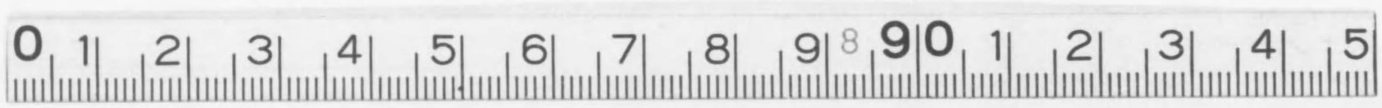
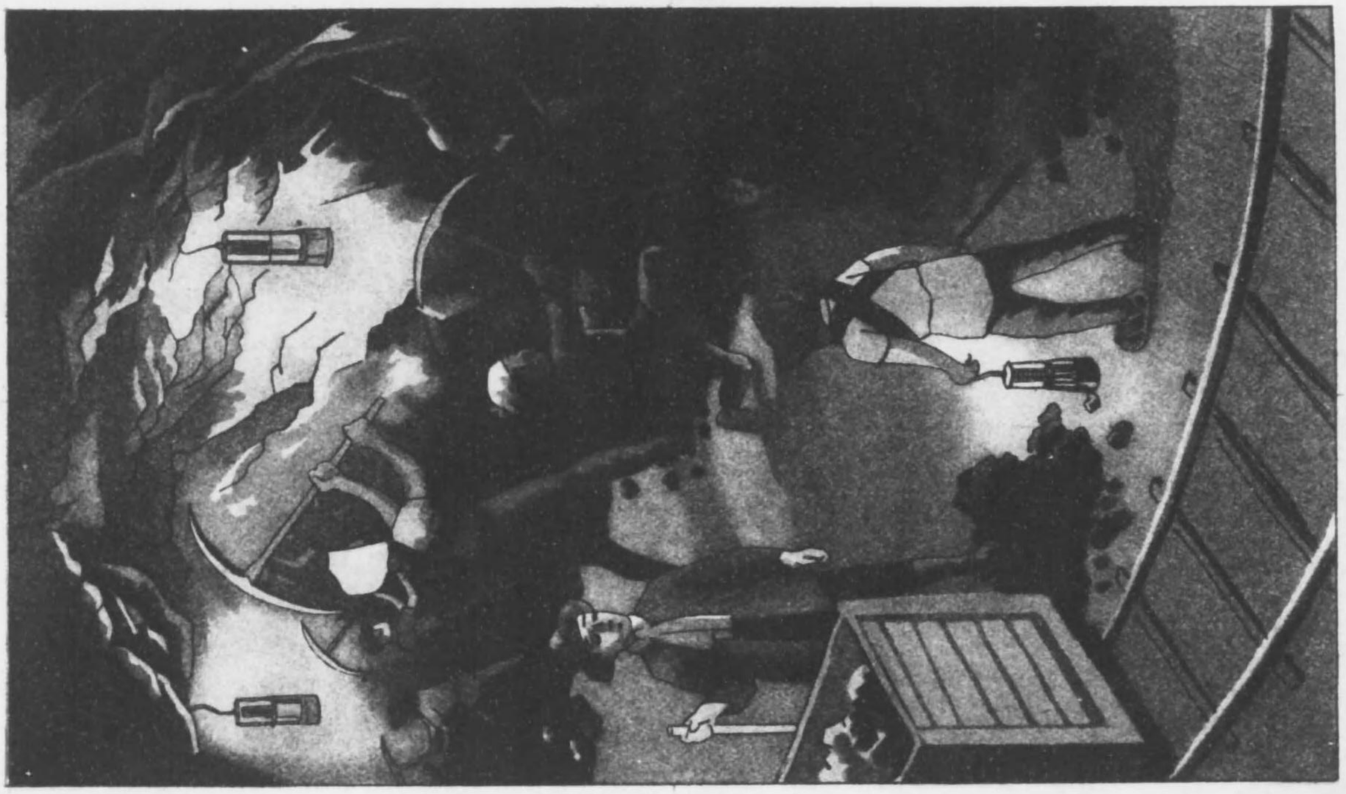


化學工業の話



表面の繪は石炭採掘の有樣を示したものである。石炭は單に燃料としてのみ利用された時代でさへ、文明の一大原動力と稱へられたが、今は其の中から染料、醫藥、溶劑、防腐劑等の貴重物を採取し、其の用の計るべからざる、正に化學工業界に於ける大關である。これ抑も石炭の偉なるに由るか、人智の發達の著しきに由るか。何れにせよ、石炭と文明とは、密接なる關係を有して居る。なほ精しくは本書第二章乃至第四章參照。

序

凡ての文明品中の重要なる者は、多く化學工業品である。其の文明品が歐洲大戰の爲に一時輸入を杜絶され、我が日本の上下一般が周章狼狽して爲す處を知らなかつたといふことは、つまり日本が文明國としての最大要素を缺いてゐると云ふことが出來ようこれは世界の一等國としての日本の最大恥辱であるから、我々は日本を眞の文明に導かん爲に、盛に化學工業を起して此の國家恥辱を救はねばならぬ卽ち我々は、將來の日本の文化に與るべき人間として化學工業に關する知識の如きは今の內より十分に得ておかねばならぬと思ふ是れ本書ある所以である

大正六年六月

著者識す

凡例

一本叢書は、國民教育に根抵を置き學校科外に於ける無上の良教科書、青少年に對する絶好の良友たらしめんが爲に發行したものである。

一本叢書は、前記の目的を達する爲、有益にして趣味ある材料をあらゆる方面に採り、内容の正確善美を圖ると同時に、自學自習に適せしむべく其の行文を平易簡明にした。

一本叢書は其の内容の精選充實に努め、知らず識らずの裡に智能を啓發し、德器を成就し、堅實善良なる性情を涵養せしめん事を期した。

一本書化學工業の話は中山三郎氏の執筆に係るものである。

化學工業の話

目次

目次

終

挿圖目次

化學工業の話

第一章　日本の膨脹と化學工業

第一節　日本は地上の一大樂土か

地上の天國

一國の事は一國にて事足る

東海の蓬萊國！我が日本帝國は、往時、斯ういふ美しい名稱で呼ばれて、恰かも地上の天國の如く想像せられてゐましたが、事實、我が國は、夏暑からず、冬寒からず、氣候順和にして、春は花咲き秋は稔り、五穀豐穰、山の屬海の屬も亦共に豐かで萬物富み榮え、其の名に背かぬ地上の一大樂土でありましたから、絶海の一孤島として、大陸より懸絶してゐながら、一國の事は凡て一國にて事足り其の足らざるを遠きに求むる必要は少しもなかつたのであります。併しそれは人口尠くして物十分に足る時だけの事であります。三匹の犬に五片の肉を與へた時は、至極平和で無事でありますが、五匹の犬に對して三片の肉しか與へられなか

つた場合は、今まで嬉戯してゐた樂しき有樣は何處へやら、忽ち修羅を燃して互に咬み合ふに至るでありませう。我が島帝國にしましても、何時まで昔の儘の姿であらう筈はありません。人口は年々恐ろしい勢ひで增して行く、況んや種々な機會を以て、交通は漸次と四方に開けて、異國の文物は內地に輸入せられて來る其の間には物と物との融通交換は自然に始まつて、競爭心も出れば、他を追ひ越さうといふ優越心も出て來ます。斯うなると、たとへ五風十雨の天の惠みは豐かでありましても、國は何時の間にか思はぬ膨脹發展をして、遂には往時の樣に、一國を以て一國の事を足して行くといふ譯に行かなくなりますのは、固より當然の事と申さねばなりません。

文明の輸入と平和

民族の膨脹と國家

民族の膨脹、國家の發展は、人力を以ては如何することも出來ぬ自然の勢であります、小にしては個人間の生存競爭、大にしては民族と民族との衝突、國と國との戰爭などゝいふ、人類の理想としてゐる平和といふものとは正反對な、寔に悲慘な、厭はしい現象が起つて來るのは、どうも已むを得ない狀態と申さなければなりませんが、我が日本帝國、東海の蓬萊國と稱へられる程の日本帝國も、後章に述ぶるやうな凄じい勢で膨脹して行くのでありますから、何時までも一島國內に目白押をしてゐる譯には行かず、已むなく海外に向つて其の出口を求めなければならぬやうになつて來ました。我が日本が、非常な勢力を以て、海の外に屢々兵を出したといふのも主として其の爲であります。

往古の外征

尤も神功皇后の三韓征伐は其の意味ではありません、豐臣秀吉の朝鮮征伐も外の事情が主たる原因でありましたから、之も全部其の意味で論ずることは出來ませんが、德川幕府の鎖國令は、一時日本の發展力を壓へつけたやうな形にはなつて居りますけれども、實は此の永い冬籠の間に、內にあつて膨脹しきれるまで膨脹しつゝ辛抱してゐたのでありますから、恰度熟しきつた果實のやうに、機會さへあれば、何處からでも構はず外に破つて出ようといふ、恐るべき力を貯へてゐたのであります。ですから、ペルリによつて一たび惰眠を覺まさるゝが早いか、王政復古の大業はそこ〳〵に、早くも外に向つて發展の緒口を求めるやうになり

明治初年の征韓論

ました。明治六七年比の征韓論は、實に大和民族發展の第一聲であつたのであります。併し不幸にして或る事情の爲めに、一時之は中止となりましたが、到底之が人爲的に永く抑へつけられるものでもありませず、殊に日本の膨脹力は、最近世に於て益々其の速度を加へて來ました事ですから、我が民は默々の裡に〻〻海外に發展し、他の國民と勢力上の爭ひは一年毎に烈しくなり、事實上の衝突を免がるゝ事が出來なくなつて、遂に明治二十七八年の日清戰爭となり、同じく三十七八年の日露の大戰となつたのであります。

十年目毎の大戰

戰爭は不思議に十年目毎に起つて來ます。日露戰爭の後の十年目、明治の年號で云へば丁度四十七年目に當る大正三年に、意外にも歐洲の大戰は勃發して、我が帝國も之に參加することになりました。今度は日本に取つて、戰爭そのものは大きい問題でありませんが、經濟的の膨脹は實に驚くべきものがあつて、日本は實に古今未曾有の大發展を爲しつゝあるのであります。其の膨脹の程度は、後に委しく申し述べますが、其の實際を調査しますと、意想外も意想外、實に驚くべき有樣であります。けれども此に一つ考へねばなりませぬ事は、私は、國家の膨脹は已むに已まれぬ自然の勢であるといふことを申しましたが、此の歐洲大戰の爲に影響せられた經濟的の大發展は、果して自然の勢とのみ云へませうか、日本國民が、實際に蓄へた力を以てやつてゐるのでありませうか。之は能く〻〻研究しなければならぬ大問題でありまして、たゞ表面上の事實に安心して、ウカ〻〻として了つたり、慢心を起したりしては、却つて此の後に恐るべき反動を呼び起して、折角の喜びが糠喜びとなり、前にも增して悲慘な結果を見ねばならぬ事になつて來るであらうと思ひます。

果して自然の勢か

第二節　財産調べを爲すの必要

成功の內容

世の中に成功者といふものは澤山ありますが、同じ百萬圓の長者でも、其の內容の如何によつて價値はずんと違つて來ます。親から讓られた百萬圓の身代もあり、人の引立てで、あまり自分は焦らずに得た百萬圓の身代もあり、刻苦精勵、

自分の腕一本で叩き上げた百萬圓の身代もあります。されば同じ百萬圓でも其の堅さ、強さ、卽ち其の價値は甲乙大變な相違で、親からの讓りもの、身代などは兎角して無意味に使ひつぶして了ふことが多い、人のお蔭で苦勞なしに得た百萬圓も散ずることに於て又非常に早い。けれども自分の腕一本で叩き上げた百萬圓は、其の當人が苦勞して來たゞけに、中々容易に使はぬのみか、今までの經驗と知識とを土臺にして、尙其の上にも積み重ねて行かうとしますから、其の身代は益々大きくなるばかりであります。

