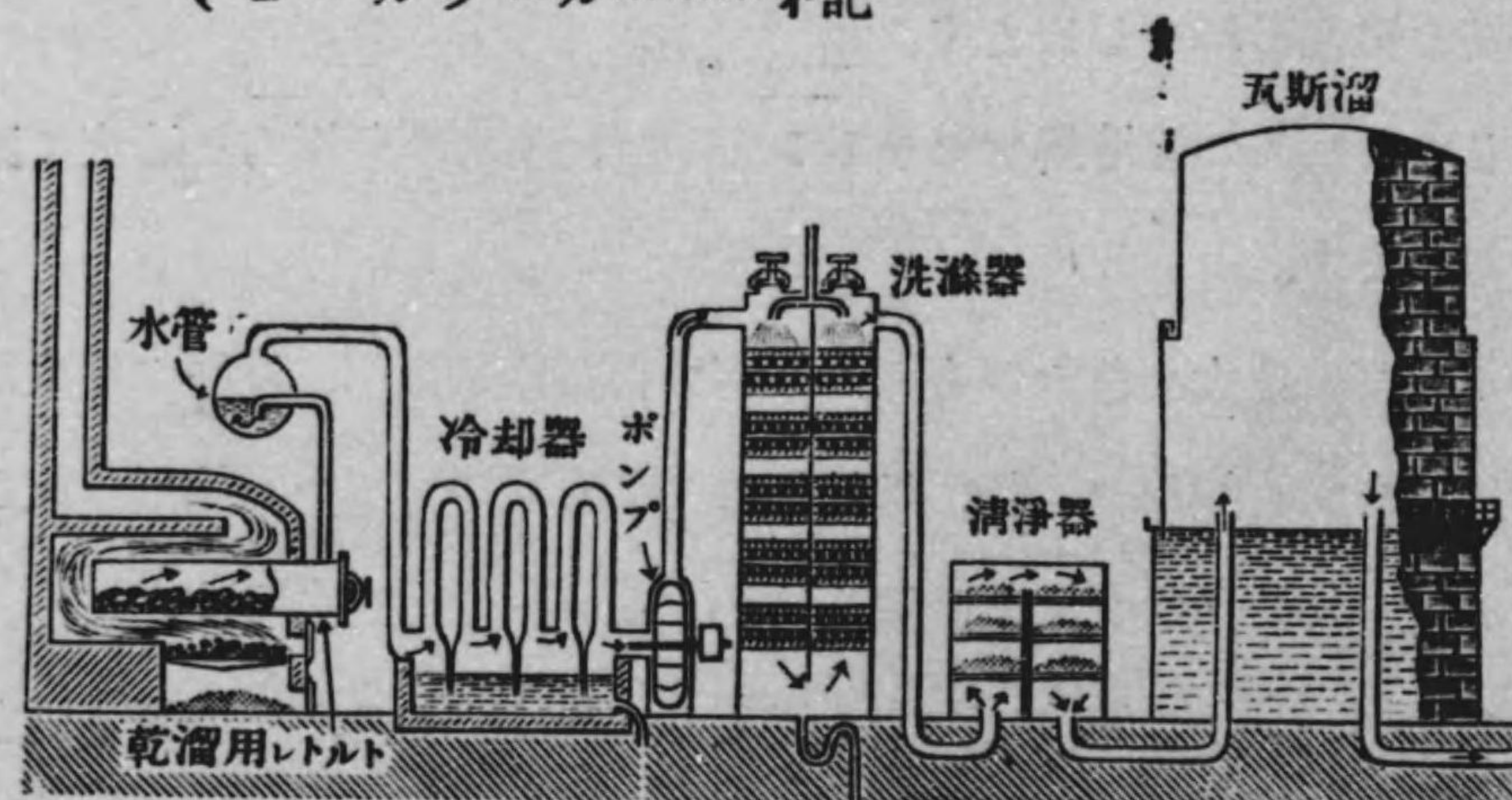
最近電氣着火をして水中にて酸素アセチレン焰を生成せしめ、船底の熔接
その他を水中作業として行ふ様になりました。別圖はそれを實寫したもので
あります。

頁 項
92 60 固体燃料より製する氣體燃料。

(I) 参考資料。

(A) 石炭ガス。レトルト中で石炭（長焰粘結炭が最も之に適してをる）を1000—1200°Cに熱して乾溜しますと、石炭ガスを發出して、後にコークス（ガスコークス）を残し、且レトルトの内壁にガスカーボンを附着します。又その石炭ガスを冷却し、洗滌しますと同時に溜出したコールタールとアンモニア液とを副産物として分取することが出来ます。

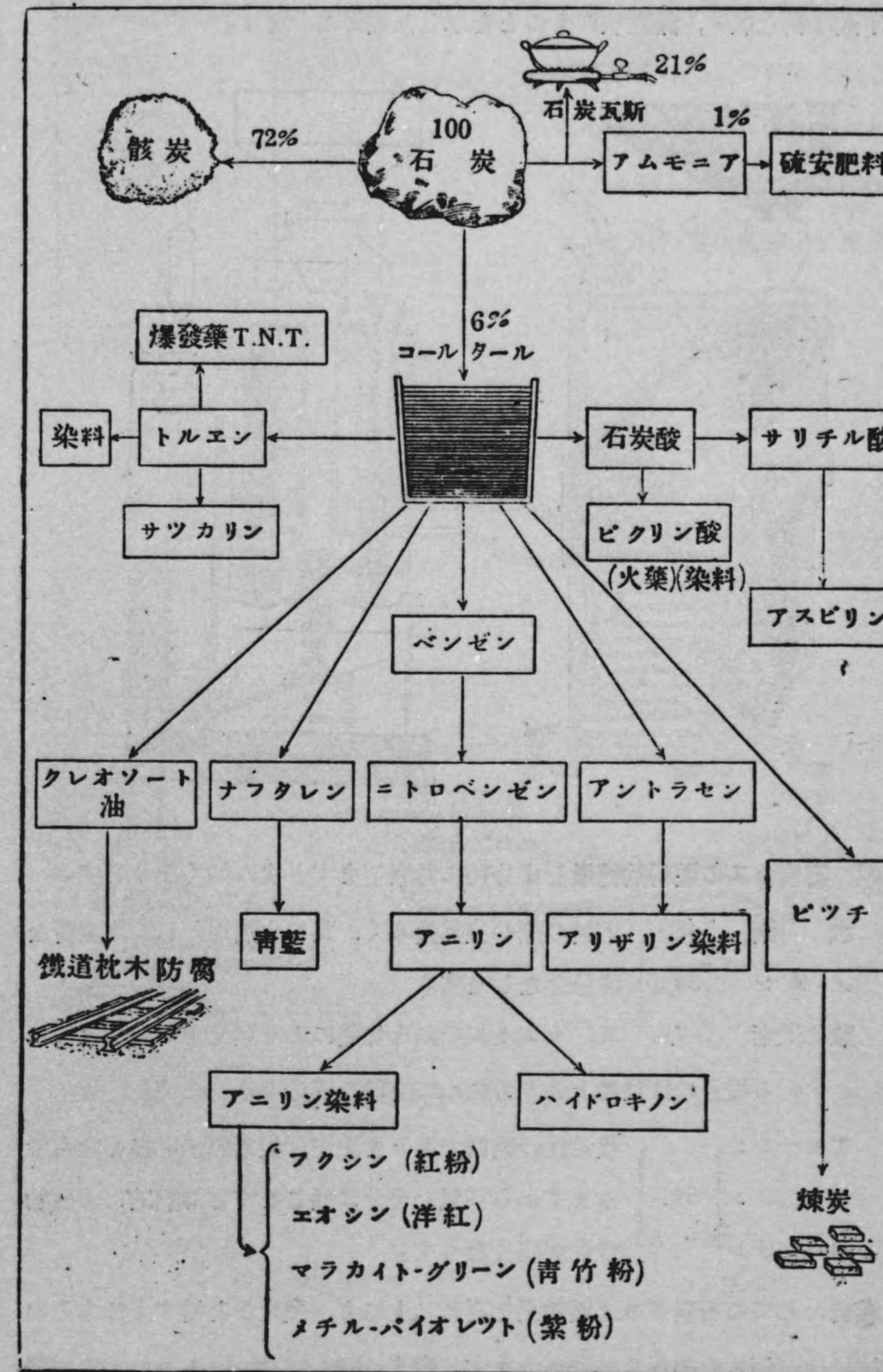
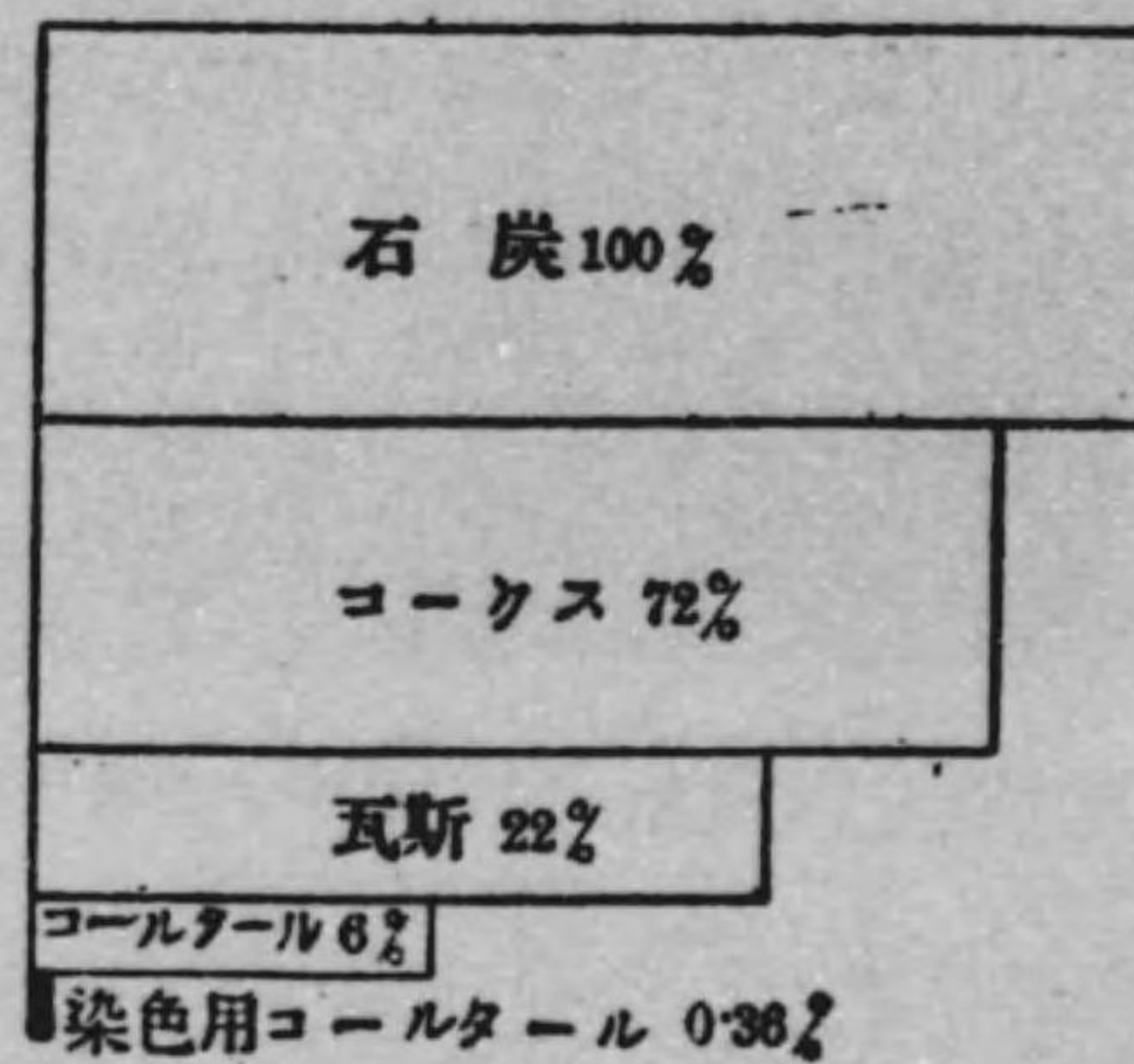
- | | | | |
|-----|---|------------------|-----------|
| 石 炭 | の | 石 炭 ガ ス..... | 燃料, 燈用など |
| | | コ ー ク ス..... | 燃料, 冶金用など |
| 乾 溜 | の | ガ ス カ ー ボ ン..... | 電 極 |
| | | ア ン モ ニ ャ 液..... | 硫安肥料など |
| | | コ ー ル タ ー ル..... | 下記 |



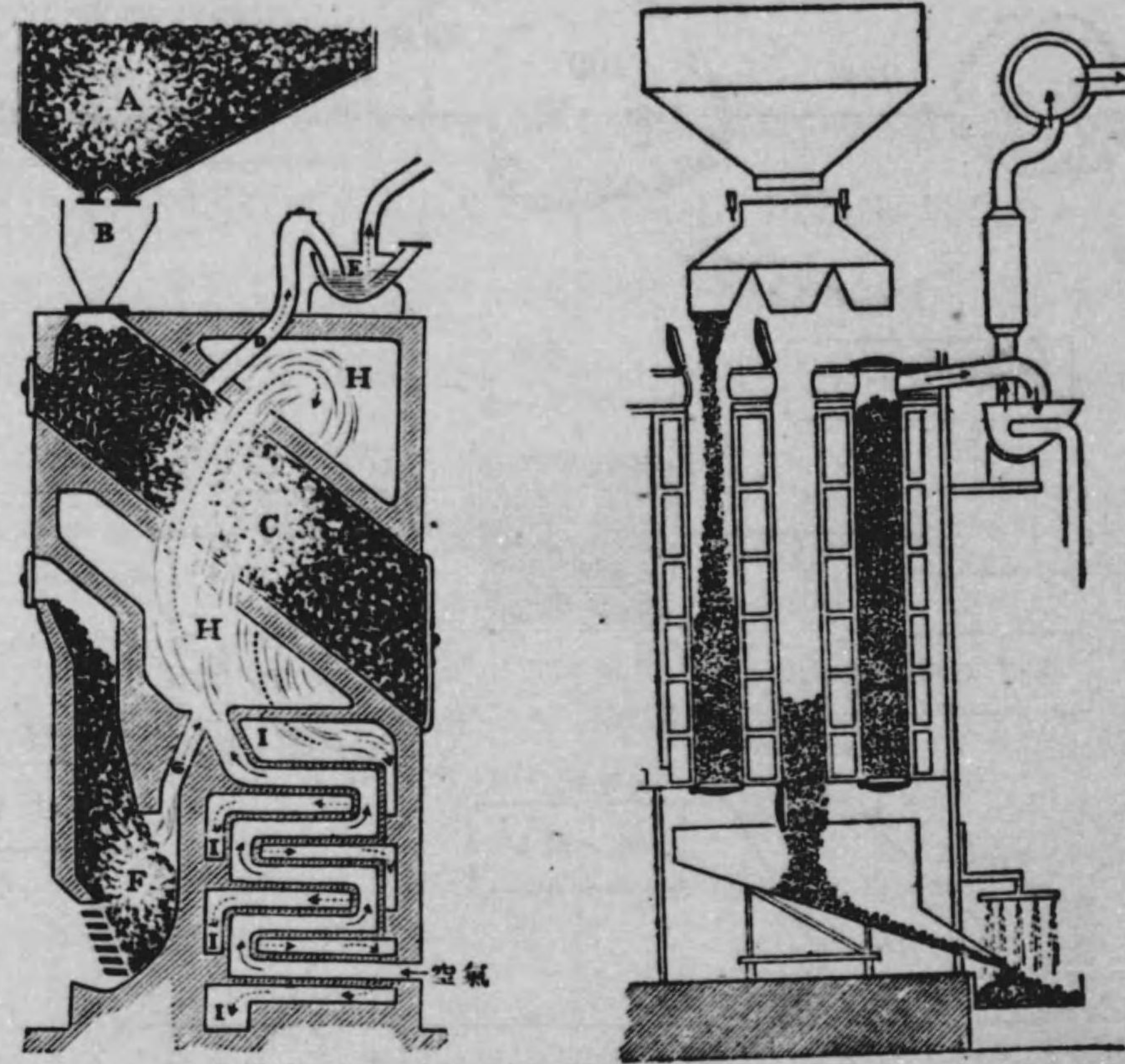
石炭乾溜の工業的實際。

(B) 乾溜方法。

石炭を乾溜する方法は近時大いに進歩して乾溜用レトルトも従来の如き水平状のもの許りでなく、斜立状のもの、鉛直状のもの等優秀なものが多く出来てをります。



下圖は斜立状と、鉛直状のものを示した圖であります。



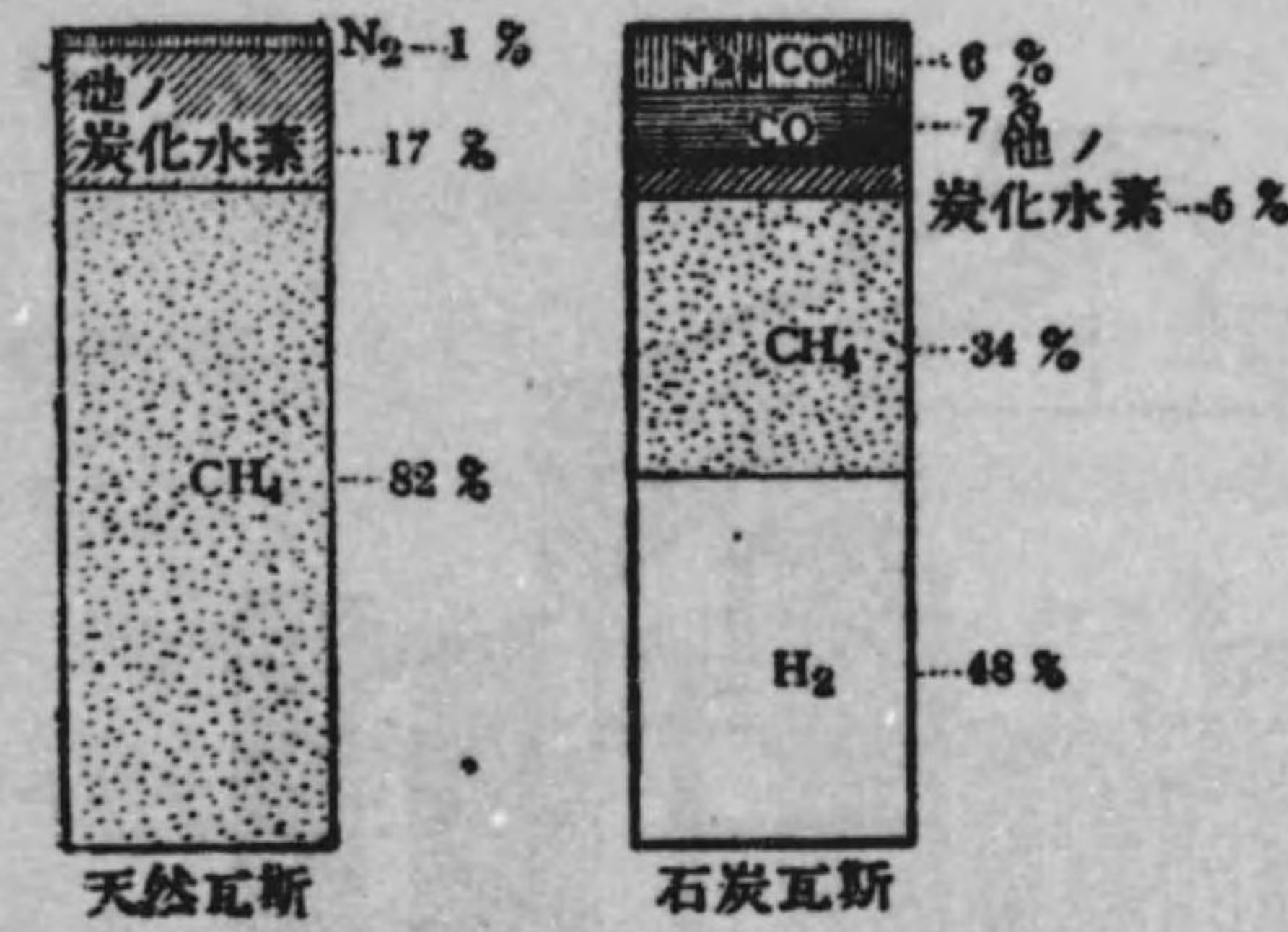
(C) 石炭ガスの燃料的特徴を成分別に考察しますと次の如くなります。

水素	48%	燃焼の際の發熱量多く、爲に火熱用としては重要な成分をなします。
メタン	34%	
酸化炭素	7%	

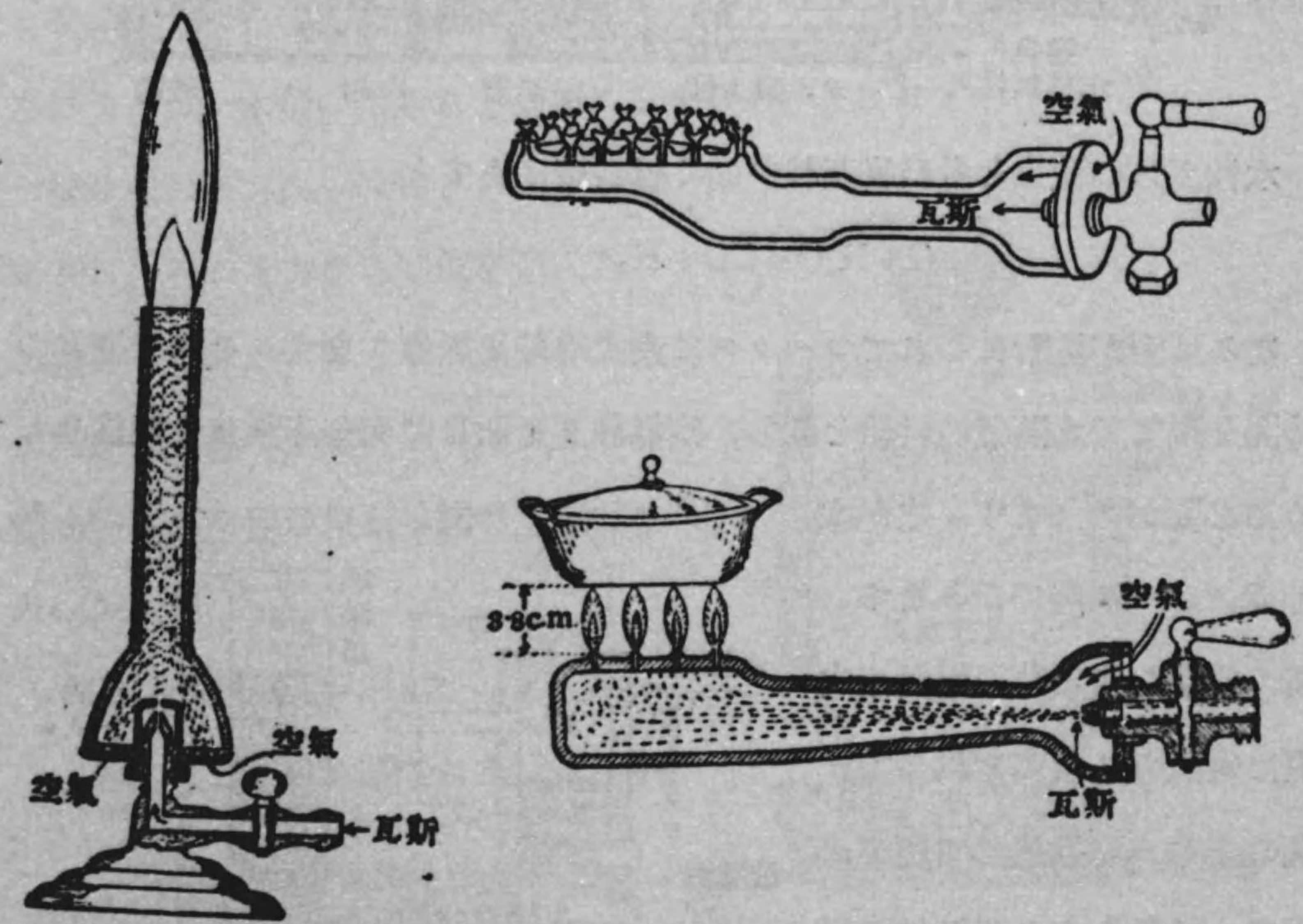
又、マンツルの如き加熱により發光するものを入れる場合には發光上よりも極めて有効な成分であります。

アセチレン	5%	發光性の燃料であります、炭素原子を多く含んでゐますから空氣を充分に通じますと加熱的にも有効の度が高くなります。
エチレン		
ベンゼン		

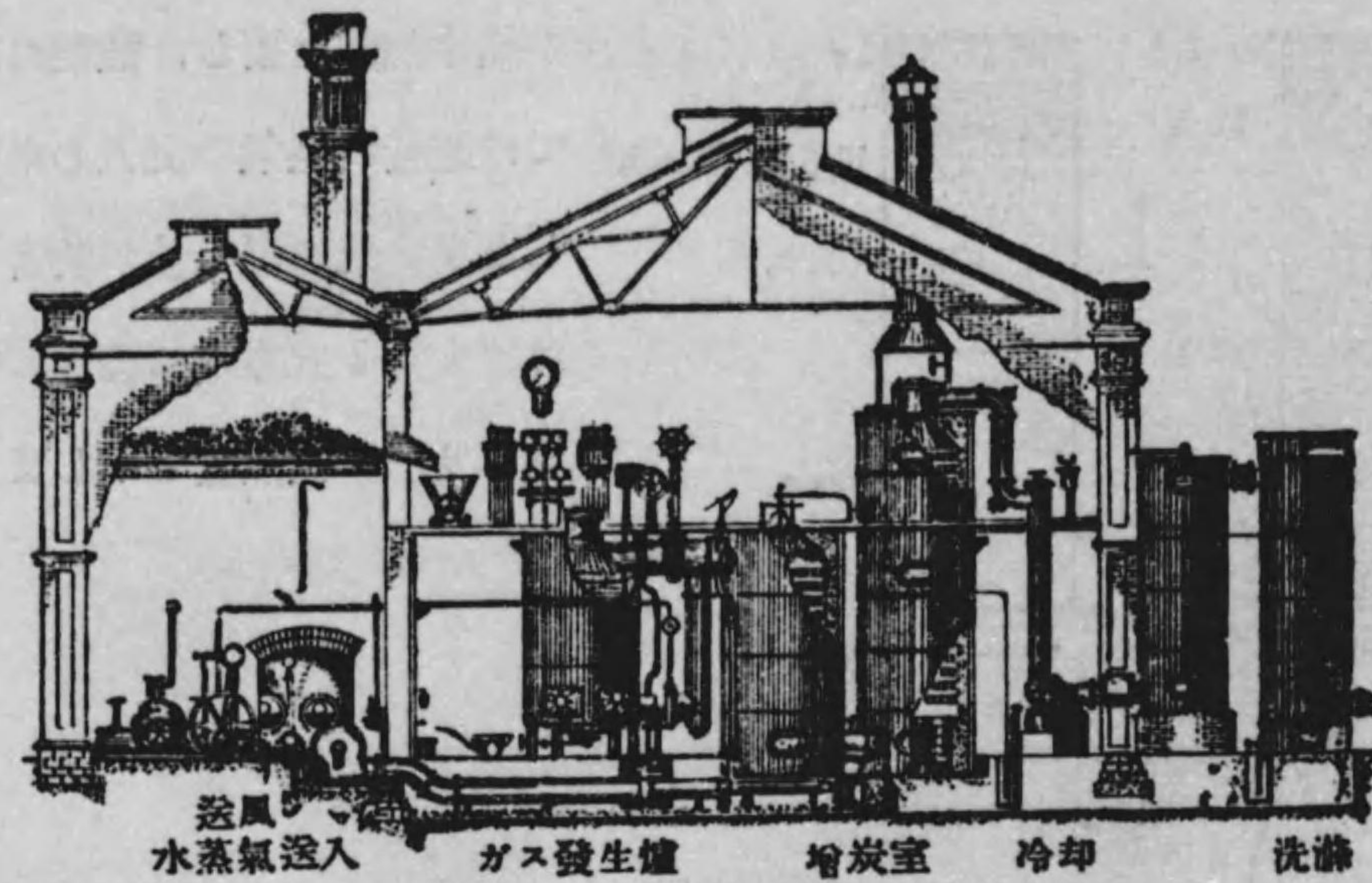
燃料としての石炭ガスは熱効果を高める上にも、發光量を増す上にもその燃焼操作が頗る大切なものであります。發光に關してはマンツルの如き固體



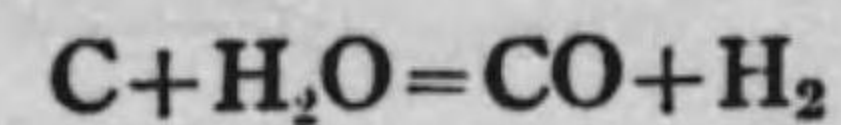
の焰中加熱を要し、發熱に就いては適量の空氣の混入を必要とします。此の混入量が妥當であれば大要1立方米につき5000尙カロリーの發熱量を示します。



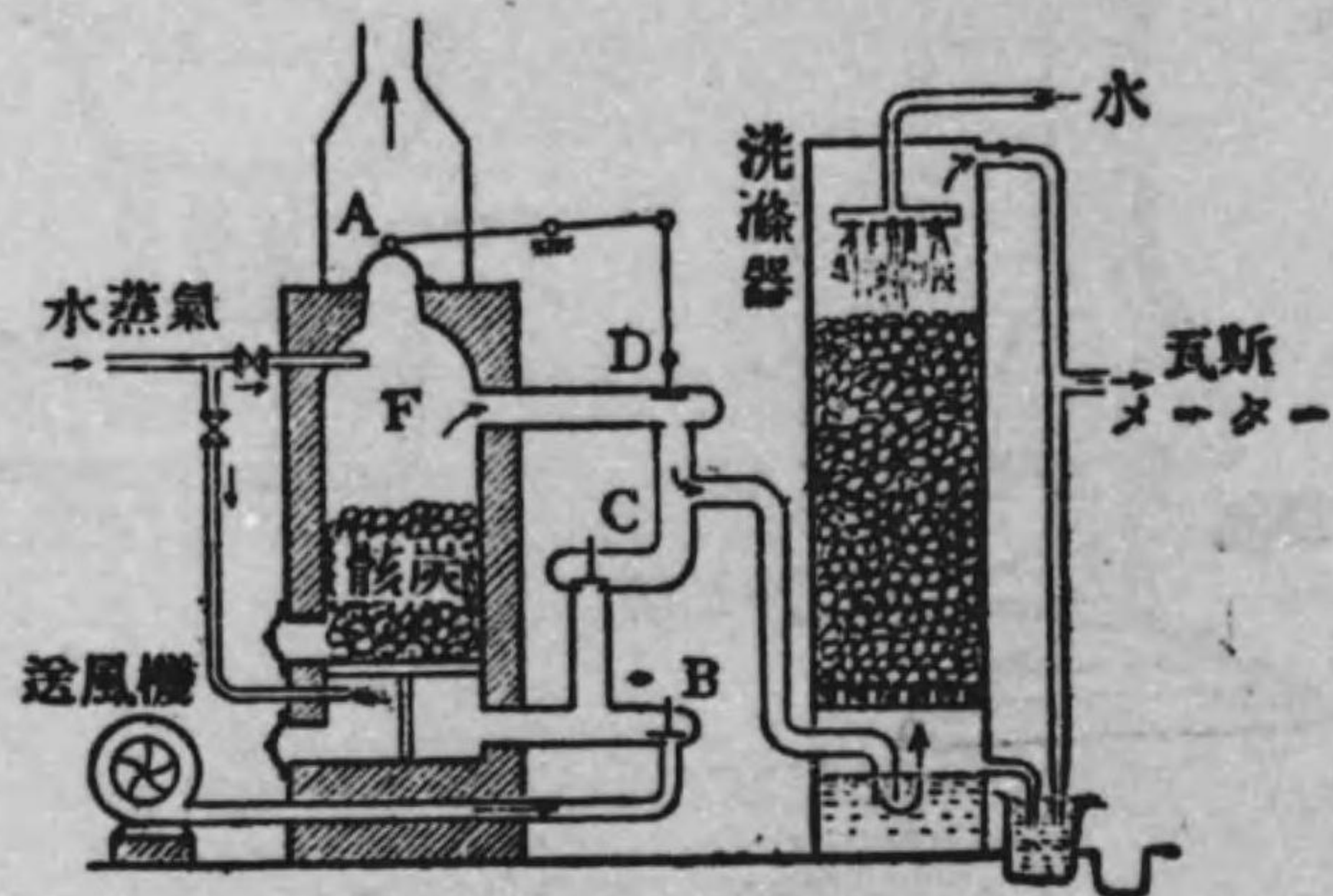
(D) 水性ガス。水性ガス製出装置を總括的に一纏りにして示しますと次圖の如くなります。



水性ガスの発生を教科書記載の如く行ひ續けますと



なる反応が進むにつれてコークスは漸次冷却して参ります。それで適當の時間を隔てて水蒸気の供給を断ち、空氣許りを通じて充分赤熱度を回復せしめる必要があります。之が水性ガスの一缺陷であります。斯く空氣を送る時の燃燒生成氣は炭酸ガスなるを以つて、圖の上方Aを通過して煙突に出で、餘熱を次の瓦斯加熱用にあてる様に致します。



此の様に水性ガスの発生、中止が交互に起るのでありますから、弁A,Dは相連絡しておき、互に關係的の運動を起さしめてAが閉づればDが開き,Dが閉づればAが開く様にせねばなりません。

又その瓦斯の発生を中止して骸炭面へ空氣を送る場合には弁Bを開いて空氣を爐下に導入し、水蒸氣はFの上方に出してAから炭酸ガスの上昇するの

を助けしめます。

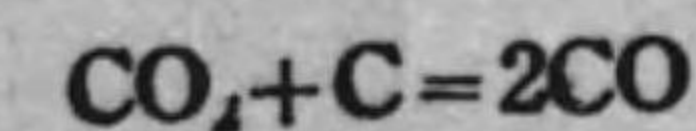
又水性瓦斯は酸化炭素と水素とのみであつて焰の光輝を増す要素に乏しい缺點がありますので、多くは増炭室を併置して炭素含量の多い油をそこに注下し、(上圖の如く)揮發後瓦斯中に加はる様にします。

(備考) 水性ガスは石炭ガスに混用する爲の目的で補助的に製せられることがあります。

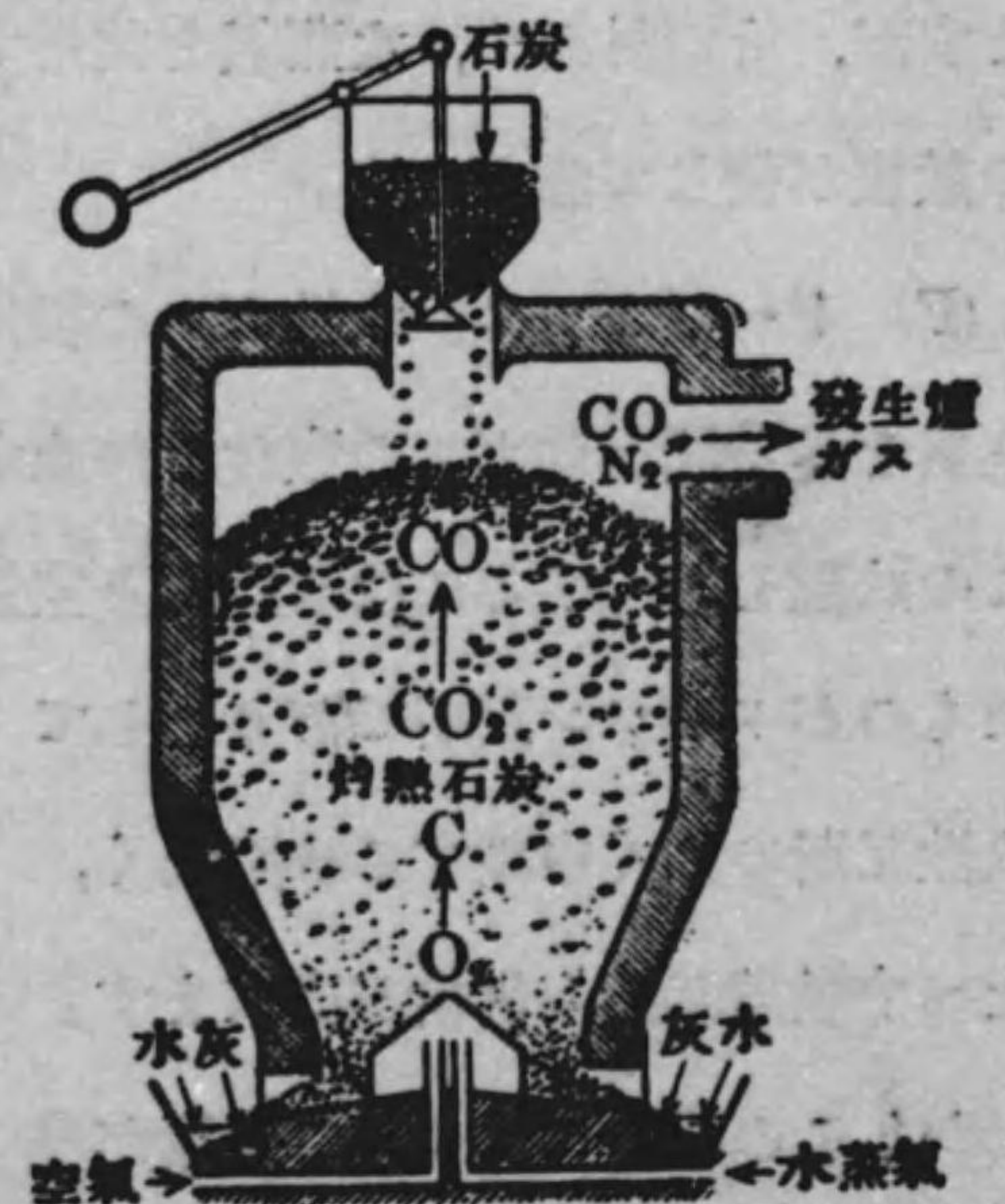
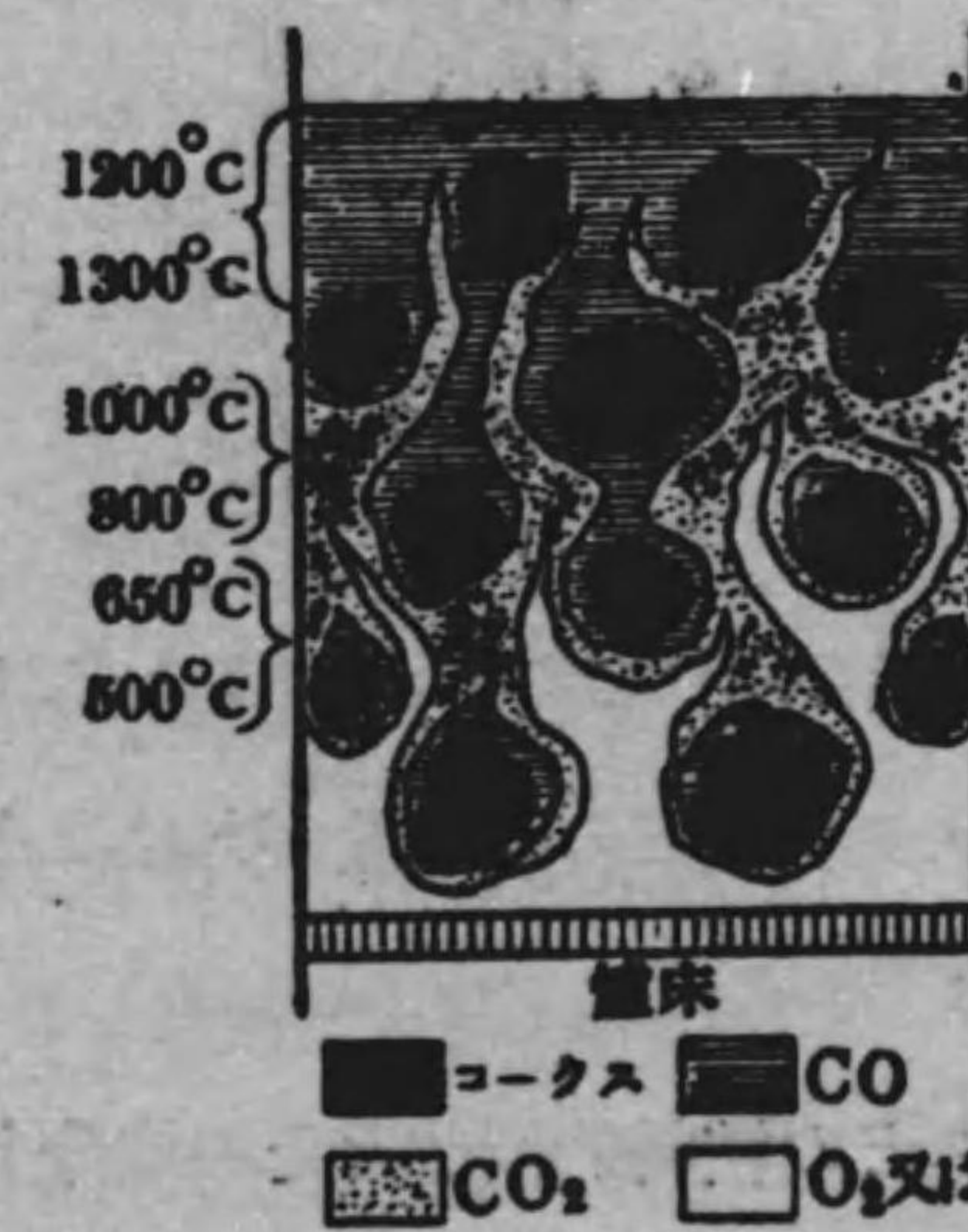
(E) 發生爐ガス。

發生爐ガスなる名稱は屢々水性ガスとドーソン瓦斯との總稱の如く使用せられますが、本項のはそれと異なることを豫め申し上げます。

發生爐の上方からコークス、石炭等を入れ、その下方から空氣を送入して燃焼させるとその下方で炭素が高温度に灼熱せられて生成するCO₂は上昇の際赤熱された他の炭素に觸れて還元されCOとなります。



之が空氣より取り残されたN₂と共



に出てくる。之を眞の發生爐ガスといひます。元來CO₂はその接觸する灼熱炭素が1200—1300°Cなれば完全にその全量がCOに還元されるものでありますが、この種の發生爐の多くは1000°C内外である爲に幾分のCO₂の残留を混じてをります。

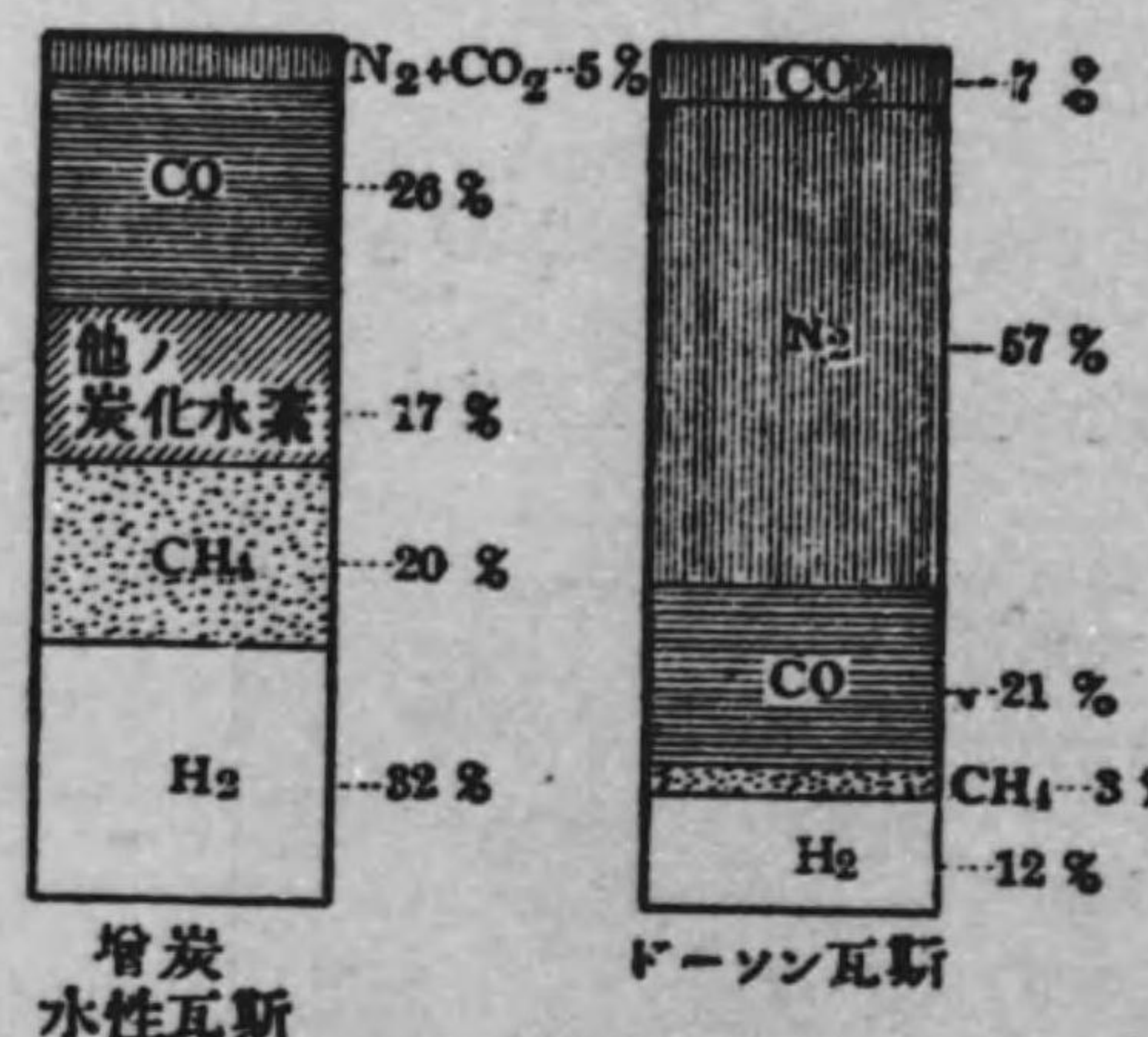
この製造法に於ては温度が之よりあまり多く昇りますと、ガス発生以外の點に於て色々の障害を伴ひますので、よく水蒸氣を別に吹き込んでその調節を行ふ様に致します。さうすれば發生ガスは多少の水素をも含んで幾分水性ガスの性状を帯びます。

それがかくして出来るものを半水性ガスなどと呼びます。

又その材料をコークスにしないで石炭にすると石炭の一部が乾溜せられる形となり、發生ガスには水素やメタンなどを混じて参ります。

原料にコークスのみを用ひ、下方から少しも水蒸氣を入れなくて製した發生爐ガスはCOの35%内外を含み、1立方メートルの燃焼熱が1060千カロリーであります。その材料や、水蒸氣を共用する場合にはその程度によつて當然以上の數値が變じて参ります。

(F) ドーソンガス。水性ガスの製出に於て空氣と水蒸氣とを交代に送り、空氣を送る間有効ガスの發生を停止することは その大なる缺點であります。この缺點をなくするには水蒸氣と空氣とを併せ送る必要があります。かくしたものがドーソン瓦斯でありまして水性瓦斯の如く中斷する缺陷なく、たへず燃焼瓦斯の供給が出来ます。しかしこの場合には多量の窒素が發出瓦斯中に混じて熱を帯び去り、その爲熱損失を餘儀なくせられて困ります。



此の材料にもコークス、無煙炭許りでなく石炭を用ひることがありますが、そんな場合には先の水性ガスの場合と同様にメタンなどの若干量が加はります。

上圖は石炭材料増炭水性ガスとドーソンガスとの燃料的價値をその成分上

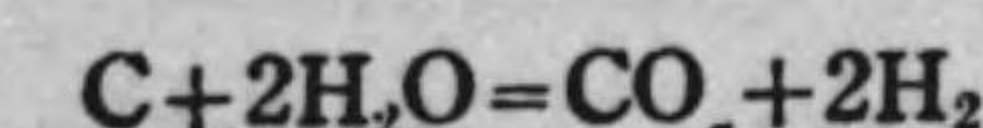
から比較したものであります。

以上は少しく率がドーソンガスの理想的成分よりは低い様であります。實際のものには此の程度のもものが尠くありません。

ドーソン瓦斯の理想的成分は水素12.5%、一酸化炭素73.5%、窒素50%内外で、燃焼熱は1立方メートルにつき1450千カロリーであります。しかしそのガス生成の温度が高くないとCO₂がCOに變じ得ずして残ることは水性ガラスの場合に説明した通りであります。

ドーソンガスはその用途が廣く、硝子窯、陶磁器窯、並びに動力機關などの燃料にもせられます。

(備考) 水性ガス、ドーソンガス共に爐内の温度が着しく低下しますと、そこへ通ずる水蒸氣は次の如く反應しまして水素と炭酸ガスとになります。



そしてCOは殆んど出来ません。

之が逆用されまして水素の製法に此の方法をとり、500°C内外で之を行ふ様になつてをります。

頁 項

95 61 氣體燃料使用法。

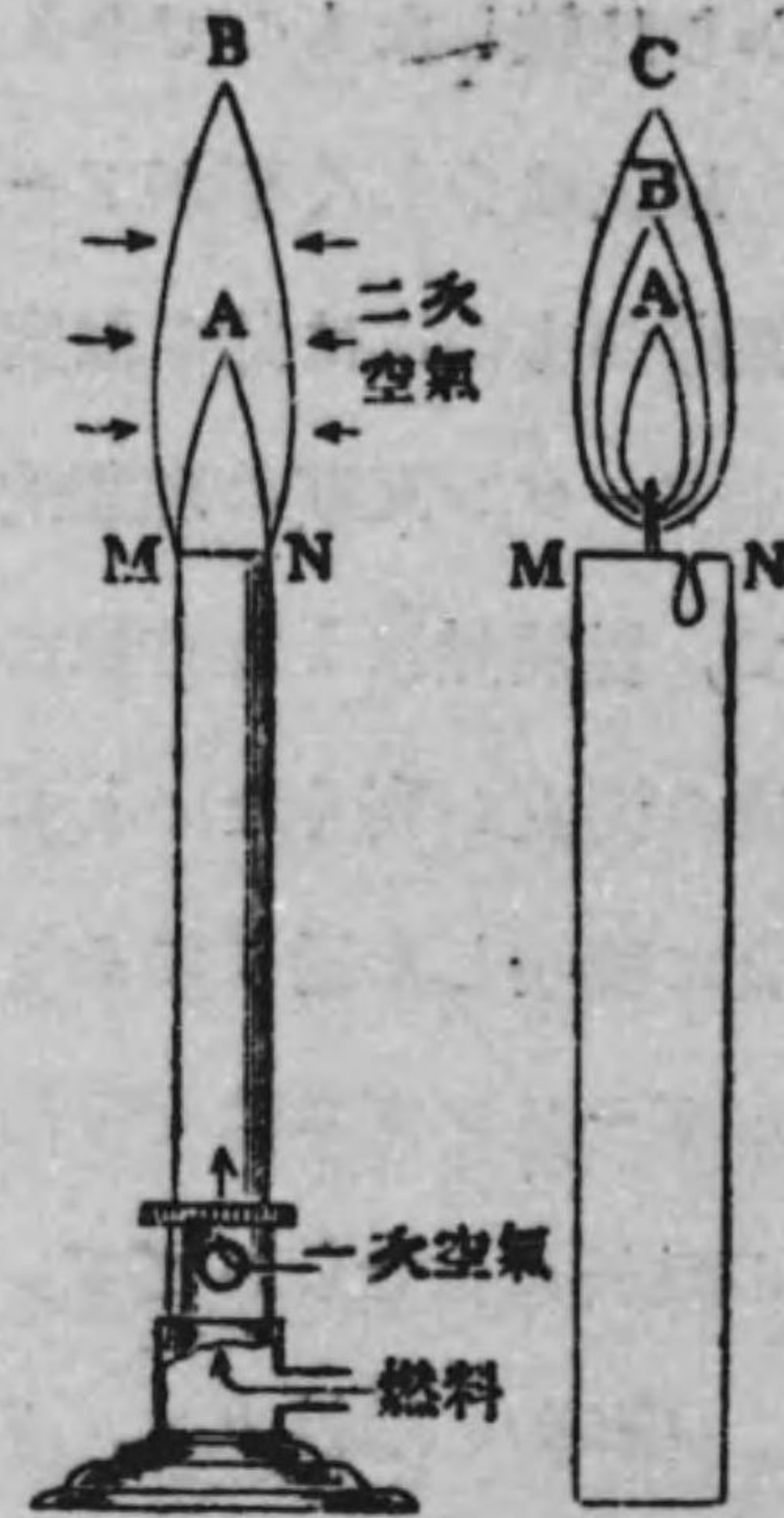
(I) 参考資料。

(A) 氣體燃料の燃焼狀況。氣體燃料はすべて有焰燃焼をなすもので炭火の如き無焰燃焼とその趣きの異なる所があります。

この焰は各燃料の燃焼狀況により移動火焰と定常火焰とに分れます。

前者はその可燃氣體の空氣と混じたものが靜止してをり、その中を燃焼が進行傳播するもので、内燃機關内の爆發衝程に於ける燃焼狀況の如きものであります。後者の定常火焰とはブンゼン燈、燭火、吹管焰の如く焰が一定の大きさ形狀を持ち、空氣を一次的に又一次、二次的に補給されながら一定所で燃焼をつづける場合のものを言ひます。

是等を化学的に見れば變りはありませんが、その焰の構成状態は著しく異つてゐる、一つは着火點を中心として可燃性均一混合氣體中を焰が波及的に傳播しますし、他は圈外より供給される酸素と氣



狀燃料とが混和することにより可燃性混合氣をつくりつゝ燃燒し、その内部への傳播速度と氣體燃料の流出速度とが平衡を保つ場所で、焰の形と大きさを保持し、定位置で燃燒をつづけます。

之にはブンゼン燈に於ける如く一次的に空氣の供給を受け、更に二次的に圈外より空氣の供給を受ける場合もあれば、燭火の如く唯一回圈外より空氣を受ける許りの場合もあります。

この場合には空氣の二次供給を受けて燃える部分が安全燃燒をなして高温でありますから熱供給部にこの範圍の燃焰部を觸接させることが必要であります。さすれば傳導的によく熱を供給します。

(B) 氣體燃料により熱輻射を起す方法。氣體燃料を其の儘燃やすと輻射熱が頗る少いから、必要とする暖爐用に供する場合にはそこに工夫を必要とします。即ち最も高温である二次空氣を受けて燃えてをる焰の觸れる部分に灼熱す可き固體を設置してそれを赤熱させると、それから熱は輻射されます。石炭ガストーブ中に入れられる耐火粘土製加熱管は皆この目的を達する爲のものであります。

第三章 窯業

Ⅱ 項 96 62 窯業

参考資料。

(A) 起源。窯業の起源は極めて古くて正史以前にあり、エジプトと支那とがその最古を誇るものでありますが、土器も硝子もエジプトの方が早く着手してをります。

此のエジプトの技術はギリシヤ、ペルシヤの技術となり、歴山大王の印度遠征が、その地に波斯のこの技術を傳へ、それが更に支那に再傳達されたものと見るのが順當な考へ方でありませう。

日本に於ても古く富貴玉と稱して一種の硝子工藝が発達してをり、その遺跡は今猶島根縣の玉造地方に歴然と残つてをります。それが一度中絶してから海外より之を傳ふるやギヤマンとして珍重がりましたのであります。

陶器に関しては支那、朝鮮より傳へられたものが各所にその發達を見たのでありますが、その中最も古いものは後堀河天皇の御宇加藤四郎左衛門景正が宋から福建の德化陶器の技を輸入し、尾張の瀬戸で製作を始めたのがそれだとされてをります。

磁器は宋代に北支那で發達したものが朝鮮に傳はり、それが豊公の朝鮮征伐に際しその凱旋諸侯が陶工を連れ歸つた事により大いに發達を見せてをります。中でも唐津、有田に於けるその發達が著しく、それが九谷、瀬戸、京都などへ傳へられまして今日に及んでをります。

(B) 窯業。原料に難熔性のものを含むにも保らず、何れもそれを熔融又は半熔させるのでありますから、皆相當高温の窯を必要とし、その關係から窯業なる總括名を用ひますが、その第一着手からして硝子の如く全然熔融本

位のものもあり、陶磁器の如く捏塑整形本位のものもあり、セメントの如く焼塊粉碎本位のものもある譯で、窯業なる名稱はあまりに總括に過ぎ、工業的かも知れませんが、科學的でも教科的でもない様に思はれます。

依つて珪酸鹽工業とか、珪酸鹽熔融工業とかとして、その内に次の三つの系統を含めるのが妥當でありませう。

- 原料熔融本位のもの……………硝子類
- 原料捏和整形本位のもの……………陶磁器、炆器、土器
- 焼成粉碎本位のもの……………セメント類

第一節 硝 子

Ⅱ 項

96 63 硝子の製法と成分。

(I) 参考資料。

(A) 窯とその取扱。硝子の素料である種硝子をば融合する窯にはその種類が多く、形状、規格に於て夫々相違があります。

小仕掛に硝子を製する窯を坩堝窯といひ教科書の 127 圖が之を示してをります。之にも種々の形状のものがあり口が側方に曲つてをるもの、シンメトリーに出来てをるものを傾斜して爐内に施設するもの、正しく設置するものなど色々あります。

その何れにしても新しい窯には調合物を直接その儘入れない。必ず一度熱い流動性の硝子を用ひてよく内面を被覆させ、坩堝に龜裂の生ずることを防止する様につとめます。

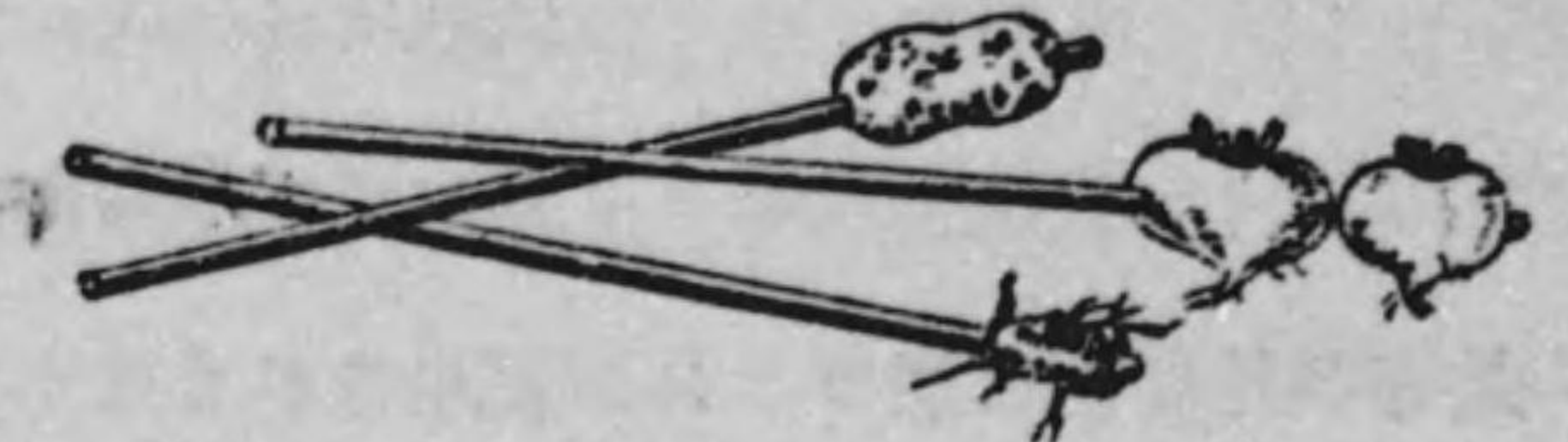
坩堝窯で材料を熔融した時にはその融和の状況を試験する爲に、吹棒の先



に若干量のそこに出来た種硝子をつけて引き延ばして見る、若し不熔融の石が残つてをれば必ず節が出来ます。

よく熔融してゐても部分的に節の存する様な場合が坩堝窯には起ることがあります。かゝる場合には生木、濕つた木片、馬鈴薯、蕪菁などを吹棒の先端につけて、その坩堝の底に押し込み、中をかき廻はします。茲に水分や乾溜で生成する水蒸氣その他の

氣體は大きい泡をなして沸き上り、種硝子を攪拌して氣泡



を集めて立たせると同時に、ガラスをより均質ならしめます。

亞硫酸塊も同様な目的に用ひられます。亞硫酸塊を種硝子を入れた坩堝中に入れると、比重が大なる爲に沈み、最底部を占めて揮發し大いに以上の目的に沿ふ所の發泡上昇を致します。

種硝子を大量に生産せしめる大型の窯を槽窯といひ、多くは燃料の燃焼で出来る火焰、火氣、排氣の通路を30分間毎に交代せしめて熱を有効に用ひます。

槽窯に於ける最高温部は硝子原料の挿入口よりは稍進んだ所にあり、こゝが種硝子の生成する所であります。原料挿入口から入れる諸材料はこゝで種硝子となり、更に奥深く徐々に流れて作業帯に到達します。

坩堝窯に於ける如き發泡誘發に相當することは槽窯では行ひません。之は長時間の流動で各種材料の擴散が充分に行はれて種硝子の清澄が完結されるからであります。

(B) 原料とその調合。硝子の原料を大きく分類しますと

- (1) 酸性成分 SiO_2 , B_2O_3 , P_2O_5 , Al_2O_3 , 等
- (2) アルカリ金屬成分 Na_2O , K_2O ,
- (3) アルカリ土金屬及びその代用成分 CaO , MgO , ZnO , PbO , BaO

の如きガラス生成原料と次の様な補助材料とになります。

(4) 脱色劑 MnO_2 , Se 及びその化合物

(5) 清澄劑 As_2O_3 , $NaNO_3$, KNO_3 , NH_4NO_3

(6) 着色劑 酸化物(Co, Ni, Fe(3價) Cu(2價) Fe(2價)

Cr, Mn, U)

硫化物(Ca, Sr, Ba)

コロイド状(Au, Cu, CaF_2)

是等の外に於て屑ガラスが使用されますが、それはその組成や性質のよく判明したものでなければならぬのは勿論であります。そしてその量は大体40%以下を以つて限度とされてをります。

原料の調合は厳密に精細に秤量して行ふことが大切で、注意深い製造家は各原料に含まれてをる不純物をもよく精査してその対策を怠らないと申します。

我が國の原料中に多く含まれ勝の不純物は鐵化合物とアルミナであります。アルミナは多くの場合に有益に働き、作業上有効な點もあります。鐵化合物は最も有害とされ、 CaF_2 と共に好ましからざる不純物であります。

(C) 熔融。調合した原料を入れ高温度の火焰をあてますと、外部から熔けて、その熔融部が下方に流れます。勿論下方からもガラスの生成作用が進み、調合原料の形は次第に小さくなるが、その間固形物が大体球形を保つてをることが經驗上よき品質の硝子を作るのに大切な事とされてをります。

調合原料から良品質の硝子を作り上げるには唯熔融したといふ許りでなく、或る温度以上に熱することを必要とします。軟質の硝子でも 1380° — $1420^{\circ}C$ を要し、硬質のものでは $1550^{\circ}C$ 若くはそれ以上に熱することが必要であります。

一般に窯の温度を高くすればする程熔融時間は短くてよく、又硝子の生産

高が大となります。又炭酸ガスその他ガスの逸脱がよく行はれ、結晶物の残る危険も減じますので窯の高温といふ事は何れから見ても大切な事であります。

(D) 硝子の生成、成分。硝子の中にはその原料に加へた各金属の珪酸鹽が生成してをり、それらが更に無水珪酸と共に熔けあつて無定形のものに固り、そこに固態状の一種の溶液をなす様になります。

この様な状態をなしてをるものを一般に固溶體を申しますが、硝子は原料の部分で前述した様な金属類の珪酸鹽の二種以上と無水珪酸とが、互に溶け合つて出来た固溶體であります。故にその成分に致しましても組成に致しましても各種類に依つて異つてをります。

固溶體に關しても若干附設の必要があるかと思ひます。固溶體とは固體溶液に本來の意義を發し、その一般的性質としては均質非結晶性であり、之を熱する場合には漸次に軟化して熔融し、融點が全く不明瞭で、何時とはなしに液體に化するものであります。

硝子は本來非結晶質の固溶體でありますけれども、その製品を幾度も熱冷致してをりますとその内の粒子の結合が規格的になり、爲めに往々結晶質となる場合があります。之は普通の溶液から結晶が析出する場合と同一に律することの出来る譯であります。

上述の理由で硝子の成分、組成はその種類によつてそれぞれ異つてをりますが、特殊硝子でない限りその多くのものには珪酸ソーダか珪酸カリかの何れかがその一成分として入り込んでをります。又珪酸石灰か、珪酸鉛或は他の珪酸鹽かの何れかがその一成分をなしてをります。

是等の外に猶過量の無水珪酸の加はつてをることは言を要しません。

特殊硝子に關してはその成分も色々で硼珪硝子(パイレッツクス硝子も之に屬する)には、酸化硼素 B_2O_3 を加へてをり、石英ガラスは純無水珪酸を用ひてをり、又磷酸鹽、亞鉛、アルミニウムなどの酸化物を含むものもあります。

この様に硝子は一種の混合物でありますから元より一定の分子式のある筈はないのでありますが、石灰ガラスの良質のものは $xR_2O \cdot CaO \cdot zSiO_2$ なる式にあてはまる割合に成分を含んでをります。

その内RはNa又はKを示し、x、zはガラスの質によつて異つてをります。

頁 項

93 64 硝子の種類。

(I) 教授上の参考意見。硝子の種類として本項にあげたものを内容とすることには意見を異にする人もあると思ひます。不碎硝子とか、金網入り硝子とかも分類の方法によれば本項に加ふ可く、エツチング硝子とか、カット硝子とかも考へ方によれば分類の項目を設けて彙類してよい譯であります。

茲にあげてあります本項の種類は、本項の最初に記載してあります如く硝子をその成分上より區別した種類であります。

(II) 参考資料。

(A) ソーダ硝子。白砂、石灰石、ソーダ灰又は硫酸ソーダを原料として製する硝子で、珪酸ソーダ、珪酸石灰、無水珪酸をその成分としてをり、少しく青色で、比較的熱融し易く、他の硝子に比すれば薬品にも侵され易い所があります。

我が國ではこの製出が最も盛んで大量的に製造されるものは皆之であります。

重なる用途は窓硝子、壘、その他普通の硝子器具で、實に廣い使用方面があります。

(B) カリ硝子は又硬硝子とも呼ばれ、白砂、炭酸カリ、石灰石を原料としてをり、その成分は珪酸カリ、珪酸石灰、無水珪酸よりなつてをります。

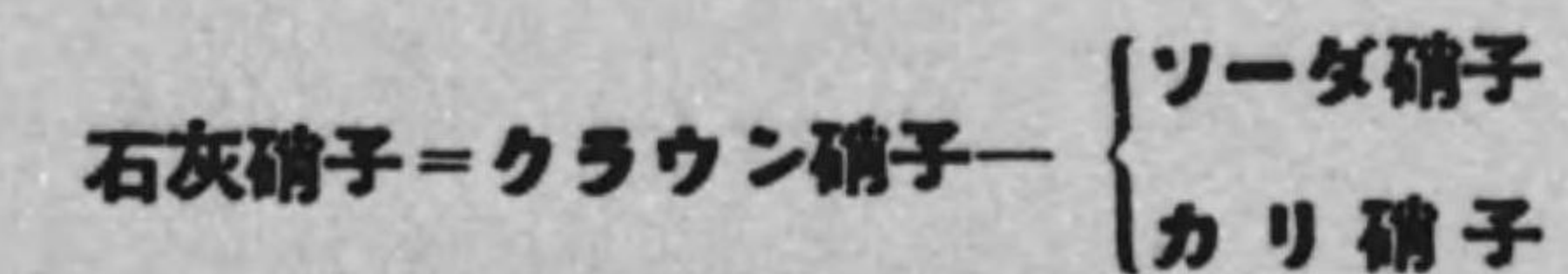
我が國ではその原料の炭酸カリの関係から殆んど生産がないと言つてよい

位で、ボヘミヤから多く出る所から又ボヘミヤ硝子ともいひます。

無色で熱融し難く、堅硬の度が高い、薬品の作用を特に受け難い長所があります。依つて化學用器具裝飾品などに用ひられます。

(C) 石灰ガラスはソーダ硝子とカリ硝子との總稱で、別にクラウン硝子なる名稱でも呼ばれてをります。

之はソーダ硝子とカリ硝子とに共通な成分の炭酸石灰にその成分上の特徴を求めて命名したもので、以上の兩硝子には無水珪酸も共通してをりますが、他の成分である珪酸アルカリが、一つは珪酸ソーダで、一は珪酸カリである所から、ソーダ硝子とカリ硝子に分けられる譯であります。



(D) 鉛硝子。カリ硝子の珪酸石灰を珪酸鉛で置換した様な成分の硝子で白砂、炭酸カリ、酸化鉛をその原料とし、珪酸カリ、珪酸鉛、無水珪酸が主要成分になつてをります。光學用にはフリント硝子なる名稱で呼ばれ、強く光を屈折して著しい光澤を放ちます。従つてレンズ、プリズム又裝飾用珠玉、カットグラス、各種裝飾品の製造用に用ひます。

鉛を成分とする関係でその比重が大であり、且熔融點が特に低く加熱細工に適してをります。その爲め電球用材料としても相當に多く用ひられてをります。

(E) 色硝子。ガラスの着色は、金屬鹽がイオンとしてその水溶液を着色する如く珪酸鹽として固溶體中に入つてよく硝子を着色する場合の外、硫化物となつた金屬が硝子を着色するもの、コロイド状に金屬がなつた關係で硝子を着色するもの、又金屬鹽や金屬酸化物が微結晶をなして硝子を着色するものなど、その原因が多種に分れます。

(i) 酸化コバルト。CoOを入れて珪酸コバルトを生成せしめると青色硝

子が得られます。一般に酸化コバルトはその着色力が強大で、ソーダ硝子に之を加へた場合よりもカリ硝子に加へた方が純青色を呈します。

(ii) 酸化クロームによる着色は緑色であるが、着色力は酸化コバルトに比して著しく弱く、1%の酸化クロームで着色しても0.1%の酸化コバルト程の濃さに至らないのであります。

(iii) 銅酸化物。ソーダ硝子に酸化銅CuOを含めると、その少量で青色を呈せしめることが出来ますが、CuOの含有量を増大しますと緑色を呈する様になります。又酸化銅による着色は他の成分の増減で著しく加減し得られます。

一般にクラウン硝子のアルカリを減じますとCuOによる着色は緑の度を増し、 Al_2O_3 とか B_2O_3 とかを加へても同様な結果になります。

酸化第一銅 Cu_2O を用ひると赤色ガラスが得られます。

(iv) ニツケル酸化物。酸化ニツケルは0.25%位で強い着色を示しますがその色調は硝子の成分によつて異なります。之はカリ硝子に対しては紫色を示しますのに、ソーダ硝子に対しては赤紫色乃至赤褐色を顯します。

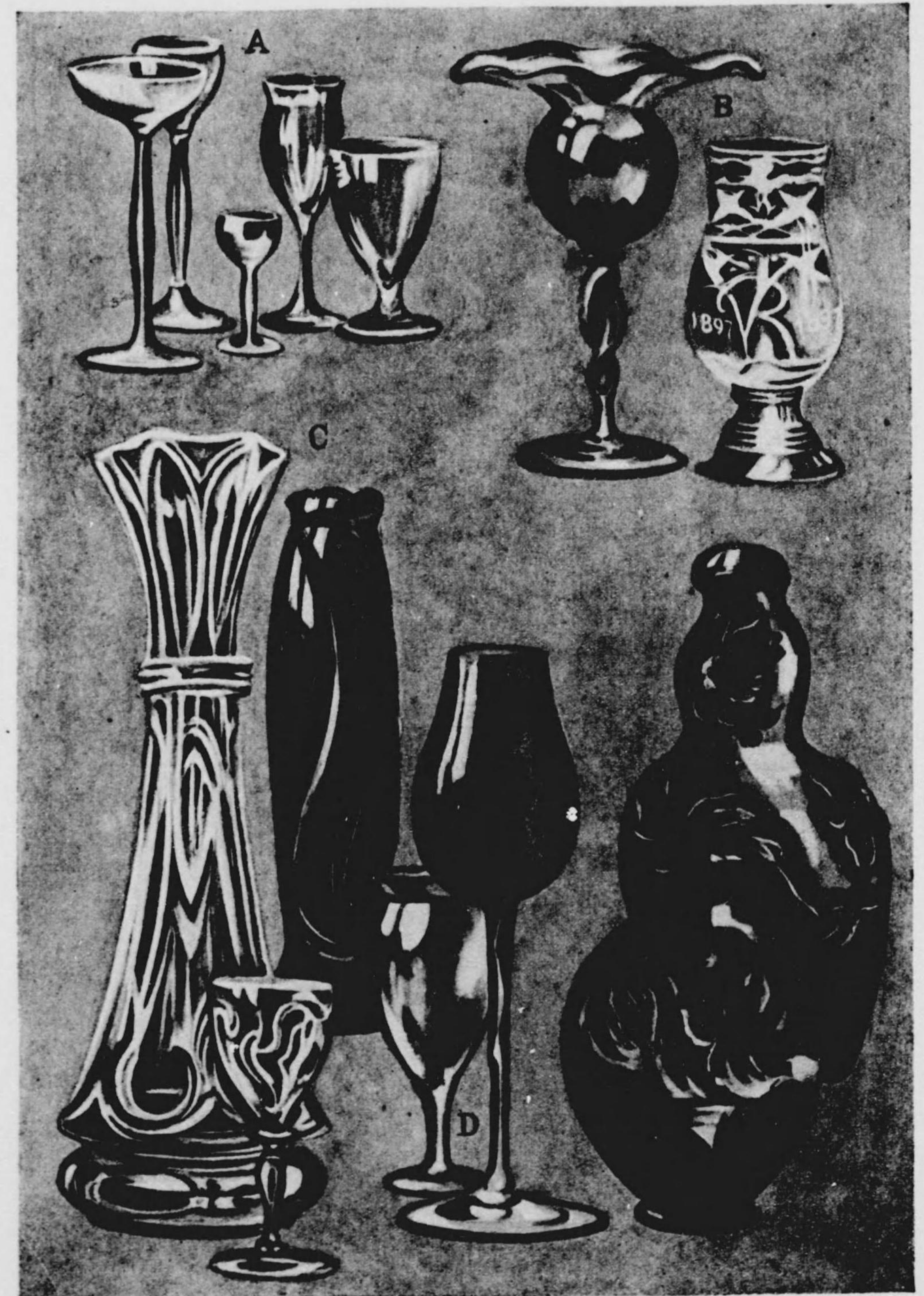
又 MnO_2 を多量に共用しますとカリ硝子を青色に致します。

(v) 酸化マンガン。マンガン酸化物はソーダ硝子を赤紫色に、カリ硝子を紫色に着色しますがそれを過量に用ひますと黒色になります。

MnO_2 は硝子中に多量に加へ得るもので此の50%を加へると黒色硝子となり、その硝子中に於ては MnO_2 とならず Mn_2O_3 の結晶をなして存してをります。之は顕微鏡で見ればそれがよく判ります。

(vi) 鐵酸化物の着色。鐵の酸化物は FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 等と色々あり夫れで着色が異なります。 FeO は青緑色を硝子に與へ、 Fe_2O_3 は黄色を與へます。

(vii) 酸化ウラン。酸化ウラン UO_3 を硝子に加へるとその1乃至2%でよく



美術硝子器

(A獨逸製, B.D英國製, Cベルギー製, Eフランス製)

黄色を呈します。之は硝子成分中に入つては U_3O_8 として存し、一種の緑色の螢光を放ちます。

(viii) **金コロイド**。金コロイドは硝子に金紅色を與へます。普通鹽化金を用ひて之を生成せしめます。

(ix) **木炭, コークス**。木炭, コークスなどを硝子に加へると、それが膠質溶液に於ける如く固溶體中に分散しまして茶褐色を呈します。

(x) **酸化第二錫**。 SnO_2 は之を硝子に加へますと乳白色をそれに與へます。

(xi) **燐酸鹽, 骨灰等**。是等も硝子を乳白色に致しますが、上記の酸化第二錫の如き強い乳白色は得がたく、弱いのが普通であります。

此の種の乳白色はその透過光線を見ますと少しく赤色を帯びる所にその特色があります。照明用のガラスには之を使用するものが今日猶頗る多くあります。

(xii) **螢石と氷晶石**。螢石と氷晶石も硝子を乳濁化する作用があります。その中氷晶石の方が一層強作用をし最良の乳濁劑とせられてをります。この氷晶石による乳濁は純白で多少青色を帯びた乳白状を示します。

一般に氷晶石と螢石とは共用されてをります。

(F) **バイレツクス硝子**

(a) **成分**。ソーダ硝子(時としてカリ硝子)に於ける SiO_2 の一部の代りに B_2O_3 を用ひた硝子類を一般に **硼珪酸ガラス** と稱し、バイレツクス硝子も之に屬する。

バイレツクス硝子もその成分で色々のものに分れるが、次にその二種を成分表で示すことに致します。

(A)	SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O
	80	12	2	0.3	1.8	4.5
(B)	81	12	1.6	0.35	2.3	3.2

(b) 性質。是等はその軟化温度が約800°Cで他の硝子に比して非常に高く、細工をするにはオキシコールガス焰を必要としますが、作業温度に於ける粘度の減少はその作業を容易ならしめて好都合であります。

その成分中のR₂O(Na₂O又はK₂O)を減少すると水、薬品に対する耐久力が大となります特徴をも具備してをります。

本来熱に対する膨脹係数が小さい爲に耐熱的良好特徴を有し多少急熱急冷上に無理をしても破損することがありません。

(c) 用途。化学実験用の器具材料としては少しく高價につきますが乾溜用管、蒸溜用管にすると實に便利に用ひられます。之には板硝子もありまして耐熱性窓硝子に適してをります。

之を放電管に用ひてをる大學も少くなく、又日用品としては耐火性硝子器具の材料とし各種の調理にその適性を利用してをります。

(G) 石英ガラス。無水珪酸SiO₂のみを電氣爐で熱熔するとフューズドシリカ硝子が得られます。元來無水珪酸は難溶性のものでその融點が1730°Cとされをります次第でありますから、之を用ひて製した硝子はパイレツク硝子に比して遙かに高温度に耐えますが、之に伴つてその細工が頗る困難で酸素焰か酸素アセチレン焰による必要があります。

石英硝子の膨脹係数は0.0000006で普通硝子のそれに比し約 $\frac{1}{12}$ に當りますのでブンゼン燈で白熱させた本硝子製の器物を急に冷水中に挿入しても急冷の爲めに破損する様なことはありません。

本硝子の膨脹係数の小なることを試めす方法としては之が随一であります。

之は酸の作用をも受け難いので硫酸の濃縮にも利用されます。



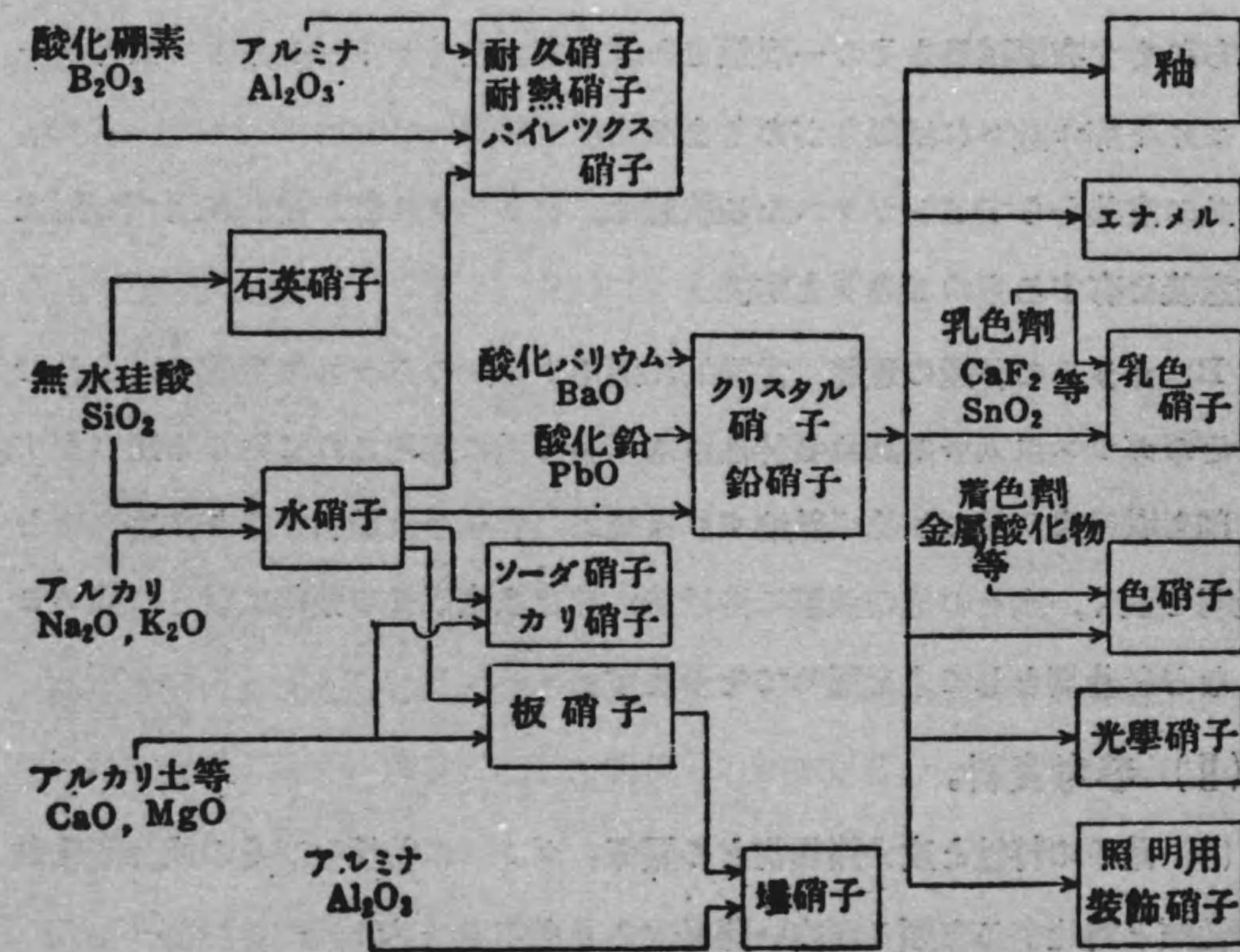
又紫外線をよく透過する特徴がありますので水銀燈、太陽燈等の放射用管に廣く利用されてをります。

猶電氣の絶縁度も高く、1.5—2耗のものはよく、35000ボルトの電壓に耐えることが出来ます。

(H) その他の硝子

(i) アルミナ Al₂O₃を3—4%許りクラウン硝子の成分中に加へると、ランプその他に用ひて疊りの出来ない硝子が得られます。チューリンゲンガラスはその一種であります。その成分中のNa₂OとK₂Oとの比を適當にすると、硝子の質はよくないけれども細工が容易になりますので、かくして普通温度計、薬品容器、科學用器械器具などを製するのに用ひます。

一般にガラスの失透性をなくしたり、減少させる爲にはAl₂O₃の添加を必要とし、その必要ある器具を製する原料にする硝子には必ずこの幾分かが加へてあります。



(ii) 硬質ガラス。先に述べましたカリ硝子も一種の硬質ガラスであります。之に稍、多量のマグネシア MgO とか、アルミナ Al_2O_3 等を含ませると質の硬いものになります。エナガラスなどが之に属するものであります。

頁 項

100 65 硝子の性質とその加工。

(I) 参考意見。

(A) ガラスの本来の意義。硝子なる語の本来の意義は、過冷状態にある液体又は粘度の着しく大なる溶液の状態にある物質に対して與へられたもので、致ふ可きその重要特性は均質にして且非晶質なることであります。されば何れの物質でも此の様な状態になれば即ち硝子である可きで、従つてガラスとなり得るものは必ずしも少しとしない。

無水硼酸鹽、磷酸鹽の如き無機鹽類も、金属酸化物も此の性質を具備してをりますし、有機物にも此の性質を示すものが少なくありません。近來屢、稱へられます有機硝子もその一形態であります。曰くサトーライト、曰くペークライト等々數へれば限りがありません。

此の意義からするとガラスなる状態は、クリスタル即ち結晶に対する對立的意義を有するものであります。

(B) ガラスの普通の意義。常識的に通用する所のガラスの意義は、今日ではそのガラスに人々の認める特性に基づいて逆に適用されてをると思ひます。

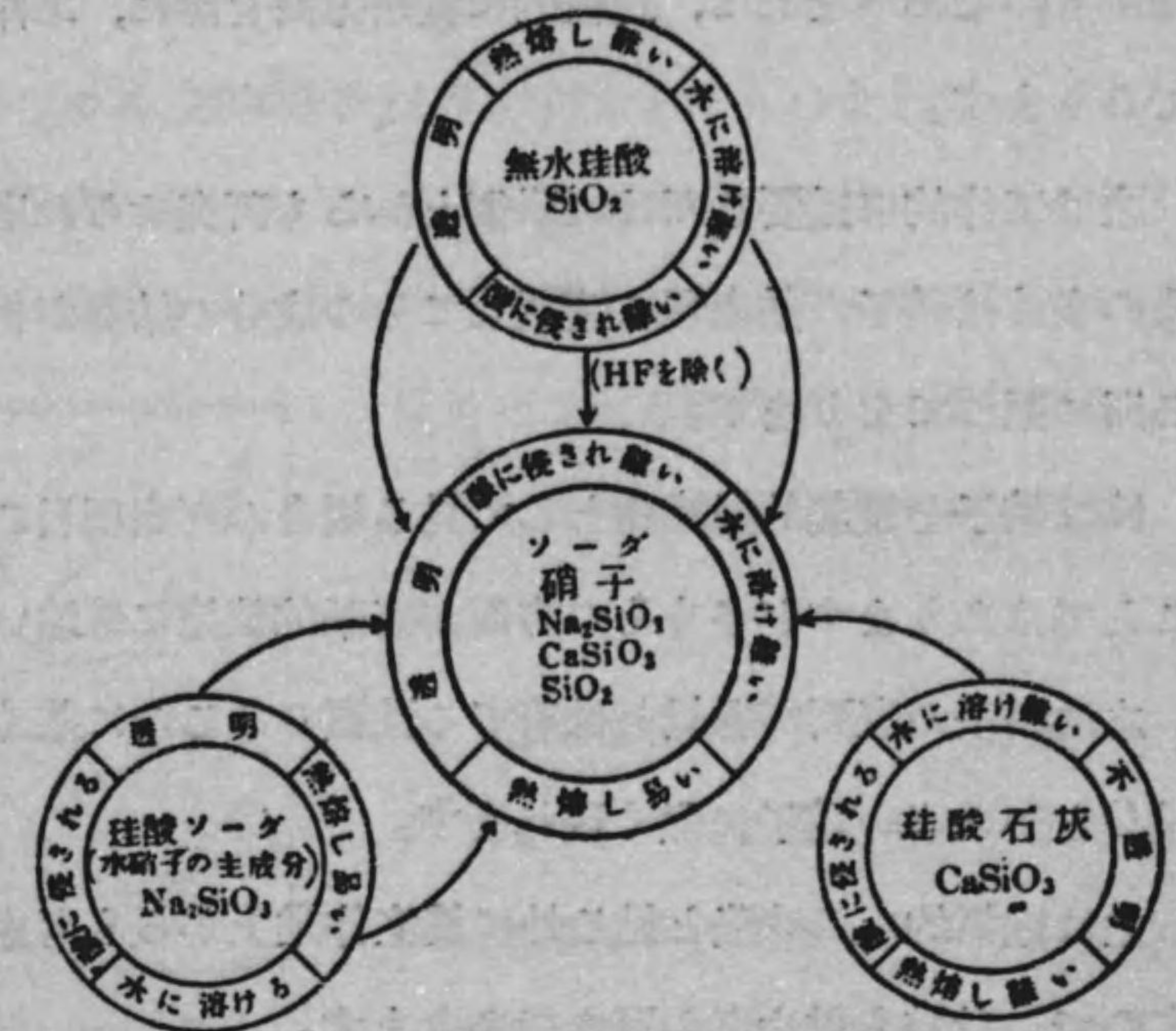
即ち教科書所載の如く「熱熔すれば細工の容易な水飴状となり、冷えると透明で硬く、水その他の液體に溶けず、弗化水素以外の薬劑に侵され難いことなどを基調として之を認めてをります。

(II) 参考資料。

(A) 硝子の特性と成分諸物との關係。ガラスの特性をばその成分諸物質の性質と對比すると頗る面白い關係にあります。

教科書 100 頁に記載した右記の圖は筆者の工夫したものであります。

之から見ますと硝子は各成分の實用上に有効な良性質許りをよりによつて具有してをるかの観なき能はざる次第であります。應用理科に於



てはこの様な關係を硝子の如き實用品を對象にして味はず一面があつて然る可きであると思ひます。

(B) 硝子の缺點。硝子の大きい缺點ともいふ可きものは、(1)脆くて打撃に耐えないこと、(2)温度の急變で破壊すること、之に次いで、(3)失透現象、(4)表面傳導などのことも數へられるかと思ひますが、(1)と(2)とは實用上工作上の一大障礙をなしてをり、その(2)を警戒する爲に加熱、冷却共に漸次に之を行ふ様に留意せられてをります。

もつともパイレックス硝子、石英硝子などは此の缺點を防止す可き事を一つの要件として出來たもので、(2)から見れば此の點に於て一段の進境を示したものと云ふ可きでありませう。

應用理科におきましては、此の様な缺陷に對して防止的對策の實際的に樹立されてをることを、事實に即して明示するが亦重要な一面をなすものであります。

(3)の失透現象はガラスが其重要な性質の一つである透明性を失ふことを

指すものでありまして、比較的に實用方面を離れ、工作上の事に屬するものであります。

之は工作的に重要なだけに學術上からも研究せられ出してをりますもので、その多くは硝子の熱處理に連關してその成分の結晶が析出し失透に至らしめる所に系つてをります。

(4)は硝子を電氣的絶縁物として見る場合の考察項目の一つで實用上からのことではありますが多量その方面が正系的使途に縁遠い感があります。

之は硝子の表面が濕氣を吸着する性質のあるのに基くもので、 Na_2O とか、 K_2O とかの多い硝子に強く現れます。

之は電氣的なる缺陷と見る外に眞空作業上からも考慮すべき一面がありますので、此點も併せ考ふ可きであります。

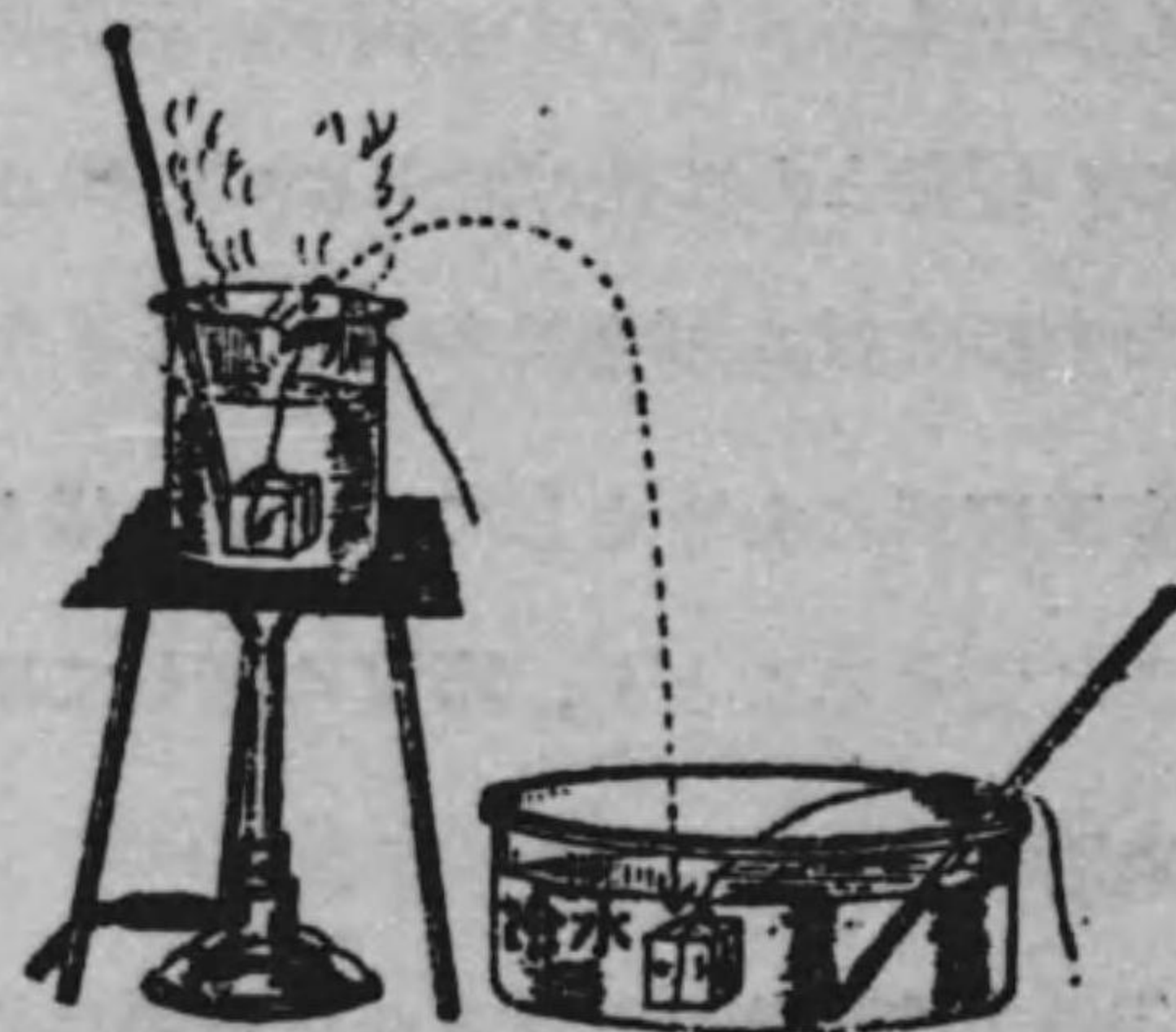
教科書には大量生産的な板硝子の製造を記載し、その鉛直板引法に於ても、水平板引法に於ても工作上此の點に留意せられてをる事を示してをります。