苦勞した金

日本の今日の富の程度

斯ういふ風な見方で、日本の今日の異常に發展して得た富の程度、卽ち其の身代の程度を見ますと、どうも腕一本で叩き上げた百萬長者といふ堅實さに缺ける所があるやうに思はれます。日淸日露の大戰によつて得たる臺灣や滿洲の勢力や朝鮮や、其の他東洋の各市場に於ける勢力は、所謂自己の腕で叩き上げた立派なものでありますけれども、歐洲大戰の影響によつて得たるところの富は、固より親讓りの身代ほど危かしいものではありませんが、少くとも其の半分は人の引立てで偶然にこゝへ込んだ身代の樣なもので、ウカ〳〵すると、又どういふ機會で叩きつぶして了ふかわかりません。人の牛蒡で法事をするといふ事があります、決してそれ程狡猾いやり方で得たものではありませんけれども、之に慢心して、此の後に處するの道をも考へないやうな事でありましたら、今日の百萬長者の榮華も、忽ち一炊の夢と化して、又昔の文無しに歸るやうな事がないとも限りません、「油斷大敵」とか「勝つて兜の緒を締めよ」とかいふ言葉は、今日の日本國民が最も深く心に刻んで味はねばならぬ格言であります。

偶然に得た身代

油斷大敵

併し斯ういふ事は、唯だ空に申したいけでは、私の申す意味が通りませんから今少し詳しく日本の財產調査をする必要があります。それも其の見方はいろ〳〵ありますが、私は此の書に於て、化學工業の事をお話するのでありますから、先づ主として此の問題に必要な方面から觀て行かうと思ふのであります。といふのは、唯だ化學工業と申すことを、其の理窟ばかり說いたとて何の役にも立たず、それでは純專門のお話になつて面白くもありませんから、私は此の書に於いて日

日本の財產しらべ

本に於ける化學工業の情態、之からの日本が化學工業といふものに、どれだけ力を盡さねばならぬかといふ、實際上の問題を提へ、それに伴れて化學工業の學術方面の研究をも、極く平易に面白く致して行きたいと思ふのでありますから、否でも應でも、日本の財産調査といふ事は必要になつて來るのであります。此の身代調べをする間に、諸君は、之は〳〵と驚いて、今まで考へてゐた事や、又は考へずにもゐた事について、深い注意を拂ふやうになり、化學工業といふ近頃喧しい問題は、誰でも考へねばならぬといふ事に氣がついて來るであらうと思ふのであります。

化學工業に對する注意の喚起

第三節　農は國の基にあらず

その一　恐るべき人口の增加

昔時の日本

日本は往昔豐葦原瑞穗國とも稱ばれました。其の名稱の如く我が日本は、氣候は穩和に地味は肥え、五穀よく實つて萬民鼓腹擊壤、まことに泰平の國であつて農は國の基とまで申されて來ましたが、果して今日も昔の儘の狀態で、農を以て國の基として行くことが出來ませうか。前申す如く、日本は年々恐るべき勢ひで發展して行きます。人口の增加率は實に驚くべきであります。そして今日では海外にまで其の捌け口を求めねばならなくなつたといふのでありますから、到底、農業一つで國を立てゝ行くことは出來ないといふことは、容易く理解が出來ませうと思ひます。

人口問題の研究

先づそこで、我が國の人口の殖えて行く割合を調べて見ます。百圓の收入のある家庭に於て、家族が二人か三人であつたら、樂に暮しても行けるし、有り餘つて少しは貯金もして行かれますが、漸々其の家族が殖えて六人にも七人にも八人にもなれば、到底其の收入だけでは暮して行かれません。日本の國家にしても、人間が何時までも殖えて行かないものでありましたら、現在出來る米や麥やで十分事は足り、外から物を求め來らんでも、外に發展して行かんでも濟む譯でありますから、此の人口といふ問題は、現在に於ても將來に於ても一番大きい問題と

して研究しなければならぬのであります。

人口七千四百萬

さて我が國の人口は、現在に於て普通に七千萬人と申してゐますが、實際は、七千四百萬人以上あります。併し此の中には、臺灣、樺太、朝鮮の人口も加はつてゐますから、それ等の土地に於ける人口增加の割合も小さくはありませんが、姑く之を除外しないと、內地の膨脹率が分りません。よつて其れを省きますと、內地だけでは五千六百萬人ほどになりますが、之が如何いふ風に增加して斯うなつたのであるかを、以前に溯つて調べて見ますと、

人口增加の割合

明治五年には　三千三百十一萬人
同十五年には　三千六百七十萬人
同二十年には　三千九百〇六萬人
同四十年には　四千八百八十二萬人
大正五年には　五千六百萬人以上

といふ割合に增加して來てゐます。で之が又年々どんな割合で增加するかと申しますと、明治十年ごろには、一年間に三十萬人づゝ、明治二十年頃には、一年間五十六萬人づゝ、明治四十年以後は、年々七十萬人づゝも殖えて行くのでありますから、此の割合で行きますと、十年間に六七百萬人の人間が殖えて行き、約六十年の後には、現在の人口が二倍になる譯であります。

六十年後に二倍の增加

今少し此の數字を面白く說明しますと、今日では內地だけで一年間に七十三萬人以上も殖えて行きますから、

一時間に八十三人增加

（一ヶ月には）六萬人　（一日には）二千人
（一時間には）八十三人　（一分間には）一人四分

といふ風に殖えるのであります。卽ち私共が御飯を食べてゐる一時間ばかりの間に八十人以上も殖え、今朝から明日の朝までに二千人も殖えて行くといふ、素破らしい勢で增加して行くのであります。併し如何に人口が殖えてもそれだけ土地が廣ければ格別問題になりませんが、今其の土地の廣さに就いて調べて見ますと日本は內地だけで一方哩に二千六十人から住つてゐる割合でありまして、之を歐

一方哩に二千六十人

亞の大陸に比較して見ますなら、

歐羅巴では一方哩の人口　百〇六人半
亞細亞では一方哩の人口　五十三人弱
阿弗利加では一方哩の人口　十五人弱
北亞米利加では一方哩の人口　十三人半強
然るに日本では一方哩に　二千〇六十人

八疊の室に二十人

といふ驚くべき數でありますから、どうしても內地だけに閉ぢ籠つて目白押をしてゐる譯には參りません。尙ほ此の儘で外に向つて人間を出すことが出來なかつたら、お互ひに共喰でもしなければならなくなります。歐羅巴では、八疊の室に一人住むとしたら、日本では同じ八疊の室に十九人か二十人も住む割合でありますから、如何に日本の土地に人間が有り餘るほど多く住まつてゐるかゞ分りませう。

尤も同じ歐羅巴の內でも、英國とか佛國とか獨逸とかいふやうに、國別にしたなら、隨分人口の密度の大きいところもありまして、英國の本島の如きは、可なり其の優れた方でありますが、其れ等の國には植民地とか屬領地とかゞ澤山ありまして、人間の捌け口が十分でありますから、左程人口增加といふ事に就いては苦心する必要はないのでありますが、日本の樣にそれが少く、最近に至つて臺灣とか朝鮮とか滿洲とか樺太とかゞ出來たにしても、そこへ內地の人間を喜んで行かしむる上に、いろ〳〵不滿足の事が多くては、決して此の恐るべき勢で增加して行く人間をうまく調和して行くことは出來ません。此に於て人口の增加といふことは、日本の將來の上に最も大きな問題として研究しなければならぬ事柄となる次第でありまして、日本が單に農業一つでは立つて行かぬことも、之によつて想察の出來ることでありませう。

植民地屬領地の所有

將來の大問題

古來農業國たりし理由

その二　人口の增加と土地の割合

何故人間が殖えて行けば、農業のみを以て立つて行くことが出來ぬかは、更めて說明するまでもありますまい。たゞ何故日本が、古來農業國として立つて來た

かと申しますと、一つは自然的に五穀が豐穰な爲でもありましたが、一つは地理上の關係で、我が國は四面環すに海を以てし、大陸とは遠く懸け離れてゐますから、交通の便の開けぬ内は、否でも應でも物の需用供給を一國内で求めねばならず、自然、農業を生活上の基礎としなければならなかつたのであります。

開拓は十分

けれども其の爲に農業は非常に發達して、田畑は到るところに拓け、時には拓け過ぎたと思ふほど拓け盡して、或は無考に山林を濫伐しては畑に拓き、水利も考へずに河原の土手を切り崩して畑にし、防風林の藪まで掘り起して芋や茄子を植ゑるといふ有樣でありますから、最早此の上、人口の殖える割合に土地を拓いて行くといふ事は困難の事であります。いま我が國の耕地面積が如何ほどあつて年々どの位の割合で增加して行きつゝあるかを調べて見ますと、

耕地面積（農作物をする地面の廣さ）

耕地面積の增加

明治十三年の耕地面積は　四百四十七萬町歩
同　三十年の耕地面積は　五百〇一萬町歩
大正元年の耕地面積は　五百二十六萬町歩

田地は六割

であります。此の内田地卽ち米の作付反別は約六割位であります。それで兎も角も年々少しづゝは新しく田畑地が拓けて行くのではありますが、過去三十年間の平均を取つて見ますと、一年の增加は總かに千分の五位の事で、到底人口の增加と伴ふて行つてはゐませんし、又それを奬勵して山や野を此の上切り拓かすことは出來ない情態にあることですから、到底我が國は、將來農業のみを以て國の基とすることは出來なくなるのであります。之を米作高について調べて見ますと尙ほよく分りますが、一ヶ年の米の收穫高は、近年平均五千萬石乃至五千二三百萬石でありまして、此の内三四百萬石はお酒を造る爲に用ゐられますから、實際の食用としては、先づ四千七八百萬石であります。故に之を五千萬人の人間に割り當てますと、一人一ヶ年の食高九斗五六升、一日二合五六勺にしか當りません日本人でも米を常食としないものもありますし、麥や粟が之に代用せらるゝ場合があることもありますけれども、先づ日本人は米を以て生活の根本とし標準として行くのでありますから、到底一人割二合五六勺の米では足つて行く譯に參りま

一ヶ年の米收高

一人一日の食高二合半

一年千分の五

米麥の輸入

せん。故に現に今日に於ても、米、小麥、小麥粉等を年々五千萬圓も輸入して行く次第でありますから、此の上恐るべき增加率を有する人口と一致してドシ〳〵米を作り殖して行くといふことは出來ないのであります。

衣服類の輸入

さて又人の生活に最も必要な衣服類の方面から觀察しましても、大正元年に於ては

綿糸類の輸入額は	二億三千八百萬圓
綿織物の輸入額は	九百五十五萬圓
麻織物、毛織物の輸入額は	九百九十萬圓
合計	二億五千七百餘萬圓

といふ莫大な輸入額であります。一國内に於て一國の事を足して行くには、生活上一番必要なものを、少しも他國に仰がずして、自ら之を供給することが出來なければ、眞に獨立といふことは出來ないのでありますが、我が國は、第一其の根本食料たる米に於て不足を告げ、之を外國に仰ぎ、又國民の主として用ゐる綿毛類（我が國は絹を主要の產物としますが、國民自身は、絹よりも綿類を以て一般の服裝としてゐます）に於て、年々二億五六千萬圓（大正元年）以上も輸入しなければならぬ有樣ですから、どうしても、農業上の產物だけでは、自國の需要をすら充すことが出來ず、從つて農を以て國の基とすることの實際不可能なことが容易く解るでありませう。

眞の獨立なし

實際に不可能

第四節　日本は未だ商業國にもあらず

商業と日本

農を以て日本が獨立することが出來ないとすると、次には商業の情態を研究して見る必要があります。農業で行かなければ商業か何かで日本が利益するところがなければ、外國へ向つて金貨を拂ふばかりになつて、收入が支出に伴はず、何時までも貧乏しなければなりません。

が其の前にも一つ考へねばならぬことは、一體商業——平たく云へば商賣といふものは、賣るべき品があつて始めて出來るものであつて、而かもそれは、東の

商業の利益は手數料

ものを西へ送り、西のものを東へ送るといふ、云はゞ品物を置きかへるだけのものであつて、其の利益といふものは、唯だ手數料だけのものであります。例へば小賣店で、齒磨だの石鹼だの反物だのを、外から仕入れて來ては賣つてゐるやうなもので、單にそれだけでは、とても大きな金高にはなりません。たゞ其處に、自ら製造して賣るべきものがあれば、初めて商賣らしい商賣が出來るのであります。處が日本の現狀に於ては、何分土地が狹くて農業すらも獨立が出來ぬ位でありますから、自ら製造業者となつて之を廣く賣り出すといふことは困難なのであります。絹とか茶とか海產物とか、多少は外國へ賣り出して可なり多きい利益を見てゐるものもありますけれども、其の外の、國民の生活上の必要物の多くが不足してゐて、それ等を輸入しては莫大な金貨を外國へ拂ひ出してゐますから、差引すると、一向面白い結果にはならぬのであります。