之を學術上から考へます場合には硝子の耐熱性と稱し、温度の急變に抗するガラスの性質として論じられますもので、熱による硝子の膨脹係數(α)を第一要件にとり、硝子の引張力の強さ(Z)、熱傳導度(K)、彈性係數(E)、比重(S)、比熱(C)などに基づいてその關係を求めます。

$$\text{耐熱力 } W = \frac{Z}{\alpha E} \sqrt{\frac{K}{S \cdot C}}$$

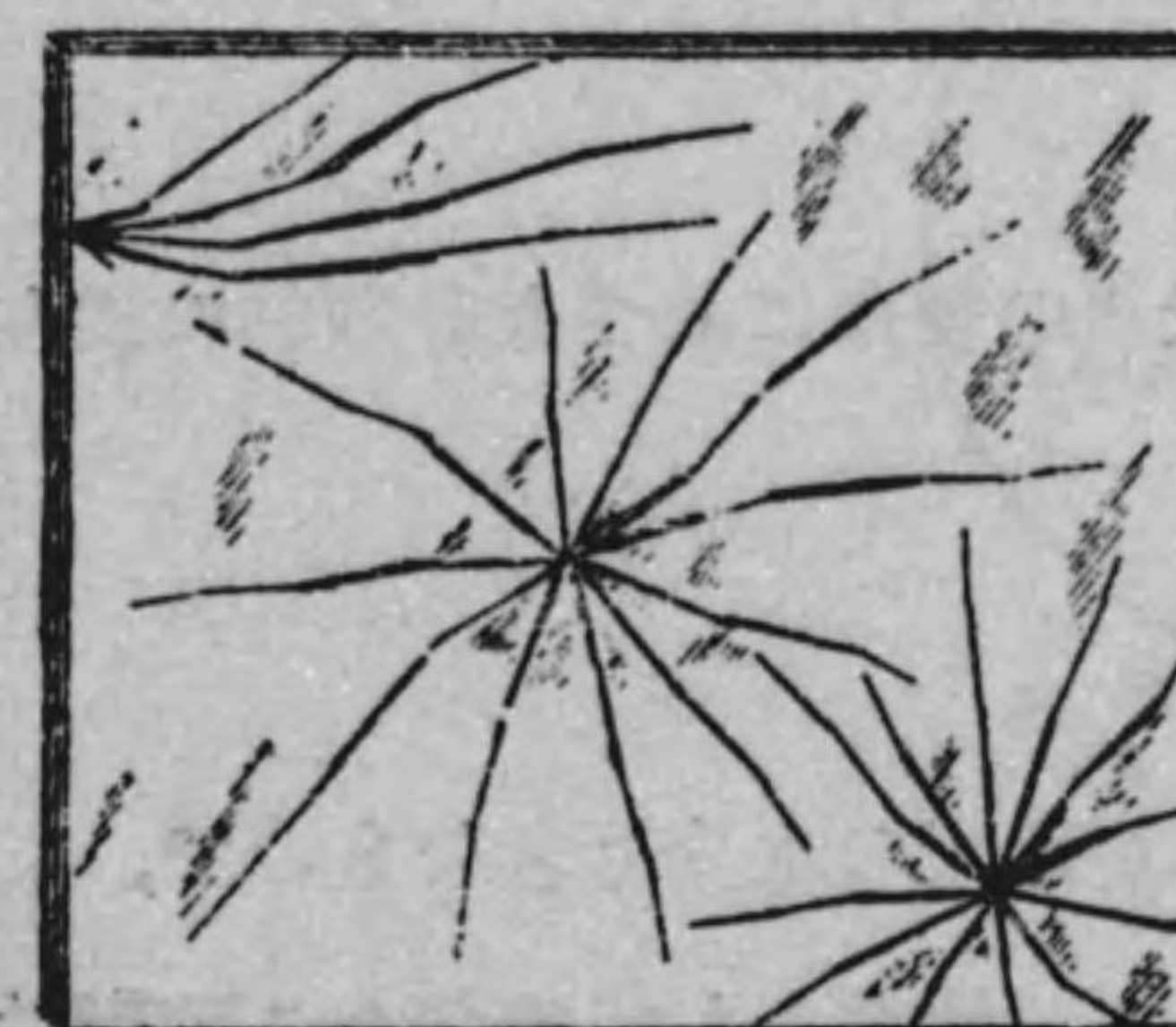
又この實驗としては硝子の1cm立方體、2cm立方體などを用ひ、その各面を一様に磨いてから、水、グリセリン等の中で種々の温度に熱して置き、急に冷水中に入れてその破壊する最少温度差を求めなど致します。

缺陷(1)に對する對策として採る方



法も本項に於て連關的に生徒に考察させることが必要と思ひましたので金網入り硝子とトリプレツキス(不碎硝子)とを教材として入れました。

金網入り硝子は教科書の圖にも示してあります如く、A,B二つのローラーの上方より熔融硝子と金網とを金網を中間に狭む如く下方に垂下し、それを



鍵で強く打つた不碎硝子の面。

Cローラーと鐵台とで一様な厚さのものとして押し出す仕掛けで製作致します。

之は普通の硝子切りで普通硝子を切る如くして切斷致します。不碎硝子は醋酸纖維素板又はセルロイド板の如

く透明で彈性あり、且自由に平板となし得るものを、醋酸アミルの如き透明膠着劑で二枚の硝子の間に狭み密着結合させたもので、フォードの自動車に於ては運轉手の直前の硝子を全部之にしてをります。

之は金鍵で強く打ちましても決して硝子の破片が飛びません。非常に強く打ちますと打つた部分を中心にして破れ目は八方に出来ま



すが硝子は破れた儘でセルロイド、セライト等に密着してゐてそれから離れません。

依つて硝子の破片が飛ばば危険を感じ、又障害の起る汽車の窓硝子とか、防毒面の透視部とか、時計の蓋硝子等に適用されてをります。

第二節 陶 磁 器

頁 項
102 66 陶磁器の原料。

(I) 参考資料。

(A) 素地の原料。陶磁器素地の原料は、夫々の使命に基づき合理的に混和させることを必要とします。

(i) 可塑性原料………陶土、粘土

陶土は珪酸アルミナを主成分とし、それが若干の水分を含むもので、 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ その粉末に水を加ふれば、素地として重要な可塑性を生じます。

それを乾かせば剛性を顯はし、高温度に焼く時には所謂燒固状態を示します。

(ii) 非可塑性、收縮率減少原料………石英

石英は熔融後に起り勝ちの收縮率を緩和して收縮による歪を防止し、且非可塑性を附與するものであります。

日本製品は歐洲の製品に比べてこの含量を多くしてをります。

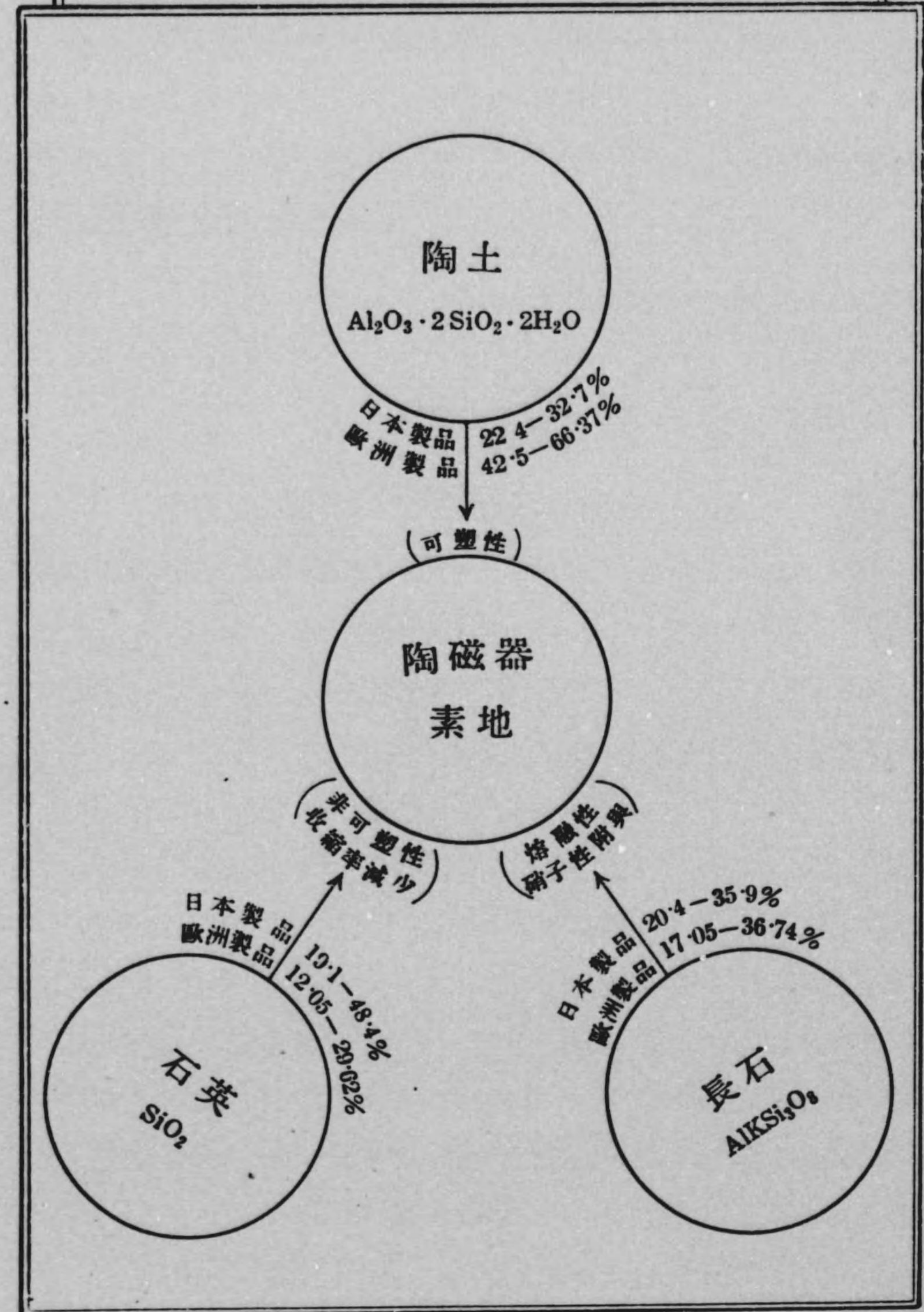
(iii) 熔融性原料………長石

正長石は素地に易熔融性を附與すると共に、その熔融によつて硝子性を與へるものであります。

此の原料に於ては日本製品と歐洲製品とに認む可き含有量の差はありません。

この原料は又素地の燒成温度を低下する働きを一面に於て有するものとも見られる譯であります。別圖は是等の關係を取り纏めて一つの整理圖としたもので、廣島文理科大学教育博物館に創めて展覽した所のものであり

陶磁器素地諸原料の有意義なる性質と混和比率



ます。

此の様に各原料を夫々の使命に即して分類的に見れば明瞭に以上の三種に分れますけれども、天然の原料の多くは是等を相當に混有してをるものであります。

(B) 各地の薬地原料實例

(i) 可塑性物質。

カオリン 支那の高嶺土の稱呼音の訛つたもので、**磁土**、**陶土**ともいひ、

長石類の風化して出來たものが多くあります。

成分は $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ に相當してをります。

優良品を焼きますと焼成色が純白であります。

慶尙南道の河東郡のカオリンは良質であります。

岐阜縣、滋賀縣の白繪土は不純のカオリンであります。

蛙目粘土 粒子の細かいカオリンの中に石英粒が蛙の目玉の如く混入してをることから此の名を有するもので、岐阜、愛知、福島、三重より得られ朝鮮生氣嶺からも出ます。

高温度に於ける焼色は、不純物の爲に淡灰色で、岐阜、愛知の陶磁業者にとつては大切な陶土であります。その中で土岐口蛙目、山口蛙目、三重の島原蛙目などがよく知られてをります。

木節粘土 愛知縣の本山木節、赤津木節、三重縣の島原木節などがよく知られてをりますが、一般に蛙目粘土と同所又は接近して木節粘土を産します。朝鮮の生氣嶺からも之が出ます。

是等はその焼色が樺又は赤褐で耐火性粘土と見る可きものであります。

耐火粘土 粘土の成分中には酸化鐵、石灰、アルカリ等の熔融し易いものを含んでをり、それを融性物質と呼ぶのであります。是

等が何等かの機会に除かれると木節粘土の様な耐火粘土を形成します。

平壤附近、滿洲の煙台附近、復州附近からも多量に之が出ます。

炆器粘土 上の耐火粘土に比し、上記の融性物を多く含み一般に可塑性が強くあります。

炆器の主原料とするもので、焼色には淡灰黄のものもありませんが、赤、褐、黒褐等が通常とされてをります。

石英粗面岩、安山岩等の變質分解物。

有田燒の原料とする泉山石 (石英粗面岩質粘土)

砥部燒の萬年石 (安山岩の變質物)

九谷燒の花坂石、五國寺石 (石英粗面岩の變質粘土)

出石燒の出石石、柿谷石 (同上)

薩摩燒の可塑性物質 (安山岩の分解殘溜粘土)

有田燒その他各所の陶磁器に混入する天草石 (石英粗面岩の半分解物)

臘石にはその種類が多いが多くは石英粗面岩の變成物でありまして、高級品はカオリンよりも白い焼色を呈し、その可塑性が乏しい。

硬質陶器の素地、耐火製品、釉等に用ひられます。

備前の三石臘石は古來有名であります。

(ii) **非可塑性原料。**此の最も普通のもは無水珪酸でありまして我が國では此の成分に富むものを珪砂とか、珪石と呼んでをります。

愛媛縣大三島産 三島石英

大阪府四條畷 四條畷珪石

岐阜縣 {小名田珪石
鳥屋根土

福島縣川俣町 川俣珪石

(iii) **熔融性原料。**長石を以つて最も普通の熔融性原料とするが、長石質岩石である斑岩、石英粗面岩なども使用せられます。我が國の陶磁器業者間では長石や斑岩の如き長石質岩石の粉末をば石粉と稱してをります。

岐阜縣…………… {苗木長石
釜土石粉

愛媛縣…………… 伯方島長石

福島縣…………… {川俣石粉
大森舊長石

長石類の重なるものは正長石 $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
曹長石 $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
灰長石 $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ } 等であります。

その中曹長石は釉原料に適するものとせられてをります。

(C) **棄地土調製に関する工業上の實際。**以上の様に原料をその使命に即して三種に分類致しますけれども、各地に産するその實際のものは一原料を純粹に含有するものでなく、一つのもので二種三種の原料を色々の比率に含んでをる場合が多くあります。

それで工業の實際に於ては二三種のを混合して三原料が適當な割合になる様に致します。

例へば有田燒に於てその地から産出する泉山石に天草石を混じて用ひるが如く、砥部燒に於てその地から産出する萬年石に石粉を混じて用ひるが如きがその適例であります。

是等の諸原料中には木節粘土の如く微粒の混捏せるものもないではないが、多くは稍、堅硬な石質のものなので、先づそれらをよく微粉碎し、或は水簸により、又篩にかけて成る可く均一なる微粉たらしめ、それを採つて水で練り、よくこねて均質にし成形の容易なものに致します。之を棄地土又は杯土と呼びます。

103 67 成形と素焼。

(I) 教授参考。本節の如きは作業科と連繫をとつて實際に筋肉にうつたへ勞作的に進めば別に教授を要しないことでもあります。

それが學校の設備の關係で出来ないとならば、陶磁器工場に於ける斯業の實際を參觀せしめることにより相當に目的を達し得ると思ひます。

(II) 参考資料。

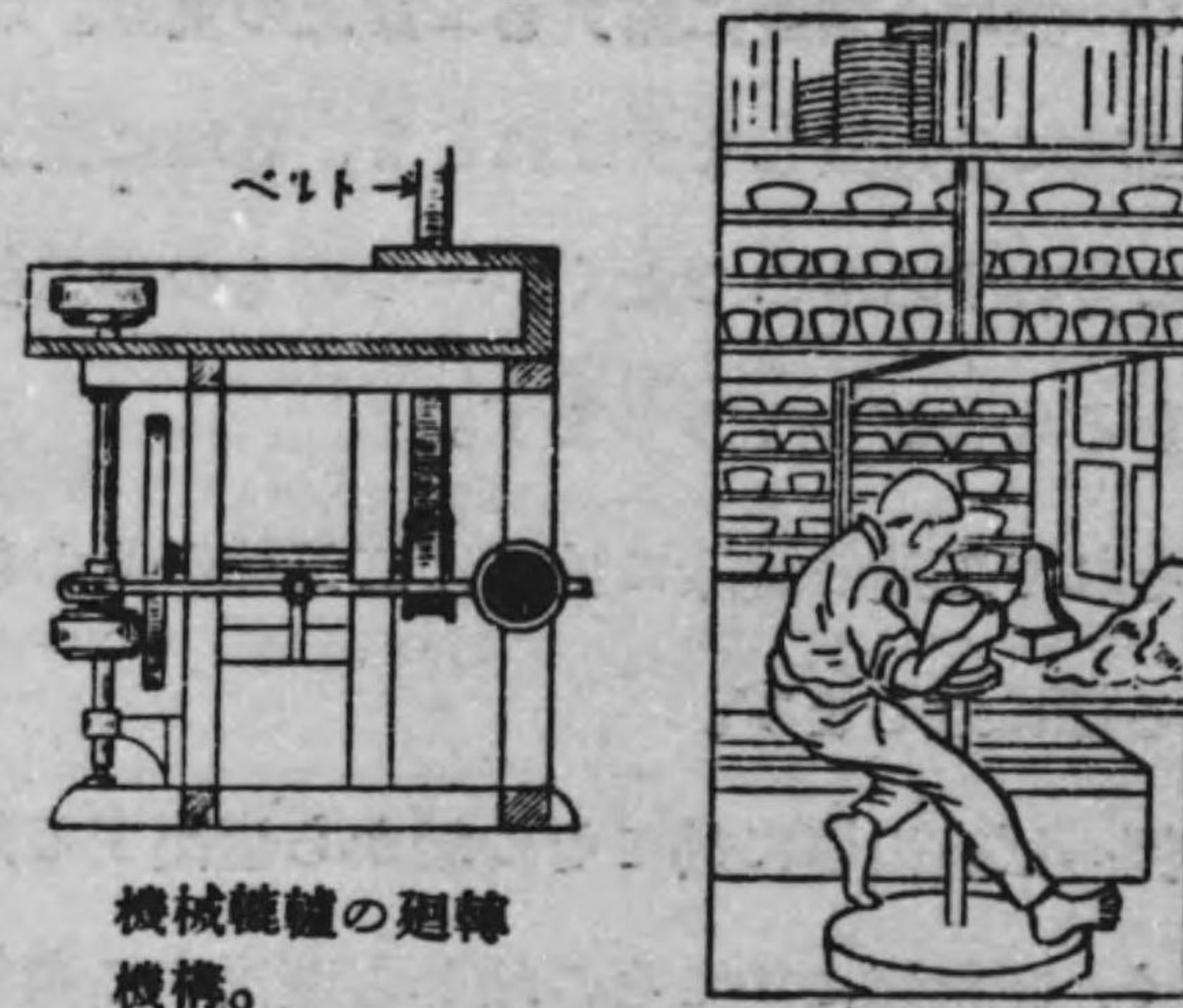
(A) 成形。乾燥しない様に壺中又は密閉器中に保存せる杯土をとり、所要の器物の形を造ることを成形と言ひ、それに多種の方法があります。

(i) 轆轤による成形。轆轤はその種類が多く、機械轆轤は大量製作に用ひ、手轆轤、蹴轆轤、押轆轤

等は少量製作に適用します。

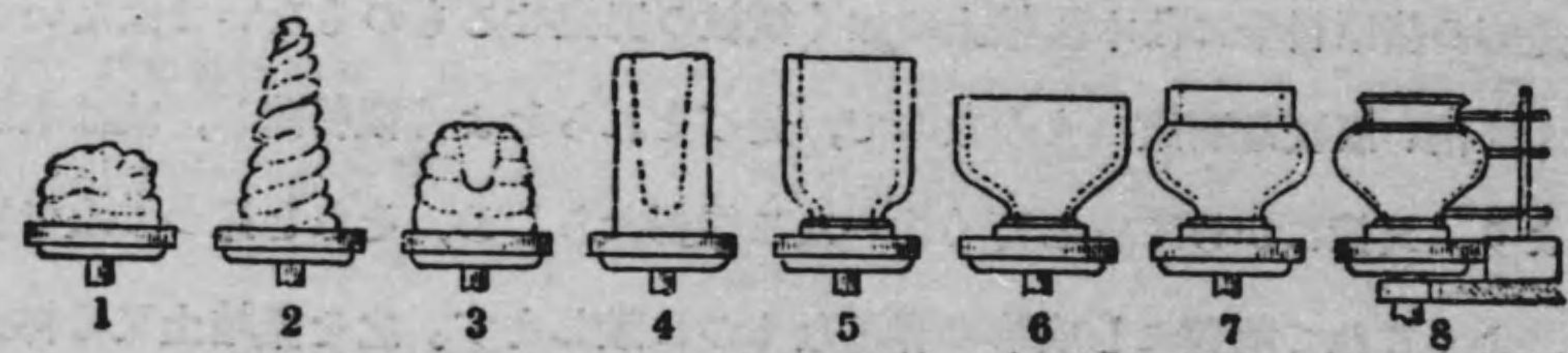
教科書記載のものは機械轆轤で、左記は蹴轆轤と機械轆轤とであります。

轆轤ではその廻轉軸を中央にして練土を盛り上げ、廻轉を利用してシンメトリーに成形致します。



機械轆轤の廻轉機構。

蹴轆轤。



(ii) 型による成形。陶磁器用成型型としては石膏型が多く用ひられます。之は練土に附着しない點に好都合な所があります。石膏型には目的の陶磁

器の形狀に應じて割型があります。

石膏型は手押し、壓出し、流込み等に用ひます。その内の流込といふのは杯土を泥漿となしてそれを石膏型の中に流込み、石膏がその水分を吸収して型の内面に素地土の層を生ずるのを待ち、或時間の後過剰の泥漿を流出せしめ、猶若干時間を経て、その内の成形したものを取り出す方法であります。

石膏型に練土を手で押し込み、又は壓縮器で押し込みなどして成形する型押しといふ方法もあります。

是等の内の流込法は、彫刻にしても、大形の非正圓、對稱形をなさざるもの、薄肉等のもの迄をも同形に規格を合せて造りあげ得られる所から特に近年廣く用ひられる様になつて來ました。

(B) 仕上げ。成形したものが生乾きの時又はよく乾いた後、その形狀を更に正しくする方法を仕上げといひます。

之にはその成形物を再び轆轤の上に置き、物によつては旋盤にかけて或は鋭利な鐵片、硝子の破片、磨研紙、又は海綿などで仕上げる場合もあれば、單にその表面とか、内面とかを平滑にするだけの場合もあります。

(C) 乾燥。成形物の乾燥にも夫々方法がある。昔は蔭干しといひ日光を避けて徐々に乾燥させる方法もつたが、之は設けられた棚の上に乗せて室内で乾燥させるので時間を要します。

今日では隧道乾燥法といひ、乾燥すべきものを貨車の棚に載せて空氣を動かせ且適度の温度と湿度とを有せしめてをる隧道中を移動させて之を行ふ方法が適用されてをります。

その操作の一部は之を舊式の室内乾燥蔭干し等にも加へてをり、その室内の空氣は重力噴氣筒、扇風機などで動かす様にしてをります。

素地は乾燥中に龜裂を生じたり、歪曲を起したりするもので、その原因の

多くは素地の水分が各部より一様に除かれぬのによります。故に隧道乾燥法等に於ても蒸気管、熱湯気筒、熱風管、排気機等を適當に配置し、斷續的に又連續的に操作する必要があります。

(D) 素焼。乾燥素地に低温度で焼く作業を加へると、化學的には550°Cで先づ無水珪酸とアルミナとにそれが一應分解し、900°C以上に及んで更に融合することになるが、物理的には素地の強さを増し、吸水性をも増大することになります。

之を行ふには別に素焼窯を用ひることもあれば、又圓窯の二階の低温の所とか、登窯の最後の低温度室を利用しなど致します。

素焼は素地の強さを増大する點に於てその作業目的の一つを有してをるのでありますが、中には却つて之を減ずることがありますので、之を省くこともあります。又經濟關係からも屢、之を省略致します。

頁 項

104 68 本焼作業。

(I) 釉。釉はその成分に於てガラスと略同様のもので、教授に於てもかく取扱ふ可きで長石を主成分とし、珪砂、珪石、硼砂、ソーダ灰、陶土、石灰、酸化鉛等をも含み、又磷酸石灰を混ずることもあります。

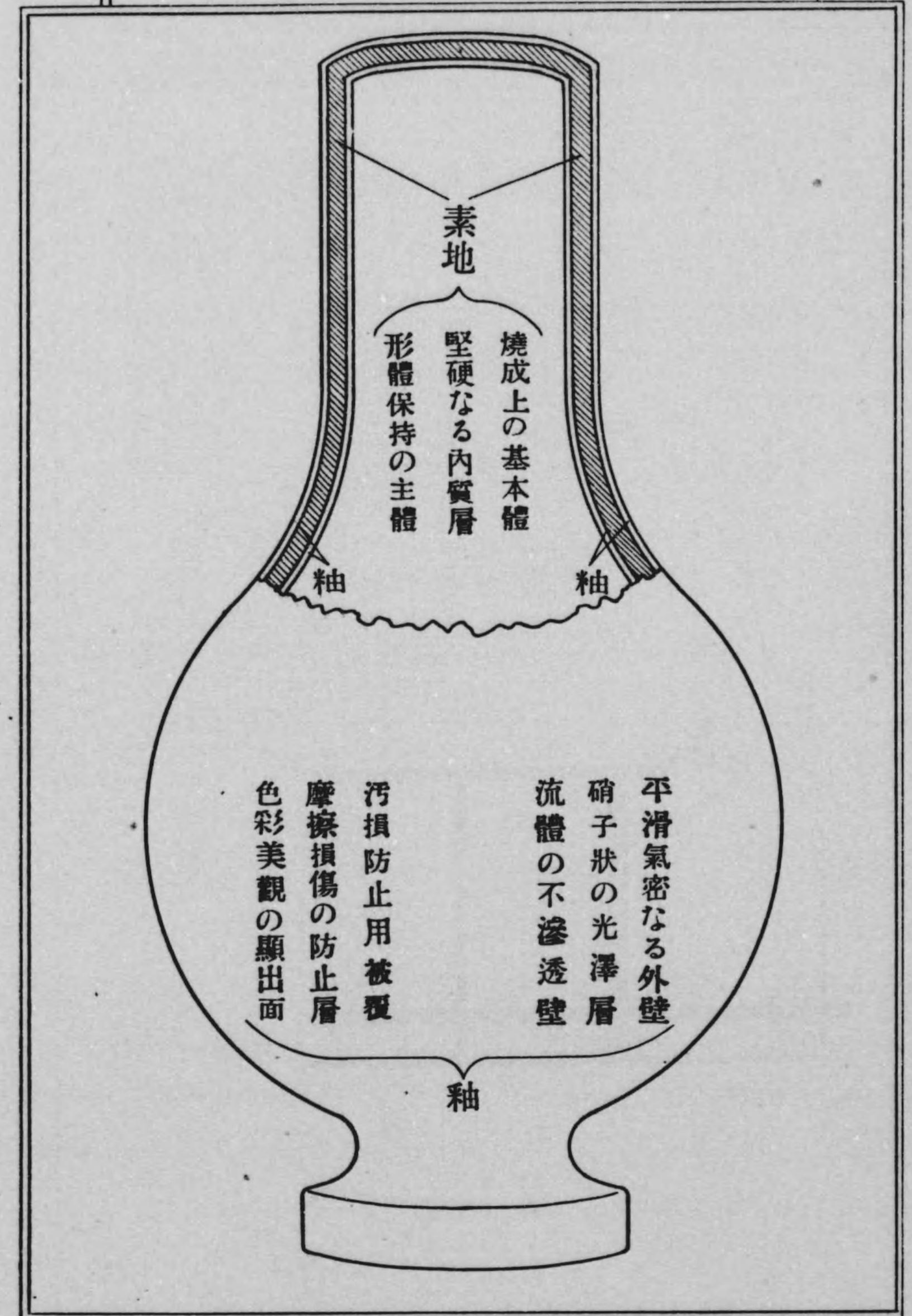
釉の種類は相當の數にのぼりますが、酸化鉛PbOを含む鉛釉それにZnOを加へたもの、又BaOを加へたものなどが低温熔融性のものがあります。

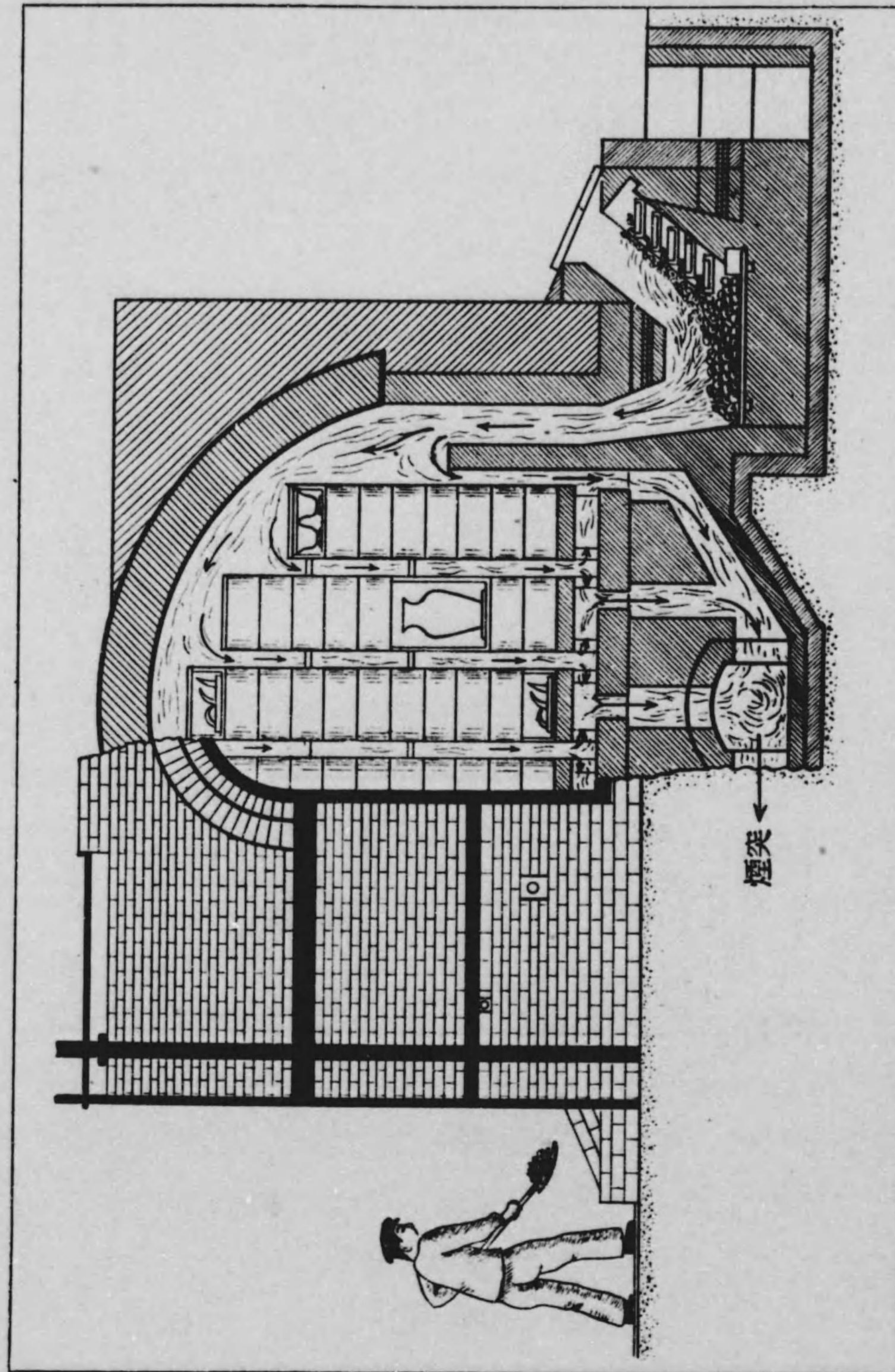
炭酸アルカリ、硝石、硼砂、氷晶石、珪砂等の釉原料を混合し熔融窯に入れて一度熔融して水中に滴下することにより固まらせたものをフリット(白玉)といひ、之も高級の低温釉であります。

此のフリットは一種の人工釉と見る可きで獨逸などでは、之に對して天然礦物質から合成する釉を礦物釉とか長石釉とかと申します。

(II) 施釉。釉は之を細粉末にして水を加へ釉漿として用ひるのが本體

陶磁器に於ける素地と釉





倒焰式窯の構造

であり、その用ひ方にも種々の方法があります。

教科書の 137 圖は浸掛といふ施釉法で、素焼を釉漿に浸す方法によるものであります。

又教科書の 138 圖に示すものは吹掛と稱する方法で、噴霧器を用ひて施釉するものであります。

此の外流掛といつて釉漿を素焼に流しかける方法、撒掛といつて素焼にしない生素地に釉漿に浸した刷毛を振つて施釉する方法などもあります。

又稍、濕つた素地に釉の粉末を篩によつて散布附着させる方法や素焼面に釉を筆で塗り附ける方法などがあります。前者を篩掛といひ、後者を塗掛といひます。

揮發掛。といふ方法は、窯内に食鹽その他を投じて Na 蒸氣その他の蒸氣を充満せしめて施釉に換へる操作をいひ、炆器に多く適用されます。食鹽を此の様に揮發掛に用ひる時は之を食鹽釉と申します。之は炆器等を入れた窯が一定の高温度に達した時、その火床や窯内に濕つた食鹽を投入して行ふのが普通であります。

(Ⅱ) 窯詰、本焼。施した釉が乾いた後、それを本焼窯に入れることを窯詰と申します。磁器の焼成を目的とする場合にはそれを 1400°C 以上の高温度で焼きます。その際施された釉は熔けて素地の上に光澤のある表層を生じ、それがその際一層よく焼締つてくる素地に融着致しますから、その質は益々緻密となり、且堅牢性を高め、色は白く、半透明で、素地に吸水性の全くない良質のものになります。

その焼成温度を 1350°C 内外とし、釉を加へず素地を十分に焼締めると炆器が出来ます。

炆器といへども如述の通りに食鹽釉などを施す場合もあれば、又別に釉を施しも致します。

しかし之を施さないでもその質が緻密で堅硬な點に於ては磁器に譲る所はありません。唯一般に有色不透明な點に於て互に相違してをります。

陶器の場合にはその釉も稍、熔け易いものを選び、本焼の温度も 1200°C — 1300°C の範圍に保ち、その釉をよく素焼に融着させる様に致します。

之はその素地に吸水性があり、且粗質、不透明な點に於て磁器、炆器と直ちに區別し得られます。

又素地の材料として不純な陶土、粘土などを用ひ、釉もなにも施さないで陶器の様に比較的低温で焼成致しますと、粗質不透明で、その素地が吸水性を有し、且その表面に光澤のない土器が出来ます。此の土器に於ても時として食鹽釉を加へてその表面に滑澤を與へたものも作られます。水道土管その他に此の様なものが見られます。

(Ⅷ) 硬質陶器。英國の一少年 Astbury が偶然にも1770年錫釉陶器に同國産のカオリンの一種である China Clay を混じて白色硬質の陶器を得ました。之が長石質陶器即ち硬質陶器の起源で、現在に於ても英國はこの硬質陶器と骨灰磁器とがその陶業界に於て重きをなしてをります。之が英米等に於て食卓用器として、衛生陶器として日常欠ぐ可らざるものとせられます。所以は、破れ難くて形が正しくて安價であるからであります。唯磁器よりもその質が幾分軟かで小疵を表面に受け易い所にその缺點が認められてをります。

我國では蛙目粘土、對州白土、木節粘土、蠟石、珪石、長石等を使用して之を焼成する方法が樹立せられ、爾來大仕掛けの製造が數箇所企圖せられましたし、その製品にも見る可きものが多くあります。

頁 項 106 69 彩飾作業°

(I) 参考資料。

(A) 廣く大きく見た彩飾の分類。

- (i) 形状彩飾。彫刻により浮彫を加へ、打出し盛上げ等を施すこと。
- (ii) 素地着色法。特に製した着色劑繪具などを素地原料に加へて彩飾し、又下繪用色釉、有色粘土をそれに混入すること。
- (iii) 色釉彩飾。種々の着色劑を釉原料に混入して各種の色調を釉により地色的に顯出せしめんとする彩飾であります。

彩色タイルなどには此の種のもが頗る多い。

赤 色— Cu_2O を古來支那で用ひ長砂釉といつてをります。

青 色— Co_2O_3 とか、 CoCO_3 等を用ひて青色を顯出させます。

黄 色— $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ を釉に混じて黄色を顯出させます。

緑 色— CuO , Cr_2O_3 , NiO 等を釉に混じて綠色を顯出させます。

鉛 色— Fe_2O_3 , 藥灰等を釉に加へて鉛色を顯出させます。

白 色— SnO_2 等を釉に混ぜると白色を顯出します。

(iv) 下繪。之は又染付といひ素焼の上に施す彩色で、その上に釉をかけて本焼を行へば顯色致します。

之にも各種の方法があります。

毛筆描畫。テレピン油とか、アラビヤゴム液とかを粘着資料とし繪具を之に和して描畫しよく乾燥させて施釉本焼する方法。

廣面下繪法。全面とか、半面、四分の一面等の下繪を施すもので、豫定したその面に繪具の泥漿をかける方法。

轉寫法。彫刻せる銅板に印刷肉を塗附した後之を轉寫紙に寫し、それを素焼面に施す。

型紙法。型紙を素焼面に押し當てて彩色を施すもの、下繪用の繪具は後で釉焼を行ふ關係から適當なものが多くありません。

(v) **上繪。**本焼を行つたもの又は施釉したものの上に施す釉色で、錦窯の低温度で600—900°Cに熱して焼付を致します。しかも多くは650—700°Cの範圍で之を行ふ様であります。

故に各種の繪具が得易く美麗なものが澤山にあります。

本金 王水に溶かした金を沈澱させ礬砂その他を混じて塗附に便にし、焼付けてから磨くと發色します。

水金 鹽化金水溶液を硫化バルサム等で處理して製した液で上繪を施し、焼付けて磨くと、輝の強い上光り許りする金彩色が得られます。

此の資料の製法は秘密にせられてをり各種の特許があります。

最近迄年額40萬圓以上の輸入がありましたが昭和九年に我が國でも優秀なものが發明されましたので將來は之が廣く用ひられませう。

赤色の繪具は Fe_2O_3 を發色劑として他の共用融劑を加へて製します。

黄色の繪具には Sb_2O_3 が用ひられます。

この施し方にも描畫法、轉寫法その他があり、轉寫法にも一色に限る銅板を用ひる方法の外に多數の色を同時に用ひ得る石版石によるものもあります。

進歩したものでは寫眞の焼附迄も行つてをります。即ち重クロム酸ゼラチン板の上に陰畫を重ねて露光水洗により凸版を作りそれを石版石に轉寫致します。

頁 項

106 70 エナメル、七寶焼。

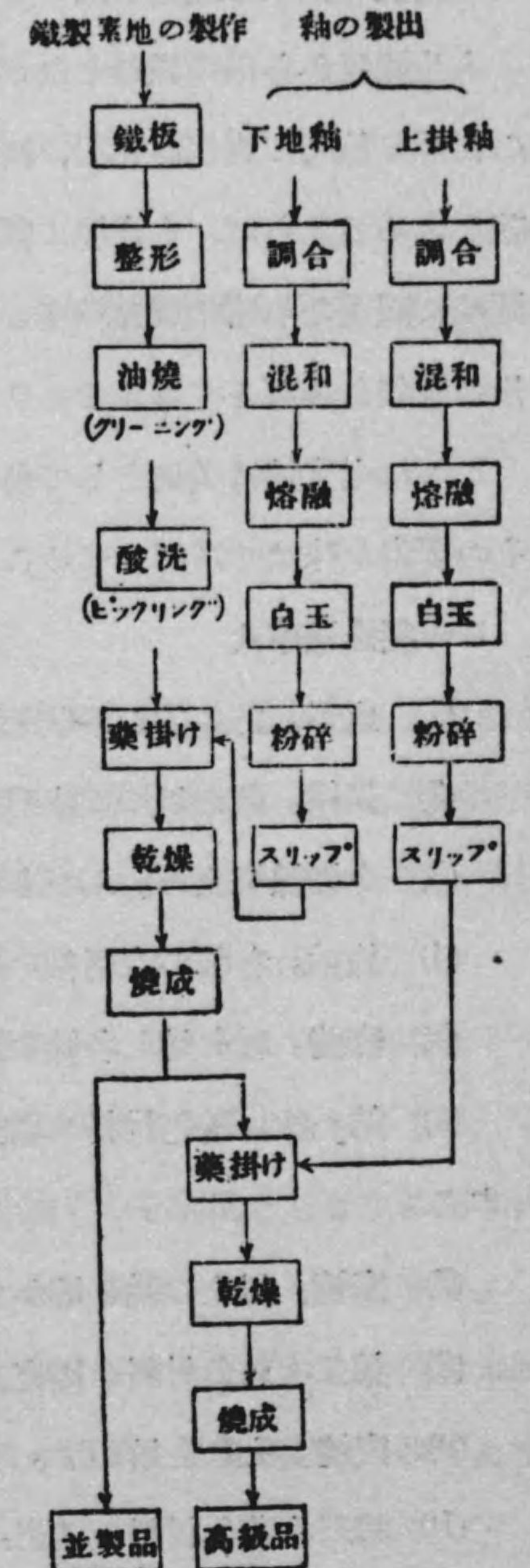
(I) **教授上の参考資料。** エナメルとは金屬に施す所の不透明釉で硝子状のものと教へおき、素地が素焼のときの上藥を釉といひ、素地が金屬の

時の上藥をエナメル又は珪瑯と呼ぶとして教授入門の端緒とするのは巧妙な方法であります。と同時に素焼につく釉は直ちに鐵につかず、鐵につける爲にはそこに若干の工夫を要すとして釉とエナメル、硝子質とエナメルとの差異に及ぶのが一層行き届いたものかと思ひます。

一般に珪瑯釉藥の主體は螢石、硼酸、曹達、長石、珪酸よりなり、普通硝子の主體である曹達、石灰、珪酸に比して螢石と硼酸との増してをること及び、之が珪瑯釉藥の融點を低くし、鐵器によく附着する様にする上に必要なものであることを指示し、下釉的使命をもつ珪瑯には更に鐵器によく密着する酸化コバルト、酸化ニッケル等の密着原料を加へる必要をも附説すれば珪瑯鐵器製造の要所をつくし得るかと思ひます。是等は元より鐵器に接する部分に施す下釉藥のことで鑄鐵と銅とで少しく成分を異にしますがそれは略してよいかと思ひます。

又その上に更に施す珪瑯上釉藥は不透明乳濁原料である非化物(氷晶石)、酸化錫の如きもの加へればよい譯で、上下珪瑯釉藥共に原料を合成しただけでは役に立たず、教科書記載の様にしてフリット(白玉)にして粉碎の土泥状のスリップとして使用すべきであります。

(II) **七寶焼。** 珪瑯釉の鐵素地を銅板に変更する場合に考察を誘導すれ



ば七寶焼に関する端緒を捕へしめることが出来ます。

人生關係から瑛瑤鐵器をながめて、堅牢にして且廉價なる金屬面に硝子質の表層を施して實用品化し、銹朽的缺陷を補正する所に實用的なる應用の意義を求めらば、七寶焼に關しては銅板面に移植した寂漠たる金、銀線の間隙に麗美なる硝子質を填充して配色的に整備せしめた藝術、工藝的なる應用の意義を理解さす可きであります。

こゝに七寶焼は美術として藝術としての生命を有することを念頭において、その要素を味はせ理解させることが須要であります。

この製造順序は

- (1) 成形。外廓的の形狀を素地金屬(主として銅)で造る。
- (2) 墨繪。墨を以つて成形素地の上に圖案を描く。
- (3) 金屬線假止め。ふのりで墨線の上に金屬線を假りに止めつける。
- (4) 施釉。各種の金屬釉を施す。
- (5) 窯燒。釉を熔し各線を素地に固定する。
- (6) 第一次。着色材料の填充。着色釉を圖案に應じて夫々針金の間に入れる。
- (7) 窯燒。以上の釉を熔かす。
- (8) 第二次着色材料の填充。第一次と同一部位に同一釉を入れる。
- (9) 窯燒。それを熔かす。
- (10) 第三次着色材料の填充。第一次、第二次と同様。
- (11) 窯燒。その釉を熔かす。
- (12) 研き上げ作業 (荒砥磨き)
荒砥で表面を磨く。
- (13) 研き上げ作業其二 (淨見寺砥磨き)
淨見寺砥で更にその上を磨く。

(14) 研き上げ作業其三 (名倉砥磨き)

名倉砥で其上を磨いて磨き上げる。

こうして磨き上げると實に立派な七寶器の表層が、鑲附した區割線の金屬光澤と相和して顯れてきます。

この金屬線を少しも入れず釉のみでするものを無線七寶といひ、その釉の透明なものを透明七寶といひます。

頁 項

180 71 煉 瓦。

(I) 參考資料。

(A) 赤色普通煉瓦。普通煉瓦はその原料を壤土とか、坩器用粗粘土の如き下等の粘土に求めてをります。その多くは之に細砂を混合し、水を加へて捏練しそれを成形材料とします。しかし中には特別なる用途にあてる爲、精坩器用素地土や精陶器用素地土を用ひるものもありません。

燒成の温度は稍、低く800°—1000°C内外であります。それで素焼のまゝや無釉で燒締め致しますから相當の硬さにはなるけれども吸水性が強くて、そこに弱點を残してをります。何れも酸化焰で燒くのを定法としますのでその原料中に含まれてゐた鐵分が酸化鐵 Fe_2O_3 と化し獨特の赤色を呈します。

形は種々であるが一定の寸法を用ひ規格を合せてをります。その内日本標準規格は長さ21匁、幅10匁、厚さ6匁で、夫々若干の公差が認められてゐます。

(B) タイル。タイルは又化粧煉瓦とも呼び建築の裝飾用に供するもので、原料にも優劣種々なるものが用ひられる様になりました。多くは硬質陶器と同一の原料を用ひて精細麗美なる繪畫を施し、その數十枚、數百枚を組合す場合には一大壁畫を構成する如くなしたものとあります。

是等は皆釉藥が施されてをりまして外觀は陶磁器その儘であり、白色釉、

着色釉等一枚一色のもも少くありません。

何れも平板状で方形のものが多い様でありますけれども長方形のものも多数にあります。又建築物内外壁面の稜隅縁端等に適合させる様に殊更に曲面、アングルその他の形状に造り上げたものも尠くありません。

釉は多くは食鹽釉を用ひます様であります。陶磁器用の釉に酸化鉛を加へたものを用ひることもあります。

(C) 耐火煉瓦。耐火煉瓦はそのものが難溶性の材質であつて、高温度工業用の火爐その他の工具の構築に適し、爐内に生成するガス、熔滓、その他の熔融物の浸蝕にも耐え得るものなることを必要としてをります。之は最近化學工業の發達に伴つて著しくその需要を増した關係で、各種の創製品も出來て甚だしい進況を示してをります。

その原料として耐火粘土を用ひたものを粘土質耐火煉瓦と稱し、安價で温度の急變に耐え得る所にその特徴があります。只高温度冶金に於て鑛滓の作用に對する強度の大でないのが缺點であります。

この需要は耐火物中最も多く、米國などでは耐火物需要商の75%を之が占めてをるとのことです。

主原料に石英、珪石等を用ひたものを珪石質耐火煉瓦といひ、温度の變動が少いならば高温度で大きい荷重を受けても大丈夫で、その様な方面によく使用されます。

之は價格が相當に高いのでありますが、酸性鑛滓に能く耐える性質を有してをるので、その方面に重要性を以つて認められてをります。主原料に苦土 MgO を用ひたもので純粹な MgO の結晶の外に、 $MgO \cdot Fe_2O_3$ 、 $2MgO \cdot SiO_2$ の如きものをも含んでをる煉瓦を苦土質耐火煉瓦といひ、鹽基性鑛滓に耐え得る點を特徴としてをります。

粘土質耐火煉瓦の成分に於て礬土含有率を増大せしめたものを礬土質耐火

煉瓦と呼び耐火性の特に顯著なものであります。熔融温度 $1930^\circ C$ と稱せられるクローム鑛 $FeO \cdot Cr_2O_3$ を原料として製したものをクローム耐火煉瓦といひ、大多數の鑛滓に對してその抵抗性が著しくあります。よく鑛滓の侵蝕作用の著しい爐の部分に之を用ひてをります。

高級な耐火粘土塊を充分なる高温度に於て幾度も繰返して焼成させたものをシャモツトといひ、之を原料として製したものをシャモツト耐火煉瓦といひます。之は著しい高温度に於て温度の急變を受けても少しも損傷されない點で認められてをります。

その他アラシダム耐火煉瓦、黒鉛耐火煉瓦などと擧げれば幾らでもありますが、唯鑛滓煉瓦は廢物利用といふ點や化學的にも面白いものなのでその概要を茲に加へます。製鐵の時熔鑛爐から出ます鑛滓を水流で急冷しますと破碎して水碎鑛滓が出來ます。之に生石灰の約10—20%を加へて粉碎しながら水を適量に加へて混捏し、それを成形機から押出し、又は手工的に成形して野積にして放置すると次第に硬化します。時々水を撒布して乾かない様に保つと自然硬化で2—3ヶ月の後よい煉瓦となります。

又生の成形物を硬化釜に入れて8—10時間過熱水蒸氣を送ると速かに硬化させることが出來ます。

かくして得た鑛滓煉瓦は灰白色で、吸水量が少く、品質もよいので八幡製鐵所などは年々10萬越も之を製出してをります。

頁 項
109 72 瓦。

(I) 參考資料。

(A) 黒瓦。在來の日本瓦は炆器用粗粘土、壤土などの如き下等な不純粘土の内、砂を混することの比較的少いものを原料として製したもので、先づ是等の原料を水で捏ねて成形し、それを乾燥させてから、瓦窯に入れ、酸化