差引すれば不足

併し我が國は四面海であつて、交通の便は實によいのみならず、地理上まことに優れた地位を占めてゐまして、太平洋を隔てゝは南北亞米利加に對し、南方には濠洲其の他の諸大島があり、西には支那印度等の諸市場と相往復するに容易であります。

海と交通

東洋の市場に雄飛

から、賣る品さへあれば、商業上に於て、我が國は東洋の各互市場に雄飛し、其の覇權を握ることが出來るのであります。歐羅巴に於て、英國が商業上最も優れてゐるといふのも、一つは其の本國が四面海であつて、何國の市場へ物を送るにも、運輸が非常に利便なからであります。けれども英本國の商業の發達は單にそれだけではありません。英本國も日本と同樣、人間の割合に土地が狹く農業は決して盛んな方でなくて、食料だけの獨立さへ出來ぬ有樣で、歐洲の大戰に際しても、獨逸は其處を狙つて潛航艇の無制限擊沈を敢てし、米國其の他より英國に送らるゝ食料を喰ひ止めようと計つたのでありますが、內地の狀態は日本と變らぬにも拘はらず尙ほ世界一の商業國を以て任ずるといふのは、彼は世界の到る處に植民地や屬領地を有してゐて、其處で出來る物產を安く仕入れて來て、之を其のまゝ又は加工して世界の各市場へ送り出すから、品物は何處までも豐富できてこそ世界一の商賣も出來るのであります。

英國と商業

然るに我が國には、臺灣、樺太、朝鮮等多少の屬領地はありましても、其れだけの物産ではとても世界を相手に商賣することは出來ませんから、我が國が此の地理上の優れた地位を利用して、もつと大きな手廣き商賣をする爲に、今少し外の方面に考へを廻らさなければなりません。

工業と日本

さらばそれは何でありませうか、そは云ふまでもなく工業を盛んにすることであります。農業が商賣の本にならぬ以上は、工業を興して、商賣すべき品を作るより外に仕方はありません。工業といふのは、說明する迄もなく、或る材料に手の技術を加へることでありますが、日本の國も之れなら十分出來るし、將來大に望みのあることであります。即ち自國の産物は思ふやうにならずとも、他より安い原料品を買つて來て、之に工作を加へて高い品物とし、ドシ〳〵外國に賣り出してお金を儲けるので、其の點から云へば、人口の多いことも便利であるし、勞働賃の安いことも便利であるし、之を賣り出すにも、運輸の便が良く、且つ東洋の各市場に澤山有望な所を控へてゐるのも便利であるし、何かにつけて都合がよいのであります。

人口の夥多と工業

其の工業にも種々の種類がありますが、歐洲大戰の開幕以來、特に化學工業といふ聲が盛んになつて來て、是非とも日本に之を勃興させねばならぬ必要に迫られて來てもゐますし、工業といへば、今日に於ては、殆ど化學工業でなくてはならぬ程に一般の程度が進んで來てゐますから、此の書に於ても、日本の將來の事を策する上に、特に化學工業といふ問題を選んで、お話しすることにしたのであります。

化學工業勃興の必要に迫らる

第二章　日本の現狀と化學工業

第一節　日本の借金

その一　一等國民發憤努力の秋

日本の膨脹力と工業

我が帝國の近年に於ける膨脹力は、寔に目覺ましいものであつて、之に伴ふ實力を張るには、到底現在の農業や商業の狀態を以てしては追ひつくことが出來ず、どうしても工業、殊に化學工業を盛に起さなければならぬといふことを、前章に於て述べましたが、私は今度は、少し觀察を變へて、日本の國情が實際どういふ風にあるかをお話して、此の方面から結論しても、化學工業の是非發達勃興しなければならぬ必要に迫られてゐることを述べようと思ひます。

他の一面より結論

我が帝國は、日清日露の二大戰役を經て、一躍世界の一等國の伍班に列し、歐米の各强大國と肩を並べて、對等の權利を握ることが出來たのでありますが、凡そ名譽には責任が伴ふものであります、日本が東洋の一小島帝國として、世界の

名譽と責任

一等國と其實力

强國から殆んど其の存在を認められなかつた時代は、それだけ見得を張る必要もなかつたのでありますが、今日の如く其の存在が認められたるばかりでなく、恐るべき東洋の一强國として、世界各國の注目を惹くやうになつては、それに伴ふ實力を以て之と交際して行かなければなりません。ところが我が日本は、十分其の實力を備へて、其の交際がやつて行けるであらうか。私共個人の間にしても、貧乏人が貧乏人同志と交際するのは何でもありませんが、此の貧乏人が富豪と同等の交際をして世の中に立つて行かねばならぬといふことになりますと、實力が之に伴はぬだけ、其の苦勞は大抵の事ではありません。日本も戰爭に勝つて、其の勢力を認められ、世界の一等國として遇せられるやうになつたことは、非常の名譽であり、又それは決して過當の事ではありませんが、併しそれと共に責任は重くなり、交際上相當の門戸を張つて行く上にも、其の苦勞や實に一通りでないのであります。

實力伴はず

何故と申すに、不幸にして、日本の實力は、其の認められたる勢力と名譽とに

富が一切を支配す

力と力との戰爭

件はぬからであります。露骨に申せば日本は貧乏である、富の力が足りない。そして歐米の各強國は非常に金持である。此の金持と貧乏とが對等の交際をして行かねばならぬのであるから、我が帝國が今日得たる名譽と責任とを保つて行くことは非常に苦痛であると申さねばなりません。私共個人の間に於ては、金錢は人間の價値を左右する力はありませんが、一國と一國との交際に於ては、富力が何よりも一番の力となるのであります。それは文明の利器が發明されて、鐵道や船や、飛行機や電氣の爲に、東西の距離が著しく短縮され、經濟關係が益々複雜になつて、何と云つても富の力が、凡てのものを支配するやうになつたからであります。

單に武力の上から申しましても、昔の戰爭の樣に、寡兵を以て大敵を破つたり、詭計を以て敵を陷れたりといふやうな事は出來なくなつて、何處までも、力と力との戰で、敵に百萬噸の艦があれば、味方にもそれ以上の艦がなくてはならず、彼に二百萬の精兵があれば、我にも之と匹敵する精兵がなくてはならぬ。然るに歐米の列强は、金のあるに任せ、國民の多數なるに任せて、いくらでも軍艦を造り、兵隊を增して行くから、日本も之と對等の權力を握るには、飽くまで之と匹敵して、彼の備ふるものを我にも備へて行かねばならぬのでありますが、殘念な事には、我が國の富の程度は彼等の諸强國に到底及ばぬ、といつて今更あとへ引かれもせぬから、瘦我慢をしても軍備は年々擴張して行かねばなりませんが、國力の發展は唯だ軍備のみで期せられるものではありません、軍備は寧ろ不生產的のもので、やらずにすめば之に越した事はないのですが、其の方にも尠からぬ費用が要る上に、一方生產的の事業の上にも、十分の資力を注がねばならぬのでありますから、我が日本一等國としての面目を保つことも、中々容易の事ではありません。

瘦我慢しても前進

一等國の面目を保つ苦痛

併し幸ひにも歐洲の大戰は、日本の財界に好影響を與へて、是まで每年輸入超過でドシ〳〵正貨が外國に流出してゐたのが、反對に輸出超過となつて、此の頃では正貨がズン〳〵入つて來る一方であるから、此の時に財政の立直しをして、

大いに儲けて、是までの借金を返す方法を講じなければなりません。尤も、大戰の終局がついたら、歐洲の列强が、戰爭の間に失ふた處のものを取り返さんが爲に、以前に倍して力を貿易に盡すでありませうから、我が日本も、たゞ去年や今年の現狀のみを見て安心することは出來ません、益々發憤努力して、今日の好況を何時までも持續するやうに、國民お互同志が自覺して、大いに國家の前途の爲に盡さなければならぬのであります。

安心は不可

その二　二十五億圓の借金

日本の貧乏

日本が貧乏だ〳〵と申して、此の頃の樣に景氣が好くて何處が貧乏かと、不思議に思ふ人がありませうが、私は此の愛する國に向つて、ありもしないケチをつけるのではありません。たとへ今日の狀態は、一般に景氣が好いにしたところで、それは表面だけの事で、若し日本の財産調べをして、之を歐米のそれに比較したら、到底お話になる筈のものではないのであります。と申すのは、日本の國家は內國債と外國債とを併せて、實に二十五億圓の借金を背負ふてゐるのであります。それも國の經濟が非常に大きいのならば、別に不思議もありませんが、一年の國家の經濟は六億圓に足らず、歲入と歲出と差引して、殆ど目に立つほどの剩餘がないのに、二十五億圓といふ借金を背負ふてゐることは、實に分不相應の事と申さねばなりますまい。

借金二十五億圓

外國から十五億圓

尤も此の二十五億圓の中、十億圓餘は內國債であつて、內國債といふのは、國內で一般の國民から借上げたもので、別に之を返すために外國に正貨が流れ出るといふ譯ではありませんが、之も畢竟、政府の歲入が歲出に伴はず、一時に國力を張る必要があつて借り上げたのでありますから、國家の負擔であることに變りはありません。其の他の十五億圓といふ莫大な借金は、卽ち外國から借り入れたものでありますから、之を返すには、每年それだけの剩餘を造つて行かねばなりません。一體一億圓といふ金は、どの位の分量があるかと申しますと、此に一圓紙幣ばかりが一億圓あるとする。すると其の一圓紙幣の三百枚を以て、曲尺の一寸としたら、之を富士山の高さに積み上げても三千六七百萬圓にしかならないか

一億圓の分量

利子だけで六七千萬圓

ら、一億圓の紙幣は富士山の高さを三つも寄せた程である。故に十五億圓といへば、富士山の高さを四十四五も集めたほどで、之を里數に直したら三十八九里もあるのであるから、何と大した金高ではありませんか。日本はいま是だけ莫大な金を外國から借りて、其の利子だけでも、年々六七千萬圓以上支拂はなければならぬのでありますが、それに對する歳入はなく、外國貿易の上の利益もまだ〳〵捗々しくはないのであるから、どうして此の借金が返して行かれるであらうか。全く今の處では方角も立たぬ有樣と云つてもよいのであります。

最善の力を盡す

一戸百六十圓の借金

日本が斯樣に莫大な借金をしたのは、主として露國と大戰を構へた結果であつて、戰爭の爲や其の跡始末の爲に是等の金を使つた譯でありますが、日本の國力はそれによつて發展したのであるから、此の發展した勢力を失墜することなく、尙ほ此の上にも、世界の列强と伍して負退を取らぬやうにするには、國民がお互に自覺して、國家の爲に最善最高の力を盡さなければなりません。いま十五億圓の借金を、日本の全體の戸數に割當てゝ見ると、一戸平均百六十圓といふ割合であります。それも田地があり、現金があり、貯金もウンとあつての上の借金ならよいが、日本の富力はそんなに豐かでなくて、而かも斯かる借金を持つてゐる譯でありますから、私共は發憤一番、身代を盛直して、此の苦しい境界から早く免れなければなりません。

借金に伴ふ財産如何

各國の富力

第二節　日本人の有する財産

併し借金があるといふ事は、決して恥辱ではありません。何の商賣をしても、資本を大きくすれば、それだけ借金も大きい譯でありますが、唯だそれには、之に伴ふ財産がなくてはならぬ。然らば日本は、二十五億圓も國家の負債を負ひながら、果してどの位の財産を有してゐるかと申しますと、いま或る學者の調査したところを基礎として表示すれば、

米國の富力は　二千八百〇五億圓
英國の富力は　一千六百四十五億圓

獨逸の富力は　一千四百五十五億圓
佛國の富力は　一千二百九十五億圓
支那の富力は　一千〇六十五億圓
露國の富力は　一千億圓
日本の富力は　三百七十五億圓

米國は日本の八倍

といふ順序でありまして、丸で段違ひであります。卽ち米國の富力の如きは、日本の八倍もあり、其の他英獨佛露の諸國みな一千億圓以上であるのに、日本の富力は一ッ桁が低くて、總に三百七十五億圓しかありません。尤も之は國の大小にも由ることで、日本の樣に少さい島國では、とても大陸の諸國に及ぶべくもありませんが、今之を其の國の人口に割りあてゝ、其の一人當りを見ますと、

富力の一人當り

英國人は　三千五百七十圓
佛國人は　三千二百五十圓
米國人は　三千〇五十圓
獨逸人は　二千二百五十圓
露國人は　七百六十圓
支那人は　二百七十圓
日本人は　七百三十圓

といふ風になつて、之で見ても、日本人は總に支那人の一人當りの富力を凌いでゐるだけで、英國人に比べれば五分の一、佛國人米國人に比べれば四分の一といふ情けない小額なのであります。何分日本帝國は、此の五十年間に急に膨脹してムク〳〵と頭を擡げて來たのであるから、一から十まで世界の列强と同じに行かう筈はありませんが、それだからと云つて、各强國は日本を用捨して交際つてくれるのではありませんし、寧ろ日本が東洋の覇王として、大に權力を振ひつゝあるのを小憎らしく思つて、何かの機會には之を叩きつけようと思つて狙つてゐるのでありますから、決して寸時も油斷が出來るわけのものではありません。而かし斯の如く貧乏で、そして責任を多く持つてゐる上に、身分不相應の借金をして

小國とて用捨せず

一日の油斷は一日の退歩

ゐるのでありますから、私共は一日として安閑としてゐる事は出來ません。一日の油斷は一日の退歩であるといふ諺がありますが、今日の樣に、競爭又競爭で、十年の仕事を一年に、一年の仕事を一月に縮めても、ドン〳〵先へ進まうといふ世の中にあつては、一日の油斷は實に十年百年の損失でありますから、決して私共はウカ〳〵として日を消してはなりません。休む間も寢た間も、常に心を國家の上において、國力の充實、進歩といふことに就いて、最善最大の力を盡すべきことを忘れてはならぬのであります。

第三節　日本の貿易

貿易の進歩

我が國の貿易は、其の國力が急速に膨脹した如く、年々急速の進歩をしつゝあります。卽ち大正三年には、明治元年のそれに五十倍してゐるのでありますが、之を表にしますと、

明治元年の輸出入總額は　二千六百三十五萬圓
同　十年の輸出入總額は　五千〇九十四萬圓
同　廿年の輸出入總額は　一億〇四百十一萬圓
同　卅年の輸出入總額は　四億五千百九十一萬圓
同四十一年の輸出入總額は　八億一千四百五十萬圓
大正三年の輸出入總額は　十一億八千六百八十四萬圓
大正五年の輸出入總額は　十八億八千百六十三萬圓

いつも輸入超過

斯樣な膨脹を年々して來たのであります。併し貿易額全體から云へば、毎年大きくなつては行つてゐますが、之を輸出と輸入とに別けて見ますと、殆どいつも輸入の方が超過して輸出額が少ない。輸出額より輸入額が多いと、正貨は外國へ流れ出るばかりで、端から日本は痩せて行かなければならぬ。それも少小の額ならばよいが、毎年七八千萬圓平均も外國へ金を拂ひ出すことが多いのであるから仕方がありません。たゞ大正五年の貿易に於ては、輸出の方が著しく大きく、日本の嘗つてない好況を呈して、實に三億七千萬圓の輸出超過となり、今度は內地

五年度は標準にならず

に於ける正貨の處分に困つて、英國の公債を引うけたりなぞしましたが、之は戰爭中、歐洲の列强が活動しなかつたに乘じて、日本が競爭者なしに大活躍をしたからで、まだ之を以て將來を卜するわけには參りません。

處で斯くの如く膨大して來た我が國の貿易も、之を歐米各國のそれに比較したら如何であるか。大戰中は、貿易上にも多くの變態が來てゐますから、之を戰爭前の大正二年度に於て比較して見ますと、

各强國の貿易額

英國の貿易總額は	百四十億圓
獨逸の貿易總額は	百〇四億圓
合衆國の貿易總額は	八十五億圓
佛國の貿易總額は	八十億圓
露國の貿易總額は	二十八億圓
日本の貿易總額は	十三億圓

といふ狀態で、日本のそれは外國のに比して、殆んど足許にも寄れない有樣であります。卽ち英國は日本の十倍以上、獨逸は日本の八倍、合衆國や佛國は日本の六倍以上で、露國の樣に、人口の割合に土地が多く、自國の農產物で十分やつて行けるやうな所でも、尙ほ日本のより二倍以上に大きいのであるから、以て如何に日本のそれが貧弱であるかゞ解るでありませう。

何もかも劣等

さて日本は何を比較して見ても歐米の列强とは劣つてゐる。之で對等の勢力を張つて行かうといふのであるから、其の苦しさは一通りでありません。それも苦しいながらも、どうにか斯うにか瘦我慢が張つて行かれゝば良いけれども、日進月步、寸時も油斷のならぬ中にあつては、斯樣に苦しみ〳〵で追ひついて行くのでは、何時かは弱つて敗けて了はなければならぬ。然らば如何にしたなら、早く此の苦しみが拔けられるかといへば、貿易を盛んにして、輸入よりも輸出を大きくし、ドシ〳〵金を儲けて國力を充實させるより外に道はない。其の方法はどうしたらよいかと云へば、貿易する材料を澤山準備すること、つまり賣り出す品物をウンと用意しなければならぬのであるが、前云つたやうに、農業は到底將來に

國力充實の道

化學工業は國家の安危に係る

希望を持つことは出來ぬから、否でも應でも工業を盛んにしなければならぬのである。我が國に於ける化學工業は、實に此の意味に於て、國家の安危に繫る問題であるから、一日も之を忽にせず、自覺し、發憤し、研究に研究を重ねて、此の工業を盛大ならしむることを考へなければならぬのであります。

私は以上に於て、化學工業が日本に取つて最も大事なものであるといふことを種々な方面から研究して、お話しましたから、次章より化學工業の一般に關し、及び其の起原や現狀の如何を、なるべく平易に趣味的に說き、且つ、我が國の現況を併せ述べて、諸君の熱心なる注意を仰ぎたいと思つてゐます。

歐洲大戰と化學工業

範圍は茫漠

天產品と加工品

第三章　化學工業とは何か

第一節　化學工業の範圍

單に工業の發達とか、工業の振興とか、工業の敎育とかいふことは、從來も可なり說かれてゐたが、化學工業といふ言葉は歐洲大戰が始まつてから、急に廣く唱へられ來たつた言葉であります。「つまり歐洲大戰の爲に、一時輸入が杜絕して我が日本は何よりも先に化學工業品の缺乏に一大迷惑を爲し、爲に今更驚いて、斯くは化學工業々々と喧しくいふやうになつたのでありますが、偖て然らば、化學工業とは何々であるかといふと、其の範圍は極めて茫漠としたもので、孰れを何れと區別のつかないことが多いのであります。

先づ物產を大別すると、天產品と加工品との二種になります。天產品とは、云ふまでもなく天然に產した其の儘の物で、米とか麥とか綿とかいふものはそれであります。次に加工品といふのが、所謂工業の範圍に屬するものでありますが、

二種の加工法

其の中にも、加工して形を變へるものと、質を變へるものとの二種があります。若し解りよい爲に大體を此の變形及び變質の二種に別けるならば、變形加工は所謂機械工業品であつて、變質加工が卽ち化學工業品だといふことが出來ませう。尤も變形加工には、機械に依らずして單に手の技術に依つたものもありますが、今日では大概の事は勞力を省く爲に機械を用ゐますから、便宜の爲に此では此の二種に別けておきます。

機械工業品

ところで機械工業品、卽ち單に形を變へるだけに加工するといへば、どんなものであるかといふと、例へば鐵といふ原料から、鍋を造つたり針を造つたり刀を造つたりするのがそれで、是等は加工した爲に鐵といふ質は決して變らぬのであります。併しコールタールの中から染料を採つたり醫藥を採つたり、海草の中から沃度を採つたりするのは、其の原料の質を化學的に變へて行くのでありますから、是等は立派な化學工業品であります。けれども斯ういふ風に云つて了へば、機械工業品と化學工業品との區別はチャンと解り切つた樣に思はれますが、實際は中々さう參らず、化學工業品として良いか、機械工業品としていゝか、區別のつかないものが澤山あるのであります。例へば、金とか銀とか鐵とかは、何も礦石の質を變ずるのではなくて、其の材料の中から、それだけのものを取り出すのであるから、其の理窟から云へば機械工業品の樣であるが、其の操作、卽ち仕事の仕方は立派な化學工業である。又甘蔗の中から沙糖を取り出すのも、變質ではなくて、其の中に含まれてゐるものを其の儘取り出すのであるから、之も機械工業といへるやうではあるが、併し其の仕事の仕振は矢張り化學工業の範圍に屬するものであるから、化學工業品として扱ふのが便利である。

仕事の方法は化學的

斯ういふ風になると、機械工業と化學工業の範圍は中々容易に定めることは出來ぬ。そこで私は、化學工業品の中には、質を變じて加工するものは固より、其の加工上の仕事が、機械的と化學的と兩者へ跨がる場合には、何方が仕事の上に大事であるかと考へて、其の大事の方に屬せしむるといふことにしたいのである。其の實際物に就いては、後章述ぶるところでおのづから其の種類が明瞭して來る

であらうから、此に煩はしく類別して擧げないことにします。

第二節　化學工業と原料の關係

原料と半製品

工業品といふ以上、或る原料に工作を加へたものであることは云ふまでも無いことでありますが、此の工業品、こゝで所謂化學工業品の如何なるものであるかそれが如何にして得らるゝかを知るに就いては、其の原料の性質を知るの必要があり、それと同時に尙必要なことは、半製品の如何なるものであるかを知ることであります。

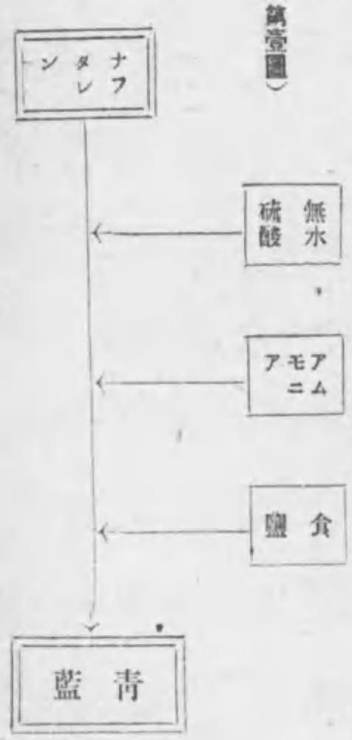
半製品とは何か

原料といへば申すまでもなく、其の中から目的の製品を取り出す材料のこと、製品といへば、それ自身がチヤンと出來上がつた目的物で、それを其の儘使用の出來るものであることは明かなことでありますが、此に半製品といふのは、原料から製品を造りあげるまでに、其の途中で必要なものを斯く稱ぶのであります。半製品と云つても、半分出來くさしといふ意味ではなく、それ自身も或程度までは使用の出來るものであるけれども、他の仕事を爲す上に、是非なくてならぬ中間の必要物となるものであります。

原料と製品と半製品の關係

ところで、石炭とか硫黃とか食鹽とか海草とかいふ樣なものは、自然に產するものであつて、是等の中から、染料だの硫酸だの鹽素だの沃度だのを採り出す材料であるから、卽ち原料である。そして原料から製出した醫藥とか染料とか紙とか沙糖とかいふやうなものは、それ自身が使用の目的物で、すぐ市場に賣り出して、人の手に渡つて自由に使用されるものであるから製品であるが、然らば半製品とは何であるかといふと、第一圖の如く、ナフタレン（ナフタレンはコールタールより製出したるもの）から染料としての青藍を採