焰を用ひて、800—1000°C内外の温度の範囲で焼成させます。

その際焼成の終らんとする頃を見計らつて、燃料に松薪、松葉などを用ひ、又時としては炭素含量が多くて油煙を多く出す油類を窯口、焚口に加へ、その窯を閉ぢて専ら燻し焼きに致します。そうするとその爲に生じて室内に充ち充ちてをる煤煙は瓦の表面全體に分布してそれを黒變致します。之がその表面に光澤を有しない普通品となります。

(B) 黒銀色の瓦。

以上の如くして黒瓦を製する際、その成形させたものの表面をよく磨き上げてからそこに白雲母の粉末を散布して焼成致しますと、その爲に瓦の表面には黒銀色の光澤を生じ、優良品が得られます。

(C) 施釉瓦。或る一地方に限つてであります。釉を施した瓦を製します。多くは茶褐色のものでありますが、又別なものもあり、大體食鹽釉であります。

(D) 洋瓦。歐米には一種の裝飾的な瓦を製して用ひますがそれらには皆釉を施してをります。

その内緑色の色釉を施したものが最も優良なものとせられてをります。

第三節 セメント

頁 項
109 73 セメント。

(I) セメントなる名稱の意義。

本來セメントといふ語は、廣い意味に於て、物體の接合、膠着材料の總稱として與へられたもので、今日種々の方面に使用されてをる接合劑はすべてこの語に含まれる譯であります。

しかし狭い意味に於ては、以上が極端に廣く用ひられてをるに對して之ま

た極端に狭い範囲に限られて用ひられます。即ち數あるセメントの中でポルトランドセメントだけに限られる譯であります。蓋しポルトランドセメントの使用があまりに普及し、それが常識的にセメントを代表するに至つた結果でありませう。

こゝに面白いことは、この Cement なる言葉の起源が一外國語の誤譯にその因を發してなる點であります。

元來ラテン語の Caementum は「砕く」といふ意味の語で、後に轉じて土木建築上の「碎石作業」の意味に使用され、それから更に轉じて「碎石で造つた壁」のことを Caementa と呼ぶ様になりました。

所が或る時、ローマの文學者ブクニウスの作を譯さんとして佛人ロクオが誤つて Caementa に佛語の Ciment をあてはめ、水硬性モルタルの意味を持たせました。之が錯誤の根源となり英語でも之を Cement と致しました。

(II) 接合材料發達史。

古代のエジプトでは石膏、石灰を無機物の接合材料と致しましたが、ローマ時代には之に火山灰を加へて、石灰と火山灰とよりなるモルタルが使用され出しました。17.18世紀になつてから天然セメントの使用が起り、19世紀の初期に及んで今日のポルトランドセメントが發明されました。

前述の天然セメントはセメント岩と稱する粘土質の多い石灰岩を焼いて石灰を製せんとして得られたもので一種の岩石から得られる所から天然セメントと稱したのであります。

又ポルトランドセメントは1824年英國のリーズ市の煉瓦工であるアスピジン氏(Aspdin)が創製したもので、その色調外觀などが、ポルトランド産の石材のそれによく似かよつてをる所からかく命名して特許を得たのに起源してをります。之が我國に輸入されましたのは明治初年のことですが、明治の末から大正にかけて急に盛んになり、大正末年から昭和にかけて大工業

化し、今では世界一、二を競ふ大生産國、大消費國となつてをります。

1908年頃太利人に依つて發明された高級ポルトランドセメントは1924年即ちポルトランドセメントが發明されて正しく100年を経て、100年祭を行つた年から急に發展的角度を増し、日本でも1926—1929頃から製出され出しましたが急に他國の追従を許さぬ發展を遂げ今では品質に於て世界第一の榮譽を勝ち得てをります。この高級ポルトランドセメントはその成分、組成に於ては普通品と大差はありませんが、唯原料の混和、製品の粉碎を特に充分にする點に改良を施したものであります。

是等が迂餘曲折互に消長してをる間に、化學成分の稍異つた白色ポルトランドセメント、鐵質セメント、礬土セメントなどが發明せられ、その中のあるものは一時ポルトランドセメントを壓する許りの進出振を示しましたが、高級ポルトランドセメントが出づるに及んで、遂に之に追従し得なくなつた様であります。只そしてポルトランドセメントと混用することに依つてのみその使用目的を達する數種のもの併進的に造られつゝあります。高級セメント、鐵ポルトランドセメント、火山灰ポルトランドセメントなどがそれでありませう。

(Ⅱ) ポーランドセメントの製法。

(A) 原料。原料の主要なるもの。

粘土。 1 單獨に粗碎機で小割にし、乾燥させてから用ひる。

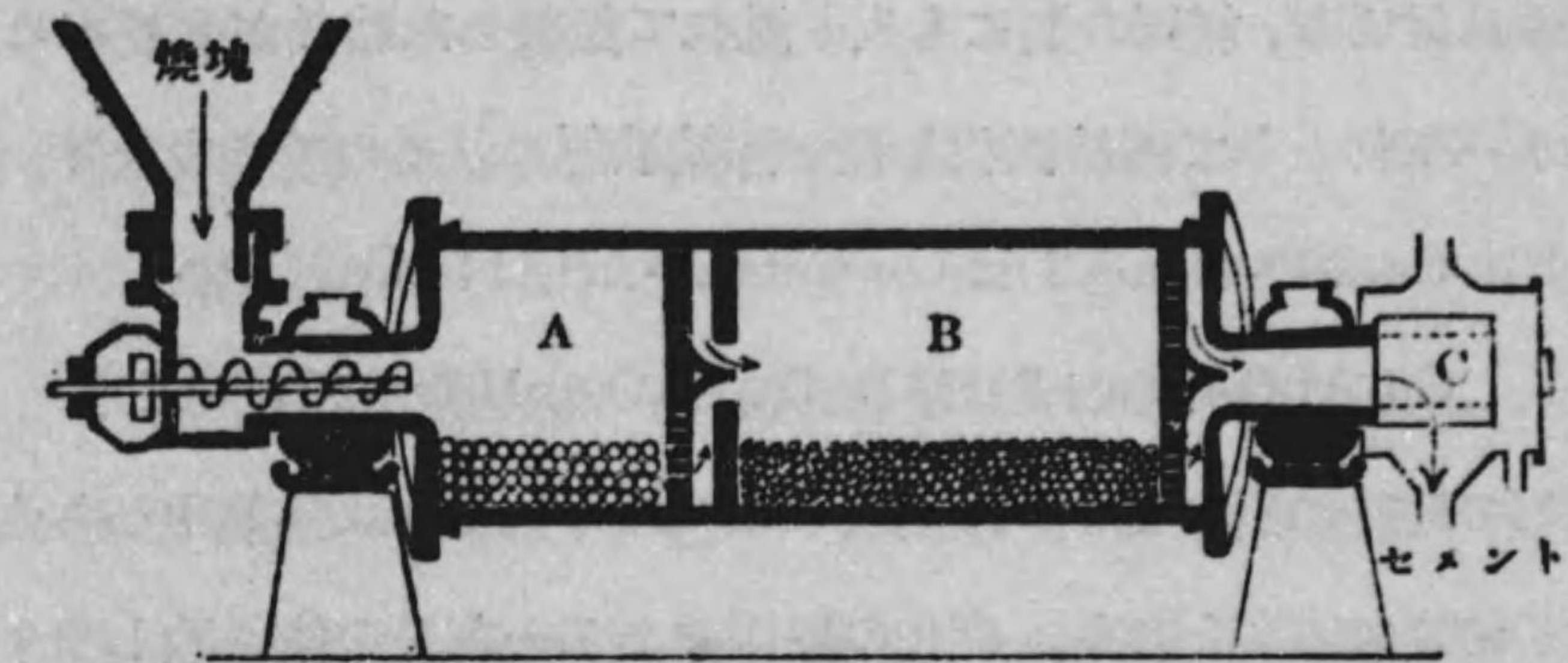
石灰石。 3 同上。

酸化鐵。 少量 { 硫酸を製する際に用ひる黄鐵礦が焼れて残す鐵滓を用ひる Fe_2O_3 を含む。 }

調合後粉碎機で微粉狀にします。

之を僅かに傾斜してをる長大な廻轉爐の上端から入れて次第に降下させる間に、下端から微粉炭又は重油を噴射燃焼せしめながら昇らす $1400-1500^{\circ}C$

内外の高温度の焔で半熔融狀になる迄熱します。



ボールミルでクリンカーの粉碎。

こゝに燒塊即ちクリンカーが小粒狀となつて生成します。その際酸化鐵はクリンカーの融點を低下し、粘土と石灰との反應を容易ならしめます。

クリンカー。は之を急速に冷却する程よくあります。

石膏の2—4%を加へ、ボールミルで粉碎します。

この石膏を加へると、クリンカーのみの粉末が水を加へる瞬間に硬化せんとする作用を調節し得られます。

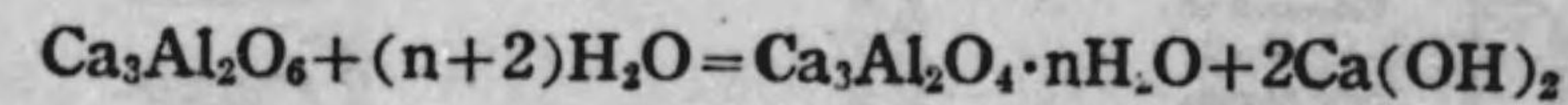
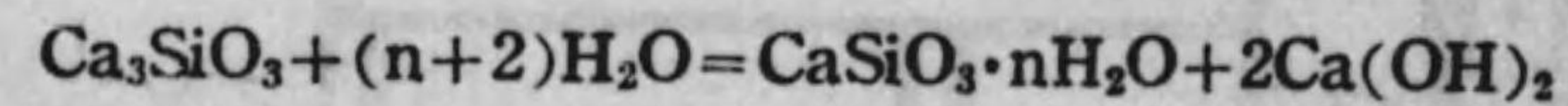
(B) 燒成中の反應。廻轉爐中を上から下へ來る間に、石灰石はその温度が高まつて $900^{\circ}C$ 近くになると分解して CO_2 を出し、酸化カルシウム CaO を残す。

此の CaO は粘土中のアルミナ Al_2O_3 及び無水珪酸 SiO_2 と反應して珪酸石灰(Ca_2SiO_5 及び Ca_3SiO_5)アルミ酸石灰 $Ca_3Al_2O_6$ となります。燒塊がこの三種のもののみを含むかどうかは疑問で、多分これ等の複鹽その他複雑な化合物が生成してをることと思はれます。

(C) ポーランドセメントの硬化反應。

セメントに水を加へると上述の如き珪酸石灰やアルミ酸石灰の一部が加水分解を起し、化合水分を得て $2CaSiO_3 \cdot 5H_2O$ とか $Ca_3Al_2O_6 \cdot 10H_2O$ 等を生じ、それらが初めの程は結晶をなす暇がない爲に、膠質狀態をなして析出し、未だ膠着力を有しない狀態で鐵筋、砂、砂利等の間に浸潤してをるけれ

ども、それらが次第に強硬度の結晶に變り、砂、砂利、鐵筋などの表面に固着するのは元より、相互の間にも入り亂れて錯雜した結晶が生長する所から、コンクリート材として凝結固化し強い固結状態に移るのであります。



かくして同時に出來ます。消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は徐々に空氣中から炭酸ガスを吸収して炭酸石灰となり、硬化の原因のある一部分を擔當致します。

(Ⅲ) 教授上の注意。

(A) 水硬性と氣硬性。氣硬性なる意味は、空氣中に於て硬化の目的を達し得ることを表現せるもので、この方は誤れる解釋をする人はありませんが、水硬性に關してはその意味を誤つてとつてをる人が往々にしてあります。

水硬性とは空氣中では勿論のこと水中に於てもよく硬化するとの意であつて決して水で煉れば硬化するといふ意味ではありません。それを誤つて後の意味にとつたり、傳へなどする人があります。之は大なる誤りで訂正を要します。

頁 項

111 74 アルミナセメント。

(I) 参考資料。

(A) アルミナセメントの原料。普通セメントに於ける主原料の粘土をば含水礬土礦即ちボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ にかへたものであります。

このボーキサイトは元來アルミニウムの製造原料として見出され、實際に於ても今日此の方面に多量に用ひられてをるのであります。それをセメントの原料として引き合ふかといふ事が問題になります。

此のアルミナセメントに用ひるボーキサイトはアルミニウムや耐火材料の原料として適しない程度に多くの酸化鐵や珪酸を含んでをるもので、是等はアルミニウム製造には大なる支障を與へますが、セメント材料としては恰好

なので此方面への利用を見た譯であります。

(B) アルミナセメントの製法。普通セメントは 1400°C — 1450°C の範圍に於ても漸く半熔融状態になる位で眞の熔融を期すならば 1550 — 1600°C にもならねばならぬ次第であります。アルミナセメントの生成反應に於てそこに生成致します。 CaAl_2O_4 (礬土酸—石灰) は非常にその熔融點が低く、その他の生成物である $5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ や、之と CaAl_2O_4 との共融物などが皆低熔融物で、その他の生成物にも低熔融が多い爲め、その熔融溫度は 1300 — 1350°C の範圍にしかありません。故に製造爐の如きも鐵の熔融爐や銅の製練爐の如き堅型のものや、カーバイドや磷を製する様な電氣爐などが用ひられます。ボーキサイトと石灰石とは互に等量をなす様に用ひますが始めから混和せず、或る所迄別々に粗碎し乾燥したり、石灰窯で焼いて石灰にしたり致します。かくしてから兩方を混じ電氣爐その他で熔融させます。

(C) アルミナセメントの成分。

アルミナ	35—40%
石灰	35—45%
珪酸	5—10%
酸化鐵	5—15%

(D) アルミナセメントの特徴と缺點。焼成溫度が普通セメントに比べて低いにも係らず硬化が頗る速な事。(此の點では他の追従を許しません) 耐壓強度が頗る大なる事。海水、硬水にもよく耐え、硫酸鹽を含む水にも侵されない事。

又此の物の缺點は抗張力に於て左程優秀でなく、之が時と共に低下する傾向のある事、價格が高くて普通セメントの3—4倍の價に於てある事。等であります。

(附) その他のセメント。

(A) 鑛滓石灰セメント。製鐵所等に於て多量に出来る熔鑛爐鑛滓は之を高爐鑛滓と呼び、之が熔鑛爐から熔融状態で流出する時に水流を吹きつけるか、それを過量の水中に投じて急冷水碎し、かくして得た鑛滓85-90に對して石灰15-10を混じて微粉碎するとこのセメントが得られます。

(B) 高爐セメント。よく之と(A)の鑛滓石灰セメントを混同するものがありますから注意を要します。

熔鑛爐に多量に出来る鑛滓に、略同量のクリンカーを混合して粉碎しますと高爐セメントが得られます。

之は上述の鑛滓には珪酸及びアルミ酸の石灰鹽を多量に含んでをりますので、之を粉碎すればセメントの如き作用を致しますが、その水硬性に於て甚だ乏しい所がありますので、之とクリンカーとを混じて粉碎し、普通セメントの成分をそれに加へることによりセメントとしての効果を大ならしめようとしたものであります。

(C) 鐵セメント(鐵鑛セメント)。ポルトランドセメントのアルミナ分の一部を酸化鐵と入れかへ、その酸化鐵の量を7-9%に達せしめたもので、凝固したものの力は強くないが海水に耐えるよい性質をもつてをる。

(D) 白色ポルトランドセメント。ポルトランドセメント中の酸化鐵を極端に少くして、アルミナを多くしたもので、酸化鐵含量が0.5-1%の間にあります。

(E) ソリヂット。花崗岩、閃綠岩などの碎いたものを約1000°Cに2時間内外熱し、その20にクリンカー80を加へて粉碎するとソリヂットと稱するセメントが得られます。之はよく磨滅に抗して耐久力があるので道路面の舗裝用に使用せられます。

(F) 高級ポルトランドセメント。

アルミナセメントに次ぐ速硬性をもち、且その強度が普通セメントに比し

著しく強大である高級ポルトランドセメントに關しては、我國産品が世界第一の優秀さを示すのでありますが、その原料、製造方法、化學成分に於ては普通のものと同程度大差なしとせられてをります。そこに不可思議な所があり、色々の人により種々研究せられてその理由ともなる可き事項が次の様に示されてをります。

- (1) 原料 最も均一な成分を有する粘土、石灰石等が厳選せられてをること。
- (2) 配合 配合の均齊を極度に重んじをること。
極微粉碎せる原料を配合すること。
- (3) 焼成 焼成温度を普通温よりも50°C許り高くをること。
- (4) 焼塊 急冷すること。
- (5) 粉碎 極微粉方法をとり極端な粉末となせること。
- (6) 化學成分 各成分の比率に於て格段に均齊の度が高いこと。
珪酸三石灰の量が多く礬土酸三石灰の量が稍、多くて珪酸が稍、少く、礬土と石灰とが稍、多いこと。

頁 項

112 75 コンクリート。

(I) 参考資料。

(A) コンクリートの材料。コンクリートに使用する細砂や礫には土質の附着を禁物としますので、第一に之を洗ひ去ることを必要とします。

又セメントに混入すべき材料は細砂、豆砂利、礫等の區別がありますが礫の大きいものよりは小さい豆砂利を多く混じた方が使用セメントの量に於て經濟的で硬化の大なるものがあるのでそれが選ばれます。特に大小の礫を併用しますと大礫の間隙には小礫が入り込みセメントの使用を大いに經濟的ならしめる特徴があります爲にこゝにも着眼されてをります。

(B) コンクリートの各種と材料の混和比率。之には種類も多く、経験から割り出した意見も多くて一致しない所もありますが、その普通に行はれてをるものは下表の様なものであります。

コンクリートの種類と材料の割合	
粗製コンクリート	セメント 1・細砂 4・礫 8
普通コンクリート	セメント 1・細砂 3・礫 6
水中工事用コンクリート	セメント 1・細砂 3・
鉄筋コンクリート	セメント 1・細砂 2・礫 4
人 造 石	セメント 1・岩石の粉末 5

第四章 冶金 合金

頁 項
114 76 冶 金。

(I) 教授上の要點。冶金に関するアウトラインは四年以下の學習で斷片的に知つてをるのでありますから、本項では、金屬の種類(イオン化傾向の大小)と冶金法、冶金の難易、原鑛の意義などにつき總括的に統一的に見させて、冶金に對する一瞥を加へさせることが出来ればよいと思ひます。

(II) 參考資料。

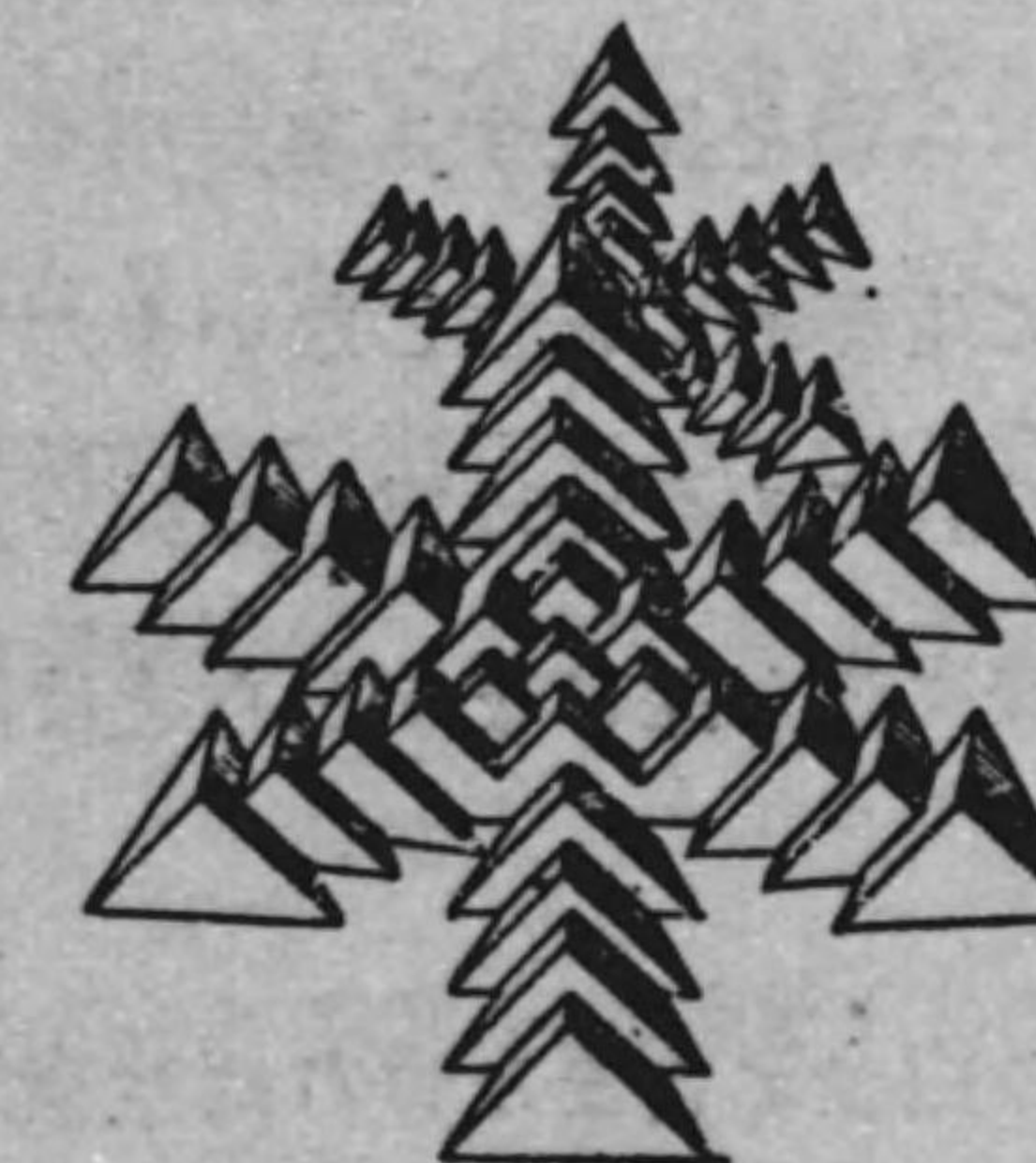
(A) 自然金屬として出るイオン化傾向の小さい金屬。金屬のイオン化傾向については四年で學習してをり、その傾向の大なるアルカリ金屬、その傾向の特に小さい貴金屬類のことはよく知つてをる筈であると思ひます。

又輕金屬は一般にその傾向が大で

重金屬 ことに比重の大なる貴金屬がこの傾向の小なること位は自ら理解してをる筈でありますからそこから入ります。

(i) 自然銅の標本は博物館などにもよく持合せあることと思ひます。

下圖は自然銅の特徴を示したものであります。

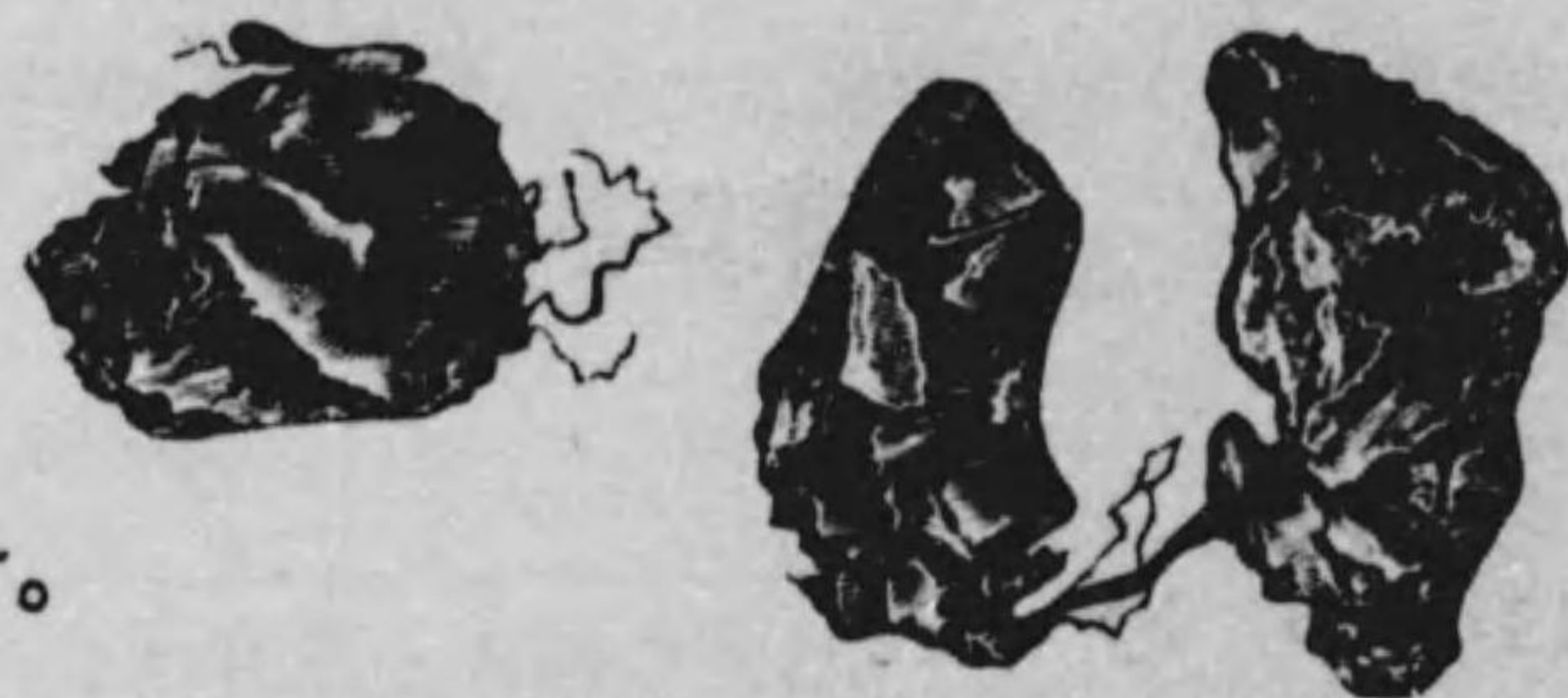


自然銅



自然銅

(ii) 自然銀。自然銀は稀に出る許りではありますが、その特徴は藤蔓状の支條が附着してゐることです。



自然銀

(iii) 自然金の産出は又非常に稀で、その形態も黄金色の板状、鱗状、粒状、樹枝状等種々雑多であります。多くは石英鑛脈中から出て來ます。

また金の微量は銀と共に黄銅鑛その他の鑛石中に共含されてゐることもあります。



自然金

河底の土砂より白金を採取する光景。

(iv) 白金は白金屬の諸金屬と混合して遊離狀で出て來ます。

(B) 原鑛。黄鐵鑛は鐵を含み、面倒な方法を敢てして、經濟的に引合はなくてもよい化學的方法によればそれから鐵を採取する事が出来る。然し之は鐵が採れるといふだけで、鑛業として生産的に成立しないものでありますから黄鐵鑛は鐵を含み、それから鐵が採れても今では鐵の原鑛とは言へません。

磁鐵鑛は之から生産的に引き合ふ様に鐵が採れますから之は鐵の原鑛であります。

白金の如きも1噸の産出鑛中に1瓦の白金を含まなければ生産的に採算が出來ないので、この含量が原鑛か否かの分岐點となります。

C) 冶金。以下本節の大部分が此の事を學習させるのであるから、その序幕的な事をこゝで知らせればよい譯であります。

即ち金屬は總て陽イオンとなるもので、それを原鑛より採取するには、之を遊離さす手段として廣い意味の還元を行ふ可きである點を強調します。

中には金、白金の如く夾雜物と分離すればよいものもあり、是等は例外として取扱へばよいと思ひます。



古代ギリシヤに於ける冶金の狀況。

頁 項

114 77 選鑛。

(I) 參考資料。

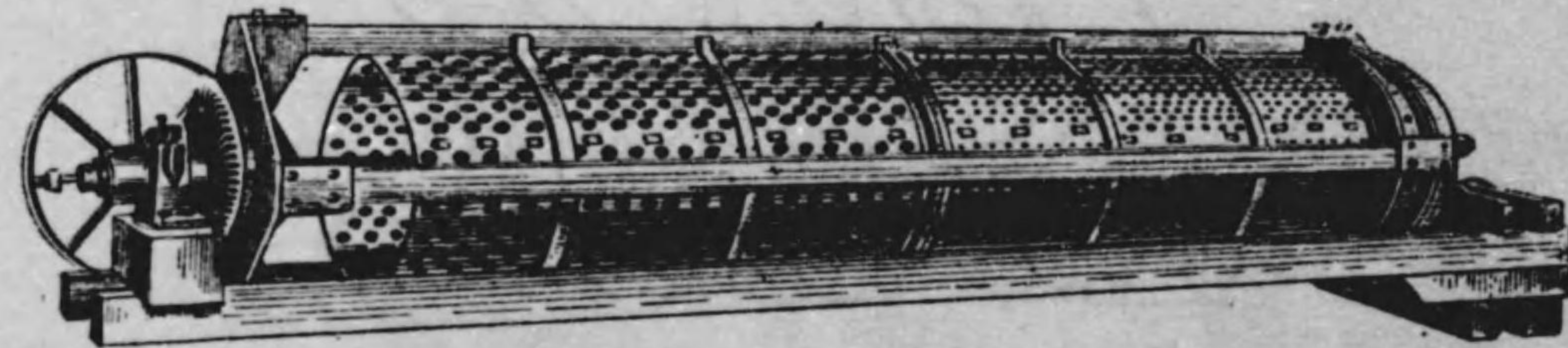
(A) 選鑛の意義。採取した鑛石を其の儘直接に製鍊するよりも、よく夾雜物や、岩石分を除去して金屬の含量を高める必要があります。之は乾式では燃料の經濟になり、濕式法では酸とか、アルカリとかの經濟にもなりますので、如述の經濟的に採算の立つ冶金の意義に照して必要であります。

(B) 選鑛の着手操作。選鑛に着手する先に必要なことは、その原鑛をよく破碎することで、或は人力により、或は機械力により、その原鑛の大きさ、硬さ等に應じて夫々妥當な碎鑛法(大きく混じたものは大きく碎き、小さく混じたものは小さく碎くこと)を用ひます。

青化法を適用する金鑛などは0.01耗位の大きさをも基準として粒に粉碎してをります。

この様な小さいものにする場合ばかりでなく混合状態により大きい粒ですます場合も尠くありません。

しかし何れの場合でもその粒の大きさを揃へることを必要とし、その粒揃への操作を分粒といひます。之にも種々の方法があり、篩を用ひる固定篩法、振動篩法、廻轉篩法などによるものや、静水、流水などによる水中分粒法などがあります。



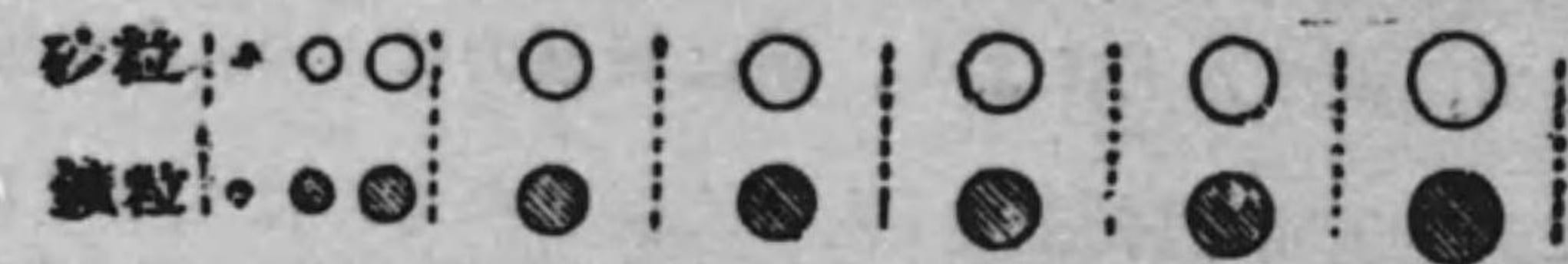
上圖は廻轉篩の一種で次第に目を細かくして六階段に分粒する仕掛けになつてをります。

水中分粒は次の原理を基準として行ひます。

小粒の水中落下の速度 v は $v = \sqrt{2gR \frac{d-d'}{d'}}$ で定まる。

こゝに g は重力の加速度、 R は粒の直径、 d は粒の比重、 d' は水の比重であります。

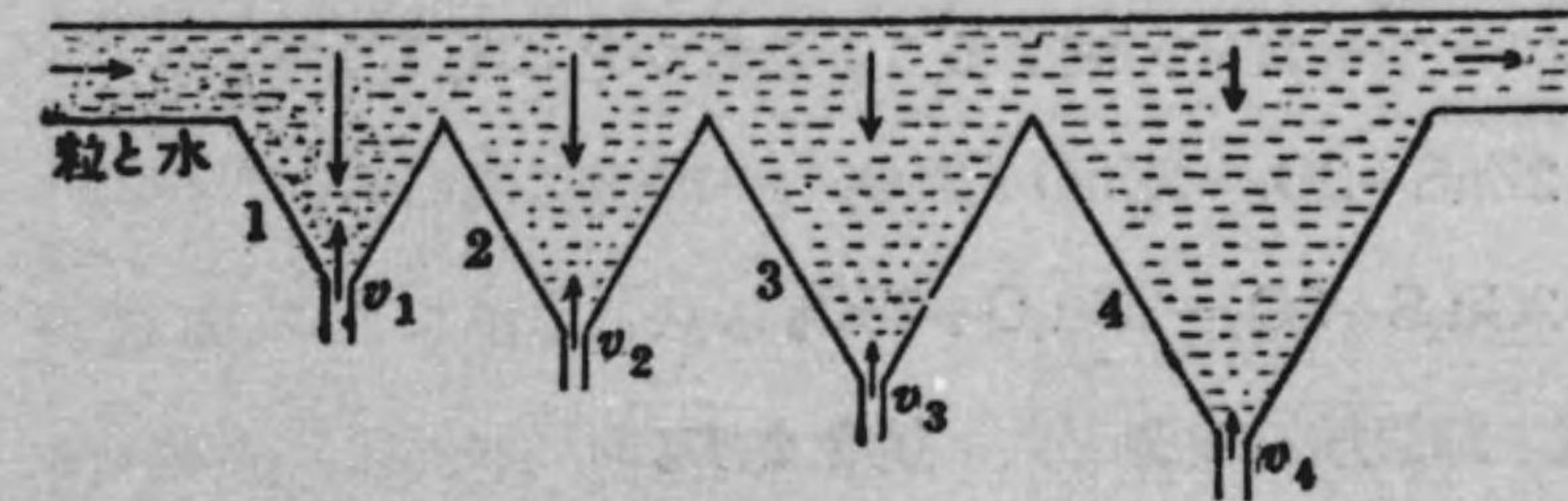
故に比重の大なるもの程、粒の直径の大なるもの程早やく落下することになる。



依つて上記の様な粒子を水中に落すと、鑛粒の比重は一般に岩石粒よりも

大であるので右圖の様な落下の状況を示します。

依つて混合粒を水と共に左から右に流しながら漏斗1, 2, 3, 4の底から水を v_1, v_2, v_3, v_4 の速度で上に昇らすと、漏斗1には v_1 よりも落下速度の大なるものが落ちて集り、漏斗2には v_2 よりも落下速度の大なるもののみが落ちて集る。以下同様、かくして分粒するのをポイントドボツクス式といひ、一種の流水分粒法であります。



(C) 選鑛の種類。

(i) 手選法 光澤、色等の外觀的性質に基づき手で選別する方法で、直径25耗以上のものにつき荒別します。

(ii) 重力選鑛 流水中で沈下速度の差により選鑛する方法でよく、方鉛鑛の選別に用ひられます。

(iii) 磁力選鑛 磁力を利用し磁性體と他とを選別する方法。

(鞍山製鐵所に行つてをる方法は教科書に圖示)

(iv) 浮游選鑛 粉碎した鑛末に水と油とを混じ、空氣を吹込みながら攪拌して原鑛末を氣泡に吸着させる方法で黄銅鑛の貧鑛によく適用されます。

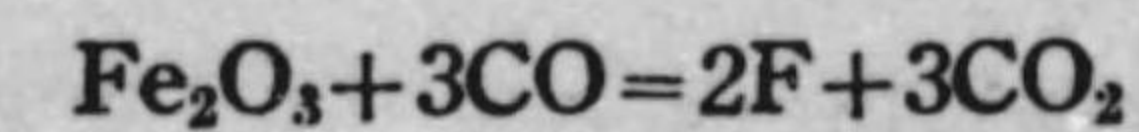
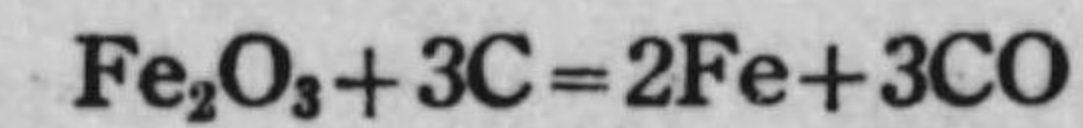
頁 項

115 78 焙 燒。

(I) 教授の要點。選鑛を物理的、機械的に原鑛の金屬含有率を高める手段としてはれるものとすれば、本項の焙燒は、化學的、火熱的に夾雜物を除去して金屬含有率を高める手段とせねばなりません。

その發熱を利用する。

又酸化金屬の還元は熱せられた炭素に依つて行はれる部分とあり、又その爲め生成する一酸化炭素の還元作用によることもあります。



その際熔融せられるものは鑛滓と生成金屬とで、それが比重の差に應じて上下の二層をなします。上になるものが鑛滓で、熔融金屬は下層に落ち、上層を鑛滓に覆はれて酸化を防止せられ又揮發を阻止せられます。

この滓鑛は又緩とも呼び、原鑛中の不純物、珪酸鹽などが、原鑛と同時に爐に入れられる石灰石(製鐵の時)、珪石質のもの(銅の時)などの熔融劑と熔融結合して生ずる珪酸化合物の混合體であります。

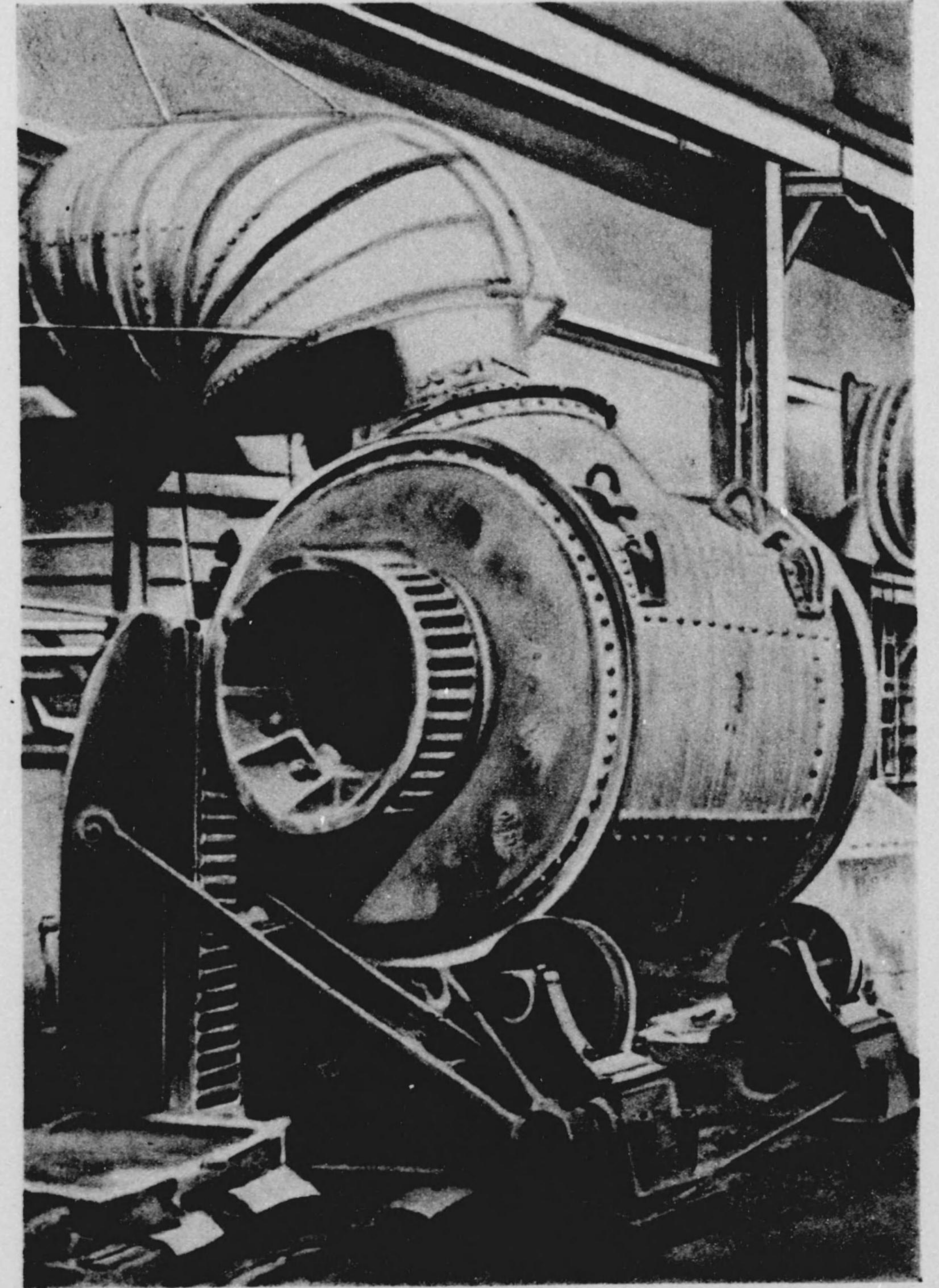
熔鑛製鍊の操業では原鑛に加へる熔融劑の分量が頗る大切なもので、この分量を誤ると爐内の作用に變調を起し、爐内に不熔融性の塊を生じて、それが爐中に停滯する所から、爐が漸次冷却してその作用をしなくなることがあります。之は人體の腹腔に於ける消化器の故障と同一で外から見えないのであるから大いに困らされます。

この様な現象を「爐が死んだ」と申しますが、かくなれば巨萬の損失を招くことになるのでありますから、操業者は絶えずこの診斷を怠つてはいけません。鑛滓は人の糞便の如く、この診斷に必要なもので、鑛滓の色、流動狀況等からそれが判定出来るのであります。

(C) 反應製鍊法。

之はやはり熔鑛製鍊法の一つで、原鑛の焙燒生成物、又は煨熔生成物と原鑛の殘部とを反應させて金屬を遊離化抽出する方法であります。之は又焙燒反應法とも呼ばれます。

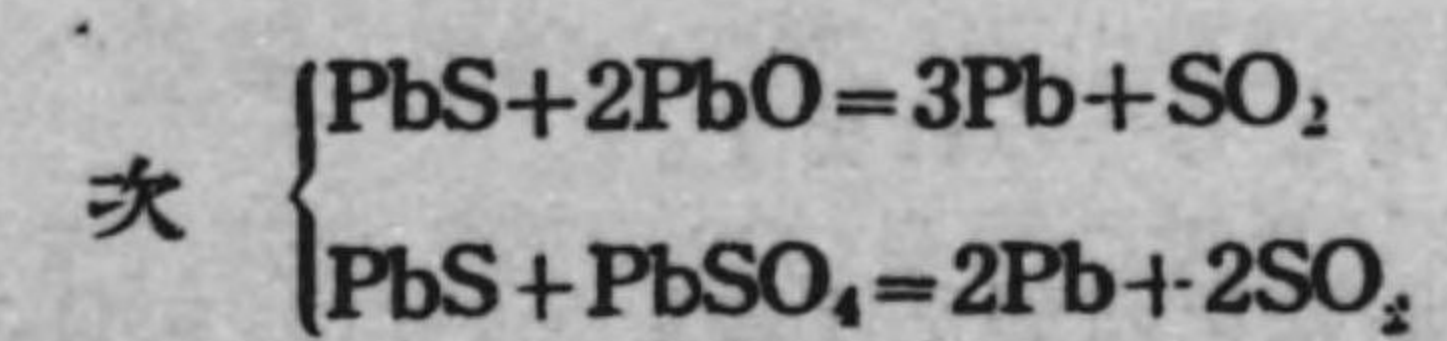
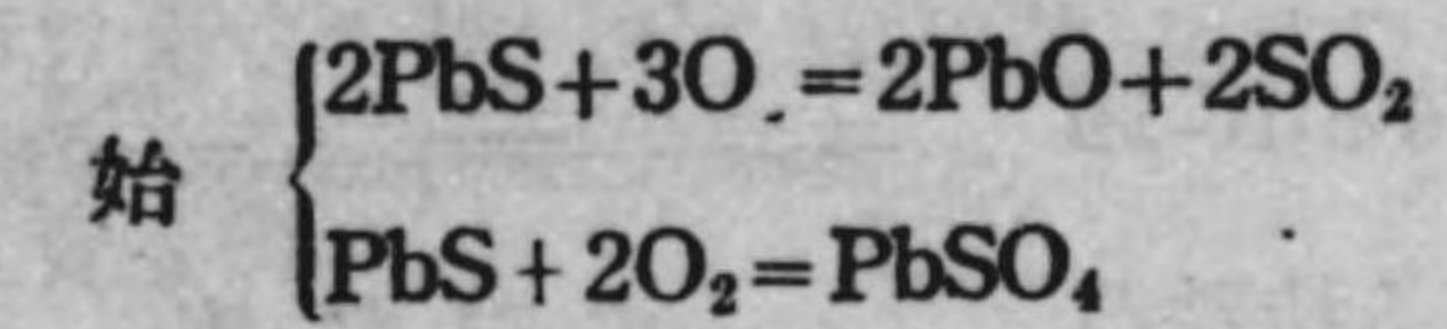
之などは例から入るのが最もよく、教科書はその方針に出てをります。



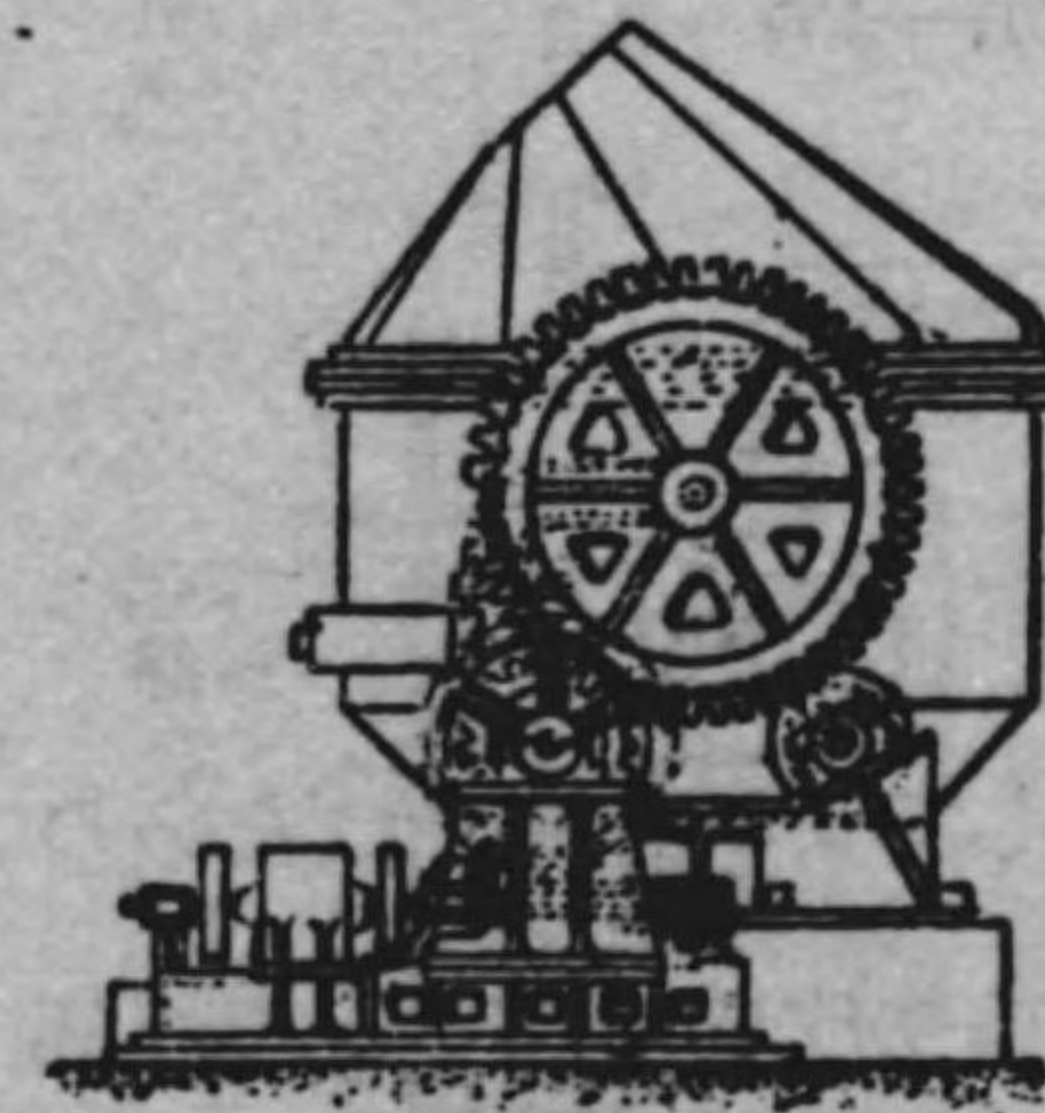
鋼精錬用コンバーター

例の中では鉛の精錬例が妥當でせう。

(例) 70%以上の鉛を含む方鉛礦に對しては、先づ餘り高くない温度(500°—600°C)で空気を送りながらそれを焼く方法を適用して酸化鉛(PbO)と硫酸鉛(PbSO₄)とを生成させ、次に少しく温度を高めて鑛石が熔解しない程度に加熱します。そうすると、原鑛即ち硫化鉛(PbS)は焙燒生成物である酸化鉛(PbO)並びに硫酸鉛(PbSO₄)と作用してSO₂を出し、鉛が遊離され熔けて流出します。



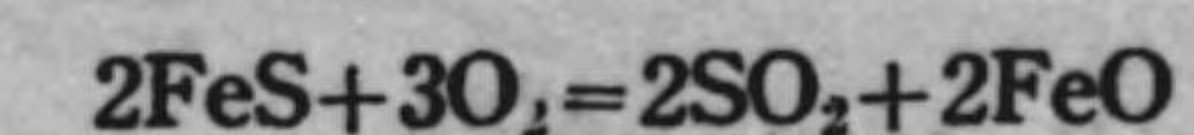
(例 2) 銅の製錬法の一つに轉爐製銅法といふのがあります。近年全世界の製銅法は之に傾いて來ました。



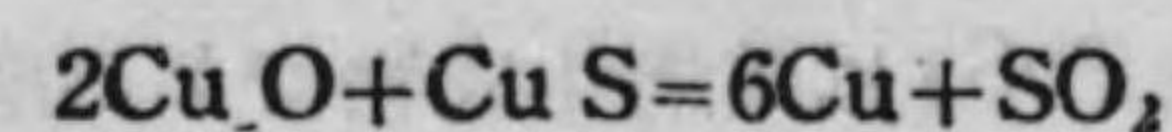
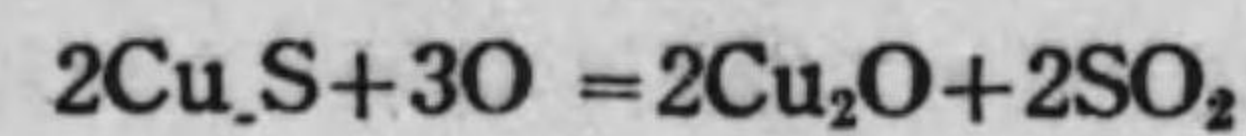
横型轉爐。

この轉爐には縦型のG.F.式と横型のバレル式とがあり四阪島、直島製錬所では内徑が3米もある縦型のG.F.式を用ひ、小坂、日立、足尾等では横型のバレル式を用ひてをります。是等では焙鑛爐で焼いて鍍(Cu₂S)にしたものをその儘轉爐に取り入れ、下方から空気を吹き込みながら製錬します。

その際鍍の中に混入して來てをる硫化鐵が燃えてその燃燒熱で内部での作用が進行する。即ち硫化鐵は酸化鐵となり珪酸と化合して滓をつくり、Cu₂Sのみが残る、之を第一期前吹きといひます。



次に空気を強く吹き込むと火焰が青白色から赤褐色、薔薇色に變じ、下式の様な反應で粗銅を生成します。之を第二期又は後吹きといひます。



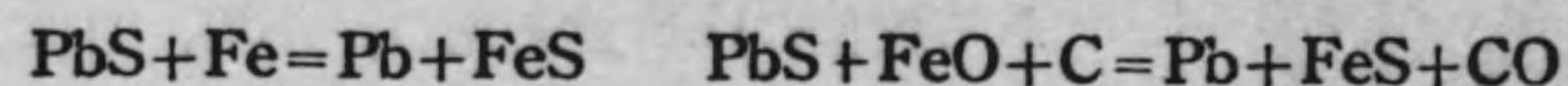
こ粗銅は 98.5—99.2%のものである。

(D) ゴールドシュミット法。之は一名テルミット法といひクロム、マンガンの製出に適用する冶金法で還元剤に金属を用ひる特殊の形式だからやはり例から入るのが至當と考へられます。

(例) 原礦がPbSを主成分とせる鉛礦を鐵屑又は鐵を含む材料と調合して熔鑪で製練すると、硫黄と金属との親和力の關係で、鐵と原礦中で鉛と化

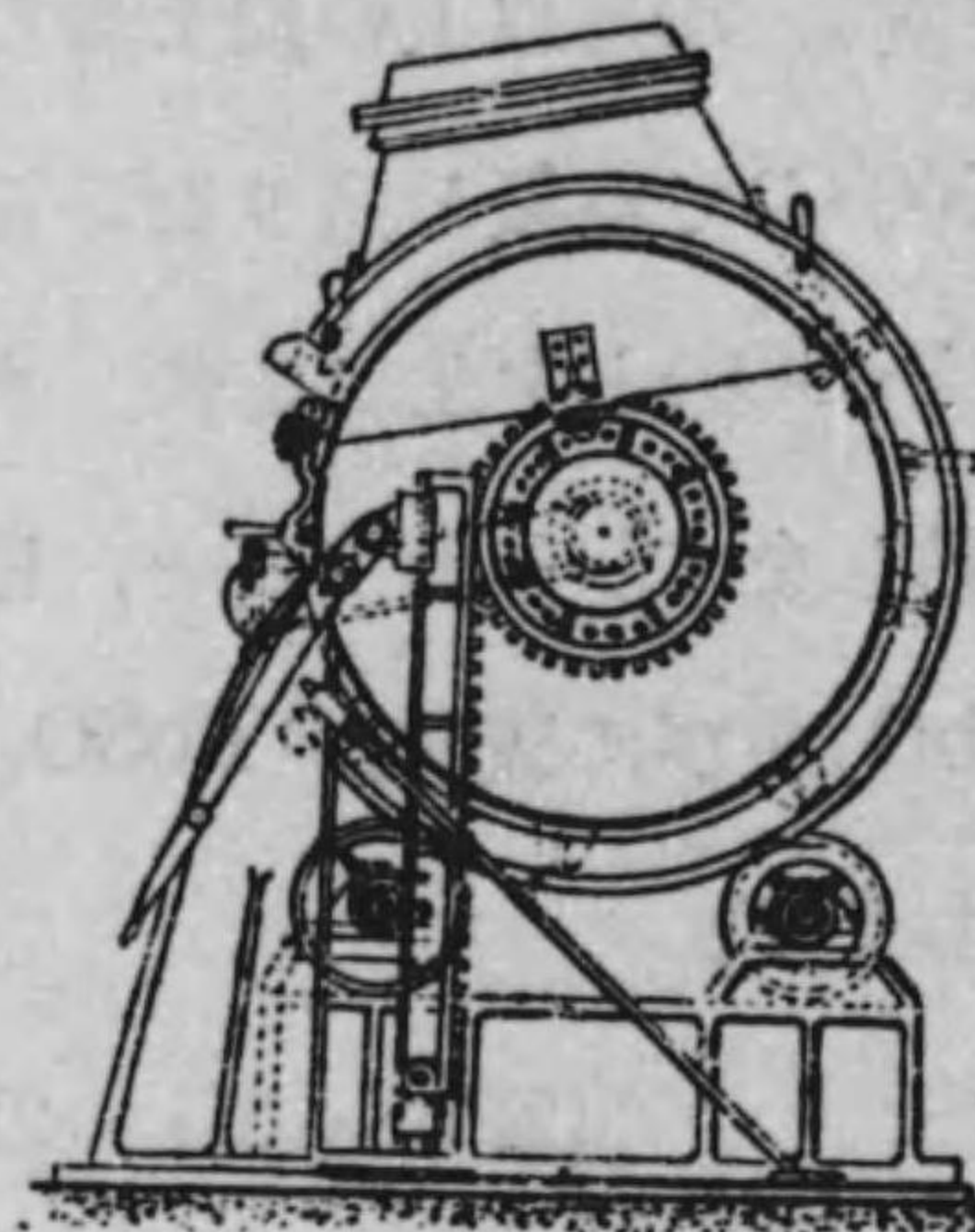
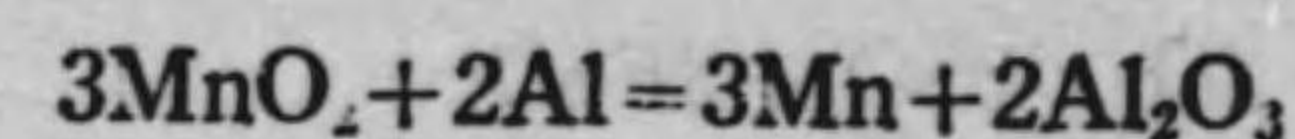
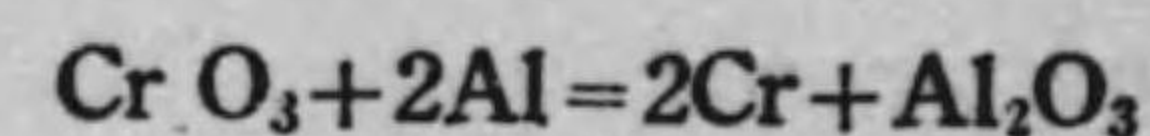
硫黄と金属との親和力	Cu—Ni—Fe—Zn—Pb—Ag
	強 弱

合してをる硫黄とがFeSとなり、鉛を遊離します。



此の方法は鉛のみを含む方鉛礦などに適用するとしてよい方法ではないのでありますが、銅をも含むものであれば銅鍍も同時に生成させ得るので好都合であります。

(例) 之はその還元剤として用ひる金属をアルミニウムとしてクロム、マンガン等の氧化物原礦にも適用出来ます。テルミット法とか、ゴールドシュミット法といふのは此の場合を指すのであります。



縦型轉爐。

118 80 蒸溜製鍊法。

(I) 参考資料。

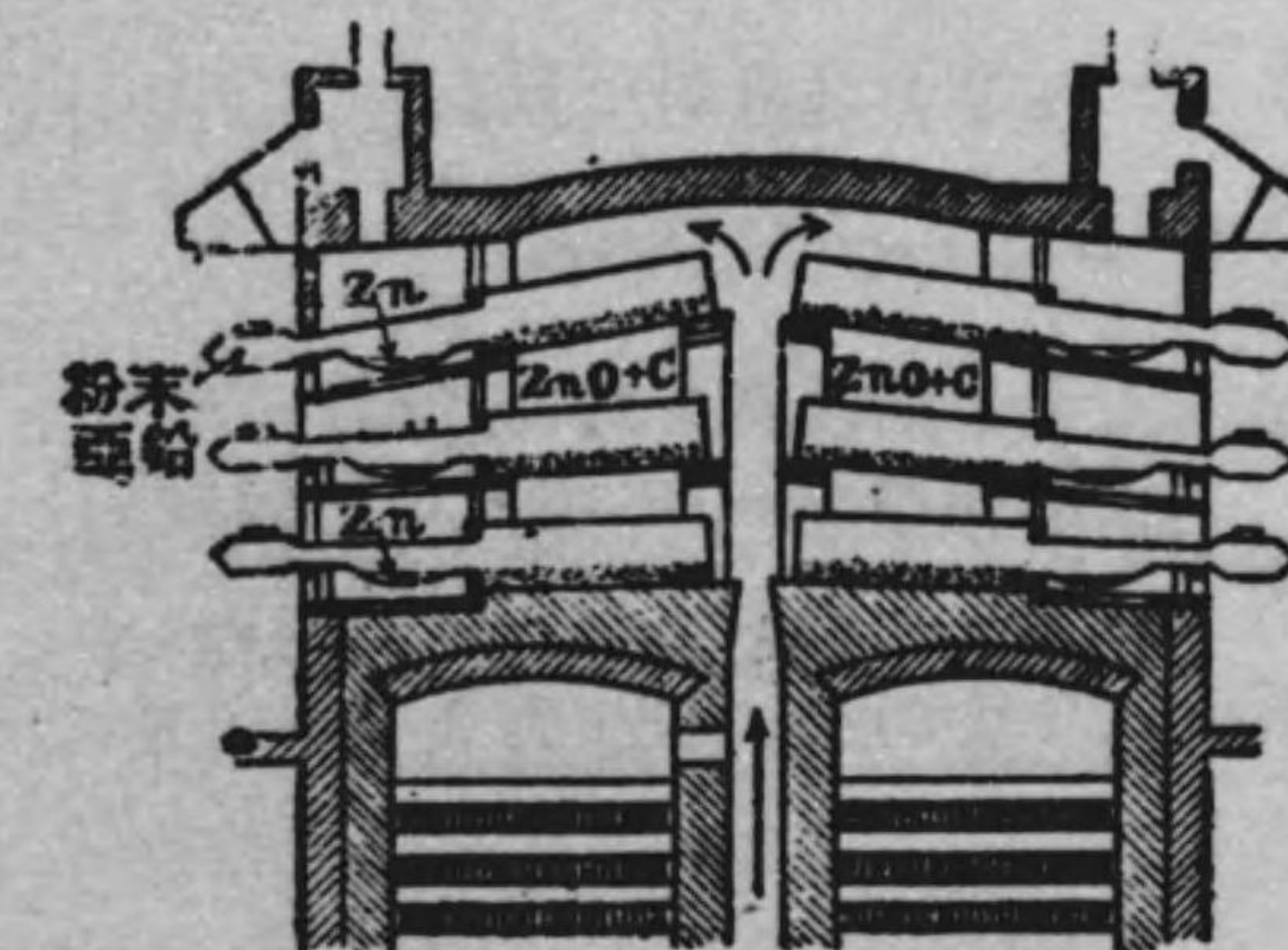
(A) 蒸溜製鍊法の原理。金属の中には亜鉛、水銀、カドミウムなどの如く、難溶性金属の融解点以下の温度でよく氣化するものがあります。是等の金属に対しては製練の際之を還元剤と共にレトルト中で熱して金属を遊離せしめると同時に之を蒸氣として原料や生成物中の夾雜物と分離することが最易、最良の方法であり、又之が蒸溜製鍊法の要點でもあります。

(B) 實際例。

i) 亜鉛。亜鉛の原礦、硫化亜鉛礦を十分に焙焼して酸化亜鉛とし、それにその40%乃至60%の良質の無煙炭末粉を十分に混和させてレトルトに入れ1400°C内外の高温で熱する様にして之を行ひます。そうするとZnOは炭素の爲に還元せられて、蒸氣の状態でレトルトから出てくるので、之

をレトルトの外方に取付けた凝縮器に導き冷却して液状の亜鉛たらしめます。

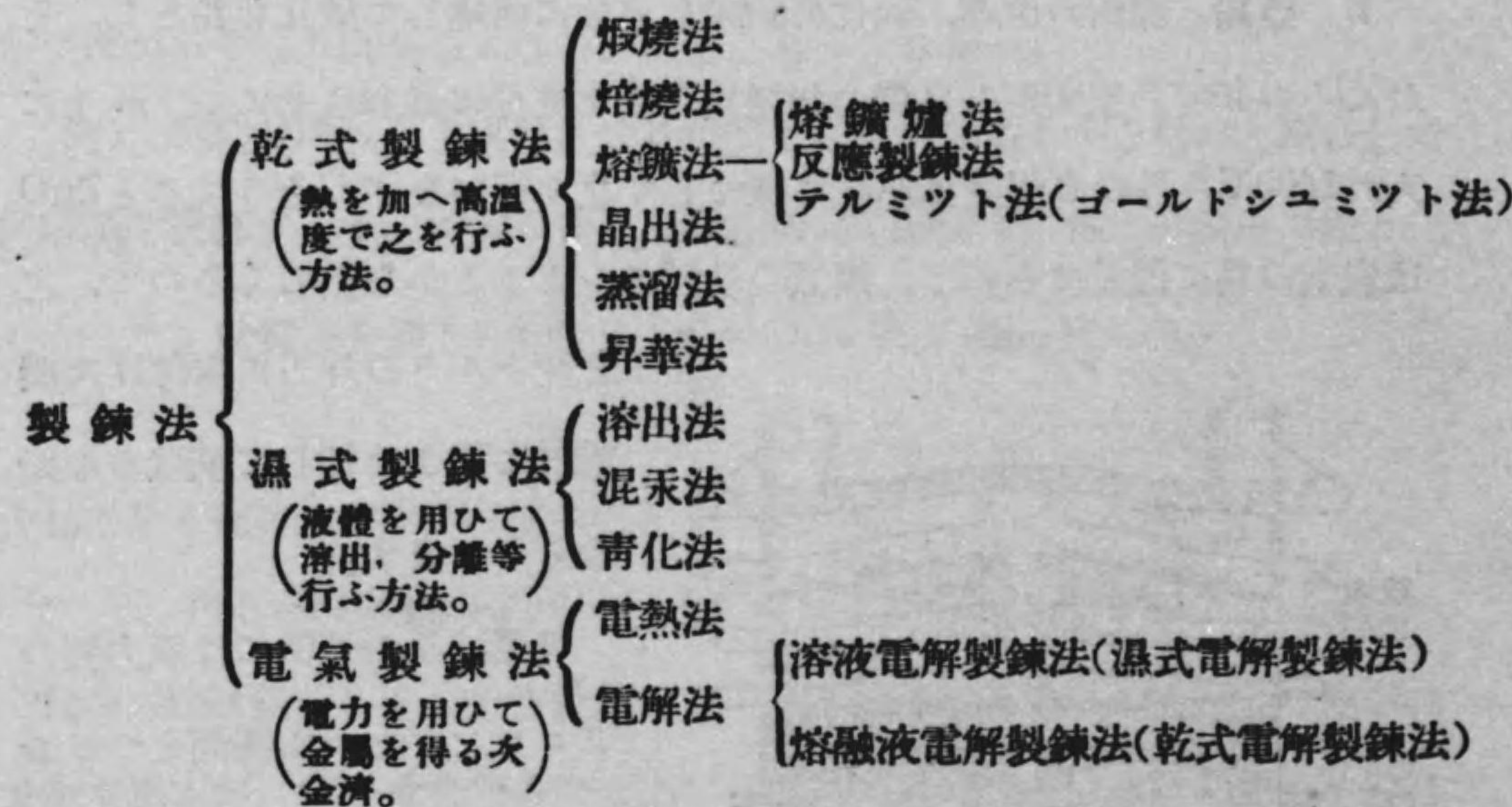
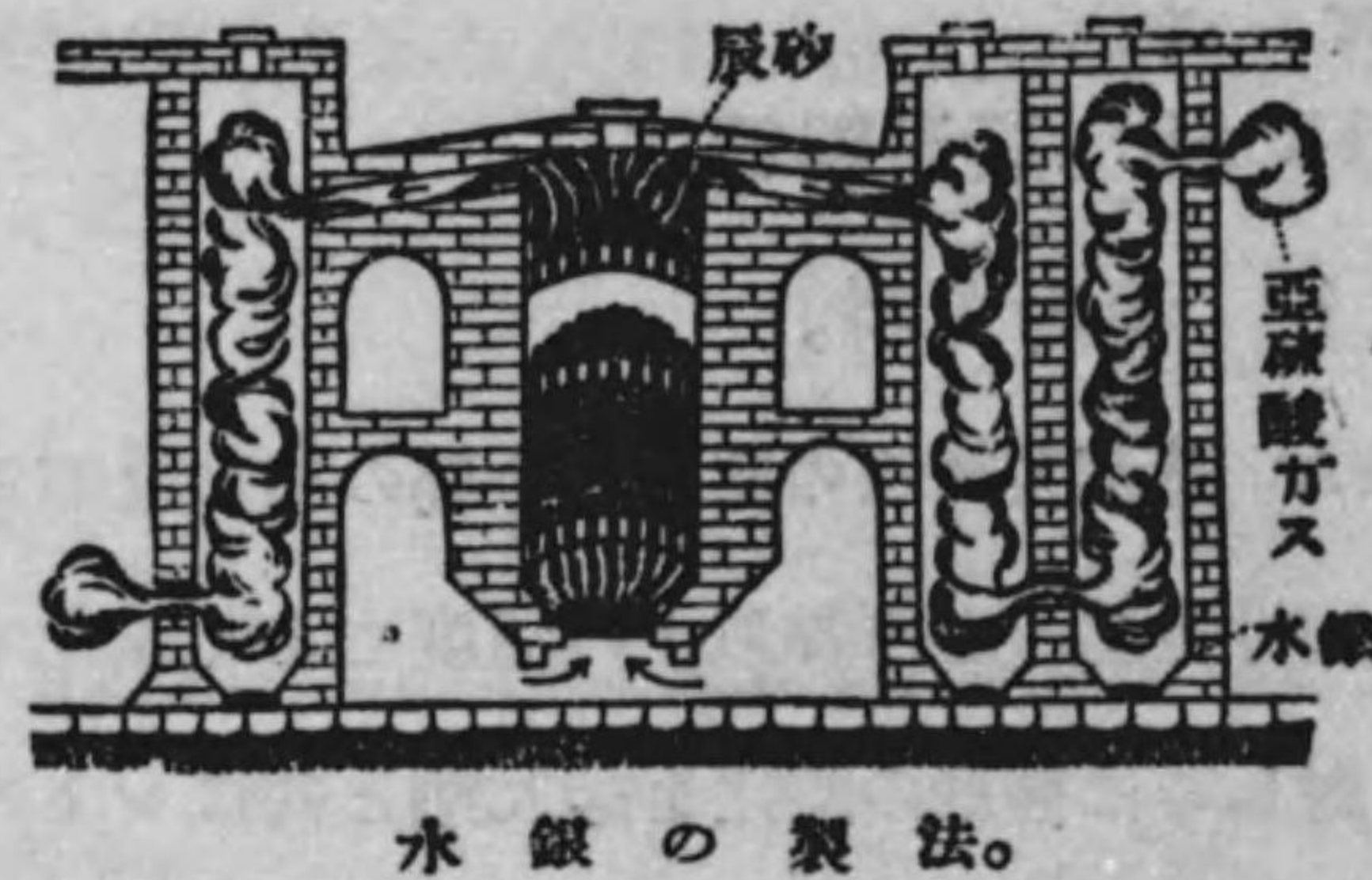
又凝縮器の外側には鉞力製のプロングといふ圓筒をつけおきそこで亜鉛の蒸氣を凝固させると粉末状の亜鉛が得られます。



このプロングにはその先端に孔があつてレトルトから出てCOガスを完全に燃焼せしめる様にしてをる。之は製鍊所の保健上大切なことであります。



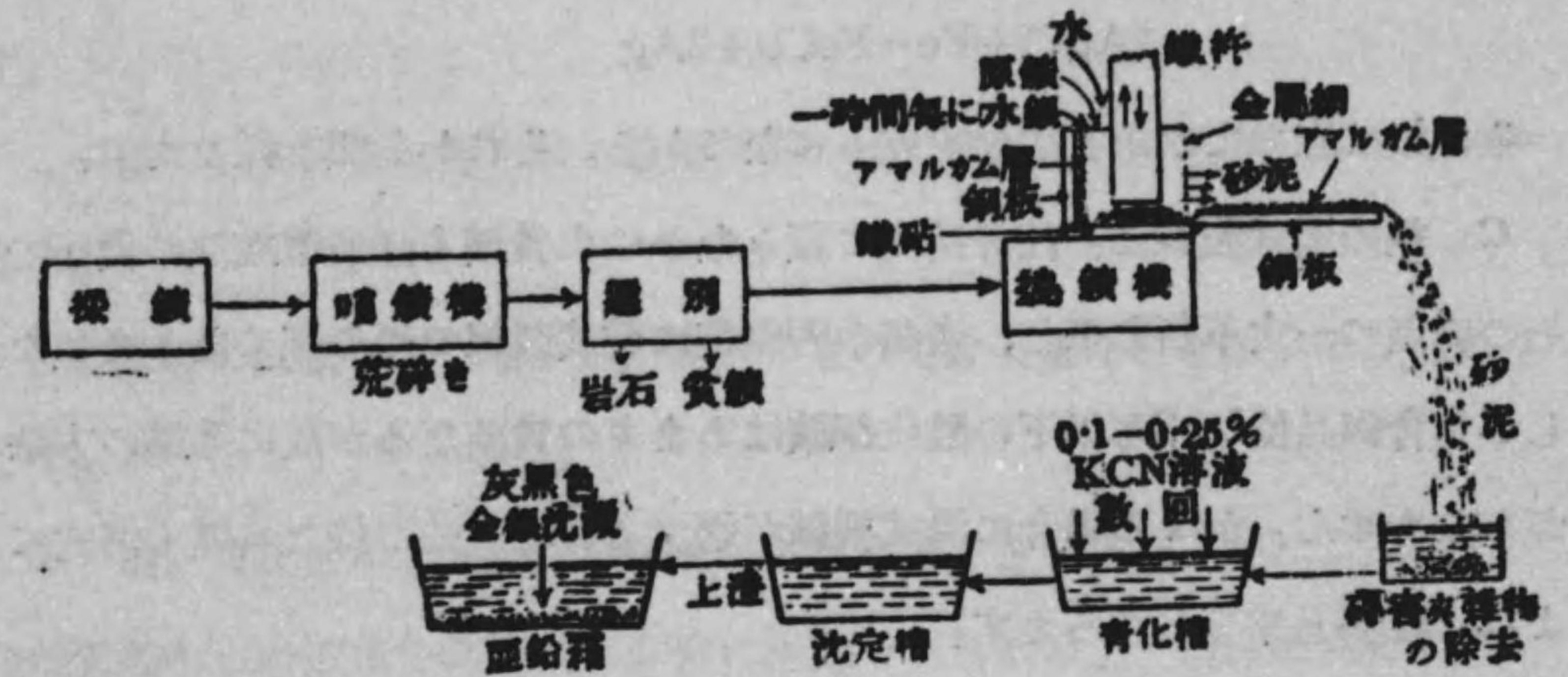
(ii) 銀。水銀の主なる原銀は辰砂HgSで之を圖の如き直立爐に2%の木炭と共にに入れて爐底から空氣を吹き込んで之を燃焼加熱し硫化水銀を酸化して亞硫酸ガスと水銀蒸氣とにする。同時に是等を數個の冷却室に導くとそこで水銀のみが凝縮して低所に集るから、亞硫酸ガスを室外に出す様にすれば兩者が分ち得られます。



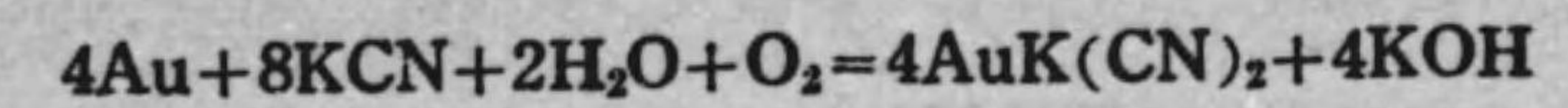
頁 項
118 81 濕式製鍊法。

(I) 參考資料。

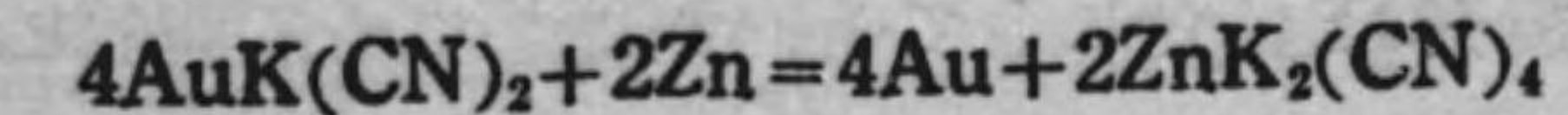
(A) 混汞法と青化法。現今金山の多くは混汞製鍊と青化製鍊とを相連続せしめて行ふ様にし、先に混汞法で粗粒の金、比較的に大きい粒金を採り、後に残留する微細な金をば青化法で充分に抽出する操業振をなしてをります。青化層内に於ける反應は青化カリ液を加へて暫時放置充分に溶解させるこ



とが必要で、それを濾出すれば又青化カリ液を加へて同様に繰返し、普通4-5日の後残留砂泥を排棄します。



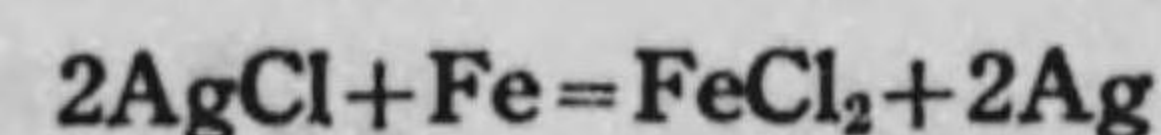
又亞鉛箱に於ては亞鉛板、亞鉛屑、亞鉛粉末などをも用ひますが、亞鉛を醋酸鉛の溶液中に浸し、その表面に鉛を附着させたものが最も卓効を奏しますので近來その様な方法をとります。之は亞鉛に限らずアルミニウム屑を代用してもよい結果が得られます。



(備考) 最近には世界各國とも混汞法を省略し、總泥青化法と名づけて微粉碎した原銀に青化法のみを適用する傾向になつて來ました。諸外國の大規模の金山は多くは此の方法により、我國でも薩摩申木野金山その他で之を開始してをります。

(B) 銀の濕式製鍊。銀の濕式製鍊には混汞法あり、青化法あり、その又混汞法が數式に分岐してをる次第で、頗る多岐に亘つてをります。

銀鑛の多くは硫化銀 Ag₂S を主成分とするので、之を粉碎して適量の食鹽を混じり爐中で通氣加熱すると、所謂鹽化焙燒法が行はれて鹽化銀が出來ます。之から銀を採るのに濕式法が用ひられる譯で、この鹽化銀に水、水銀、鐵又は銅を混じて樽又は鍋の中で攪拌してをると次の反應で銀が析出する。



その銀は直ちに水銀とアマルガムになるから、それから銀を採ります。

(C) 銅の濕式製鍊法。往昔捨てて顧みなかつた貧鑛も浮游選鍊法の發達でその處理に一大革新を來し、産銅の90%迄は乾式製鍊で得る様になりました。しかし含銅品位1—2%以下の酸化銅鑛はあまりの貧鑛なるが故に選鍊の方法がありません。かゝる場合に濕式製鍊が適するので、此の様な貧鑛も濕式によれば經濟上採算が立ちます。

又2%以下の含銅硫化鐵鑛、硫酸製造に硫黄を利用したその燒滓などからも此の濕式法で有利に銅が採れます。

以上の如き材料貧鑛をば粉碎して硫酸及び硫酸第二鐵溶液中に數日間浸しておく、その内の銅分は硫酸銅となつて溶け出します。

依つてそれに鐵屑を投じますと銅は鐵とイオンを交換して遊離析出します。

頁 項

119 82 電解製鍊法。

(I) 溶液電解製鍊法。金にしても、銅にしても、亞鉛にしても、銀にしても、その鹽類の溶液を電解液とし、陽極に粗製金屬又は夾雜物、不純物等を含む金屬をつけて電氣分解を行ふと殆んど100%に近い純金屬を陰極に析出します。

純金屬はその電氣傳導度がよい爲に導線用に適し又藥莢の如き特別な用途の上に適するので化學工業上に於てもその優越性が認められて參りました。

(A) 銀。粗銀中金含量の少いものの精鍊には電解法が次第に廣く用ひられ出しました。電解質は硝酸銀溶液とし、之に1%以下の硝酸を加へて酸性にし2—4ボルトで行ひます。

その際金は溶けずに陽極滓として沈澱しますし、不純物として銅や鉛や蒼鉛があれば銀と共に溶けるだけは溶けますが、溶けただけで液中に滯留しま

す。

この様にして陰極に得られる銀は99.95—99.98%といふ程度のものであります。

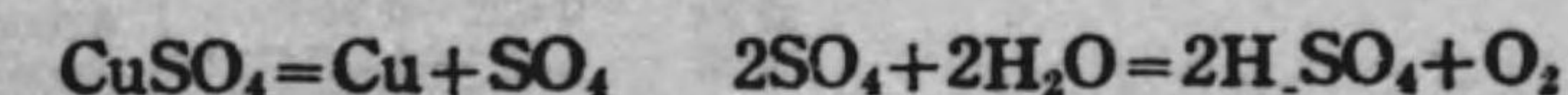
この陰極には銀を用ひますが、異式のものでは石墨などを用ひるの也有ります。

(B) 金。青化法により得た金溶液からも電解で金が採れるが、この液中の金は貧鑛からの溶出である爲に非常に稀薄である關係上、電流密度を小さくしないと緻密に電着しません。多くはその陽極に鐵板、陰極に鉛を用ひ、1.75—2.00Vの電壓をかけて行ひます。かくすると電解ではあるが一次的の製鍊である爲に品位90%の金しか得られず、多少の銀や鉛を不純物として含んでをります。

不純な金を精製するにも電解精鍊が用ひられます。不純物を含む金を陽極に用ひ、温い強鹽酸性の鹽化金溶液内で電流を流すと錯鹽 AuCl_4H となつて金が非常に良く溶け込みます。この鹽酸は種々の働を致しますが、錯鹽の生成を助長し、金溶壓を高めるのが重要な役目であります。

その際不純な金陽極に含まれてをる銀と鉛とは鹽素と作用し AgCl , PbCl_2 となり不溶性で沈澱しますし、亞鉛や銅、白金、パラヂウム、は金と共に溶けて溶液中に止り、イリヂウム、オスミウムは溶けなくて陽極滓となります。それで陰極には100%の純金が得られます。

(C) 濕式製鍊で得た硫酸銅溶液。に電解を適用すると容易に銅が得られる許りでなく、殘液が順次に稀硫酸になるので、それを繰返し銅の浸出に利用出来ます。



大正9年南米刊のシユキカタマ鑛山では銅の貧鑛に此の方法を適用して1箇年に500噸の銅を得てをり、次第に之を擴張して今では年産80000噸を得る

様になりました。

又オハイオ製銅会社では未採掘の硫化鉄床の風化物を利用して年額5000噸を得てをるとの事であります。

(D) 電気精銅。では硫酸銅の温浴を電解液とし、直流を用ひて粗銅陽極板の銅分を陰極に電着せしめます。

金属の溶壓順位		金属の電着順位	
高 ←	→ 低	低 ←	→ 高
Mn, Zn, Cd, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, Bi, Sb, H, Cu, Hg, Ag, Au			

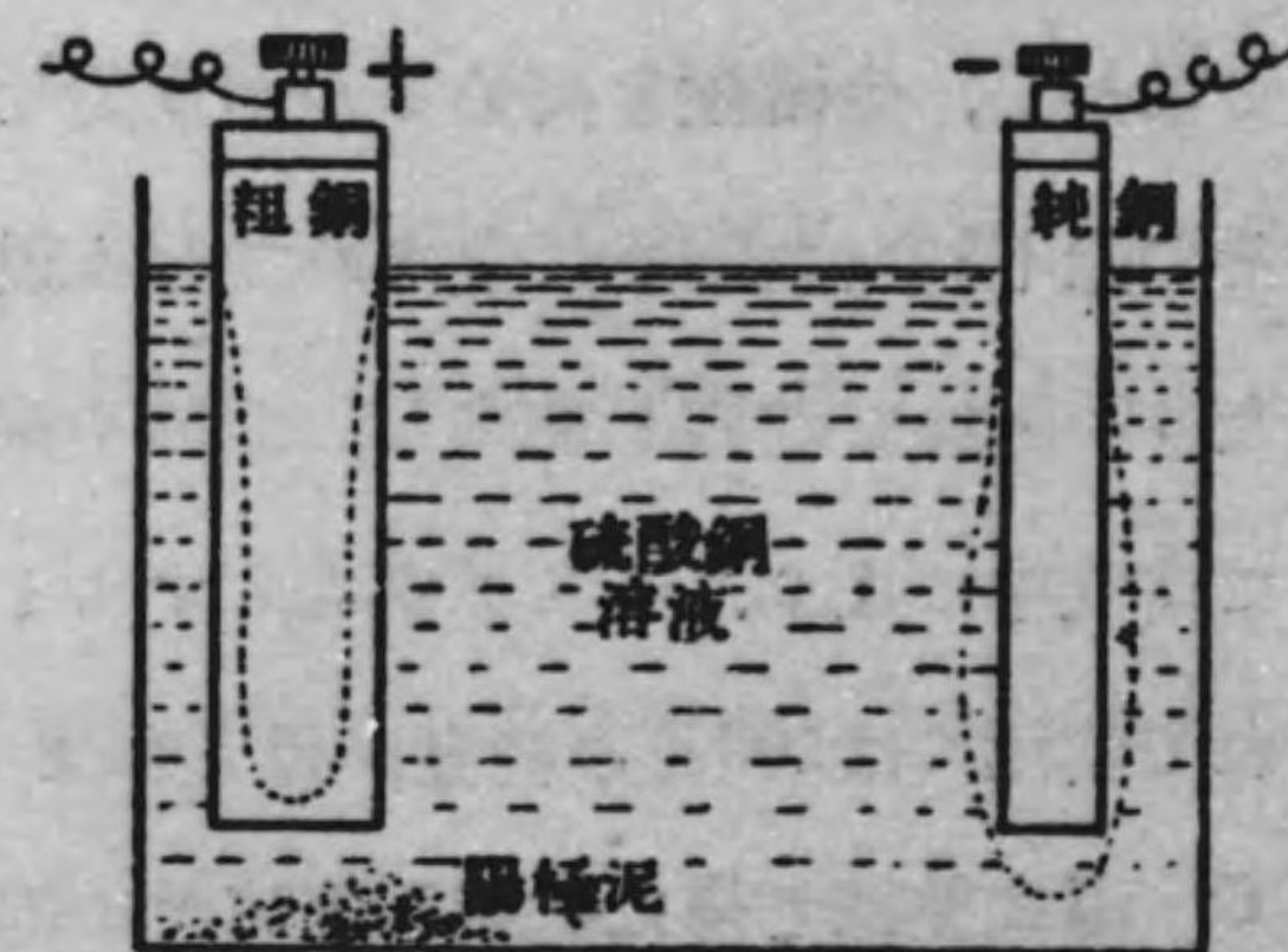
その際溶壓順位が銅より左にある金属不純物が陽極粗銅中にあれば、溶け込むのであるが、実際に粗銅中にあるPb, Sb, Sn, Biは溶けると共に不溶性の化合物となつてしまひます。Niの一部, Fe, Znは溶解するけれども電着順位の関係で陽極にはつきません。

又溶壓順位の銅よりも低いAu, Ag, Ptは溶け込み得ないで離れ落ちで陽極滓となります。

教科書には右圖の様な電気精銅の効果を示す圖を入れてをります。が之は大いに利用されたいものと思ひます。

電解溶液が薄いとAsが陰極に電着する恐れがありますので、1立中に25瓦の銅をイオンとして含ます必要があります。

又之が15瓦以下にでもなると水素イオンが陰極に着して徒らに電流を消費します。



粗銅(陽極)		純銅(陰極)	
銅	99.8 — 99.3	99.95	銅
銀	0.05 — 0.3	0.003	銀
金	0.0007 — 0.02	0	金
鉛	0.01 — 0.40	5	鉛
蒼鉛	0.022 — 0.09	0.0004	蒼鉛
砒素	0.02 — 0.50	0.0016	砒素
アンチモン	0.007 — 0.40	0.0015	アンチモン
錳	微量 — 0.10	0.0008	錳
ニッケル	0.002 — 0.10	0.0006	ニッケル
其他	0.18 — 0.40	0.0411	其他

日本ではこの電気精銅で多量の金銀を得てをります。それは粗銅を製錬する際、豫め金銀の貧鑛を融劑として加へる爲であるが、一般に銅の原鑛には多少之を含まぬものはありません。その金銀が陽極滓として沈下し、それから採取せられます。

(E) 電解による純鐵の製出。純鐵は導磁率が高い長所があるので、變壓器のコア、感應コイルの軟鐵心として最もよく、その他汽罐用管として適するので最近に之を電解で工業的に製する様になりました。

電解液としては硫酸第一鐵とか、鹽化第二鐵とかの溶液が用ひられ、それに鹽化アンモンの様な鹽類や酸が若干加へられます。

(例) 1立中にFe40瓦を含む様にFeSO₄を溶解させ、それに40瓦の鹽化アンモン又は蓆酸アンモンを加へて電解液とし、粗鐵を陽極として電解を行います。(パーゲス法)

我が理研では硫酸アンモンを以上の鹽化アンモンに代用して好成績をあげてをるとの事であります。

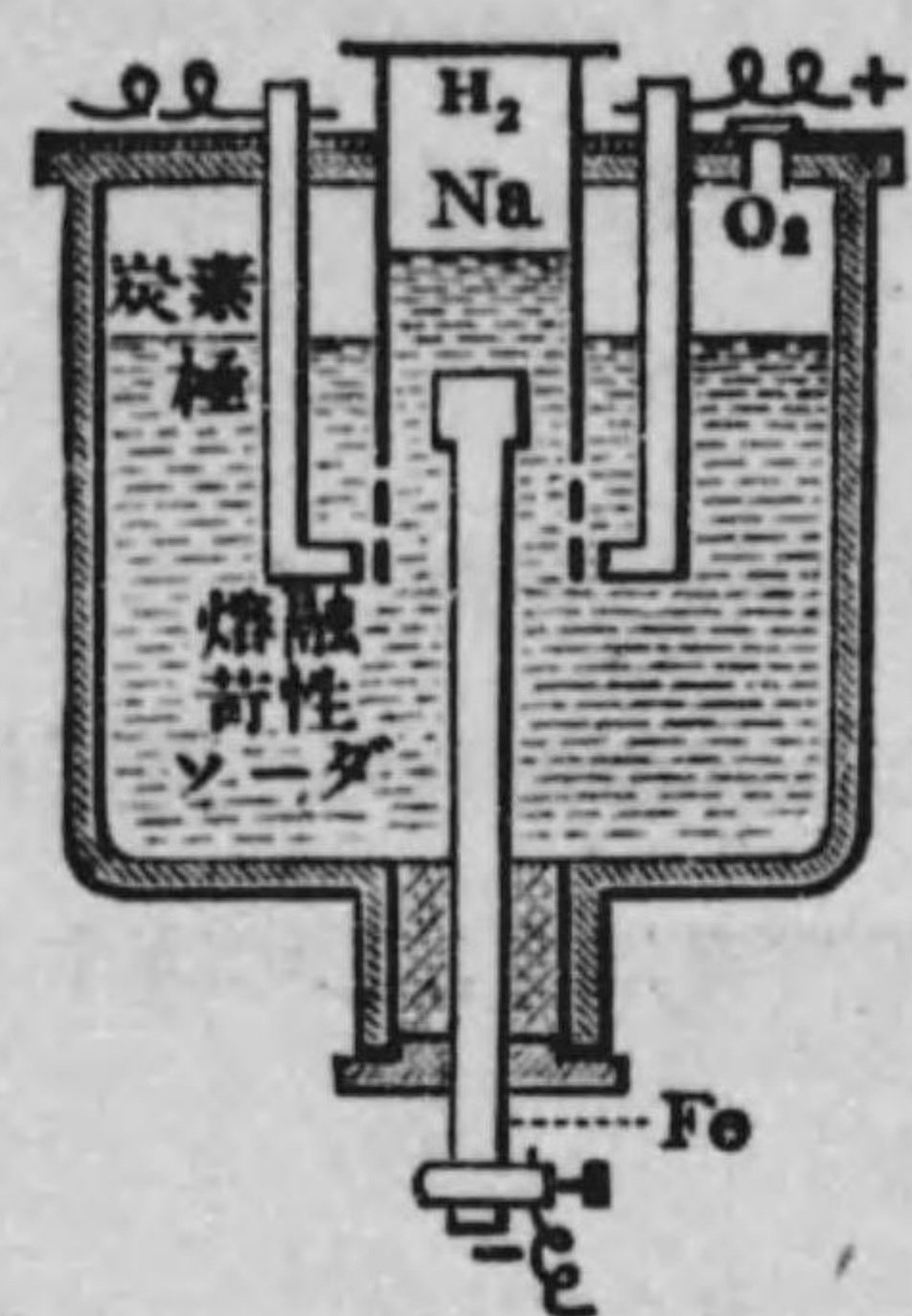
(F) 純亞鉛の電解精鍊。亞鉛は銅と合して眞鍮にするのに多く用ひられるが、藥莢用の眞鍮筒などは純亞鉛を原料として製した眞鍮を必要とするのでこの製出も必要視されて來た。又乾電池用の亞鉛にも之が最も適する。

硫酸亞鉛の水溶液から亞鉛を電解で製すると水素が同時に電解されて亞鉛の質を海綿狀化する缺陷が伴ひます。しかしその電解液に膠の少量を加へるとこれがなくなり陰極上によく平滑につきます。

亞鉛電解の際にはよくその陰極板としてアルミニウムが用ひられます、之は電解後亞鉛との境界面から取り離し易いからであります。

(II) 熔融液電解製鍊法。

(A) ナトリウムの製法。ニツケル製の外圓筒中に熔融した苛性ソーダを入れ、その下栓の上には猶苛性ソーダの固塊が残る様にして、その上部左右に



炭素陽電極と、下栓と苛性ソーダの固塊とを貫いて高く上方の熔融部に迄挿入した鉄棒陰極とでその電解を行ふと、酸素は陽極に水素とナトリウムとが陰極に析出します。

かく苛性ソーダの熱熔物を電解してナトリウムを製出することは1807年英人 Davy の発明したものでありますが、左圖の装置は H. Y. Castner が1890年に試みた方法であります。