（第壹圖）



化學工業は手數のかゝるもの

取するとすると、ナフタレンは此の場合原料であつて、青藍は製品であり、其の途中の無水硫酸とかアムモニアとか食鹽とかは半製品である。此の圖は何を意味するかと申しますと、普通、人は原料から直ぐ製品が採れるやうに思ひますが、化學工業となると中々左樣行くものではない。大變面倒な手數が要ると共に、種々他の材料が無くてはならぬ。ナフタレンから青藍を取り出すには、何十回といふ手數が要る、即ち、ナフタレンより無水フタル酸とかアンスラニル酸とかインドキシルとかいふものに造りかへ造り變へして、始めて青藍となるのであると共に其の仕事をする上に、アムモニアだの食鹽だの無水硫酸などいふ他の材料を持て來なければならぬ。つまり青藍は、單獨にナフタレンの子や孫ではなくて、是等の中間の材料との合の子である。けれども一番主要の材料としてはナフタレンであるから、之は原料であり、食鹽やアムモニアは中間の必要材料であるから半製品といふのであります。

偖て化學工業となると、非常に複雜つた手數や、高等の知識の要るものであることは無論のことですが、たとひ其の理窟は解り、やる方法は心得てゐても、原料が無い爲に出來ぬこともあり、原料はあつても半製品が無い爲に出來ぬこともあります。無いものは買ひ入れて造ることも出來るから、そこで化學工業を起す爲に原料を輸入したり、半製品を輸入したりするやうにするのでありますけれども、輸入して、運賃や何かで高くつき、從つて製品が安く賣れぬ場合は、他の國で出來たものと値段の競爭が出來ぬから、折角市場へ出しても賣れなくなる。損をして賣るわけには行かないから、自然其の仕事はやられないといふ事になるのであります。今日迄日本で化學工業が發達しなかつたのは一つは學問上の知識の足りなかつた爲もありますが、又一つには原料が無かつたり、半製品が無かつたり、それを輸入したのでは製品が高いものになつて賣り出しが出來ないといふやうな事情もあつて、手をつけることが出來なかつたものもあるのであります。故に苟くも化學工業なるものを理解して、それが日本に於てどういふ風に發達するかといふことを考へる人は、たゞ理窟や方法ばかりでなく、よく是等の複雜し

製品と價格

前後の關係を理解せよ

た事情も考へ合はせて、慎重に事を計畫しなければならぬのであります。

第三節　我國の化學工業品

その一　外國へ輸出するもの

輸入の杜絶

化學工業といふ問題が喧しくなつたのは、極く最近の事であります。それは歐洲大戰の爲に一時輸入が杜絶し、是まで日本に全然無くて、外國から輸入してやつと需用を充してゐた種々のものが、急に不足を告げ、我が國の市場が大混亂、大恐慌を來した時に、一番困つたのは、染料や醫藥であつたのであります。

戰爭の爲に自覺

是等の大部分は全然日本で出來ないものであるから、品物は拂底する、値段は暴騰する、急に著手して拵へやうにも、其の方法も解らねば原料も無いものがあるといふ次第で、今まで平氣で使つてゐたものも、今更難有味が解るといふやうなことになつて、さて一體それは何處で出來るものか、どうして出來るものであるかといふことを究めるやうになり、始めて化學工業なるものが日本に於て幼稚であつたことが解つて來たものですから、世間は急に化學工業々々といふやうになつたのであります。中には、今から其の製造會社を作れば直ぐからでも日本で出來るやうに誤解して騒ぐ者もあるし、日本人の技術や知識では絶對に出來ぬものであると誤解して騒ぐ者もあるし、一時は中々の騒動であつたのでありますが、

困ればやれる

併し人間は困つて來ると何かやるもので、今まで外國から仕入れて不足を感じなかつたものが、急に品拂底と來て、騒ぎ立てた爲に、兎も角も染料會社も新に出來るし、醫藥も今日まで一つも造らなかつたものを大分造るやうになつたのであります。併し斯樣な次第で、歐洲大戰の影響として一時に化學工業の問題が喧しくなつたものですから、日本では從來化學工業といふものは一つもなかつたかのやうに思ふ者がありますが、それは大間違であります。

技術も知識も及ばず

併し日本では、從來化學工業といふものには隨分冷淡で、自然其の事業は幼稚でお話にならず、少し氣の利いたものは外國へ仰いで平氣で濟ましてゐた爲に、技術も知識も遠く外國のそれに及ばず、恰かも化學工業なるものは、日本に少し

原料も半製品も化學工業品と觀ろ

も無かつたものゝ樣に思はれたのも仕方がありません。けれども、化學工業なるものゝ範圍は單に染料や醫藥や寫眞藥位のものでなく、大變廣いもので、我が國にも之に屬するものは澤山あるのであります。そして其の中には、早くより外國へ輸出してゐるものもあるし、原料や半製品の一部を外國に仰いで製造してゐたものもあるし、又全然日本になくて輸入ばかりしてゐた物もあるのであります。

そこで化學工業品は何々であるかといふと、中々種類が多い、といふのは、製品だけを云ふのなら、略々何々と範圍も數も極つて來るが、其の製品を造る爲、卽ち化學工業をやる爲に必要なる原料、半製品も、まづ化學工業品として觀なければならぬから、自然範圍も廣くなり且つ不明になり、數も多くなり、中々一口に云はれなくなるのであります。

私は化學工業品なるものを、前申したやうな意味で分類して、我が國の輸出入の物產を調べましたが、此に其の一々を書き並べるのは煩はしくもあり、さして必要もありませんから、其の主なるものを擧げて見ませう。左に列記するところのものは卽ちそれであります。

輸出する化學工業品

が、其の貿易額に大正三年度の數字を用ゐましたのは、歐洲戰爭後は輸出入とも不平均を來して、極く最近のものゝ標準とならぬから、特に大正三年の貿易額としたのであります。で先づ

一ヶ年百五十萬圓以上外國へ輸出するもの

樟腦	二百七十八萬圓
魚油及鯨油	二百六十七萬圓
陶磁器	五百九十萬圓
硝子類	二百九十五萬圓
燐寸	七百六十五萬圓
清酒	二百十二萬圓
薄荷腦及薄荷油	二百六十萬圓
菜子油	百五十萬圓
精糖	一千二百四十萬圓

五十萬圓以上のもの

摸造バナマ紙製品	三百七十萬圓
硫黄	二百五十萬圓
	百八十五萬圓

先づ此の位のもので、五十萬圓以上輸出するものには、

毛皮	皮	沃度加里	賣藥
木蠟	ランプ	化粧用石鹸	セメント
醬油	麥酒	人造肥料	摸造洋紙
ゴムタイヤー	漆器		

等があります。此の外に五十萬圓以下ではあるが、其の製造も盛んで、將來段々發達して行く見込のある物に、革製品、顏料塗料、板紙、洋紙、食鹽、礦水サイダー類、樟腦油、大豆油、香水香油等があります。

その二　外國より輸入するもの

輸入とか輸出とかいふものは、需要者の要求やら、商賣上の關係やらで、いろいろ變化するもので、米でも、內地のが五百萬石足らぬから、外國から五百萬石だけ買ふといふわけではなく、內地で米を五千萬石作り、其內外國へ二千萬石を輸出して、外國よりは三千萬石輸入する場合もあります。化粧品でも、獨逸や佛蘭西から輸入したのは、日本人が使用し、日本で出來たものを支那印度に輸出することもありますから、唯だ輸出輸入の片一方の數字だけ見たのでは、それが內地でどの位の勢力にあるかを知ることは出來ないのであります。又化學工業品の我が國に不足してゐるものを知ることは、之からの事業を爲す人に取つても必要なことでありますから、今度は、外國から輸入するものの主なるものを列擧して見ませう。それも數字は前の理由により大正三年のを標準としました。

輸入する化學工業品

一ケ年百五十萬圓以上外國より輸入するもの	
蔗糖	二千百八十萬圓
硫酸アムモニウム	一千五百二十萬圓
燈油	八百六十八萬圓

アニリン染料	二百七十五萬圓
人造藍	二百二十五萬圓
獸脂	百五十萬圓
硝子板	二百十五萬圓
パラフイン	百九十萬圓
燐礦石	七百十五萬圓
硝酸曹達	二百六十二萬圓
パルプ	四百五十八萬圓
洋紙	四百五十萬圓
獸骨	百六十五萬圓
曹達灰	百五十六萬圓
ゴム類	二百二十萬圓
製革類	百九十六萬圓
牛皮水牛皮	百八十五萬圓
コンデンスミルク	百五十三萬圓

其の他五十萬圓以上輸入するものには、

五十萬圓以上輸入するもの

苛性曹達	フイルム	寫眞藥	鹽酸加里
揮發油	ダイナマイト	葡萄酒	グリセリン
コツプ	松脂	漆	モルヒネ
食鹽			

等があります。以上列擧したもの及び此の外のものに、日本では絶對に出來なかつたものが澤山あり、それが一旦來なくなつたので非常に慌てたのでありますが此の一二年間に、我が國の化學工業も非常に發達し、舊來の面目を全然一新して輸入を防ぐと共に、輸出を盛んにし、右に示した數字を非常に變更しなければならなくなつたのは、日本の誇るべきことであります。現に日本では石炭酸さへ造る道がなかつたのでありますが、昨今では、醫藥類では殆ど出來ないものはない

面目の一新

逆に輸出

輸入の金高が大きい

といふやうになり、染料の如きも聽て市場に出でゝ舶來品を驅逐することが出來るやうになるでせう。洋紙などもパルプの不足の爲に、日本の製品は思ふやうに出來ず、といつて輸入品は乏しくなつて、一時非常に値段が暴騰しましたが、近頃では內地で十分に製造するやうになり、逆に露西亞、支那、印度等へ輸出するやうになりましたから、今度は前と反對の意味で品が拂底し、又々時價が騰つて來た次第であります。

併し以上揭げたところを見ても、輸出するものは金高が少くて、輸入するものは多いのであります。之は明かに化學工業の未だ發達せざることを示してゐるものでありますから、將來此の事業を盛んにし、大いに努めて輸入よりも輸出の方を大きくするといふ風にならなければなりません。それには歐洲の大戰は一番好い機會を與へたのでありまして、內地に事業の勃興を計ると共に、東洋南洋の各市場に、ドシ〳〵日本の品を輸出するに非常に好都合な時となりましたから、此の際益々發憤努力して、國家の大なる利益を謀らねばならぬのであります。日本

外國品と競爭の餘地

で十分に研究して、原料や製品の關係を調査してかゝれば、工賃は安いし、船の便はよし、外國品と競爭してそれを逐ひ除けることは十分出來る見込があるのでありますから、此の際目前の利益のみを考へず、お互に國家百年の大計の上から眞面目に此の事業を發達させなければならぬのであります。

第四章　染料の話

第一節　人造染料の發明と獨逸

その一　世界一の獨逸の人造染料

人造染料の暴騰

大正三年の末、時局の爲に一時輸入杜絶となるや、人造染料の如きは、時價が三十倍にもなつて、市場は混亂に混亂を極めましたが、之はアニリンとか、アリザリンとかいふ、藍だの紅だの其の他の染料が、急に來なくなつたからで、それも人造染料の本家本元は獨逸であり、其の獨逸と開戰して之を敵方に廻したから、當分は之を輸入する見込もなく、英米佛の諸國に於てさへ、染料といへば獨逸から輸入してゐた始末であるから、間接に買入れることも出來ず、又我が國で之を急に製造する見込も立たない、つまり二三年間は全然日本に入つて來ないものとの見込から、斯樣に暴騰したので、其の爲に呉服物の値も上り、紙でも色のついたのは次第に無くなるといふ始末であつたのでありますが、實際、當時に於

獨逸は染料の本家

ては、獨逸は染料の本家本元といつてもよく、其の製造の盛大で、世界の市場到らざるところなしといふ風に賣出してゐた勢といふものは、實に素破らしいものであつたのであります。

獨逸の製造高

然らば、獨逸は當時どの位、年々製造してゐたかと申しますと、之を他の諸外國と比較して見ますれば、

獨逸	一億三千六百萬圓
瑞西	一千三百萬圓
英國	一千二百萬圓
佛國	一千萬圓
合衆國	八百萬圓

之で見ても如何に獨逸が盛大であるかゞ解りませう。英國でも佛國でも全然出來ない譯ではないが、獨逸に比べれば其の十分の一にも足らぬ有樣で、殊に英國の如きは、染料の材料だけを製造して、之を獨逸に輸出し、獨逸で之を完全に製