(B) 金属マグネシウムの製法。米國では菱苦土礦 $MgCO_3$ を多量に産出するので、それを焼いて MgO とした上で熱熔電解してマグネシウムを製します。

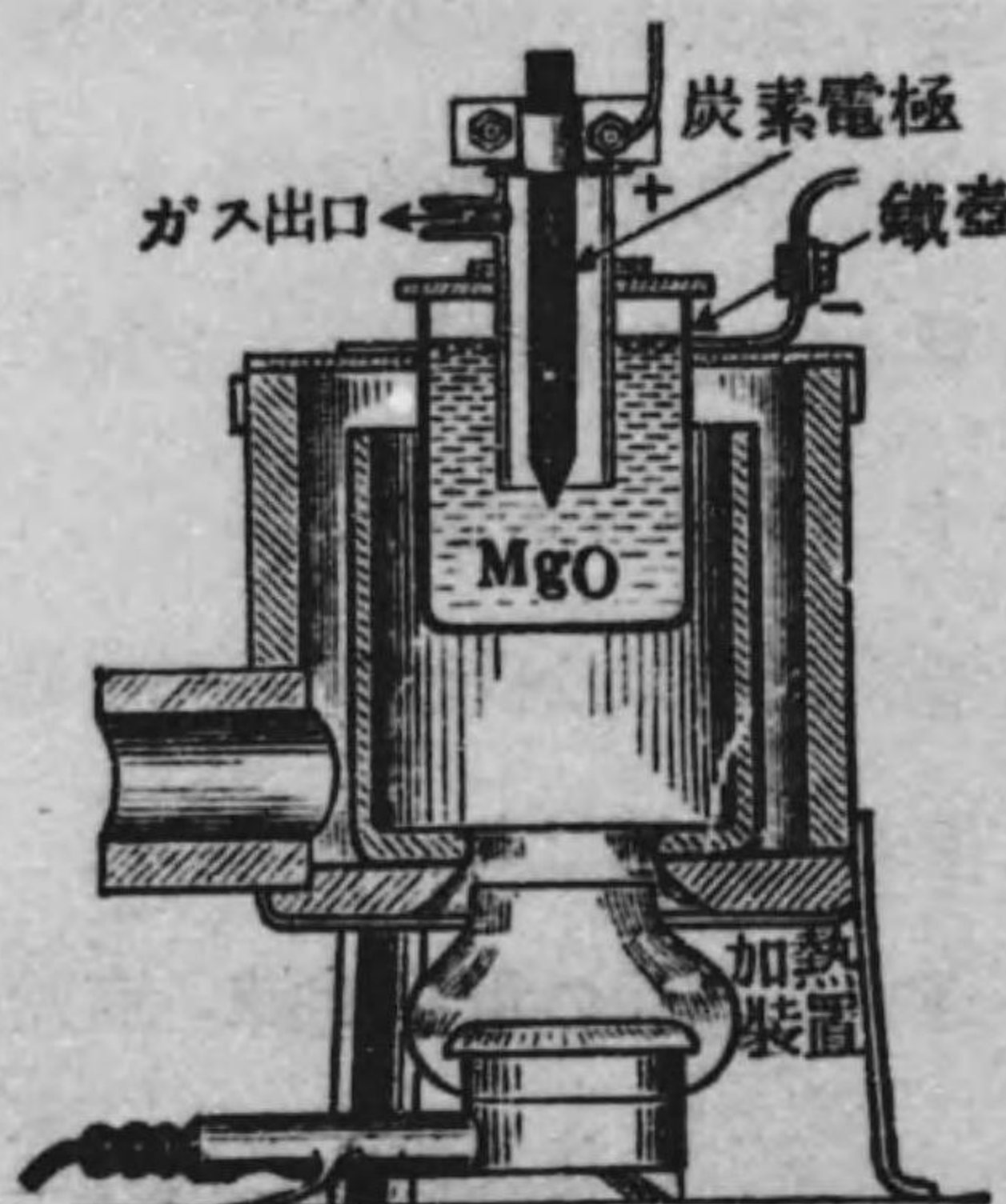
獨逸ではスタッズフルト岩鹽鑛床中のカーナリット鑛(砂金鹵石層)を無水物として熱熔(1850年ブンゼンの創始した方法)電解して之を製します。

カーナリットはその融點が低く電解に適してをりますがその産出が地方的に限られ、菱苦土鑛の様に廣く産出させん。

(C) アルミニウムの電解製鍊。アルミニウムの製鍊はその操業が二段になつてをります。

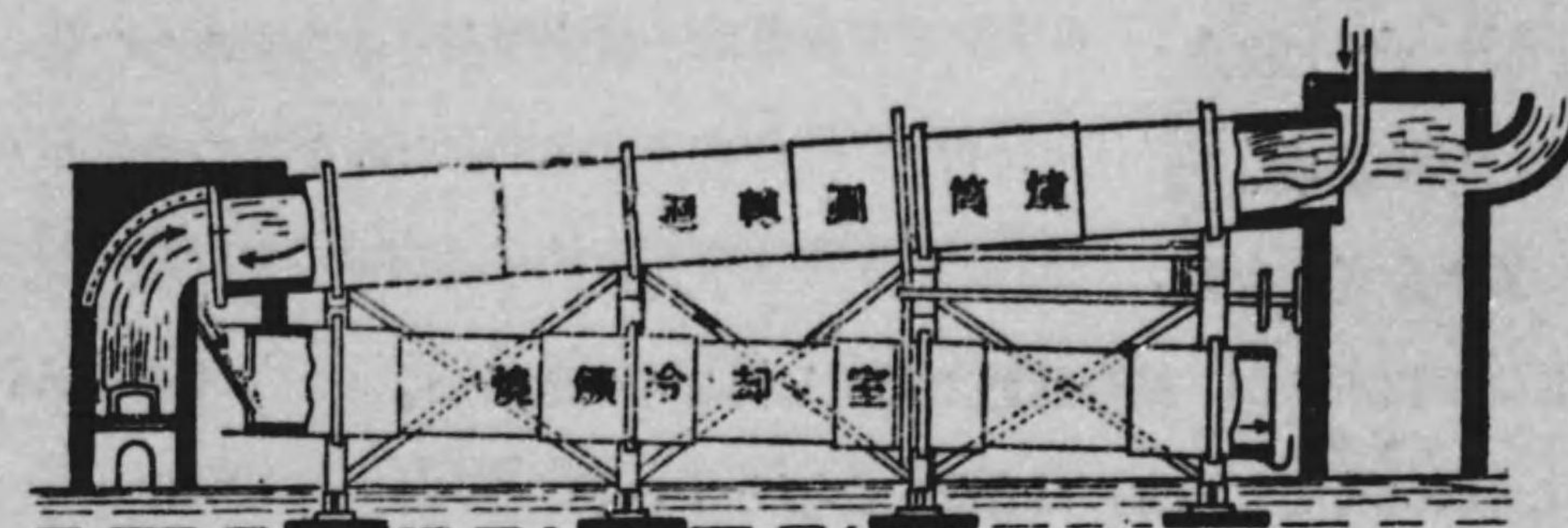
- (1) 鑛石より酸化アルミニウム(Al_2O_3)即ちアルミナの製造。
- (2) アルミナを電解して金属アルミニウムとすること。

その原鑛としては現在ではボーキサイト $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ を用ひますが、それを長大廻轉熔燒爐にかけてその水分を去り、アルミナとするのが第一段をな



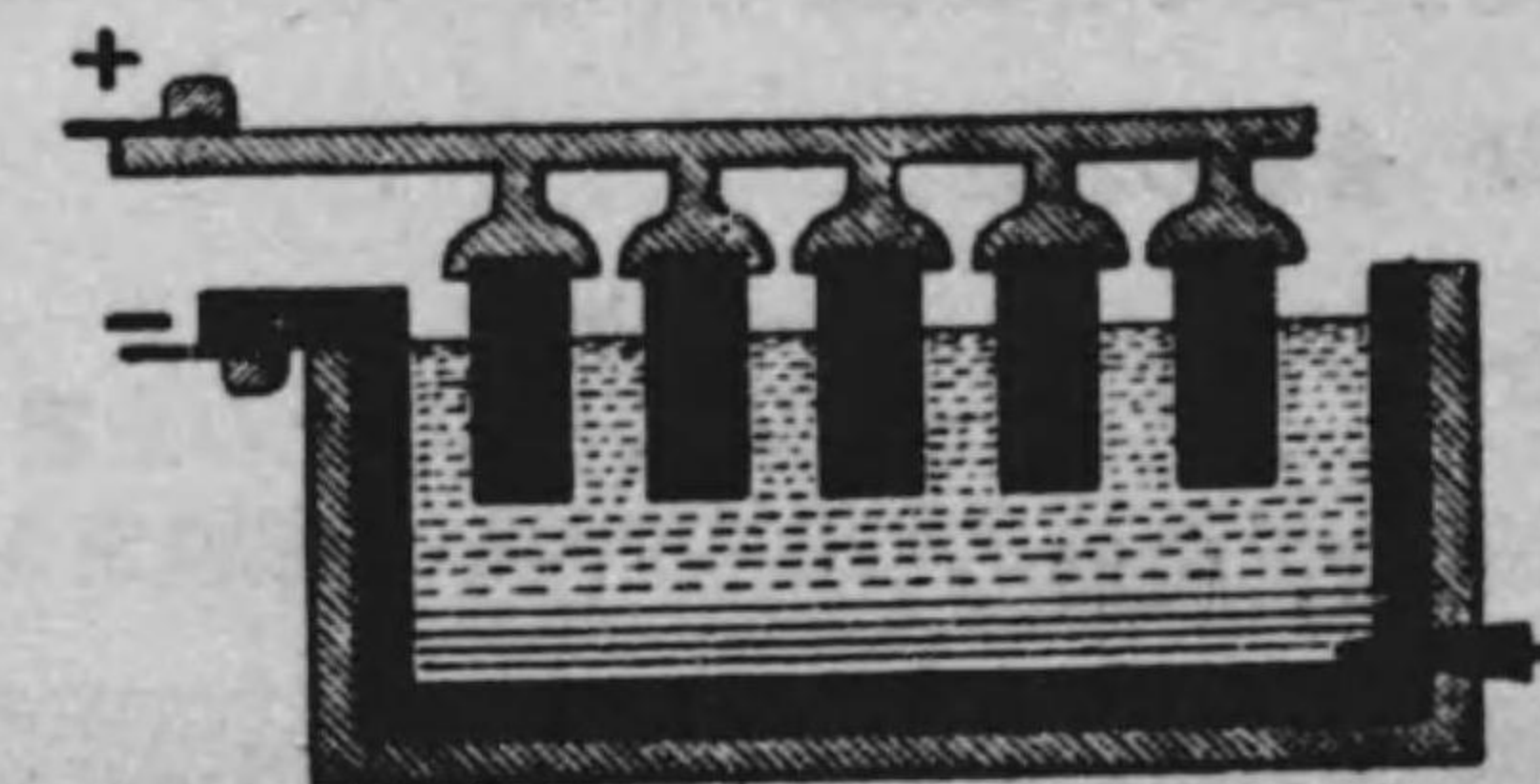
(米國に於けるマグネシウムの製鍊装置。)

してをります。



第二段ではかくして得たアルミナを下圖の如き電解爐に入れ、水晶石(アルミニウム化合物)、アルミニウム屑等と共に熱熔した上950 C内外で、7ボルトの電壓のもとに電解を行ひます。

上部から吊したものは皆炭素製の陽電極で、電解の結果そこに出る酸素は之と作用して CO_2 又は CO となる。又その爐底の全部が陰極になりますので、電解の結果そこに析出するアルミニウムは槽底に沈下するのであるが、此の沈下が遅れると酸化し易くて困る。槽底に集つたものは側方の孔から時々採り出されます。



この電氣爐の長さは普通3米内外、幅1.5米内外、深さ0.6米位の鐵箱で内面を石墨又は炭素で塗つて使用します。上から垂下する電極は數本乃至30數本もあります。

爐の温度は操業中 950 C 内外で絶えず爐の上部からアルミナを少しづつ追加して行ひます。

頁 項
123 83 合金。

(I) 教授要項。

(A) 實用金屬と合金。

金屬は多數あるが、純粹状態で實用し得るものが少い。

人生百般の需用を満すには合金を必要とする。

實用金屬の大部分は合金である。

大は奈良の大佛様より、小は書紙の頭迄。

合金は冷却法、加熱法、壓延、鍛錬等でその性質を色々に變じ得るから之を實用に適せしめることが出来る。

(B) 合金の組成。

合金の成分 { 一種の金屬
一種又はそれ以上の金屬又は非金屬 } 融合

組成, 組織

金屬を熔融状態で合すると水とアルコールとの様にどんな割合でも溶解するものもあるが、必ずしもそんなもの許りではなく、水と油との様に融合しないもの、水と食鹽との如く融合の割合に限度のあるものも多い。

固溶態 各一金屬の場合の如く均等に出来てをる合金。

(例, 銅貨は銅95, 錫4, 亞鉛1の固溶態)

組成は一定範圍に於て變化がある。

混晶状態 鋼の中にセメントタイトの析出せる様な状態。

化合物をつくる場合 $SbCu_2$ の様なもの

$ZnAg$ の赤色合金

(II) 参考資料。

(A) 鋼の中のセメントタイト。鋼の中には上述の様にセメントタイトの析出を見るものでありますが、この混晶は焼きを入れると、そのセメントタイトが溶

融して常溫で安全な固溶態をなす様になります。

(B) 合金による色彩の變化。金屬を合金にするとその色彩に著しい變化を起すものがあります。之は大部分化合物になる所に原因があると見られてをります。



鋼の金屬顯微鏡寫眞とセメントタイトの顯れ。

銀と亞鉛とを各原子量の割合に混じて熔融して $AgZn$ となし $300^{\circ}C$ で急冷すると赤色となります。

金78%, アルミニウム22%の合金は紫色, 白金75%, アルミニウム25%のものは黄色, 銅51%, アンチモン49%のものは黄青色になります。

頁 項

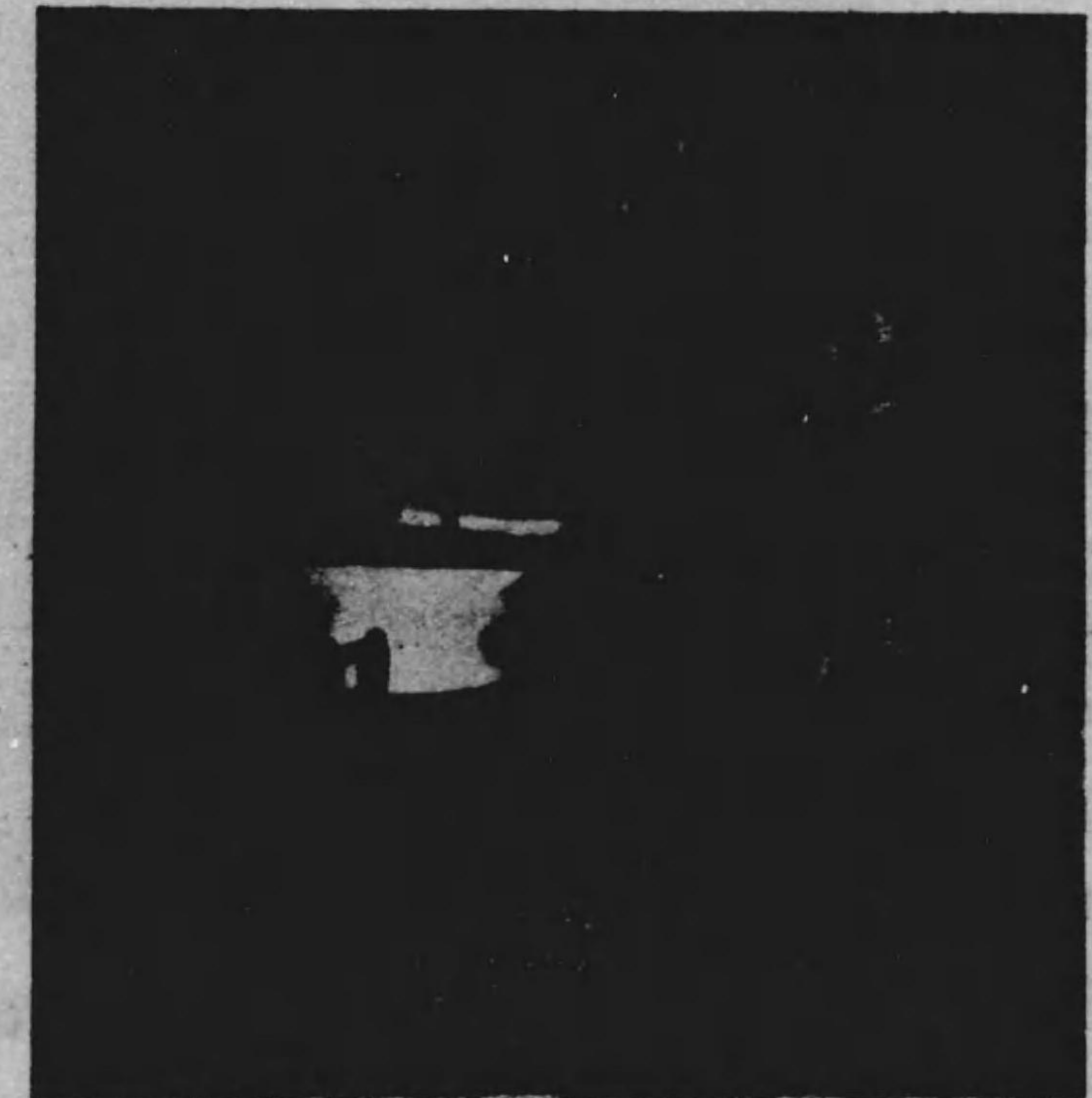
123 84 合金の製法。

(I) 参考資料。

(A) 成分金屬の融和。亞鉛と銅とを熔融用坩堝中に混入して熱熔すると眞

鍍が出来ます。此の様に成分金屬を熱熔して融合せざる方法は手續上からも單調で、特別の技術を要せず、又最も經濟的方法であります。

それで此の方法が平俗化されて最も廣く用ひられてをります。此の様に合金を融合する場合には、



ニッケルクロム鋼の電氣融合。

頁 項
123 83 合金。

(I) 教授要項。

(A) 實用金屬と合金。

金屬は多數あるが、純粹状態で實用し得るものが少い。

人生百般の需用を満すには合金を必要とする。

實用金屬の大部分は合金である。

大は奈良の大佛様より、小は畫紙の頭迄。

合金は冷却法、加熱法、壓延、鍛錬等でその性質を色々に變じ得るから之を實用に適せしめることが出来る。

(B) 合金の組成。

合金の成分 $\left\{ \begin{array}{l} \text{一種の金屬} \\ \text{一種又はそれ以上の金屬又は非金屬} \end{array} \right\}$ 融合
組成, 組織

金屬を熔融状態で合すると水とアルコールとの様にどんな割合でも溶解するものもあるが、必ずしもそんなもの許りではなく、水と油との様に融合しないもの、水と食鹽との如く融合の割合に限度のあるものも多い。

固溶態 各一金屬の場合の如く均等に出来てをる合金。

(例, 銅貨は銅95, 錫4, 亞鉛1の固溶態)

組成は一定範圍に於て變化がある。

混晶状態 鋼の中にセメントタイトの析出せる様な状態。

化合物をつくる場合 $SbCu_2$ の様なもの

$ZnAg$ の赤色合金

(II) 参考資料。

(A) 鋼の中のセメントタイト。鋼の中には上述の様にセメントタイトの析出を見るものでありますが、この混晶は焼きを入れると、そのセメントタイトが熔

融して常温で安全な固溶態をなす様になります。

(B) 合金による色彩の變化。金屬を合金にするとその色彩に著しい變化を起すものがあります。之は大部分化合物になる所に原因があると見られてをります。



鋼の金屬顯微鏡寫眞とセメントタイトの顯れ。

銀と亞鉛とを各原子量の割合に混じて熔融して $AgZn$ となし $300^{\circ}C$ で急冷すると赤色となります。

金78%, アルミニウム22%の合金は紫色, 白金75%, アルミニウム25%のものは黄色, 銅51%, アンチモン49%のものは黄青色になります。

頁 項

123 84 合金の製法。

(I) 参考資料。

(A) 成分金屬の融和。亞鉛と銅とを熔融用坩堝中に混入して熱熔すると眞

鍮が出来ます。此の様に成分金屬を熱熔して融合せざる方法は手續上からも單調で、特別の技術を要せず、又最も經濟的方法であります。

それで此の方法が平俗化されて最も廣く用ひられてをります。此の様に合金を融合する場合には、



ニッケルクロム鋼の電氣爐合成。

可熱中、表面で成分金属の酸化が行はれてその融合物の組成に影響すること
さえありますから必ず、その表面を露出せしめず炭
素細粉で之を覆ふて行ふのがよくあります。

生徒実験には鉛1:錫2の比に成分金属を用ひ、坩
埚に入れ、上を炭素粉で覆ふて融合し、白鐵の合成
を行ふのがよいかと思ひます。



(B) 同時の電解電鍍。所要合金の成分金属が溶入、電着に於て共立し得る
ものであれば、同一電解槽で同時に電解とか電鍍とかを行ふと、その陰極に
電着して合金を成生します。

此の方法は真鍮の電鍍に於て以前から實現してをり、漸次他の合金にも及
ばんとしてをります。

(C) 同時冶金。金属を原礦から採る冶金に於て、二種三種の金属に對し、
同時に之を適用しても直ちに合金が得られる。又一金属の冶金還元爐中に他
の金属屑を投入して合金をつくることも出来ます。

この方法により現在行つてをるものには熔鑄爐中で鐵鑄とマンガン鑄とを
同時に還元することによりマンガン鐵を製することや、クロム鑄と鐵鑄との
同時冶金、その他珪素鐵、チタニウム鐵等があり、一般に鐵の合金に関する
諸種の方面に適用せられてをる。

その熔融爐としては熔鑄爐も用ひられるが電氣爐も用ひられてをります。

一金属の冶金に際し他の金属の屑を入れて兩金属の合金たらしめることは
アルミ銅に於て試みられたが、テルミット法に屬するものは皆之に屬する別
法と見て差支ありません。ニツケル鋼、タンダステン鋼の少量製出には小
仕掛にこの方法が用ひられます。

(D) 他金属の蒸氣による表面合金。亞鉛の蒸氣中に銅を入れて曝露させて
おくと其表面は立派に真鍮化し、而かもその進行が頗る早い。

之は兩金属の融點の關係で不成立の場合もあります。例へば亞鉛の蒸氣中
に鐵を入れても合金は出来なくて、その表面はに亞鉛を鍍着する許りであり
ます。

又兩成分金属の蒸氣を混合した上で凝結させても合金になる譯であり、爐
内では之が求めずして行はれるのを見た人が多數であり、又元産の合金中
にはこの様な事の想像されるものも少くないのでありますが工業的にはまだ實
現してゐないのであります。

(E) 一成分金属の細粉中で他の成分金属を熱して合金を造ること。

鍊鐵を炭素粉中に入れて長時間熱してをると、鐵は炭素含量を増して鋼と
なります。之を工業上では炭浸法と呼び古くから實施してをりますが、英人
ロバートオーステン氏は之を金と鉛とに適用してその合金を接觸界面に生成
せしめてをり、その他の金属についてもこの方法を研究しつゝある人が多い
とのことであります。



電氣爐中で鐵の炭化。

(F) 微粉状金属の混壓融合。若鉛、鉛、錫の微粉末を8:5:3の重量比に混
和し每平方寸5400-7400疋の壓力を加へると、その爲の發熱で熔融しそれを

可熱中、表面で成分金属の酸化が行はれてその融合物の組成に影響すること
さえありますから必ず、その表面を露出せしめず炭
素細粉で之を覆ふて行ふのがよくあります。

生徒実験には鉛1:錫2の比に成分金属を用ひ、坩
堝に入れ、上を炭素粉で覆ふて融合し、白鐵の合成
を行ふのがよいかと思ひます。



(B) 同時の電解電鍍。所要合金の成分金属が溶入、電着に於て共立し得る
ものであれば、同一電解槽で同時に電解とか電鍍とかを行ふと、その陰極に
電着して合金を成生します。

此の方法は眞鍮の電鍍に於て以前から實現してをり、漸次他の合金にも及
ばんとしてをります。

(C) 同時冶金。金属を原鍍から採る冶金に於て、二種三種の金属に對し、
同時に之を適用しても直ちに合金が得られる。又一金属の冶金還元爐中に他
の金属屑を投入して合金をつくることも出来ます。

この方法により現在行つてをるものには熔鍍爐中で鐵鍍とマンガン鍍とを
同時に還元することによりマンガン鐵を製することや、クロム鍍と鐵鍍との
同時冶金、その他珪素鐵、チタニウム鐵等があり、一般に鐵の合金に關する
諸種の方面に適用せられてをる。

その熔融爐としては熔鍍爐も用ひられるが電氣爐も用ひられてをります。

一金属の冶金に際し他の金属の屑を入れて兩金属の合金たらしめることは
アルミ銅に於て試みられたが、テルミット法に屬するものは皆之に屬する別
法と見て差支ありません。ニッケル鋼、タンガラステン鋼の少量製出には小
仕掛にこの方法が用ひられます。

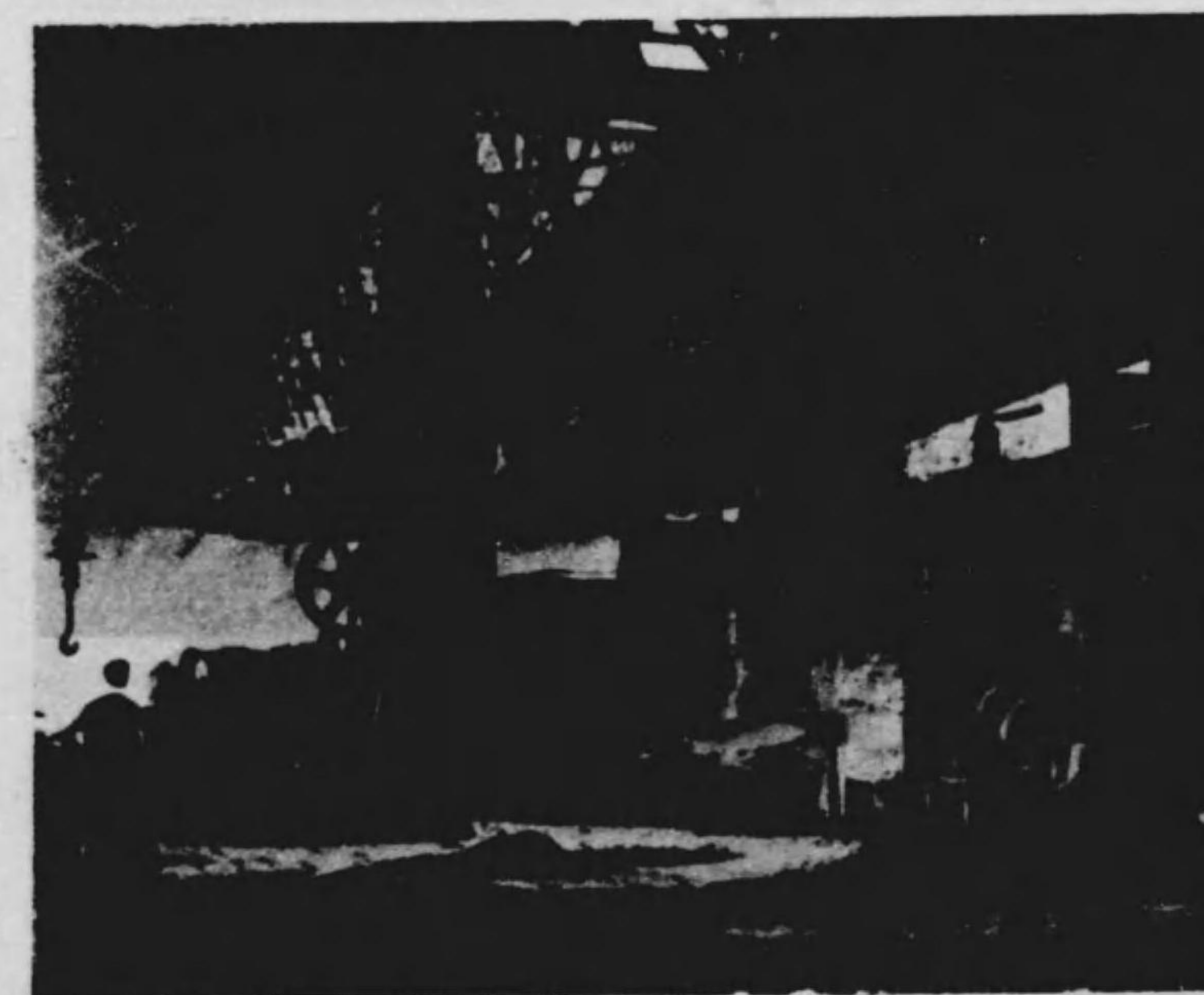
(D) 他金属の蒸氣による表面合金。亞鉛の蒸氣中に銅を入れて曝露させて
おくと其表層は立派に眞鍮化し、而かもその進行が頗る早い。

之は兩金属の融點の關係で不成立の場合もあります。例へば亞鉛の蒸氣中
に鐵を入れても合金は出来なくて、その表面はに亞鉛を鍍着する許りであり
ます。

又兩成分金属の蒸氣を混合した上で凝結させても合金になる譯であり、爐
内では之が求めずして行はれるのを見た人が多數であり、又元産の合金中
にはこの様な事の想像されるものも少くないのでありますが工業的にはまだ實
現してゐないのであります。

(E) 一成分金属の細粉中で他の成分金属を熱して合金を造ること。

鍊鐵を炭素粉中に入れて長時間熱してをると、鐵は炭素含量を増して鋼と
なります。之を工業上では炭浸法と呼び古くから實施してをりますが、英人
ロバートオーステン氏は之を金と鉛とに適用してその合金を接觸界面に生成
せしめてをり、その他の金属についてもこの方法を研究しつゝある人が多い
とのことであります。



電氣爐中で鐵の炭浸。

(F) 微粉状金属の混壓融合。若鉛、鉛、錫の微粉末を8:5:3の重量比に混
和し每平方呎5400-7100呎の壓力を加へると、その爲の發熱で熔融しそれを

孔竅から押し出せばフューズを生成する様になります。

成分金属の融着に要する壓力は金属の種類により著しく異り、銅は5400疋、アルミニウム、亜鉛、アンチモン、蒼鉛等は6000疋を要します。

亜鉛と銅の如きはその各々の鑛粉を混じ、數回繰返し壓搾を加へるとよく眞鍮を生成せしめることが可能であります。

獨人グェルトラーが鐵と鉛との粉末を混壓しつゝ、300°Cの型の内で軸承合金を生成せしめ壓搾合金と名づけたのは有名な話であります。

頁 項
124 85 合金の一般的性質。

(I) 参考資料。

(A) 合金の融解點は成分金属の融解點より低い。

錫63%、鉛37%の融和物である白鐵は182°Cで融解します。之は錫(融點232°C)と鉛(融點327°C)との共晶點で、二つの金属の合金中最も低い融解點を有するものであります。

之は大要錫2:鉛1の割合のもとを見てよく、この割合の白鐵をTinmann's Solder といひます。

教科書の圖は之に至る曲線圖を示したものであります。

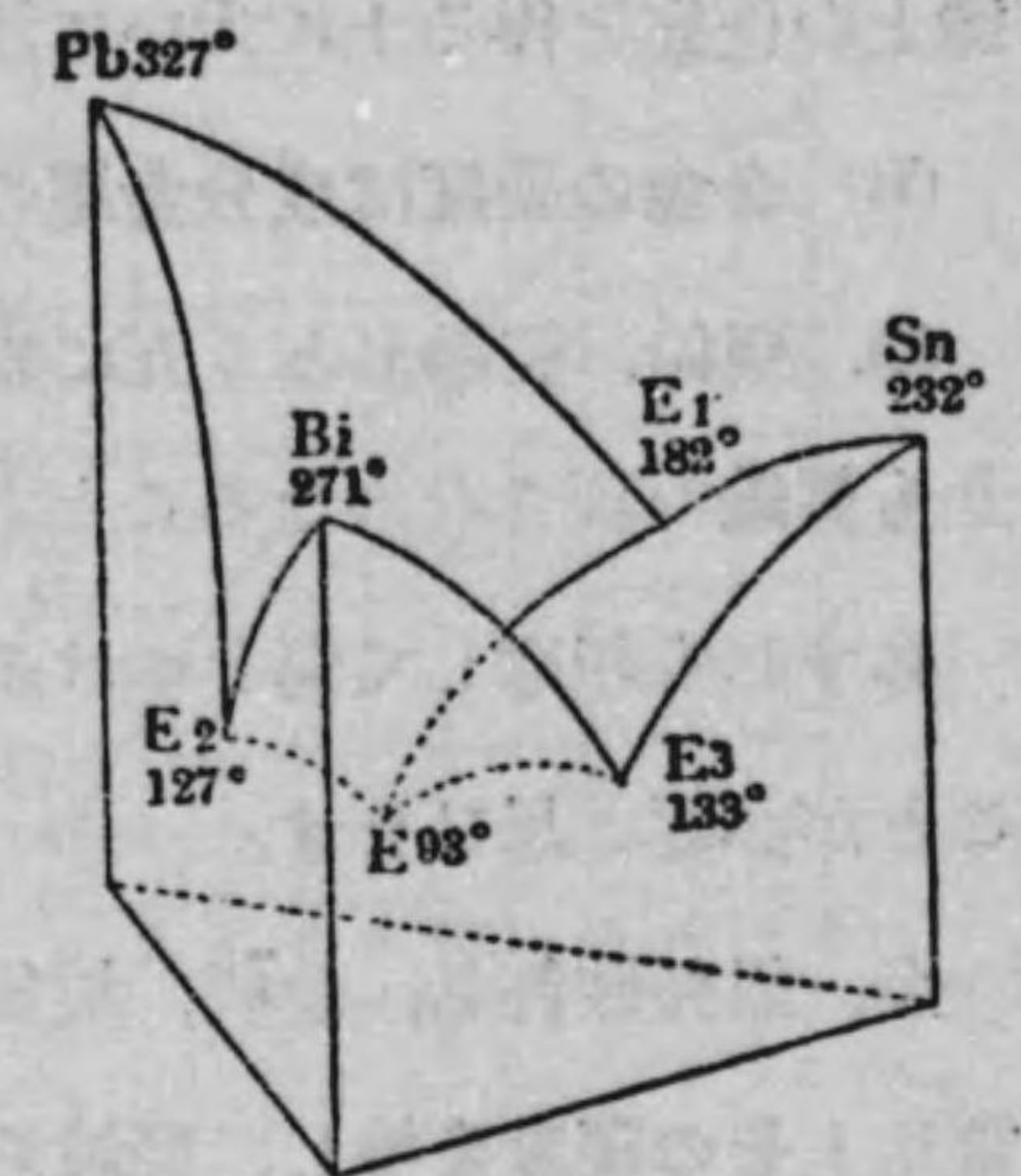
錫1:鉛2の割合に混合融和すると Plumber's Solder といふのが出來ます。この融點は260°Cであります。その後60—70°Cの凝固期間がありますので、上水道用鉛管の接合などには皆之を用ひます。ガス用管の接合にも之を用ひます。それは長い間熔融状態粘糊状をなし比較的長い接合作の時間を與えられるからであります。

又、鉛(327°)、錫(232°)、蒼鉛(271°)の合金であるローゼの可融金の融點は93°Cであります。

一般に甲金属に他の乙金属を加へる量を次第に増してゆくと、或る度迄は

次第にその合金の融點が低下し、次にそれ以上量を増すと合金の融點が上昇する様になります。

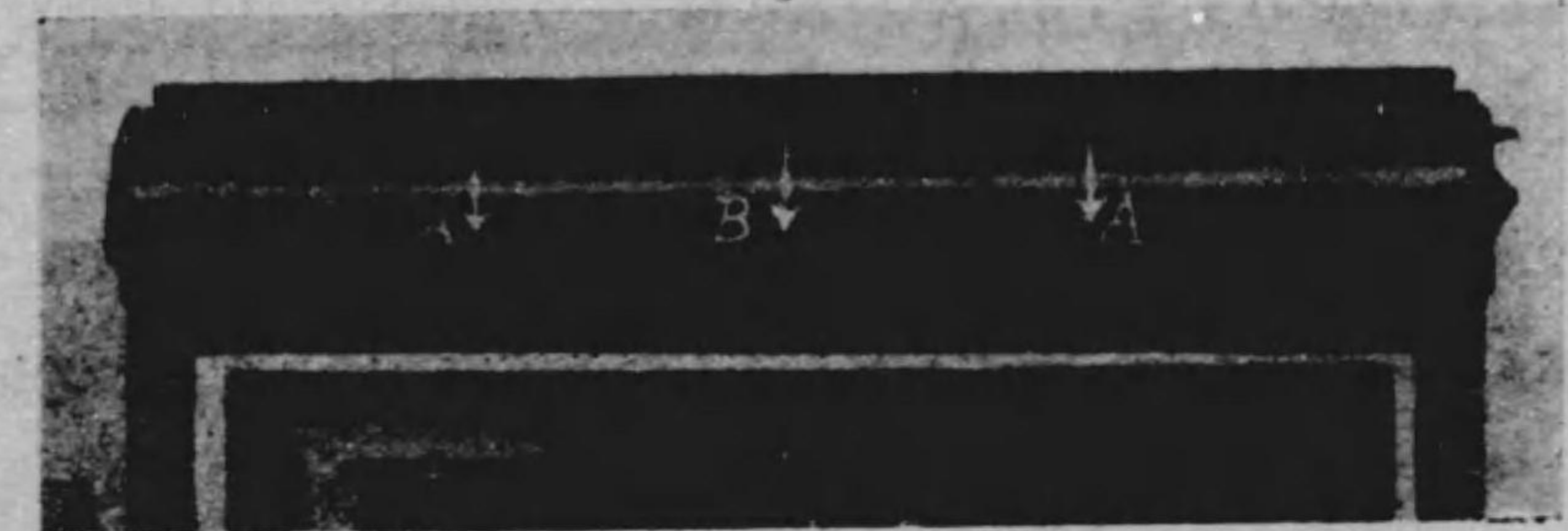
その低下の極點は反對にて金属に次第に甲金属を加へて見ても同様な結果になり、その最低融點が一致します。この溫度を共融點、共晶點、又は共融溫度などといひ、この様な混合状態にある合金を共融混合物、共晶、共融晶などと申します。



それはこの様な割合に成分金属を融合させた合金ではそれが液状から凝固する時にその溫度で成分全金属の結晶が同時に析出するからであります。それと割合の異なる合金では、融解状態から凝固する時、何れかの金属の結晶が先きに多く析出します。

上圖のE₁は鉛と錫との共融點、E₂は鉛と蒼鉛との共融點、E₃は錫と蒼鉛との共融點、Eは三金属の共融點であります。

生徒實驗。鉛4瓦、錫2瓦、蒼鉛8瓦、カドミウム2瓦をとり、それを水中に入れて水を沸騰せしめても何れの金属も融解しませんが、以上全部を坩堝中



で融解させて合金となし、再び水中に入れて熱して見ますと60.5°Cで融解し、水の沸騰に至らない先きに融けてしまひます。之はウツドの可融金の生成によるもので生徒實驗に適してをります。

可融金の用途。防火栓。火災遮断降下壁。火災遮断降下幕等。

孔竅から押し出せばフューズを生成する様になります。

成分金属の融着に要する壓力は金属の種類により著しく異り、銅は5400疋、アルミニウム、亜鉛、アンチモン、蒼鉛等は6000疋を要します。

亜鉛と銅の如きはその各々の鑛粉を混じ、數回繰返し壓搾を加へるとよく眞鍮を生成せしめることが可能であります。

獨人グェルトラーが鐵と鉛との粉末を混壓しつゝ 300°C の型の中で軸承合金を生成せしめ壓搾合金と名づけたのは有名な話であります。

頁 項

124 85 合金の一般的性質。

(I) 参考資料。

(A) 合金の融解點は成分金属の融解點より低い。

錫63%、鉛37%の融和物である白鐵は 182°C で融解します。之は錫(融點 232°C)と鉛(融點 327°C)との共晶點で、二つの金属の合金中最も低い融解點を有するものであります。

之は大要錫2:鉛1の割合のもとを見てよく、この割合の白鐵を Tinmann's Solder といひます。

教科書の圖は之に至る曲線圖を示したものであります。

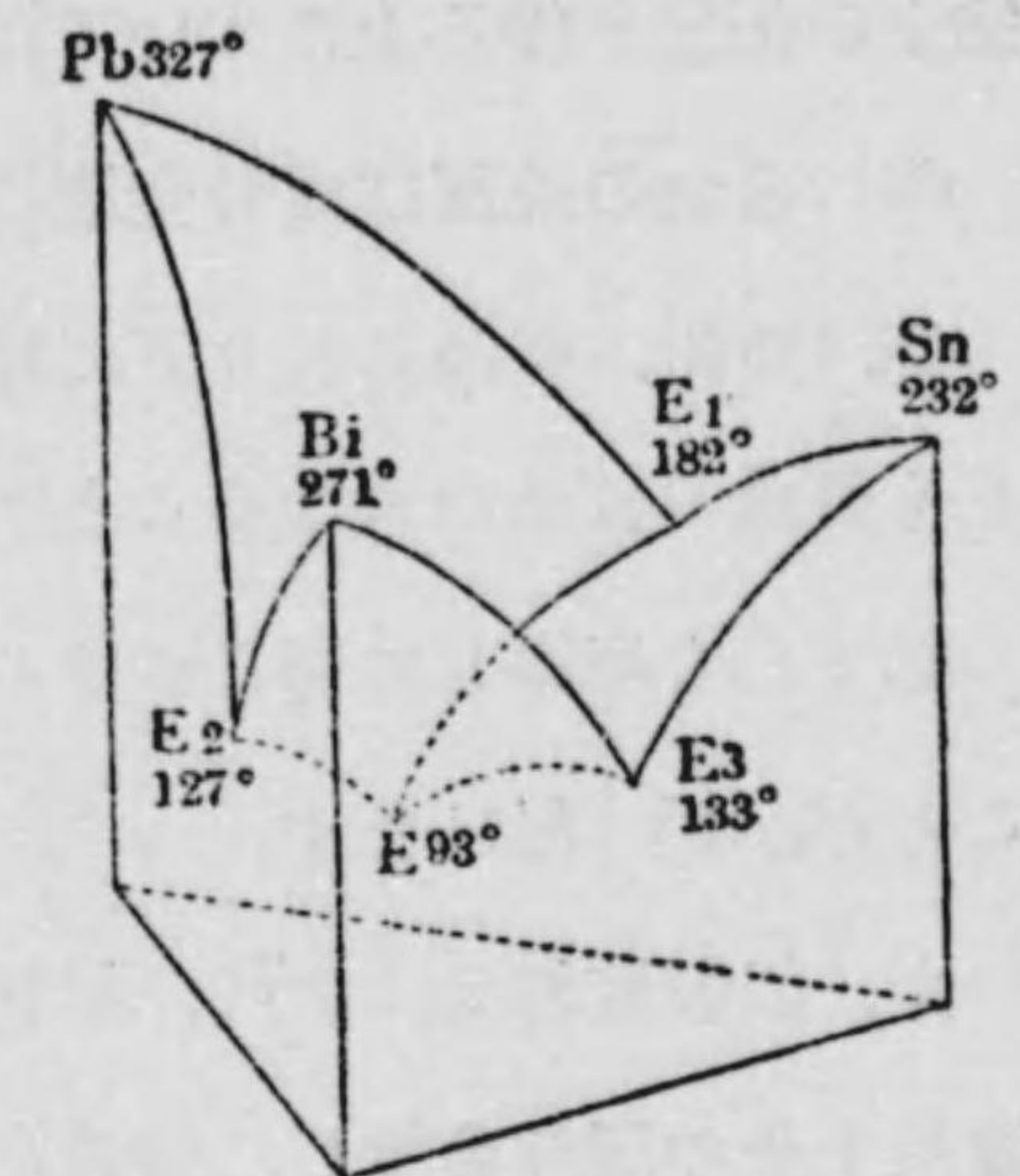
錫1:鉛2の割合に混合融和すると Plumber's Solder といふのが出來ます。この融點は 260°C であります。その前後 60—70°C の凝固期間がありますので、上水道用鉛管の接合などには皆之を用ひます。ガス用管の接合にも之を用ひます。それは長い間熔融状態粘糊状をなし比較的長い接合工作の時間を與えられるからであります。

又、鉛(327°)、錫(232°)、蒼鉛(271°)の合金であるローゼの可融金の融點は 93°C であります。

一般に甲金属に他の乙金属を加へる量を次第に増してゆくと、或る度迄は

次第にその合金の融點が低下し、次にそれ以上量を増すと合金の融點が上昇する様になります。

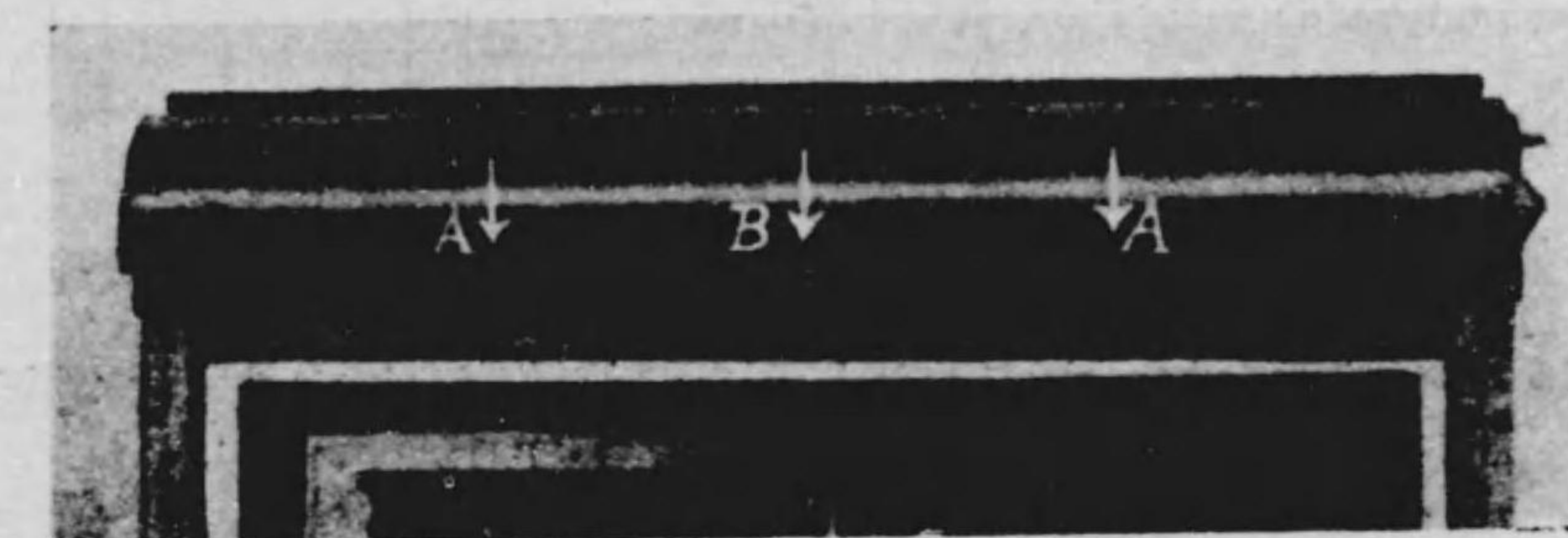
その低下の極點は反對にて金属に次第に甲金属を加へて見ても同様な結果になり、その最低融點が一致します。この溫度を共融點、共晶點、又は共融溫度などといひ、この様な混合状態にある合金を共融混合物、共晶、共融晶などと申します。



それはこの様な割合に成分金属を融合させた合金ではそれが液状から凝固する時にその溫度で成分全金属の結晶が同時に析出するからであります。それと割合の異なる合金では、融解状態から凝固する時、何れかの金属の結晶が先きに多く析出します。

上圖の E₁ は鉛と錫との共融點、E₂ は鉛と蒼鉛との共融點、E₃ は錫と蒼鉛との共融點、E は三金属の共融點であります。

生徒實驗。鉛4瓦、錫2瓦、蒼鉛8瓦、カドミウム2瓦をとり、それを水中に入れて水を沸騰せしめても何れの金属も融解しませんが、以上全部を坩堝中



で融解させて合金となし、再び水中に入れて熱して見ますと 60.5°C で融解し、水の沸騰に至らない先きに融けてしまひます。之はウツドの可融金の生成によるもので生徒實驗に適してをります。