世界一のバーヂス會社

品になつたものを再び輸入してゐたやうな有樣でありますから、獨逸との大戰爭が勃發した時には、英國は日本よりも餘計に困つたのであります。

此に獨逸が、如何に人造染料の製造が盛んであるかの一例として、同國第一の染料會社として有名なバーヂス會社の有樣を一二記して見ませう。此の會社は一會社で一市街をなし、一寸見たところでは、之が一つの會社であるとは思はれぬ程で、其の敷地が七十萬坪、工場内に敷設せられたレールが四十五哩もあり、事務員、技術者が一千二百人、職工が八千人から居る。そして此の會社に屬して、種々の研究をする化學者が二百二三十人以上に及び、寄宿舍、學校、病院等の設備も立派に整頓して、其の規模の大きいこと、とても日本の現在のどんな大會社大工場を持つて行つても、之と比較してお話することは出來ない程なのであります。

而も獨逸には此のバーヂス會社ばかりでなく、他にも大會社が澤山あつて、其の會社の數から云つても、英米佛は遠く之に及ばない。獨逸は卽ち斯かる大仕掛で、良い品を澤山造つて、安い値でドシ〳〵世界各國の市場に送り出すのでありますから、他の外國では之と競爭が出來ず、いつも獨逸品に蹴落されて了ふのであります。

大本元は英國

染料の發明者パーキン

その二　十八歳の一青年の發明

斯くの如く、獨逸は今日人造染料の本家本元となつてゐますが、併し之を發明した一番の元祖は、實は獨逸でなくて英國であつたのであります。

今より六十餘年以前の事でありますが、西暦一千八百五十六年に、英國の一青年化學者パーキンなる人が、偶然の事から或る染料の人工的製造法を發明しました。此のパーキンといふ人は、極く身分は賤しい人で、或る大工受負師の子であつたのであります。そして倫敦の鑛山學校に入學したのでありますが、不思議に技能が優れ、熱心で著實で、將來有望の青年であつたものでありますから、纔に十七歳の時、有名なる化學者ホフマン教授に見出されて、其の助手となりました。ホフマン教授は固と獨逸人で、英國に來て大學教授となつてゐたのであります

自宅に實驗室

すが、これも世界的に名高い教授でありますから、バーキンは此の教授の助手となつたことを非常に喜び、自分も教授の助手を努めながら熱心に化學を研究しましたが、何分、晝の間は助手としての雜多の仕事が多くて、とても思ふやうに研究が出來ない。そこで自宅の一室に實驗室を設け、夜間とか休暇とかを利用して、種々の研究を爲す内に、ふとキニンといふ解熱藥の合成法を試みやうと思ひ立つて、種々の準備を整へて熱心に之が研究に從事しましたが、どうもそれが思はしく行かない。又しては失敗し、又しては失敗し、いろ〳〵方法を變へては實驗を爲直し〳〵して、藥の調合をして居る中に赤褐色を帶びた妙な沈澱物が出來た。バーキンは此の沈澱物を自分の豫期したものでは無いと思つて、一時非常に失望したのでありますが、併し、此の中からキニンが採れないこともないであらう、今少し忍耐しなければならぬと思ひ返して、其の本質を根氣能く究めた爲に、之が目的のキニンとはならなかつたけれども、其の代りに一つの染料になることを發見したのであります。

沈澱物（液體の底にたまるヲリ）

解熱藥の代りに染料

アニリンパーブル

バーキンはキニンの合成法には失敗しましたが、思ひもかけず有益な一大發見をしたのでありますから大に喜び、之を人造染料として出願して、千八百五十六年に特許を得、其の翌年、之が製造會社の建築に著手して直ちに製造を始め、之をアニリンパーブルと名づけて市場に發賣したのでありますが、之が抑も人造染料の最初のものなのであります。それから二三年の後、佛國のフェルグイン氏も亦一染料を發見し、英國に於ても同樣に種々の色素が、つぎ〳〵に發見せられて、人造染料の製造業は漸く盛んになつて來ました。斯くてバーキン氏は人造染料の開祖といふ名譽を擔ふて其の名聲は世界の隅々にまで響いたのであります

五十年祝賀會

が、明治三十九年は恰度バーキン氏色素發見の五十年目に相當するので、世界の化學者が倫敦市に集會し、コールタール色素發明五十年記念の祝典を擧行し、其の記念としてバーキン氏に二萬圓の研究資金と、名譽賞牌、學位及び大理石立像、油繪肖像等を贈りました。バーキン氏は此の喜びを受けたる翌年の夏六十九歳を以て亡くなつたのでありますが、氏の令息も有名な色素化學者で、熱心に研

究に從事し、世に貢獻するところも尠くないのであります。コールタール色素といふ人造染料は後に說く如く、コールタールの中から取つたのだからであります。

染料と獨逸

獨逸の美點

その三　天然産染料の滅亡

染料の發見製造の本元は英國でありながら、何故その株を獨逸に奪はれて、獨逸の方が却つて本家本元のやうになつたかといふことは、非常に面白い問題であります。それは原料や製品、半製品の關係ではなくて、獨逸の政策が上手であつたからであります。こゝは獨逸の偉いところで、歐洲の大戰に於て、歐亞米の三大陸に亙る强國を敵としながら、容易に獨逸の屈しないのも其の爲であります、獨逸では、苟くも有利有望な事業と見ると、政府が國家の政策として直ぐそれを保護し奬勵して民間にやらせます。民間の事業家も、國家の利益といふことを何處までも目標として、資本家が自分ばかりの利益を謀らず、眞面目に熱心に其の事業を成功させる、之は他の國に殆ど類を見ざる美點なのであります。

化學者を母國に呼び返す

獨逸の學者資本家

左樣いふ次第ですから、英國で人造染料を發明した、それを賣り出した、佛國でも其の大規模の製造に著手したと見るや、獨逸の政府は直ぐ之に目をつけ、英國の大學教授をしてゐる有名な化學者を、禮を厚うして母國に呼び返す。英國には獨逸人の化學者が澤山勤めてゐた、現にバーキンを助手に使つてゐたホフマン教授の如きも獨逸人なのでありますが、獨逸政府は卽ち此のホフマン教授以下の有名な化學者を祖國に呼び返し、それ等の學者に色素工業の基礎を立てさせ、化學研究を奬勵して、人造染料の發見發明に努力させたのであります。

獨逸は政府の目のつけ所も偉いが、學者資本家も亦共に偉い。茲に不思議な面白いことは、獨逸のリーバーマンといふ學者は、芒根の著色成分のアリザリンといふものを人工的に製造して、英國化學者の鼻を明かさせようと思つて、熱心に研究し、遂に一千八百六十九年に至つて之を成功せしめ、直ちに特許出願を爲したのでありますが、何ぞ知らん前申したバーキンといふ人も其の方法を研究し、之を自國の政府に特許を出願しました、處が不思議も不思議、其のリーバ

科學界の一奇蹟

ーマン氏とパーキン氏の出願日が同年同月同日であつたのであります。國を隔て處を異にし、そしてお互が一所懸命祕密に研究したのが、同月同日に符を合したやうに特許出願したのでありますから、實に不思議とも何とも申し樣がありません。

獨逸の學者が、斯樣に熱心に研究する其の勢ひと申したら寔に目覺ましいもので、學者が我一人の功を誇らず相寄つて研究し、其の方法なり製品なりを、改良の上に改良を加へ、一寸でも他の國のものより好いものを造り、且つそれを經濟的に、値段の高くつかないやうな方法を考へる。資本家も、まだ目鼻もつかぬ、成功するかしないか解りもしない研究にでも、金を惜まずして學者を助ける、といふ風であるから、どうしても好いものが出來上る。現に獨逸では人造藍製造の見本を作るだけに、二十餘年の歲月を費し、此の間一千萬圓といふ大金をそれに費消して厭はなかつたのであります。今日日本では理化學研究所を樹てるに、政府も實業家も惣出で寄り集つて、やつと三百萬圓か五百萬圓かを出すといふやう

研究費一千萬圓

バイヤー教授と青藍

な有樣でありますが、獨逸では、そんな理化學などいふ全體の仕事でなく、僅に人造藍一つの研究にすら一千萬圓の研究費をかけたのであります。

斯ういふ風であるから、官民合同、其の熱心の度がおのづから他國のそれと異つて來る。故に一千八百八十三年には、バイヤー教授は遂に青藍の合成法を發見し、一千八百九十年にホイマンといふ教授が之を更に改良して新しい方法を發明するといふ風に、學者がそれからそれと發明發見して行くから、英國などは折角の本家でありながら之に蹴落され、偉功はズン〳〵獨逸人に奪はれて了つて、其の事業も獨逸の方が瞬く間に盛大になつたのであります。

それにしたところで、人造藍の見本を造るだけの事に、一千萬圓も投ずる、これから此の事業を起して製造するのに、又どの位大きな金が要るか解らぬのに、斯樣の大金を消費して了ふことは實に馬鹿々々しいことと思はれませう。ところがそれは決して馬鹿々々しい事ではなくて、獨逸が是だけの熱心を以て之に成功し、それによつてバーヂス會社の樣な大規模の染料會社を起した爲に、天然產の

染料は初めは天然產

染料は滅茶々々に潰されて了つたのであります。一體染料といふものは極く古くからあつたものでありますが、其の材料は凡て藍とか茜根とかいつたやうに天然產の物のみに求めてゐたので、我が國でも德島縣の如きは、天然藍の產地として古來有名なものであり、其の他の地方でも、隨分品に藍を植ゑてゐたのでありますが、一度人造藍が發明せられてそれがドシ〳〵輸入されるやうになつてからは德島縣の藍田の如きは見る間に潰れて了ひました。今では田舍へ行つても、品に藍を作つてゐるやうなところは殆ど無くなつて了つたのであります。

印度と藍の產地

尤も德島縣の如きは、日本に於てこそ有名なれ、世界の產出高から見れば何程の事でもなく、それが潰れたからとて驚くほどの事でもありませんが、彼の印度の如きは、世界で有數の藍の產地であり、其の輸出高は、年々三千五百萬圓以上に及んでゐたのでありますが、此の大なる產出も、やはり人造藍の爲に叩き潰されて、今では見る影もない有樣となり、今日ではやつと七八十萬圓の產出しかない、卽ち、昔の五十分の一しかなくなつたのであります。是實に、獨逸が其の研究に一千萬圓も投じ、大資本を之にかけて、人造藍を製造販賣し初めた爲であつて、獨逸の如きも、最初は天然藍を一千萬圓も輸入してゐたのを、今度は反對に其の輸入を防いだ上に、年々二千萬圓以上を輸出するやうになつたのであります。から、之から見れば、獨逸が巨額の研究費を投じたことも決して無駄なことではなかつたのであります。

茜根（紅を染める原料）の如きも、リーバーマンとバーキンとが同時に其の人工製造法を發明して、それが製造に著手した爲に、天然產の茜根は、藍と同樣に驅逐され、一千八百六十六年には、七萬噸の產出があつたものが、僅に數年にして全然其の栽培をしなくなり、今日では其の標本すら得られないほどの慘めな結果になつて了つたのであります。

染料工業の起らざりし理由

第二節　日本に於ける染料工業

染料は化學工業中、斯くの如く重要の位置を占めてゐる物であるに拘はらず、

我が日本には、全然此の事業が興らなかつたのであります。これは原料其の他の關係もあり、知識や技術の關係もあり、獨逸品などが、其の商業上非常に安價に入つて來たやうな關係もあつて、一概に云へませぬけれども、何にしても化學工業中の主眼たる此の事業が、最近まで手がつけられてなかつたといふことは、一つの大なる國家の恥辱であつたのであります。

政府の保護

併し歐洲の大戰は非常に好い機會となつて、染料工業卽ちコールタール工業の勃興するの機運になりました。其の第一著としては、政府の保護の下に、東西の富豪が資本主となつて作つた日本染料會社で、大阪に工場を建設し、同時に其の附屬の實驗室に於ては、諸種の染料の製造試驗を行なつて好成績を示しつゝありますから、やがて目覺ましい活動をなすことが出來ませう。米國の化學者ヒルツ博士も態々來朝して、此の大事業に參與することとなつてゐるのでありますから、此の應急的に出來た事業も、永久的の形となつて、著しい發達を見ねば已まぬことであらうと思ひます。

獨立の計畫

此の外に東京瓦斯會社、三井鑛山會社等は、政府の補助を受けずに、獨立して染料の製造に著手し、是亦著々成功して、從來我が國では、國產として市場に見なかつた染料も續々市場に送り出されつゝありますから、實に頼もしい次第と申さねばなりません。此の外にもチョイ〳〵タール工業に著手した會社があつて相當の成績を示しつゝあります。

アルカリ工業

是等のタール工業の製品として、アニリン油とかアニリン鹽とかは十分に國內で自給することが出來、其の他、黑色、褐色、硫化染料等の如きも生產が豐富になり、海外輸出をなすことも出來るやうになつて來たのであります。染料工業に是非附隨して發達しなければならぬアルカリ工業も非常に發達し、資本家は此の方面に十分に目をつけて來るやうになりましたから、相俟つて其の將來は有望であると申さねばなりません。

政府の補助の理由

唯だ染料工業が、何故國家の補助の下に起つたかと申しますと、何分今まで手を著けてゐない事業で、何處まで利益の擧がるものか、事業の發達するものか方

文明國民の面目

角がつかぬから、資本家が危ぶんで、容易に資本を此の事業に投じません。是では何時まで立つても、日本に染料工業を起すことが出來なくなりますから、偖てこそ政府が其の損害を保證して、金錢上の補助までして事業を起させたのであります。故に當業者は、例の日本人の惡弊缺點を發揮して、此の補助だけに眼をつけて目前の利益に、國家百年の大計を忘るゝことなく、獨逸の官民が相協力して國家の隆盛を遂げつゝあるやうに、誠心誠意を以て、此の事業を完成し、行く行く其の保護を離れて立派に獨立して利益を擧げなければ、文明國民としての面目は立たないのであります。

第五章　コールタールの話

第一節　石炭と文明

染料とコールタール

石炭は文明の原動力

前章に於ては、染料の發達と今日の現狀とだけをお話したのみで、染料の何ものであるかをお話しませんでしたが、之は卽ち前申したやうに、染料のお話をするには、どうしてもコールタールに溯つて述べなければならぬ。併しコールタールは染料だけでなく、醫藥にも其の他の化學工業にも關係があつて、獨立してお話する必要がありますから、こゝで章を改めてコールタールに就いてお話を致し、自然、再び染料のことにも及ぼさうと思ひます。

抑も石炭は、從來其の儘で燃料として用ゐられたものでありますが、而もこれが發見せらるゝや、高熱力によるあらゆる事業は企畫され、一朝にして世界の文明の大改革をしたのであります。處が段々と人智の開發に伴ひ、此の石炭が種々の方面に利用せられ、之より瓦斯を造りコークスを製造して、其の熱力を更に有

驚くべき利用の範圍

コールタールの處分

效に用ゐるやうになりましたが、先づ之だけでも、どの位文明に貢獻したか分りません。併し驚くべきは、石炭の利用は單に之に止まらない、瓦斯又はコークス製造の副產物として採取された、コールタールの、あの汚いものの中から、石炭酸も採れる、アンスラセンも採れる、ナフタレンも採れる、更にそれ等の中から、まだ〳〵重要な醫藥も得られゝば、人造染料といふ貴重なものも得られるといふ次第で、其の利用の範圍實に驚くべきものがありまして、此に至つては、石炭は眞に文明の原動力、否文明の一大司配者といふべきであります。

コールタールなどいふものは、黑い汚いそして臭い匂ひのするもので、それが鐵の銹止めとはなるものゝ、隨分困つた代物で、瓦斯會社などでは、初めはそれが出來るだけの需要がなく、と云つて捨てる場所は無いし、之を溜めて取つておくには、それだけの地面が要るといふので、いろ〳〵處分法を講じたが名案も浮ばない、遂に仕方がないから、遠く船で積み出して海の中に捨てゝゐたといふ有樣でありましたが、其の内に、其の中からナフタレンの出來ることが分つて來た。

ナフタレンから人造藍

石炭瓦斯

ものゝ、是亦殺蟲劑防腐劑位に利用されるに止まり、之も到底需要に有り餘つて使ひ場がない、需用がなければ値段も出ないから、之も始末につかぬといふ次第で、何れにしても困りものであつたのですが、人智の發達は恐るべし、此の汚いコールタール、海の中へ捨てゝ了つてゐたコールタールの、中から採れたナフタレンを精製して、遂に人造藍を造るに至つたのであります。單に人造藍ばかりではない、コールタールの中からは他の重要の物質も採取せられて、今では石炭が文明の支配者とまで云はれるやうになつて來ました。そこで私は、之から祖先の石炭と、其の子孫に當るコールタールに就いて研究の歩を進めることにします。

第二節　石炭瓦斯

その一　瓦斯製造の順序

石炭瓦斯は、今日では單に瓦斯と呼び、少し大きな都會では、電燈と共に併用されて、或は燈火に、或は動力に、或は臺所で物の煮燒に、それ〳〵用ゐられて

裝置（しかけ）

石炭のむし燒

管一本で輸送

先づ誰でも知つてゐるものと申してよいのでありますが、これは石炭を蒸燒にして、それより出る瓦斯を採るのであります。石炭も、空氣と共に焚したのでは、其の儘全部燃えて了ふばかりでありますが、これをある裝置に入れ、空氣が此の中に入らぬやうにして、非常に高い溫度で之を熱しますと、其の中から澤山瓦斯が出て來ます。此の瓦斯は空氣と混合して點火すれば、極く燃え易くて非常に高い溫度を出し、燈用にも動力用にもなるから、石炭を其の儘で用ゐるより頗る便利であります。石炭は初め容易に火がつかぬが、石炭瓦斯ならマッチ一本で直ぐ點火される。之だけでも重寶である上に、之をタンクに溜めておいて、常に壓力を加へておけば、管一本で何處へでも送られるのでありますから、文明生活には無くてならぬものゝ一つとなるのであります。即ち都會の家庭では、ランプに石油を注ぐの面倒も危險も無く、臺所に薪をいぶし、炭を刎ね飛ばす必要もない、時間の經濟と、危險の豫防の上から云つても大變便利なのであります。

併し其の瓦斯は、唯だ石炭から取り出されたまゝではいけません。此の中には

不純物（よじりもの）

精餾（きれいに蒸餾すること）

不純物の精餾

凝結（こり固まること）

瓦斯事業

種々の不純物も交つてゐますし、硫化水素等の有毒瓦斯も交つてゐますから、これを精餾しなければなりません。それは如何するのかと申しますと、まづ最初石炭から出る多量の瓦斯は、水で洗滌せられた後、次の鐵管に導かるゝ間に冷却されます。其の時高溫度の爲に分解してゐた或種のもの、即ちコールタールとか、瓦斯液とかは、冷却裝置の爲に冷却されつゝ凝縮して他へ流れ出る。そして殘つた瓦斯は、再び洗滌裝置に導かれて水で洗はれ、更に精淨裝置に導かれて、此處で硫化水素等の有毒瓦斯を吸收させて了ひ、斯くて後、これをタンクの中に溜めて、市中の需要者に送るのであります。

斯くの如く石炭を以て瓦斯を造る事業を營むのが即ち普通所謂瓦斯會社であつて、我が國でも此の瓦斯事業は近年益々盛大になり、少し人口のある都會へ行くと、屹度瓦斯會社を設立するやうな傾向になつてゐますが、然ういふ土地には又電燈事業も起り、之と競爭をした上に、之を各戸に送るには鐵管の敷設等に莫大の金を寢かせなければならぬから、中々思ふやうに利益の上るものではありませ

ん。併し、此の瓦斯を造るには種々の副産物が出來ます、そして日本では之までコールタールの如きは、需用の道がなくて其の處分に困つてゐたものが、染料醫藥等の化學工業の發達の爲に、これ等のものまで利益を擧げるやうになりましたから、將來は瓦斯事業も大に面目を改めることと思ひます。そこで次に副産物の一二について簡單にお話を致します。

その二　瓦斯事業の副産物

瓦斯事業の副産物として先づ第一に出來るものは、

瓦斯コークス　であります。之はコークスのところで、今少し委しくお話しますが、瓦斯を採る爲にも石炭を蒸燒にしますから、其の方法は單にコークスの製造と同じことで、そこに殘る固形物質はやはりコークスであります。けれども、瓦斯製造の爲の蒸燒は、コークスのみを目的としての蒸燒と違つて、少しでも餘計に瓦斯を出させんが爲に、出來るだけ高溫度の熱を加へますから、其處に出來たコークスはカサ〳〵して質が粗く、之を燃料として用ゐるにも、とても普通の

瓦斯コークス
固形（固たつもの）

コークス程に具合がよくないから、冶金用などには用ゐられず、一寸した家庭用とか風呂に焚く位の事で、どうも之からは面白い利益を上げることは不可能であります。

次に石炭瓦斯を最初水で洗ひ、更に冷却裝置に入る〻時、冷却されて、瓦斯の一部が凝縮して他の池槽に溜ります、此の物質はコールタールや瓦斯液等なのであります。

瓦斯液　瓦斯液は液狀の殘留物質であります。そして此の中には多量のアムモニアが溶解してゐますから、之に石灰を加へ、若しくは其の儘でもよろしくありますが、之を熱するとアムモニア瓦斯が出て來ます。此のアムモニアを硫酸に吸收させると、硫酸アムモニウムが出來るのでありまして、これは肥料として中々貴重なものなのであります。アムモニア肥料は今日世界到るところで非常な流行でありますが、而かも其の世界の硫酸アムモニウムの大部分は、殆んど此の瓦斯液によつて供給されてゐるといふのであります、それは瓦斯會社に取つても

コールタール

忽にすべからざるものなのであります。

コールタール　コールタールに就いては今少し全班に亙つてお話いたしますから、此處では別に委しく申しませんが、前にも申したやうに、日本では從來此のコールタールの使用方法が研究されてゐなかつたものでありますから、瓦斯會社でも此の處分には隨分頭を惱めたものであります。鐵の銹止めと云つたところで然う澤山必要であらう筈がなく、此の中から僅にナフタレン位を採取してゐましたが、其のナフタレンの使用法もなかつたので、防腐劑、防蟲劑としてのみでは、瓦斯會社で出來るだけのものを捌く力がない。然るに最近に於ける染料工業の發達は、急に此の持て餘しものゝコールタール乃至ナフタレンを大貴重物として扱ふことが出來るやうになり、其の爲にはナフタレンの時價も非常に上つて來て、今では矢鱈に便所などに撒きちらすのも勿體ないやうになりました。このコールタールの利用法の出來たことは、會社に取つてどの位の利益かわかりません。今まで利益を上げかねてゐた瓦斯會社も、これによつてホッと息をついた形

時價（相場）

レトルト中の實驗

で、染料會社が出來るについても、瓦斯會社は卒先して之に參加するの實際上の權利を握ることが出來たのであります。

第三節　コークス

コークスの製造法

少しお話が前後しましたが、今手輕に實驗するために、レトルトの中に石炭を入れ、空氣を之に流通せしめないやうにして高度に熱しますと、石炭は、氣體と液體と固體の三種に別れますが、其の氣體は前申したやうに石炭瓦斯であつて、可燃性の物質であります。そして液體のところは冷却と共に上層下層に別れて來ますが、上層は卽ちアムモニアを含んでゐる瓦斯液であり、下層はコールタールであります。そして固體物質は申すまでもなくコークスでありますが、この關係を圖解しますと次の表のやうになります。

此のコークスは如何いふ風にして採るのであるかと云ひますと、其の方法は矢張り石炭瓦斯を採る時と同じ樣に、石炭を空氣と斷ちて蒸燒にするのであります

瓦斯コークスとの差（密度（質の粗い細かいの度合））

が、併しコークスの製造は、コークスを最良の燃料とするために造るのでありますから、瓦斯製造の時と同じ樣にしては、前申した樣に瓦斯コークス以上のよいものは出來ません。それは石炭瓦斯製造の時は、少しでも餘計に瓦斯を採り出さねばならぬ爲に、出來るだけ熱度を高くしますから、あとへ殘つたコークスは、