可融金の用途。防火栓。火災遮斷降下壁。火災遮斷降下幕等。

以上の如き特殊のもの外合金の融点が成分金属のそれより低いことは鑄造上の便宜を得る上に大いに注目すべきことであります。

(B) 合金の硬度は成分金属の硬度より大であること。

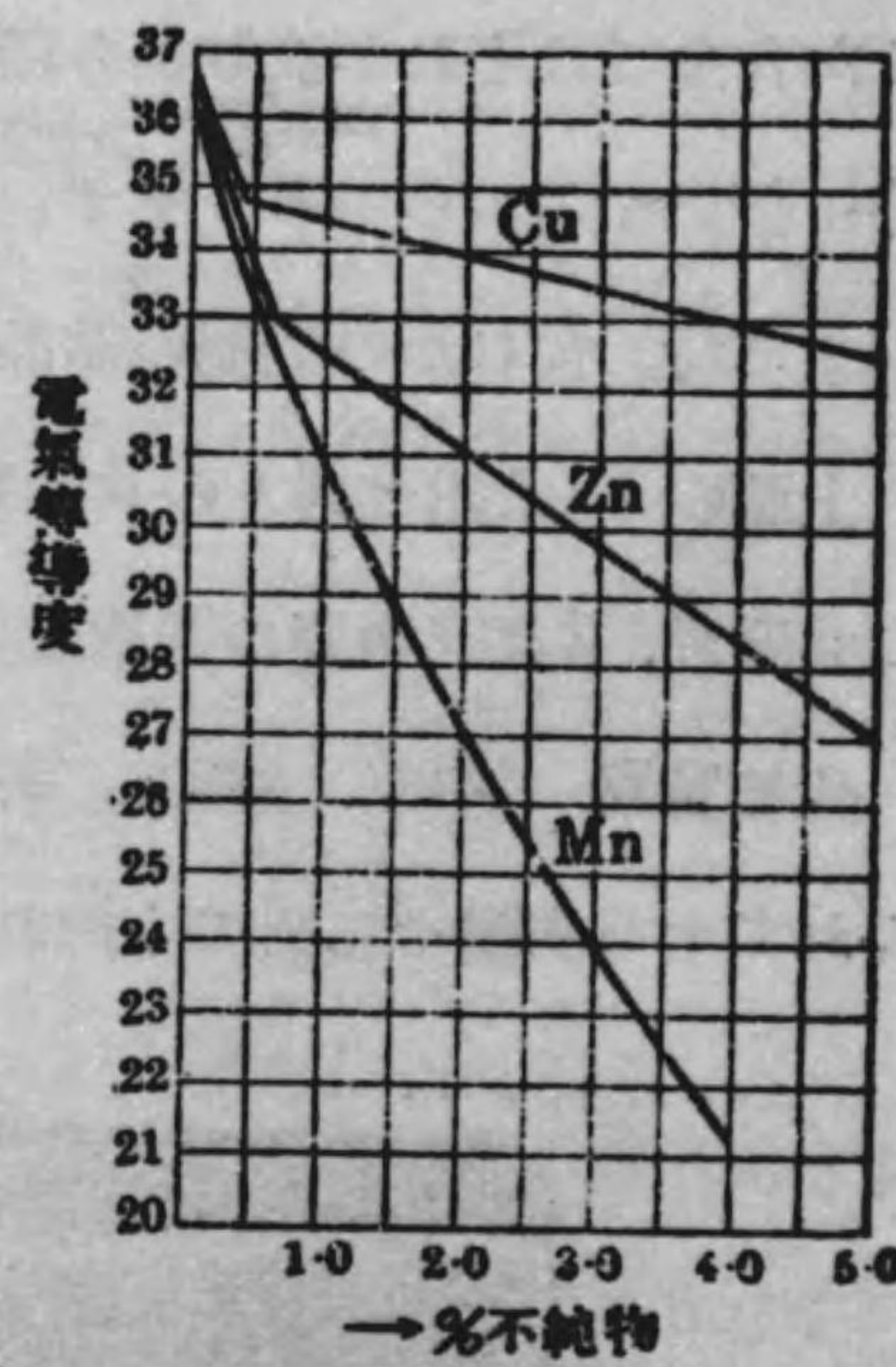
銅、亜鉛、真鍮をとり互に相摩してその硬度をしらべると銅よりも亜鉛よりも真鍮の硬さの大なることが判ります。

必ずしも相摩して傷をつけるにも及びませんが此の様な例から教授に入ることが必要と思ひます。

金、銀製装飾品、金貨、銀貨、などに少量の銅を加へるのも皆此の爲で、實用上その硬度を増し、摩滅を防ぐ所に重要性を認めてをります。

純鉄の如きは甚だ軟いものでありますが、日常使用する鉄には炭素が融合されて合金化せられてをります関係から相當の硬度を示します。

(C) 熱及び電氣の傳導度を減ずる。右圖はアルミニウムに銅、或は亜鉛の微量が混入した爲に、その電氣傳導度が減少する次第を示したものでありますが、教科書には之を銅に關して示してあります。

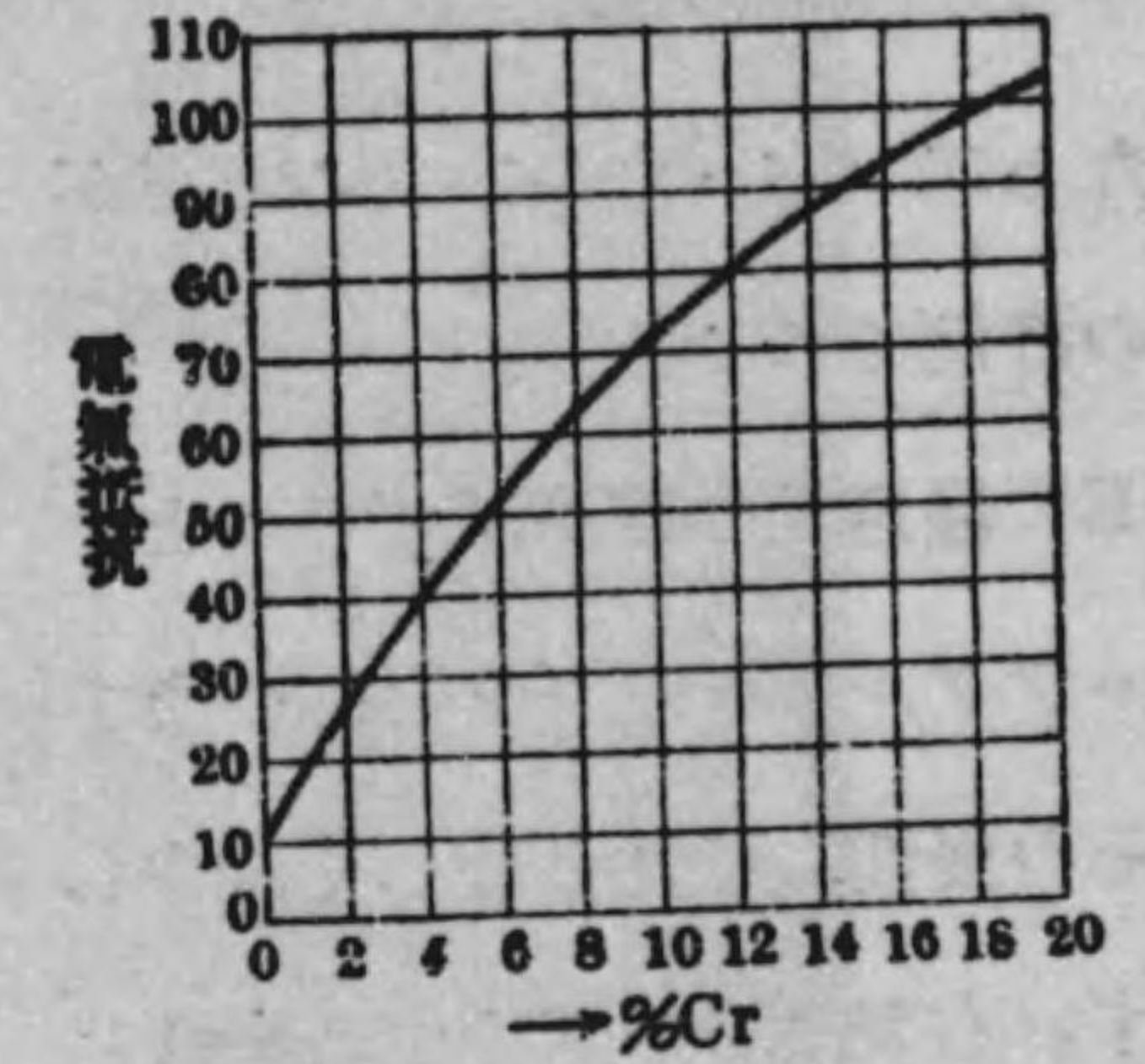
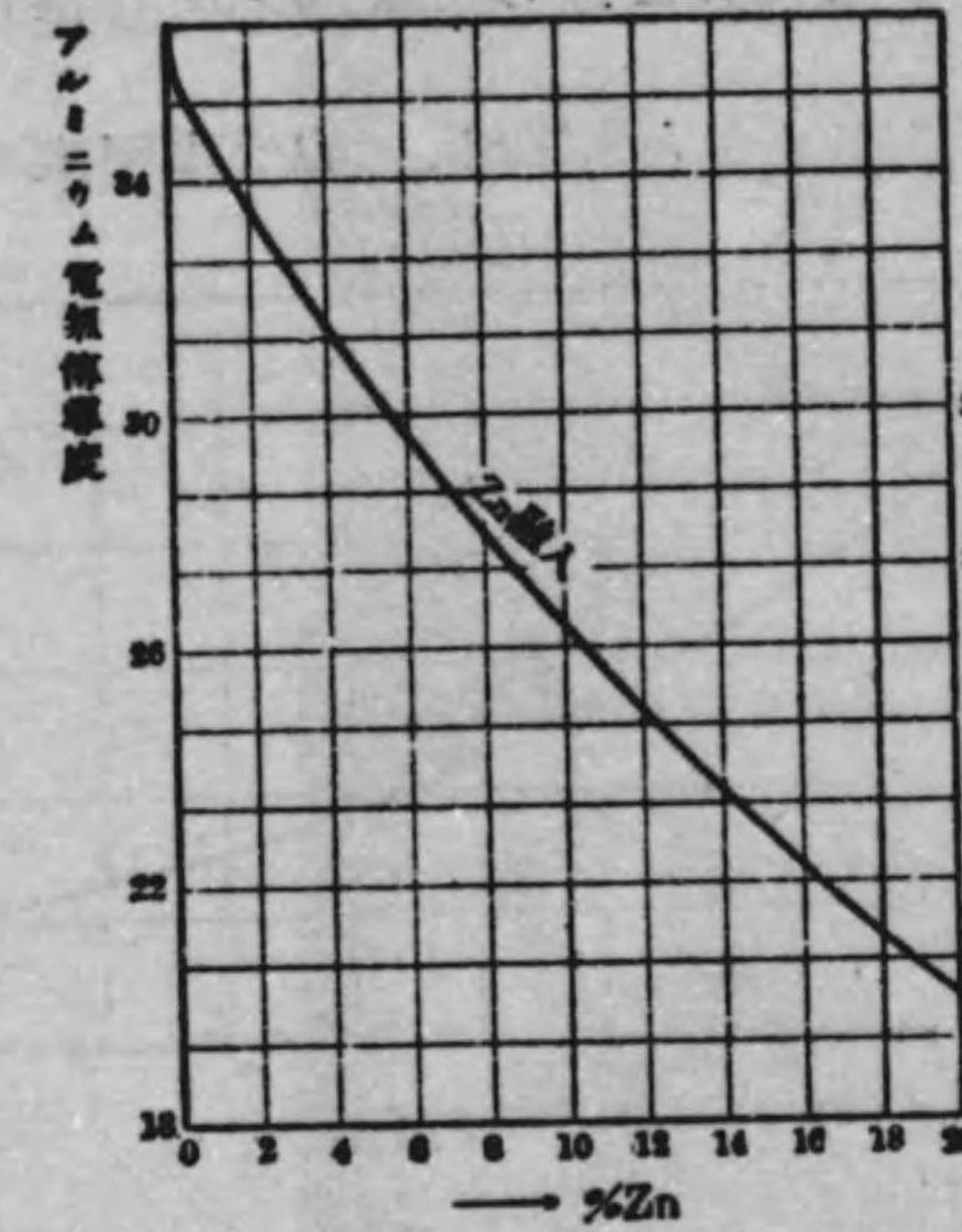


純銅の如く電氣傳導度の大きなるものも、それに僅かに不純物を加へますと著しくその傳導度を減じます。電氣精銅が電線用に尊重せられますのは全くこの爲であります。

以上を今少しく廣範圍に擴大して示しますと下圖の如きものになります。

抵抗電熱線としてその使用量の多いニッケル線は此の性質を反對に利用したもので、ニッケル60%、クロム12%、鐵26%の合金であります。

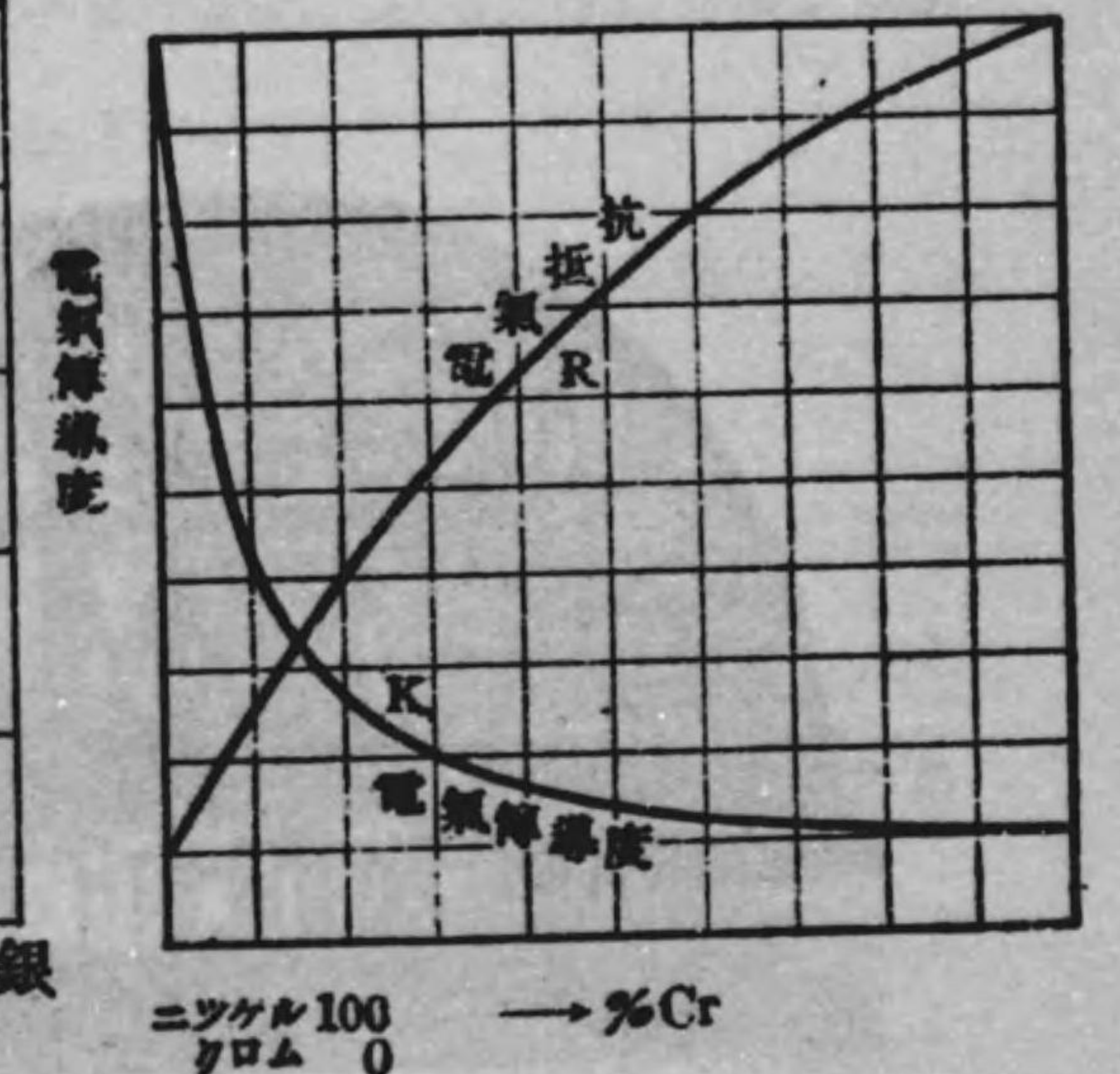
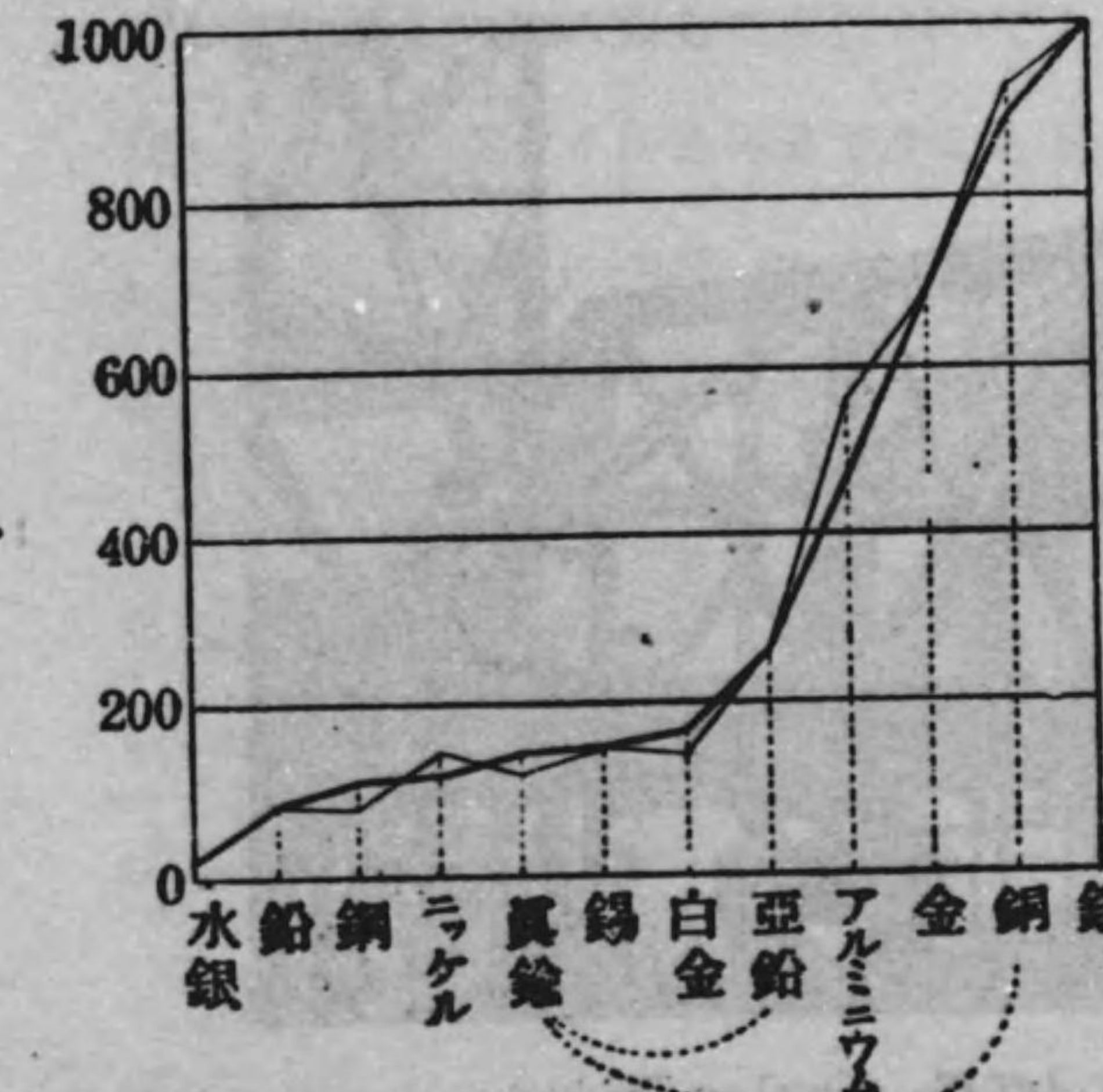
ニッケル線の電氣抵抗は銅の電氣抵抗の約60倍であります。



我が國人の發明として有名なニツポロイの如きも亦合金の此の性質を利用したものであります。

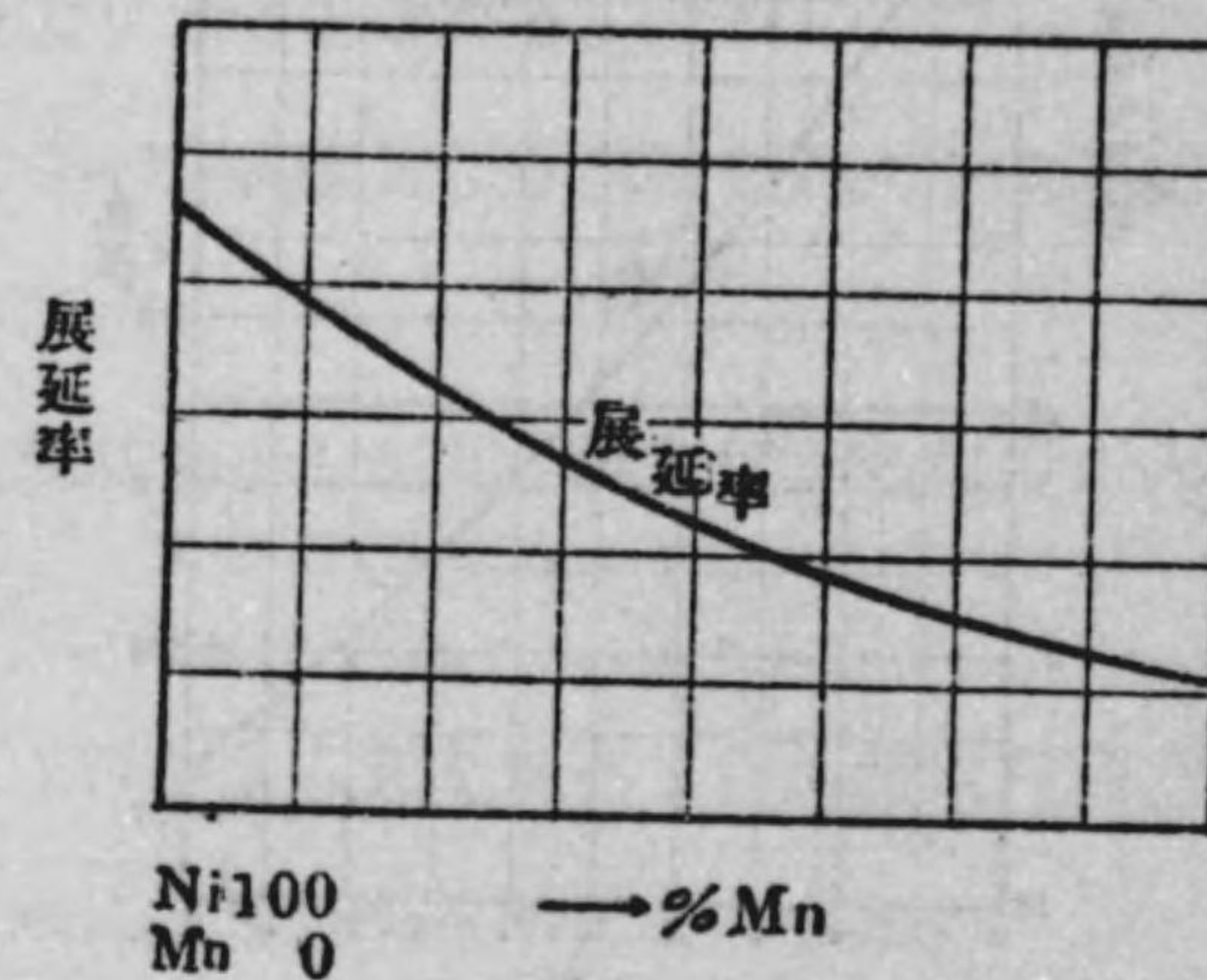
全世界が抵抗電熱線を利用することは實に莫大なもので、その家庭用として入り込むものだけでも著しい量にのぼります。

ニッケルは本來他の金属に比し熱、電氣共によく導かないものであります、之にクロムを加へると驚く程その傳導度を減じ電氣抵抗を増大します。



(D) 膨脹率の変化。ニッケル鋼がニッケルのパーセントに依つて或は白金、硝子などとその膨脹率を等しくするプラチナイトと變化し、或は膨脹率の極小なるアンバー合金となるなどがその好例であります。

(E) 展延性の度を減ずること。
ニッケルにマンガンを加へますとその展性、延性を著しく減少します。右表はその減少する有様を併せ示したものであります。



(F) 光澤を變じない様になること。

アルミニウムを銅に加へたアルミ銅は人造金として裝飾用に供する位で光澤を變じ難いものであります。

真鍮にしても、マグナリウムにしても皆この例に漏れません。

(G) 酸化し難くなる。

錆びない双物として用ひるクロム鋼などはこの好例であります。



錆びない鋼で製した550米の大鐵橋。(Quebec Bridge)



錆びない鋼を製する誘導電氣爐。

頁 項

128 86 合金の特殊な諸性質とその利用。

(I) 教授順序としての参考意見。本項では不可思議と思はれる程特殊な諸性質を合金に關して取扱ふのでありますから、前項以上に實例を重要視し、全然實例より入る可きであると思ひます。

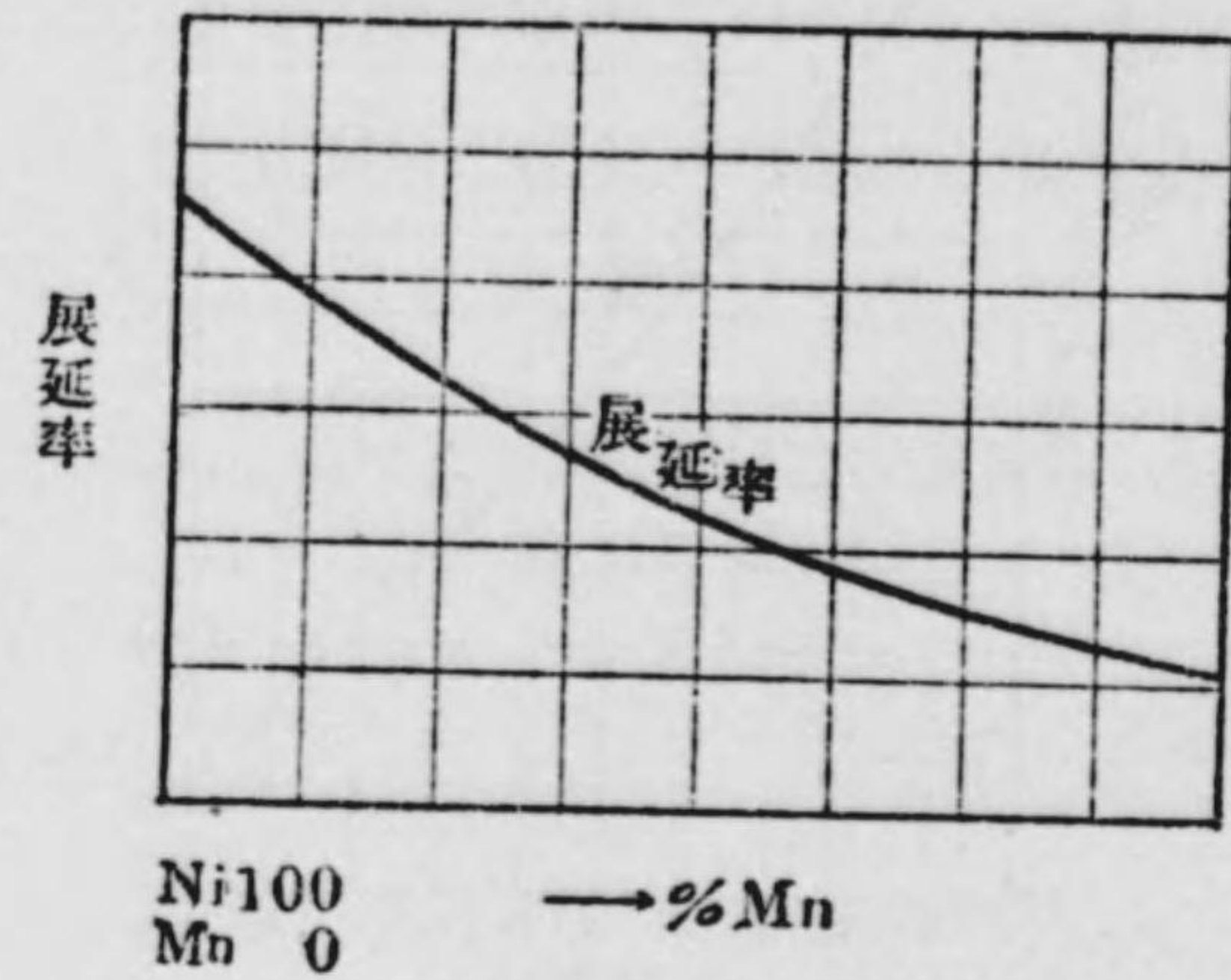
その内すぐ明瞭に理解の出来るものは色でありますから、色の變化、色の顯れを以て説き起す方針をとりました。

合金の特殊性の如きものを取扱ひますと生徒は必ずその何故なるかに疑問を起しますが、是等の中には充分闡明せられざるものも尠くありません。それらに關しては出来る限り平易な説き方で現在の見解の要點を示してやらねばならないかと考へます。

一般に物質とその用途とは互に連關せしめ、不可分のものとして相關的に取扱ふ事が教授上必要で、智識の統制上からも、利用、應用等の妙程を味は

(D) 膨脹率の變化。ニッケル鋼がニッケルのパーセントに依つて或は白金、硝子などとその膨脹率を等しくするプラチナイトと變化し、或は膨脹率の極小なるアンバー合金となるなどがその好例であります。

(E) 展延性の度を減ずること。
ニッケルにマンガンを加へますとその展性、延性を著しく減少します。右表はその減少する有様を併せ示したものであります。



(F) 光澤を變じない様になること。

アルミニウムを銅に加へたアルミ銅は人造金として裝飾用に供する位で光澤を變じ難いものであります。

眞鍮にしても、マグナリウムにしても皆この例に漏れません。

(G) 酸化し難くなる。

錆びない双物として用ひるクロム鋼などはこの好例であります。



錆びない鋼で製した550米の大鐵橋。(Quebec Bridge)



錆びない鋼を製する誘導電氣爐。

頁 項

128 86 合金の特殊な諸性質とその利用。

(I) 教授順序としての参考意見。本項では不可思議と思はれる程特殊な諸性質を合金に關して取扱ふのでありますから、前項以上に實例を重要視し、全然實例より入る可きであると思ひます。

その内すぐ明瞭に理解の出来るものは色でありますから、色の變化、色の顯れを以て説き起す方針をとりました。

合金の特殊性の如きものを取扱ひますと生徒は必ずその何故なるかに疑問を起しますが、是等の中には充分闡明せられざるものも尠くありません。それらに關しては出来る限り平易な説き方で現在の見解の要點を示してやらねばならないかと考へます。

一般に物質とその用途とは互に連關せしめ、不可分のものとして相關的に取扱ふ事が教授上必要で、智識の統制上からも、利用、應用等の妙程を味は

す上からも之が最も適切なものかと思ひます。本項などではこの有効率の大なる題材と思ひます。

(II) 参考資料。

(A) 合金の色とその原因。先きにも詳述してあります様に合金には實に不可思議の色を呈するものがあります。

銀と亜鉛とは何れも白色、青色白の金屬でありますのに、それを各原子量の割合に混じて融合させた後300度で急冷すると赤色になる。

このことなども不可思議な事實の一つであります。かゝる場合の多くは、その變化が大抵化合物の生成に基いてをります。以上などもAgZnなる化合物の生成に因をなしてをります。

金78%アルミニウム22%の紫色合金、白金75%アルミニウム25%の黄色合金などもその例であります。

(B) ジュラルミンの特性とその原因。ジュラルミンには高温度から急冷すると軟かくなり、一兩日乃至數日を経過する間に自然に又著しくその堅硬度を増す不可思議な性質があり、時効硬化作用と名づけられてをります。

之を500°C内外の高温度から急に冷やしますと次の様な變化が見られます。

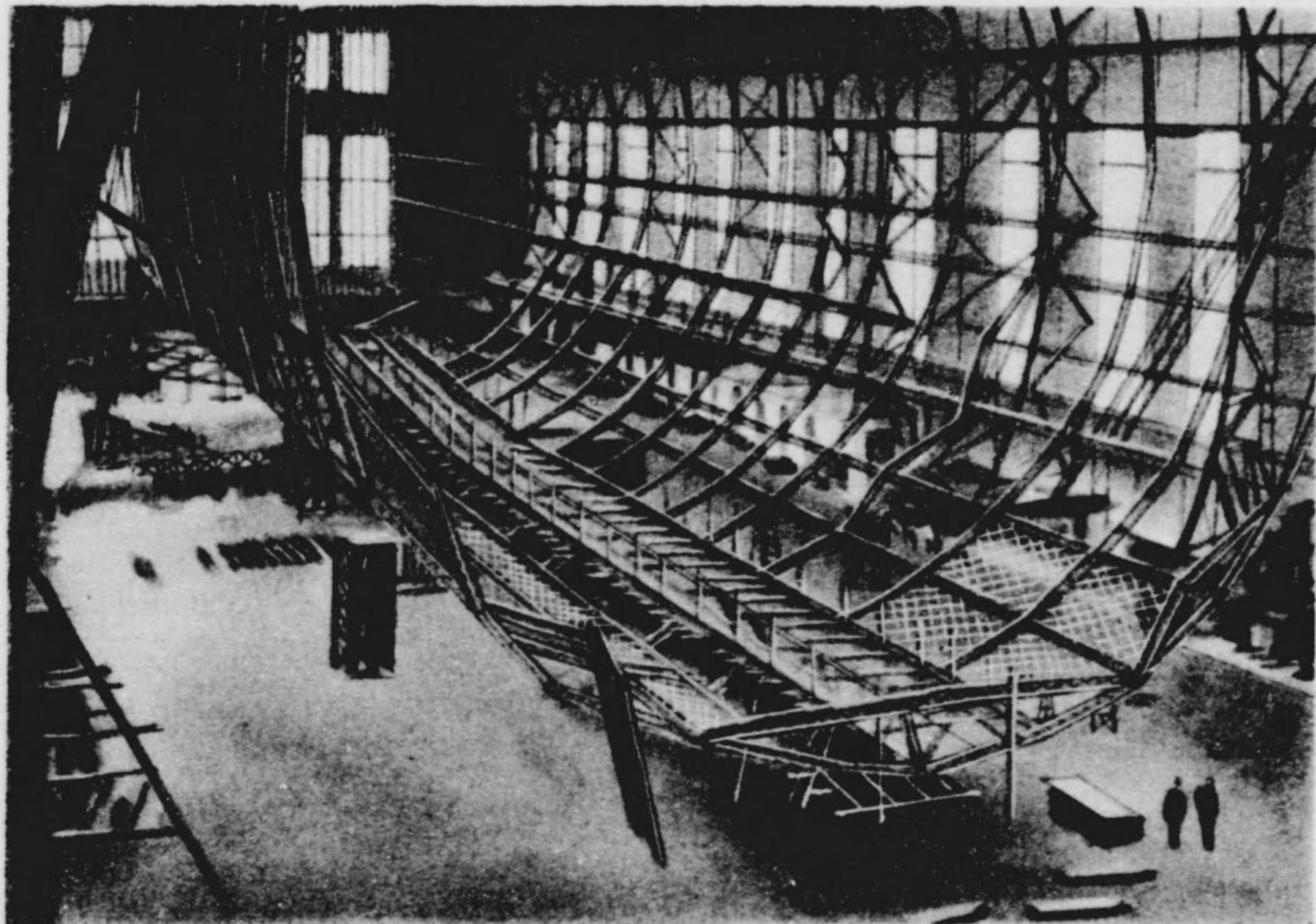
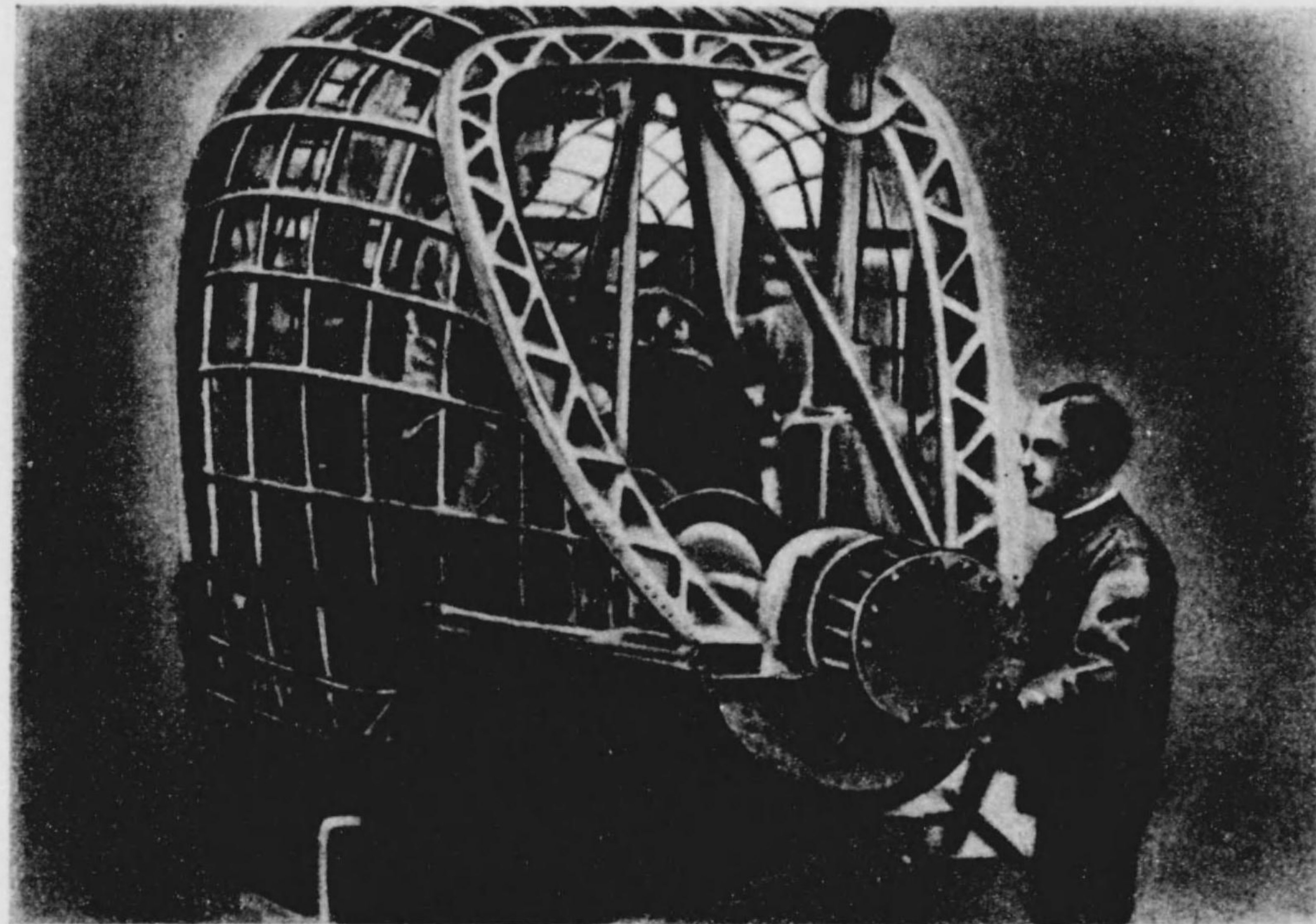
	弾性限界 Kg/cm ²	延伸率 %	耐撃力 kg/cm ²	引張強度 Kg/cm ²
焼入れ直後	10.0	20	1.5	30.0
4日後	22.0	22	3.4	38.0
8日後	22.0	20	3.6	38.0
3年後	23.0	22	—	44.0

之から見ると焼入れ直後より僅々數日間に時効が急速に進み、以後は非常に僅かづゝしか進まないらしくあります。

之はジュラルミン中のMg Siが500°CではCuAl₂とアルミニウムとの固溶體に溶けて單一一次固溶體をなし、之を徐冷すると一應硬性二次固溶體とな

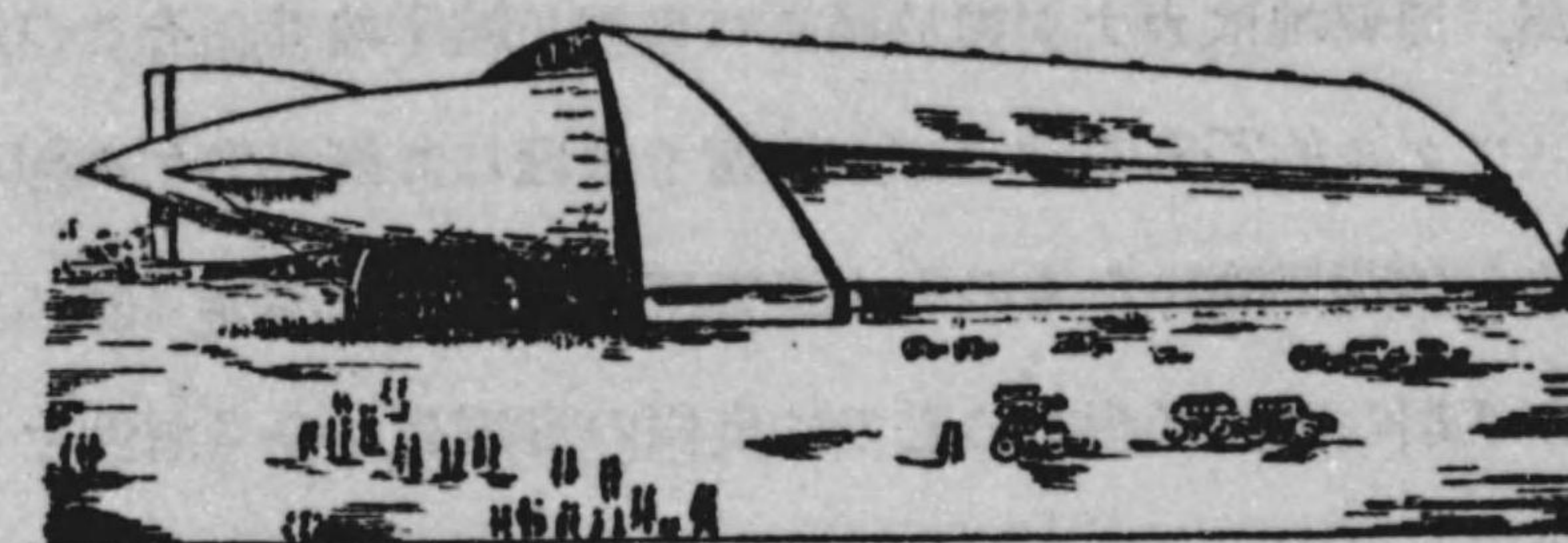


飛行船の内部に用ひられてをるジュラルミン製骨格及び通路



飛行船の胴の材料とせるデュラルミン

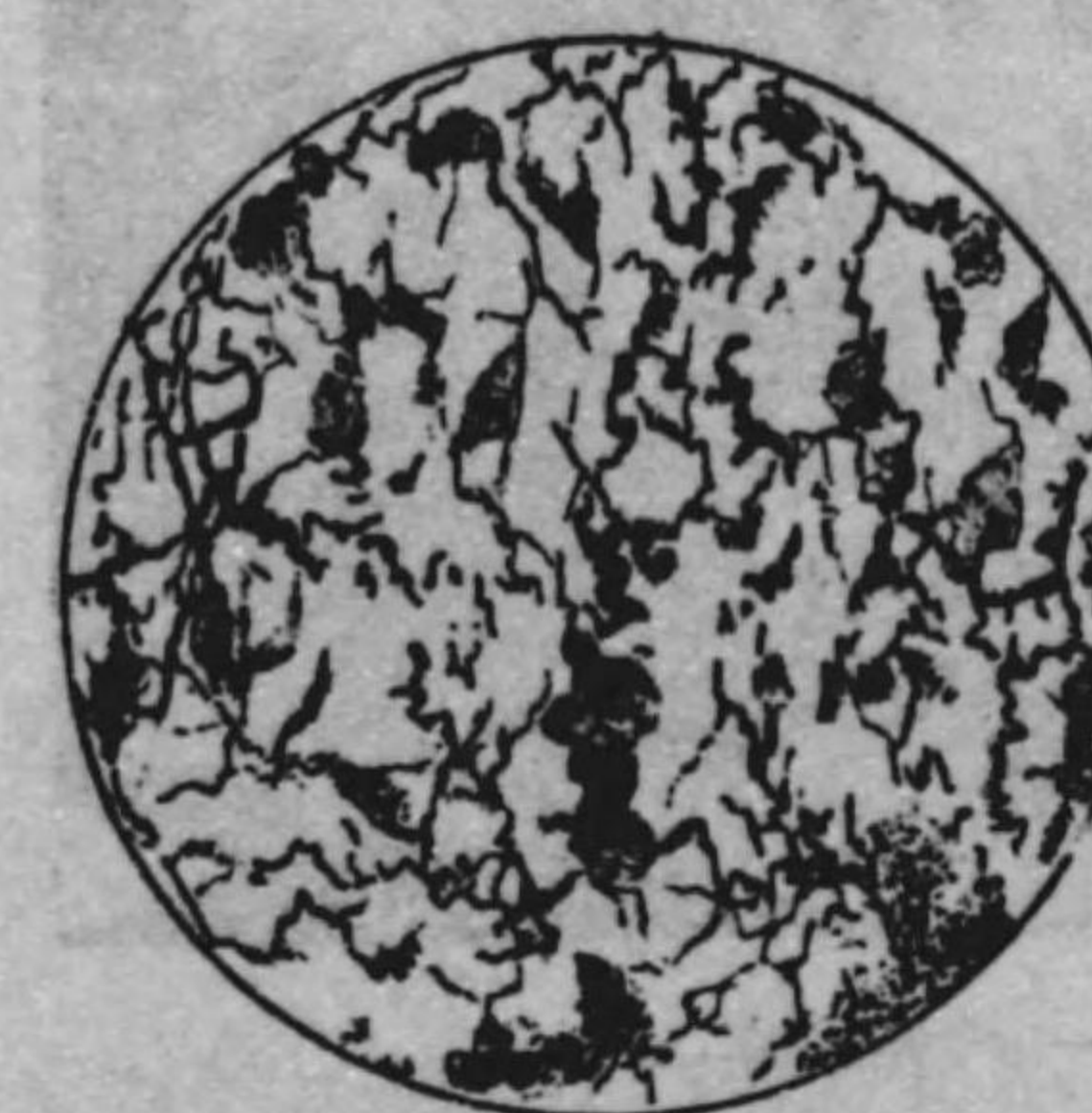
るが、それから MgSi が分離するので軟質の三次固溶體になります。



要部をジニラルミンとせる格納庫。

之を 500°C から急冷しますと直後に以上の一次、二次の固溶體が同時に生成し、時間の経過につれて一次のものも二次の硬性固溶體に變じ、それから MgSi の分離が阻止せられるので硬度を次第に増して時効硬化を顯します。

最近の研究で、此の合金を冷却後更に 100°C に熱すると、一次固溶體が二次固溶體になる變化の速度を増し、その硬化が速かになることが解つて來ました。同時に之を 300—350°C に熱しますと、硬質の二次固溶體が軟質の三次固溶體に變する爲め合金が軟かくなります。



鋳入れたジニラルミンの組織。



鋳戻したジニラルミンの組織。

(C) モネルメタル(耐蝕合金)。(Monelmetal)

此の合金は Ni の 60—70%, Fe の 15—7.0% Cu の 28—38.5% からなるもので、何れも少量づゝの Mn, Si, 並びに炭素も含み、融點が 1360°C 内外で

之はアングロースモネル氏が1906年に発見したもので、此の名稱を得てをりますが、原料地はカナダに於けるニッケル鍍床地で、その熔鍍爐で得られる銅ニッケル約25%の鍍をば、轉爐で處理して銅ニッケル80%のものとし、それから硫黄を除いたものを木炭で反射爐還元をなして製します。

酸、アルカリ類の腐蝕に耐える點では良質の青銅をしのぐ耐性もち常溫又は高温で壓延して露天に曝される屋根板や海水の飛沫のかゝる場所の覆ひなどに用ひてその強い耐久性が認められてをります。

又熱湯、過熱蒸氣にもよく耐えるので漏過用金網、船用機關の部分、バルブ、タービンのブレード、唧筒のロッドなどにも用ひられます。



モネルメタルで製したソーソーチ製造臺。

(D) アンバー (Invar) 鋼にニッケルを36%内外含ませて融合すると實用上その膨脹係數を無視し得る合金が得られます。それで Invariable の意味をもたせて Invar と呼びます。しかし全くの無膨脹ではなくして0°Cに於て0.000000877の膨脹係數をもつてゐます。

之は佛人ギョーム (C. E. Guillaume氏) が同國人デューマ氏より供試材と

して提供されたものに基いて発見して此の名稱を與へたものであります。

用途としては精密科學測定用器の要部、卷尺、時計、振子の支條、溫度警報器の要部の工作材料等があります。

此の微小なる膨脹係數は一律的のものでなく、150°C位迄は非常に小さくて略一様であります。150度以上で少しづつそれを増し、300°Cにもなると他の金屬と近似の値を示します。

總てのニッケル鋼は何等の化合物を生成せず、成分ニッケルは如何なる割合に於ても鐵の中に熔入して均一なる固溶體をなすとの説をなす人多く、獨人グエルトラー及びタンマンが有力なその主張者であります。佛國の化學者中には之を否としてアンバー中にはFe₂Niなる化合物が生成して此の様な特異な膨脹係數を示すのであるとの説をなす人が尠くありません。

(E) エランバー (Elinvar) と プラチナイト (Platinite)。アンバーのニッケル含量を少しく増して37—38%とするとエランバーとして溫度が變化してもその彈性係數を變じないものが出來ます。之もギョーム氏の発見(1919年)で Elasticity invariable 即ち彈性不變の意味から命名されたものであります。

之は時計用のゼンマイに用ひると特に有効なので此の方面の用途が多い。

又ニッケル含有量を40—46%、炭素含有量を0.15%内外にすると、その膨脹係數が玻璃又は白金のそれと略同大の合金が得られます。之をプラチナイトと呼びます。

之も亦ギョーム氏の発見にかゝり、均一固溶體となす獨逸の學者と、その内にFe Niなる化合物プラチナサイトが存するのによつて佛國の學者とがあります。

之は電球内のタングステン線に電流を通ずる硝子貫通部用金屬線として實用せられ、又近來金網入り硝子板用針金として用ひられ出しました。

(F) 高速度鋼。高速度鋼は1895年に米人テラー氏(F. W. Taylor)がその

之はアングロースモネル氏が1906年に発見したもので、此の名稱を得てをりますが、原料地はカナダに於けるニッケル鑛床地で、その熔鑛爐で得られる銅ニッケル約25%の銜をば、轉爐で處理して銅ニッケル80%のものとし、それから硫黄を除いたものを木炭で反射爐還元をなして製します。

酸、アルカリ類の腐蝕に耐える點では良質の青銅をしのぐ耐性もち常溫又は高温で壓延して露天に曝される屋根板や海水の飛沫のかゝる場所の覆ひなどに用ひてその強い耐久性が認められてをります。

又熱湯、過熱蒸氣にもよく耐えるので漏過用金網、船用機關の部分、バルブ、タービンのブレード、唧筒のロッドなどにも用ひられます。



モネルメタルで製したソーセージ製造臺。

(D) アンバー (Invar) 鋼にニッケルを36%内外含ませて融合すると實用上その膨脹係數を無視し得る合金が得られます。それで Invariable の意味をもたせて Invar と呼びます。しかし全くの無膨脹ではなくして0°Cに於て0.000000877の膨脹係數をもつてゐます。

之は佛人ギヨーム (C. E. Guillaume氏) が同國人デューマ氏より供試材と

して提供されたものに基づいて発見して此の名稱を與へたものであります。

用途としては精密科學測定用器の要部、卷尺、時計、振子の支條、溫度警報器の要部の工作材料等があります。

此の微小なる膨脹係數は一律的のものでなく、150°C位迄は非常に小さくて略一様であります。150度以上で少しづつそれを増し、300°Cにもなると他の金屬と近似の値を示します。

總てのニッケル鋼は何等の化合物を生成せず、成分ニッケルは如何なる割合に於ても鐵の中に熔入して均一なる固溶體をなすとの説をなす人多く、獨人グエルトラー及びタンマンが有力なその主張者であります。佛國の化學者中には之を否としてアンバー中にはFe-Niなる化合物が生成して此の様な特異な膨脹係數を示すのであるとの説をなす人が尠くありません。

(E) エランバー (Elinvar) と プラチナイト (Platinite)。アンバーのニッケル含量を少しく増して37—38%とするとエランバーとして溫度が變化してもその彈性係數を變じないものが出來ます。之もギヨーム氏の発見(1919年)で Elasticity invariable 即ち彈性不變の意味から命名されたものであります。

之は時計用のゼンマイに用ひると特に有効なので此の方面の用途が多い。

又ニッケル含有量を40—46%、炭素含有量を0.15%内外にすると、その膨脹係數が玻璃又は白金のそれと略同大の合金が得られます。之をプラチナイトと呼びます。

之も亦ギヨーム氏の発見にかゝり、均一固溶體となす獨逸の學者と、その内にFe-Niなる化合物プラチナサイトが存するのによとなす佛國の學者とがあります。

之は電球内のタングステン線に電流を通ずる硝子貫通部用金屬線として賞用せられ、又近來金網入り硝子板用針金として用ひられ出しました。

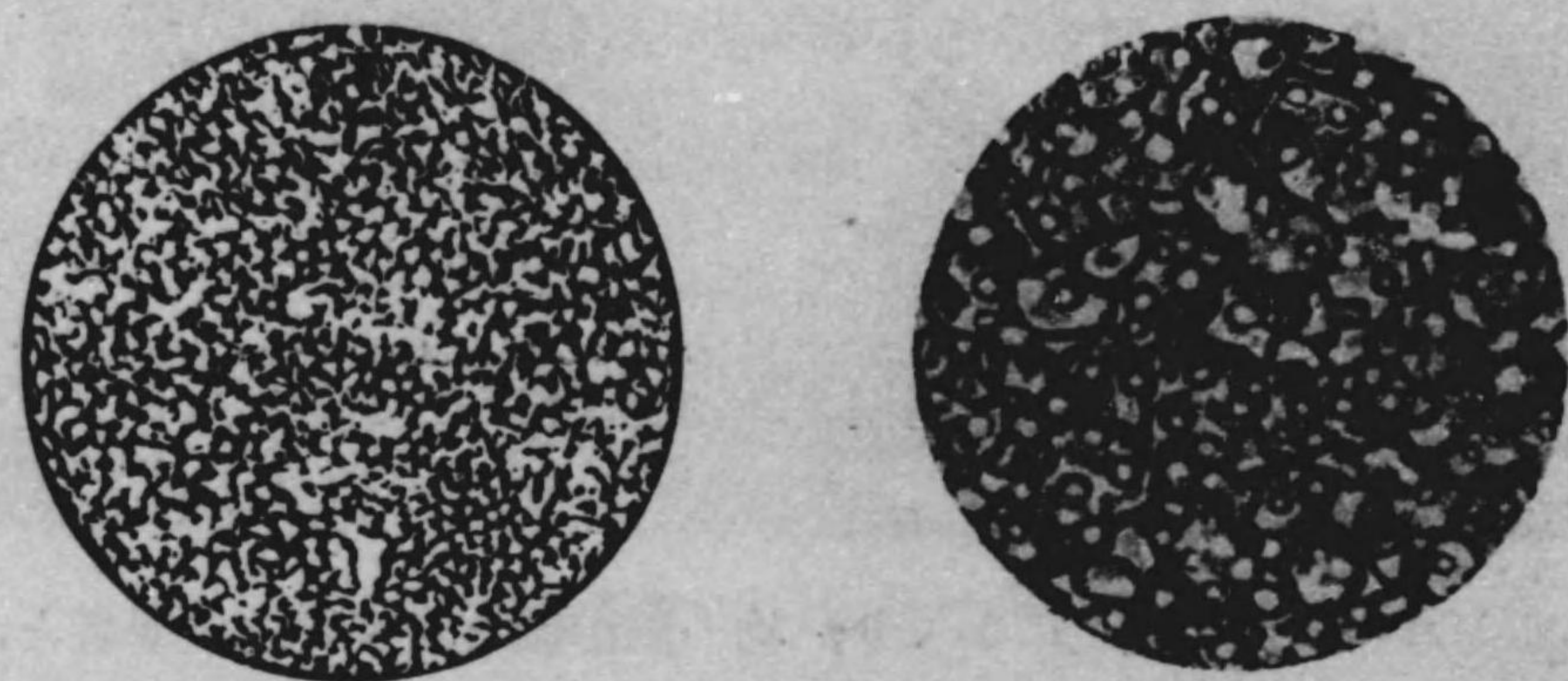
(F) 高速度鋼。高速度鋼は1895年に米人テラー氏(F. W. Taylor)がその

助手ホワイト氏(M. White)と共にタングステン、クロム、マンガン等を含めるマセツト鋼の研究中、偶然にも之をその融點近く迄熱すれば切削能力に著しき増大を來すものあることを發見したのに基づいて作られたもので、合金の成分、組成を色々に變じ、新發見の性質に適合するものとして四元合金のタングステン鋼を得ました。

1900年に之がパリ一萬國大博覽會に出され、その切削力の偉大さを以つて多くの觀覽者を驚倒させました。

この鋼の長所は空氣燒入性を有すること、適當なる熱處理を加ふれば、他の鋼に比して切削力が大で、双先が摩擦熱の爲め鈍赤色となる程度に熱せられても燒戻しせられることがなく、一層その硬度と切削能力を増大すること、即ち赤熱硬性(Red Hardness)を有することなどであります。

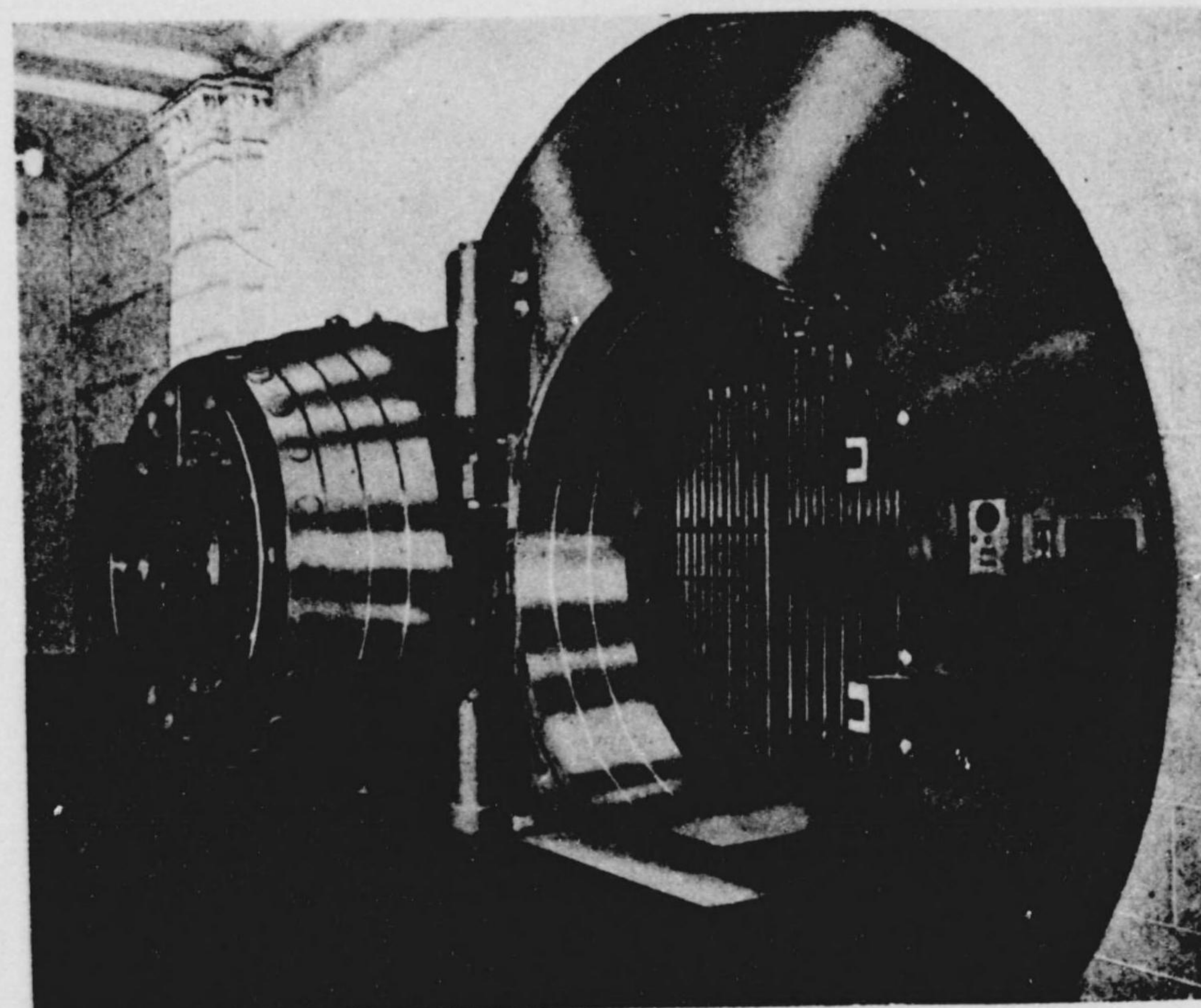
テーラーの實驗によると、普通鋼が半硬鋼棒に切削作業を加へる場合には毎分16呎の速さで行つて20分間後に全然破損するのに対し、高速度鋼では毎分99呎の速さで之に耐え得るとのことです。



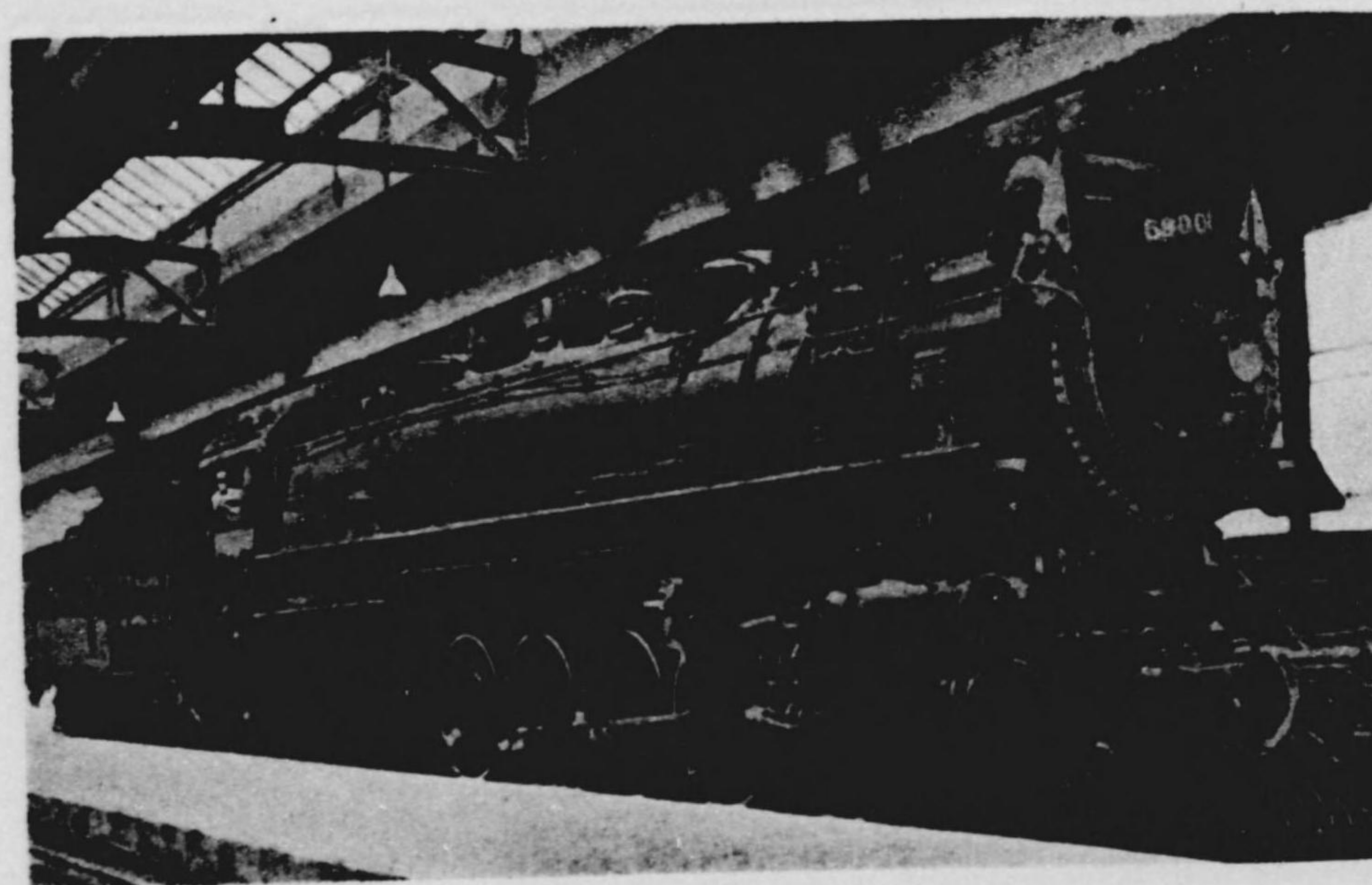
高速度鋼の組織
左 1250°C焼入れ、550°Cで焼戻し。
右 1250°Cで焼入れたまゝ。此の白點は複炭化物です。

High Speed steel なる名稱なども之に因由してをるのであります。

その切削速度と切削能力との比較は炭素鋼を對照物として上圖の如き比率を示します。



マンガン鋼製金庫の扉



全鋼の機関車

高速度鋼の成分中、炭素はその量が最も少く0.6%位を可とし、クロムは略4%がよいとせられてをります。

タングステンは之を多く含ませるにつれて鋼の質が硬く、切削能率も高まりますが、兎角鋼を脆からしめる缺點を伴ふので13—18%位が適當とされてをります。しかし最良なる含有量は用途に應ずることを要し8—20%時としてはウイン市ボーラー會社製品として有名なラビット鋼の如くこの25%をも加へることを必要とするものもあります。

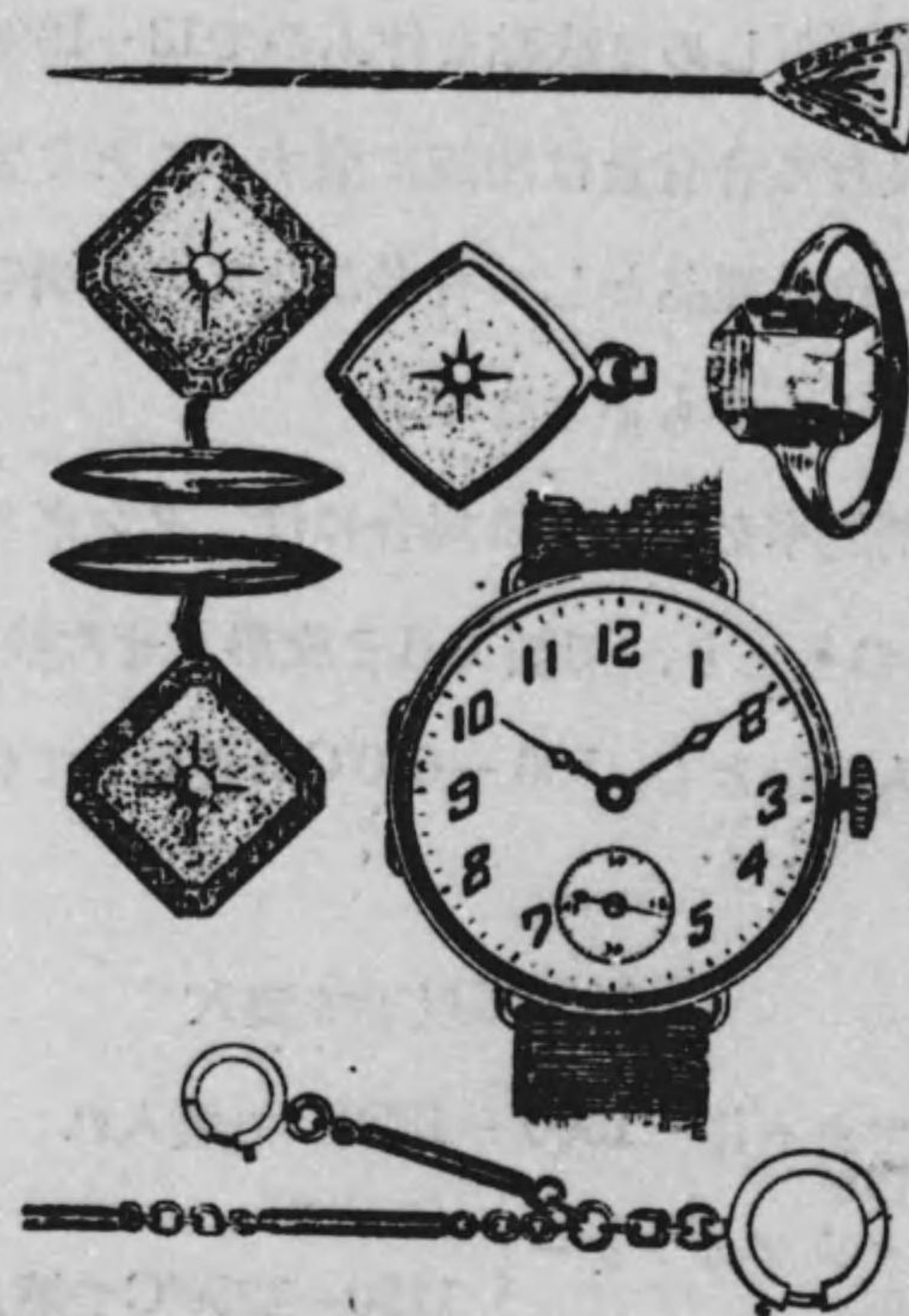
この最も大なる切削能率を要望する場合には、タングステン18%、炭素0.6%、クロム4%のものをとり、切削工具を成形させた後、1300°—1310°C位より空氣又は油浸焼入れをなし、590—610°Cに焼戻して使用するのがよいとせられてをります。

粗削旋盤用	1000°C以下で焼入	
ミーリングカッター用	1300°—1350°Cで焼入れ	
仕上げ用ミーキングカッター 眞鍮切斷切削用 木工具作製用	} 1150—1250°Cで焼入れ	
打撃用工具類		950°—1150°Cで焼入れ

(G) ホワイトゴールド。ニッケルは金もよく融和して白色の合金をつくります。之をホワイトゴールドと申します。金75—85%、ニッケル10—20%、銅0—3%、亞鉛2—9%のものは高優なもので白金代用品として裝飾用にせられます。その亞鉛含量を多くすると妙に薄卵色を帯びて参ります。

是等もホワイトゴールドと申しますが少しも亞鉛、銅を含まぬ、金80—50%、ニッケル20—50%のものが市販のホワイトゴールドで、その色が白金に類似する所から白金代用品として金歯、指環、装身具等に多く用ひられます。近來は是等にも若干の亞鉛を和し次の組成範圍を示してをります。

金	75—85%
ニッケル	10—12%
亜鉛	0—10%



ホワイトゴールド製品。

頁 項
129 87 金相學。

(I) 参考資料。

(A) 金相學の必要。化學的に分析して見た結果からは同様な成分、組成を示す合金が實用上では甚だしく異なる性質を示すことがある。之は全く合金の組織の相異に因由するもので、成分、組成が同一の場合でも、成分金屬の結晶の形狀、粒子の大小、疎密、相互の配置等の爲めにその合金が至大なる影響を受けることを思はねばならず、之を研究することが必要になります。

是等を知るには合金の破面を検しても概略は知り得られるが、それは熟練せるものが大略を推斷する程度のことか出来ません。それで正確を期するな

らば是非共顯微鏡の力を借る必要があります。

此の目的に使用する顯微鏡は、金屬顯微鏡と呼び、「本書第三編で學習した通りのもの」として舊觀念を呼び起しつゝ金相學の意義に入るのがよいと思ひます。

(B) 金相學の起源。合金に限らず金屬類の面を鏡の様に磨きあげ、適當な藥液でその面を僅かに腐蝕せしめ光を上からあてて照しながら金屬顯微鏡で見ると部分的な腐蝕の有無が明暗を起し、凹凸、色彩をかへその組織、疎密、配合狀況などがよく知れます。此の様な研究法は1864年英人ヘンリー・クリフトン・ソービー氏(Dr. Henry Clifton Sorby)によつて始められ金相學(Metallography)と呼ばれる一學科をなしました。

(C) 金屬顯微鏡。三編を二編と平行的に教授せられない學校ではこゝで一吋金屬顯微鏡の説明をし、上述の様な金屬腐蝕面屬をそれで檢せしめる必要があります。

(D) 金屬面の研磨と琢磨。適當の大きさ(徑1mm内外)に金屬をとり、その表面を鐘又は金剛砥石で平坦にします。次に平たい板の上に鐘紙を置いてその上で磨きます。

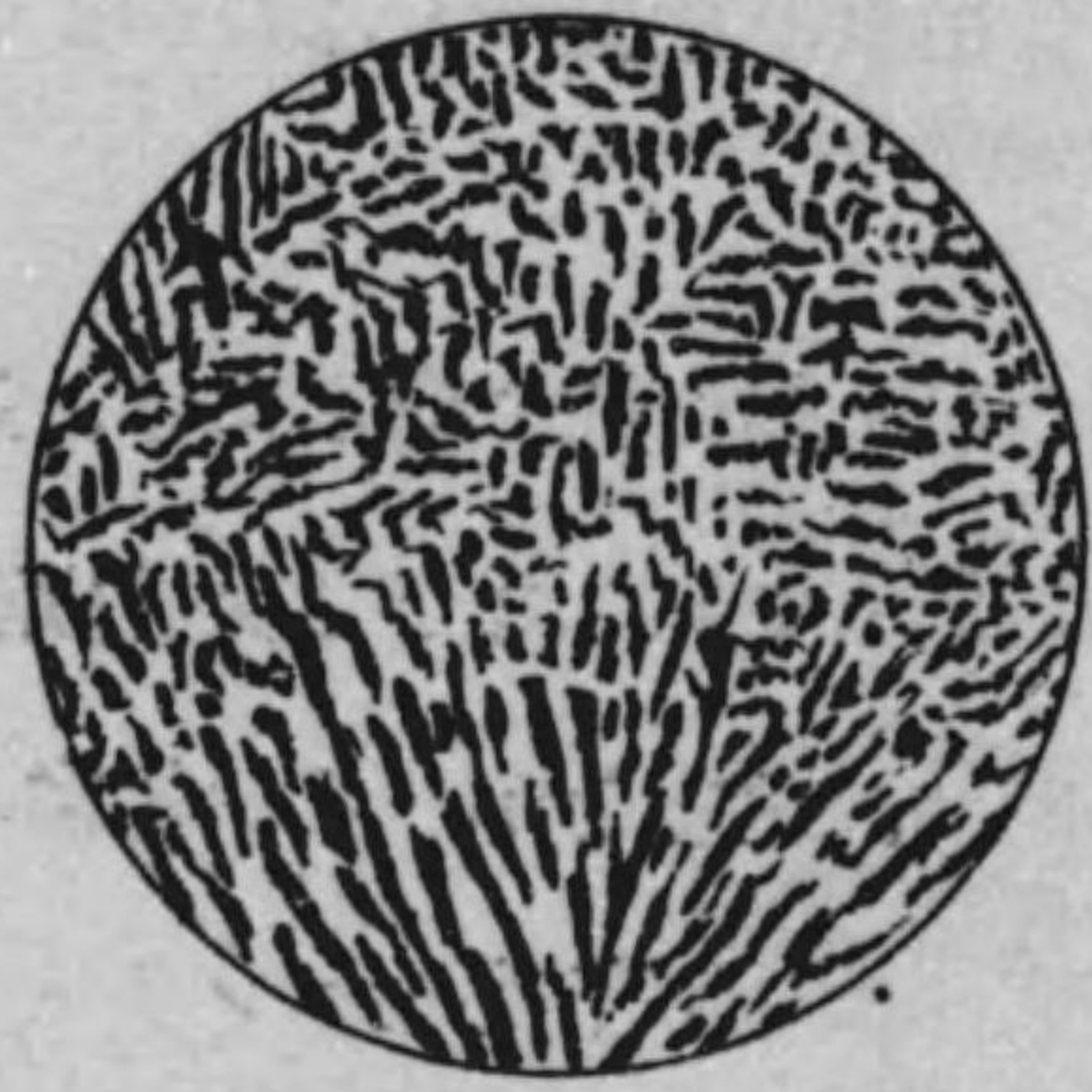
この研磨は左程困難ではないが、琢磨は容易ではありません、専門技術者に磨かせるのがよいと思ひます。

(E) 腐蝕。腐蝕の目的は組織を凹凸、着色、明暗等で現出させる爲でありますから、金屬の種類、合金の組成、檢出の目標等でその腐蝕劑を適當に選擇する必要があります、その數例をあげますと、

- (i) 焼入れ焼戻しの鋼に對するもの—ピクリン酸のアルコール飽和溶液
- (ii) 特殊鋼用— {クロム酸カリ2瓦
 {硫酸ボーマ66度, 25cc
- (iii) 銅合金用— {鹽化第二鐵10瓦
 {鹽酸 30cc(比重1.12).
 {水 120cc

(iv) アルミニウム及びその合金—20%以下の NaOH 溶液

(v) 鉛, 錫及びその合金—硝酸銀2—5%水溶液



銅銀の共晶を(iii)で腐蝕したものを金属顕微鏡で見た圖。



ステレオ活字金を(v)で腐蝕し金属顕微鏡で見た圖。

この外に電解腐蝕法, 加熱着色法, 高温腐蝕法なども適用することがあります。加熱着色法は簡単であります, 之を適用し得るものが少数のものに限られてをります。鋼中の燐化鉄, 青銅中の燐化銅等を検するのに之が用ひられます。此の操作は砂浴内で研磨面を上向きに置いて熱したり, 又融けた錫の中に入れて行ひます。

第五章 火薬, 毒ガス

本章火薬の部に關しては前海軍學校教授岡田吉郎先生の玉稿を轉載する許容を得たので特に御好意を謝して本章の前半を之によることに致しました。

火薬及爆薬

岡田吉郎

(廣島高等工業學校)

1. 概説

主目的 化學「エネルギー」を利用して或機械的仕事をなさしむるもので, 電氣化學, 光化學などに對して機械化學とも云ふべきもので, 破壊, 發射は勿論伐木, 開墾, 土工其の他凡ゆる機械的作業に利用すべきものである。

爆發 不安定なる平衡状態にある固體又は液體が輕微なる外力(初衝動)により, 急激なる化學變化をなし, 氣體の發生と發熱のために著しく體積の膨大, 或は壓力の増加をなす作用を一般に爆發と云ふので, 此の三要素の一つを缺いても爆薬としては取扱はれないのが普通である。例へば Thermit は多大の熱を發生し其の作用も急激ではあるが氣體を發生しない。又多くの燃料は, 多量の氣體と熱を發生するけれども其の作用が急激でないから共に爆薬とは云ひ難い。石炭の如きも粉末状態として飛散し, 其の表面積の大なる事と燃焼に必要な空氣が内部に伴つてをる時は往々坑内爆發の原因をなす事がある。

起爆の方法 火薬の種類又は状況により其の方法を撰ばねばならぬもので, 此の撰定を誤れば火薬の効果を減ずるのみならず, 時には全く其の作用をしない事もある。方法としては (1)白熱物體又は焰の接觸による加熱, (2)摩擦, (3)衝撃, (4)他の爆發による感應の四方法がある。是等は又逆に考へると火薬の保全上どの程度に取扱上に注意せねばならぬかと云ふ事にも連關する事となる。餘事に涉るが信管と云ふのは爆薬を發火さすもので, 彈底信管とか時

限信管とか、又は着發信管とか夫々其の作用で區別され、火管と云ふのは發射藥を發火さすもので摩擦火管、擊發火管又は電氣火管等の名稱がある。

爆藥の傳播 爆藥の一端を發火せしめたときに之が他部へ傳播するには二様の形式がある。(1)普通の爆發(Explosion)又は單に燃燒と云ふものと、(2)轟發(Detonation)で前者は普通の燃料と同様に燃燒によりて生ずる發熱の爲に隣接部を發火點に到らしめ、順次に其の作用が波及するもので普通の燃料と異なるは只必要なる酸素が燃料の如く外部より補給されずして、爆藥中に已存するからどんな處でも容易く完全に燃える。此の種の爆速は毎秒數米から數百米程度のものである。後者即ち轟發に於ては其の趣を異にして主として斷熱的縮壓即ち、一端に於ける爆發の爲に生ずる高壓力が一の振動として爆藥内を傳はり、其の爆波の來る所悉く爆發を誘導されるものである。此の形式によるものは爆速毎秒數千米のものである。尙紐狀火藥の如き發熱量多きものが單に燃燒するのみなるに、「ピクリン」酸の如き發熱量が寧ろ少なきに拘らず、毎秒七八千米の轟發をなす事より考へても、轟發が熱傳導にのみよるものでない事が想像される。其の如何なる火藥が轟發するか爆發するか、又如何なる手段によれば轟發するや否やは別に擧げる事にして、只彈丸發射の場合には必ず爆發或は燃燒によらざるべからざるもので、破壊作業には必ず轟發によらざれば、其の目的を達する事が出来ない事を斷はつて置く。

2. 一般的性能

(a) 發熱量

爆發する時に發生する化學「エネルギー」が爆發作用の根源である事は勿論で、其の一部は發生氣體の溫度を高め壓力を増大して仕事に利用されるが裝填の状況によりては同時に他の方向へも消費される事になる故其の有効率を大ならしめる工夫が必要となつて來る。發熱量は爆發反應式における各物

質の生成熱の差より求めるが實驗的には「ボンブ」熱量計で比較的正確に求められる。

發熱量表

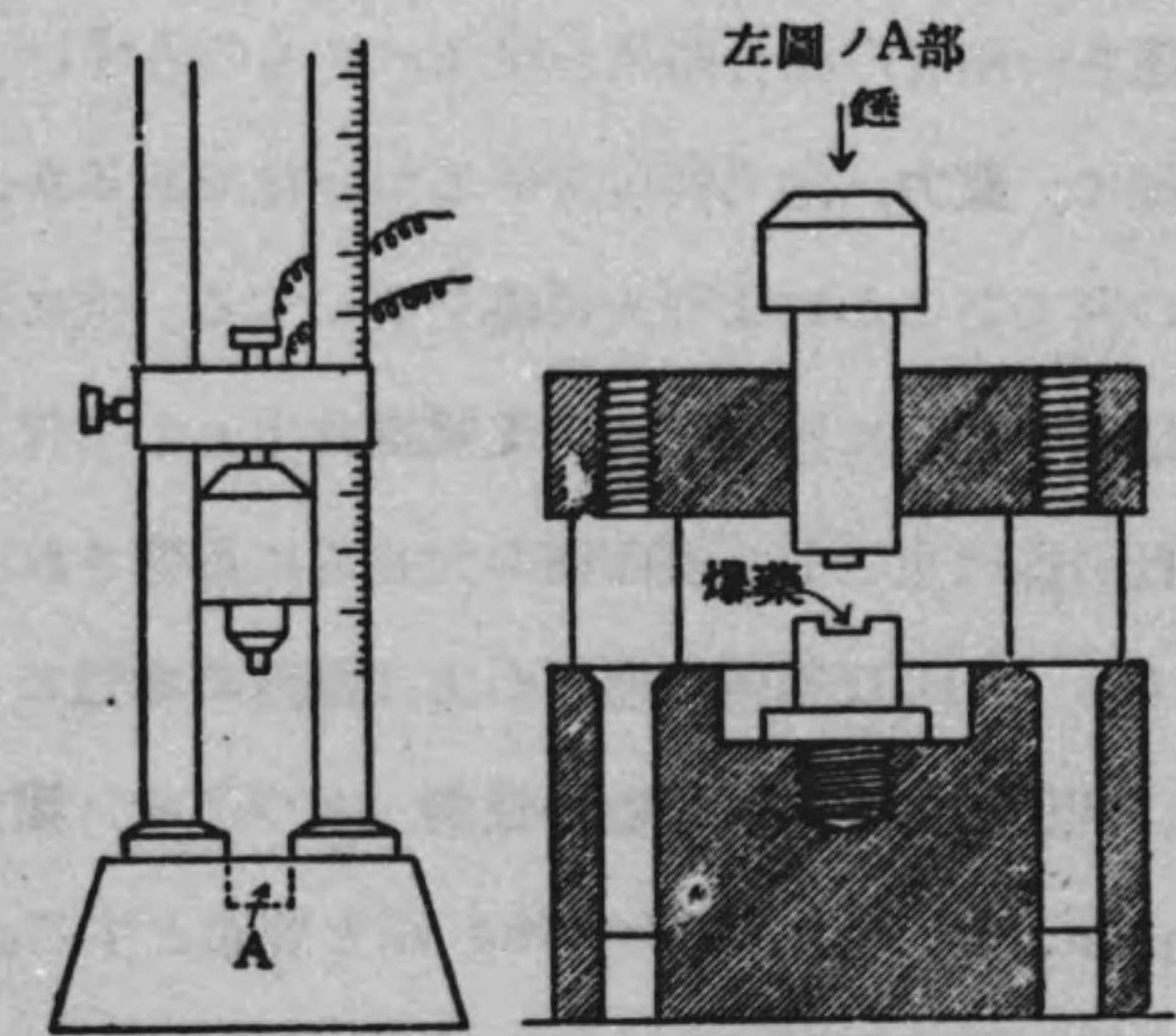
	cal/gr		cal/gr
Spreng-gelatine	1640	B. powder	900
Nitroglycerine	1580	Amatol	992
Nitromannit	1520	T. N. T.	925
Dynamite (75%)	1290	Picrin	810
Cordite (40%)	1290	Black powder	685
Guncotton (N=13%)	1000	Hg Fulminate	410

(b) 感度 (Sensibility) 及初衝動 (Initial Impulse)

火藥分子内の結合力は其の構造式の示す如く極めて不安定な状態にあるものであるが、此の結合力を破るには其物に固有なる或一定以上の外力を要す。

此の最少限度を初衝動とし初衝動小なるものを感度が大きいと云ふ。感度は其の物の分子構造で大體定まつたものではあるが (1)外界の状況即ち、溫度、密度、混合物殊に濕氣或は固形物により左右され、(2)起爆の方法にもよるので、例へば黑色火藥は熱や打撃には安全であつても摩擦

第1圖 落下試験器



には敏感であり、紐狀火藥は彈丸で打ち貫いても安全であるが熱には敏感であるが如し。感度の比較表は後記する事として、試験するには、摩擦法、發

射法、點火溫度試験法等あるが、普通 0.2 瓦の材料を鐵塊上に置き 2kg の鐵槌を落下して、其の發火する最少落差を以て示す事になつてをる。

普通爆薬の感度表 (2kgにつき)

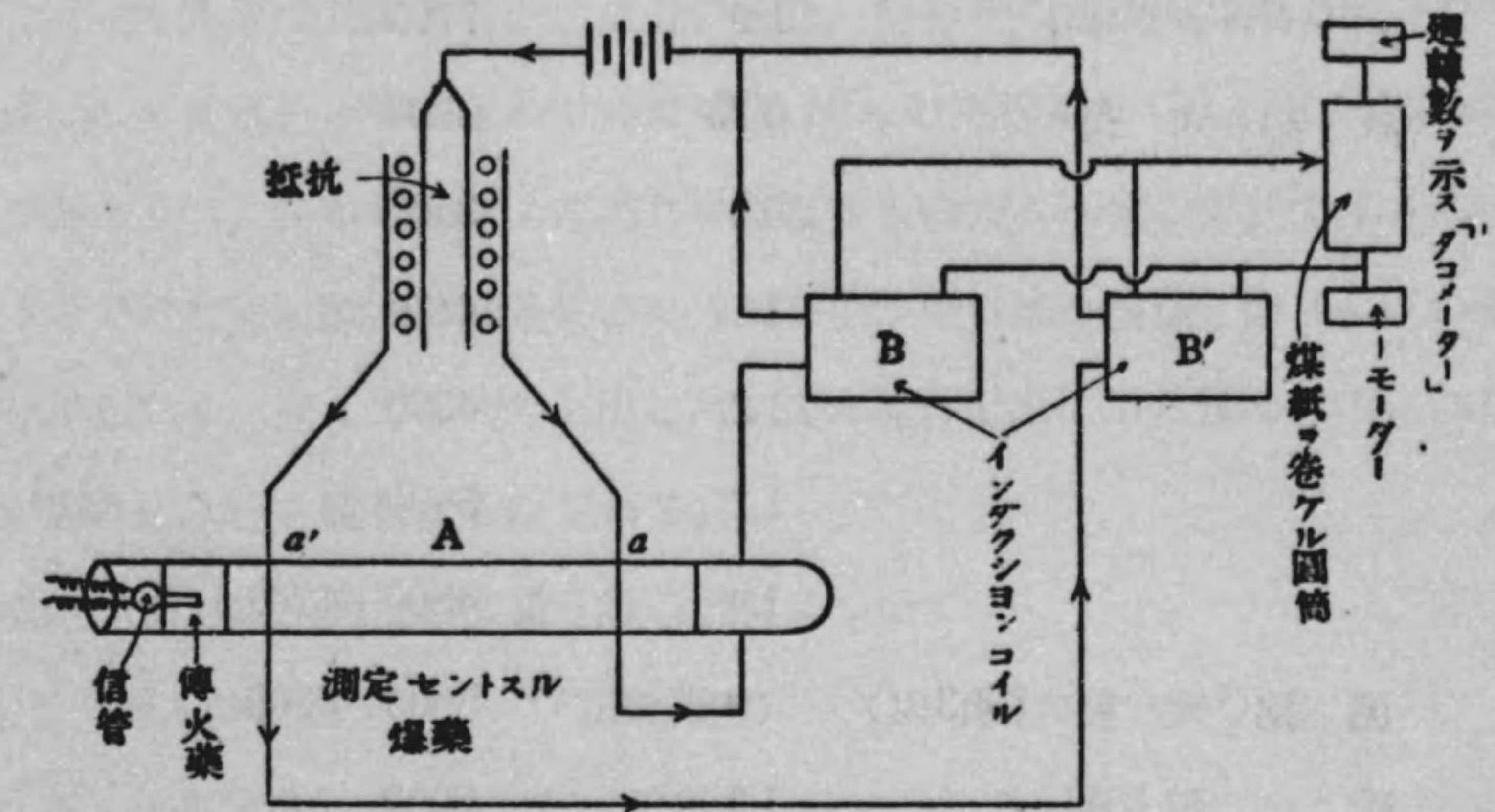
雷 汞	2 cm	ニトログリスリン	4
ピクリン酸鉛又は銀	5	ピクリン酸銅又は鐵	7
ダイナマイト	7	爆發ゼラチン	12
ゼラチンダイナマイト	17	不凍ダイナマイト	20
三硝基クレソール	30	無煙獵用火薬	30~45
ピクリン酸	35~95	三硝基ベンゼン	40~50
テトリール	40~65	トロチール	57~90
細粒黑色火薬	70	ピクリン酸安門又は曹達	80
綿火薬(水15%)	85	三硝基ナフタリン	175

(c) 爆發の速さ

火薬の効果を左右する重要な要素で (A) 化學反應の速さと (B) 反應傳播の速さの兩者の綜合結果と見るべきものとす。(A) 反應速度は一般の場合と同様に、壓力、即ち實包であるか空包であるか、或は密閉した所であるか開潤の所であるかにより大に趣を異にする。次に溫度之も定積か定容かによりて氣體の比熱に影響する。又觸媒は主として保存貯藏に關係する。更に活動量此の際は主として表面積の大きさに影響されるから是等を考慮する必要がある。(B) 反應傳播速度の方は爆薬の本性によるの外、裝填方法、裝填比重、起爆の方法、初衝動の強弱、及び溫度、壓力が影響する。爆速測定法は Boulengèr 又は Mettegang 法を普通とする。

次圖の如く驗速せんとする火薬 (A) の兩端に近く一定距離に針金を通し感應「コイル」B, B' の一次線輪の電路中におきて信管によりて發火する時は a, a' の切斷するため B, B' の二次線輪に誘導電壓を生じ回轉せる「ドラム」の

第2圖 「メテガング」驗速法



上に點を止む。

a', a 間の距離に應じC上の二點の距離即ち時間を求めると、爆速が驗測される。

〔爆薬の發火溫度〕

綿 火 薬 (N=13%)	183—186°C
ダイナマイト	180—200
B 火 薬 類	173—176
硝化マンナイト	160—170
ニトログリスリン	160—220
硝 化 澱 粉	170—175
爆發ゼラチン	170—180
雷 汞	160—165
ピクリン酸, 黑色火薬, 硝安火薬	225° 以上

〔爆發速度〕	(比重)	(毎秒米)
ニトログリスリン	1.60	1000~1600

雷 汞	4.42	3920
ニトロマンナイト	1.9	7700
乾綿火薬	0.73	3700
	0.9	3900
	1.17	4800
	1.2	4300
	1.27	5400
	1.4	4800—6200
濕綿火薬 (水3%)	9	5900—6100
硝化澱粉	1.2	5000
	1.35	5500
ピクリン酸	1.55	7700—8200
トロチール	1.55	7200
黒色火薬	1.04	300
ダイナマイト	1.58	6800
爆発ゼラチン	1.63	7700
ゼラチンダイナマイト	1.67	7000

爆薬にあらざるも可燃瓦斯が空気と混じり引火爆発の災害を伴ふ事屢々あるが、其の過少量及び過大量は、可燃瓦斯の過少又は空気の過少のために爆発に到らず、其の兩極端内の危険範囲は容積にて

水素	9.4—66.5%	酸化炭素	7.5—11.5
メタン	6.—13.	アセチリン	3.5—52.5
エーテル	2.7—7.7	アセトン	5.—12.
アルコール	4—13.7	ベンジン	2.4—4.9

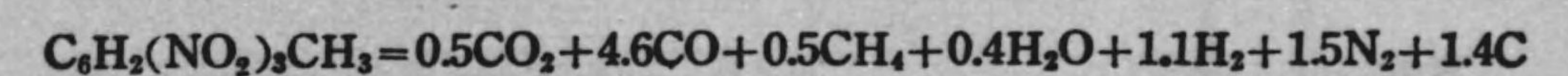
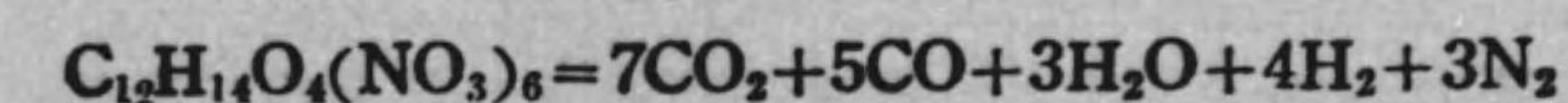
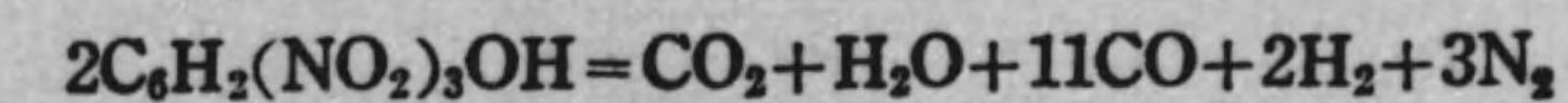
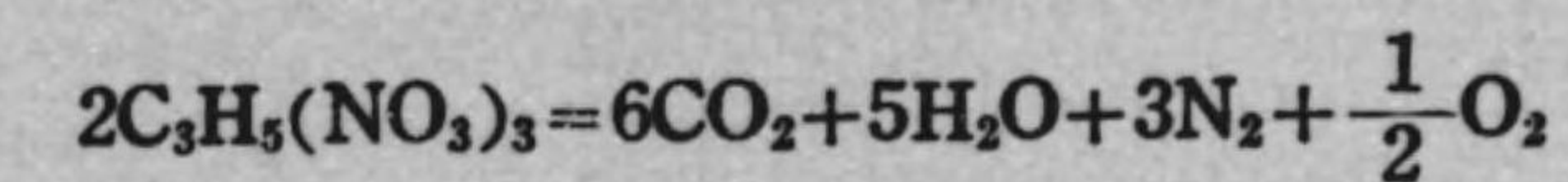
(d) 爆発生成物

特殊の軍事上のものは別として、普通のもは炭、酸、水、窒四元素の相互化合物なる事は勿論なるが、成分の割合、爆発時の温度及び壓力によりて、氣體間の平衡は色々變るもので殊に CO_2 , NO_2 の熱解離や CO と H_2O 間の化學平衡ありて、其の場合々々に應じて異なるもので、一定の方式で示さるべきものではない。酸素が過量にあつても多少の砲口焰や後焰を伴ひ CO の存在を示したり、少くとも閃光を出したり或は砲口を出てから後に NO_2 の褐色が顯れたり色々複雑なものである。

温度、壓力の一例として或小銃の發射について

(彈丸の位置)	(瓦斯温度)	(壓力 kg/cm^2)
200mm	1246	1385
300	1202	834
400	1060	577
500	965	434
600	877	339
693(銃口)	818	280

普通主なる爆発反應式として示さるゝもの



装填比重即ち單位體積に於ける爆薬質量の變化に對しての反應例として、