石炭
- 氣體……石炭瓦斯
- 液體
  - 上層……瓦斯液
  - 下層……コールタール
- 固體……コークス

氣孔が多くカサ〳〵として、コークスとしては餘り有用でない。そこでコークス製造を目的とする場合は、其の裝置は略ぼ同じでありますけれども、なるべく低い溫度で之を蒸燒にするのであります。然うすると其のあとに出來たコークスは質が大變良く、極くキメが細かくて、燃料として單獨に大なる需用があるのであります。殊にコークス製造を目的とする場合では、粉炭を洗滌して之に壓力を加へ、其の密度を大にしておく必要がありますが、瓦斯製造の時は

コークスの輸入減ず

石炭乾餾工業

然ういふ手間はしないのであります。近頃は瓦斯製造の場合でも、なるべく良質のコークスを得んために、其の爐を工夫するやうになりましたが、それにしても其の目的の違ふだけに、出來た品物は同一に行く譯はありません。

コークスは年々三四十萬圓位輸入されつゝありましたが、大戰以來は內地の產出で間に合はすやうになり、一般の傾向につれて値段も上騰つて來ました。我が國でそれが製造工場の大なるものは、大阪舍密會社、八幡製鐵所、三池炭坑等であります。滿洲が日本の勢力範圍になつて以來、撫順炭坑の如きも最も注目すべき工場の一つであります。一體石炭を其の儘で用ゆるといふことは、其の用法の明かでなかつた以前ならば兎も角、今日、之を固、液、氣の三體に分解して用ゐる方法が解つた以上、甚だ不經濟の事でありますから、今後は其の方面に向つて、ドン〳〵事業が發達することでありませう。斯樣に、石炭を三體に分餾することを**石炭乾餾工業**と申すのでありますが、此の乾餾事業の中で尙一二の記憶すべきものがありますから、左に之をお話し致しませう。

瓦斯液

一千萬圓以上の輸入

水瓦斯

第四節　瓦斯液及び水瓦斯

前掲第七八頁の表に示した通り、石炭を乾餾すると固、液、氣の三體に分れますが、此の液體の上層は**瓦斯液**といふのであります。之は前に云つた如く、此の液狀物質の中には多量のアムモニアを含有してゐて、やがて之が硫酸アムモニウムの原料となるのでありますから、我が國に於ても年々其の製造高は增加しつゝあります。併し肥料の用途は大變なもので、到底內地の製造位で間に合ふものではありませんから、年々一千萬圓以上外國から之を輸入するのであります。尤もこれから後は漸々と其の輸入高を減ずるでありませう。

水瓦斯　水瓦斯とはウオーターガスの譯語であります。之は一つのものではなくて、二つの瓦斯から成り立つのでありますが、それは如何いふ譯かといふと、先づ之を造るには、石炭を高溫度に熱し、これに水蒸氣を送りますと、水蒸氣（H_2O）の中の酸素（O）と石炭の炭素（C）とを化合して（これを還元作用と申します）酸化炭素（CO）が出來、一方には水蒸氣中の水素（H）は酸素との化合が破れた爲に、單に水素として獨立して來るのでありますが、此の酸化炭素も水素も、共に極く燃え易い瓦斯でありますから、燃料として用ゐるに非常に便利であります。殊に此の瓦斯中には水素がある爲に爆發力が非常に强くありますから、瓦斯エンヂンなどに用ゐるに好都合であります。

瓦斯エンヂンに好適

此の水瓦斯は我が國ではまだ殆ど製造せられてゐません、それは一つは需用の關係にも因るのでありますが、これを盛んに製造しつゝあるのは北米合衆國であります。そして此の水瓦斯製造の時も、多量のコールタールを產出し、これは特に**水瓦斯タール**と呼ばれてゐますが、其の用途は、普通のコールタールと差はありません。

水瓦斯タール

以上述べたところによつて見ましても、石炭は實に、唯だ其の儘燃料として使つて了つては惜い、一度燃した滓も燃えれば、それから出て行く瓦斯も燃える、つまり何から何まで燃料として役に立つことが解るのでありますが、之について

石炭の黑煙

煙筒に煙なし

も考へらるべきは、普通石炭を燃料として燃すとき盛んに立ち登るあの煙であります。あの中にも瓦斯があるに違ひない、黑い煙が出る以上、まだ燃えきらぬ炭素が澤山交つてゐるに違ひない、斯ういふ想像は誰にでもつくのでありますが、實に其の想像どほり、あの濛々たる黑煙は、も一度燃して多量の熱を取ることが出來るのであります。それで近頃では、此の黑煙を利用するいろ〳〵の方法が講せられてゐますが、それは石炭を焚く汽罐の爐の裝置を變へ、初めは石炭が燃え、次に其の黑煙が煙筒に出ない內に燃えるやうに、ロストルを回轉式にしてゐます。故に大工場の煙筒で、以前は黑煙濛々として立昇り、四邊に煤が散飛してとても其の附近は、綺麗な住處にはならぬやうな有樣であつたのが、近頃では少しも黑い煙が出ない、まるで石炭を焚かぬのか、仕事でも休んでゐるのかとも思はれるやうになつたのであります。これは卽ち汽罐の裝置を變更して、石炭を最も能く利用しはじめたからであります。汽車の煙筒などにまで、追々此の方法が用ゐられるやうな發明をしたら、石炭も經濟になりますし、乘客も煤を被る必要がなく、又沿道の人家もこれが爲に黑い汚い目に遭はなくつて濟むやうになるでありませう。

コールタールの種類

コールタールの採取分

第五節　コールタールの成分

コールタールが、如何なる方法で、如何なる場合に、出來るものであるかは前に述べましたが、其の瓦斯タール、コークスタール、水瓦斯タールと稱ばるゝものもあります、これは熔礦爐で冶金をする際に得らるゝ副產物であります。これも水瓦斯タールと同じく、我が國では殆ど生產がないと云つてよいのであります。

處で、此のコールタールは、石炭の中から何ういふ割合で得らるゝものであるかと申すと、僅に百分の六位に過ぎません。尤も石炭の乾餾方法と、其の製品の目的の異るによつて、各々差がありますから、多少は割合が違つて來ますが、今之を圖示しますと第二圖の樣になります。卽ちこゝに石炭が百石あるとします

石炭百分中の割合

と、其の中の七十二石はコークスであり、二十二石は瓦斯であつて、コールタールは僅に百石中六石位しかないのであります。而かも此の少量のコールタールを分餾して、後に説く如く此の中から染料や醫藥を取るのでありまして、其の割合は實に少いもの、コールタール六石中其の二割乃至四割の、三斗から七八斗位のものでありますから、是等の貴重物質は、實に石炭の千分の三十六、乃至千分の七十四五に過ぎないのであります。

第二圖

ゴールタールの成分

偖て此のコールタールなるものは、如何なる成分から成り立つてゐるかと申すと、之は又頗る複雜なもので、仲々容易に解らない、解つたものも無論ありますが、まだ研究中のものも澤山ありまして、その解らぬ分さへ五六十種あるのであります。然らば解つてゐるのは何種あるかといふと、ちやんと其の存在の明かになつた化合物が、百四十二種からあります。つまり解つたものと解らぬものとを合すれば、二百種からの數に上り、それ等のものと混合してコールタールは成立つてゐるのであります。

二百種の成分

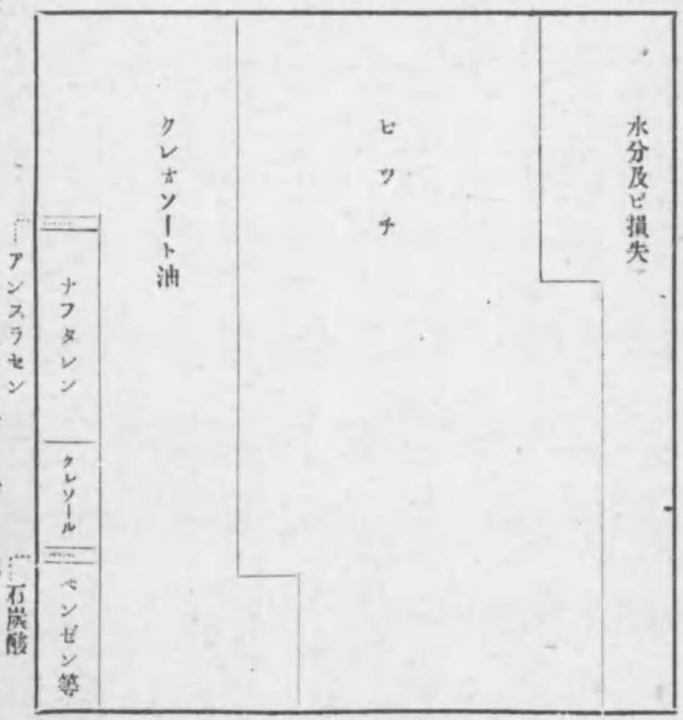
炭素及び水素より成る化合物の數……七六
炭素、水素及び窒素より成る化合物の數……三七
炭素、水素及び酸素より成る化合物の數……二三
炭素、水素及び硫黄より成る化合物の數……三
炭素、水素、窒素及び硫黄より成る化合物の數……三
（炭素、水素及び酸素より成る化合物の數……二三）
（炭素、水素及び硫黄より成る化合物の數……三）
（炭素、水素、窒素及び硫黄より成る化合物の數……三）
（コールタール）
（一四二）

即ち前表は、化合物の性質によつてわけた數でありますが、それ等の化合物にそれ〴〵名が付いてゐます。けれどもそれを一々擧げる必要もなく、その化合物の中には唯だ有るといふだけで、大して役に立たぬものもあるのでありますが、其の中でもどういふ種類のものが主として役に立つかと申

役に立つ成分

しますと、まづざつと

第三圖



の十種であります。そして是等は第三圖に示すやうに、石炭全體の割にすれば、

(一)ナフタレン
(二)クレソール
(三)ベンゼン
(四)アンスラセン
(五)メチールアンスラセン
(六)石炭酸
(七)ザイリン
(八)トルイン
(九)カーバッォール
(十)フェナンスレン

極く少量で、此の外にクレオソート油は百分中二十三以上を占め、ピッチは實に百分中六十を占めてゐます。兎角何に限らず、貴重なものは量が少い、量が少いから貴重なのではなくて、貴重なるが故に量が少いといふのが、一般の天の法則かも解りません。尙序でに、第三圖中、百分の十三半以上を占めてゐる水分及び損失といふのは、コトルタールを分餾する場合に、揮發又は蒸發して失はるゝところのものであります。

コールタールの分餾法

第六節　コールタールの分餾

コールタールは石炭に對しての割合こそ小さくありますが、日本國中又は世界中の、石炭乾餾工業より生ずる量から云へば大したもので、之を一々利用する段になれば、其の高は大したものであります。ところで、此の如き複雜な成分を有してゐるコールタールを如何にして、其れ〴〵に分別するかと申しますと、これは割合に樂な方法がある、といふのは、コールタールの中には、揮發性のものが

澤山あり、それが皆溫度によつて、其の揮發物の種類が違ひますから、其の溫度の高低によつて、之を分つことが出來るのであります。

それは如何な工夫にするかといふと、此のコールタールを、大きな釜の中に入れ（此の場合に用ゐるコールタールからは、水を脱き去つておく必要があります）これを外から漸々と熱して行きます。すると揮發し易いものから順々に揮發し始めますが、それは凡て溫度によつて、何度位の時は何が揮發する、何度位の時は何が揮發するといふことが解りますから、其の熱する度を計つて、順次に揮發物を分けて行くのであります。

揮發（氣體となつて自然に消散すること）

溫度と餾出物

（イ）攝氏百七十度までの熱を加へて餾出する揮發物を稱して**輕油**といふ。

（ロ）攝氏百七十度より二百三十度までの間に於て餾出する揮發物を**中油**といふ。

（ハ）攝氏二百三十度より二百七十度までの間に於て餾出する揮發物を**重油**といふ。

（ニ）攝氏二百七十度より四百度までの間に於て餾出する揮發物を**アンスラセン油**といふ。

（ホ）斯くして殘つたものは**ピッチ**である。

比重による分餾

此の揮發物（餾出分）は、之を他に導いて冷却し、各々別の受器に集め採るのであります。

斯く溫度によつて分けないで、中には比重によつてこれを分つ方法もあります。即ち重油、中油、輕油等、それ〳〵比重（重さ）が分つてゐるものであります。から、加熱によつて餾出するものを、比重を見て分けるのであります。

（イ）比重〇・九八五までのものは……輕油

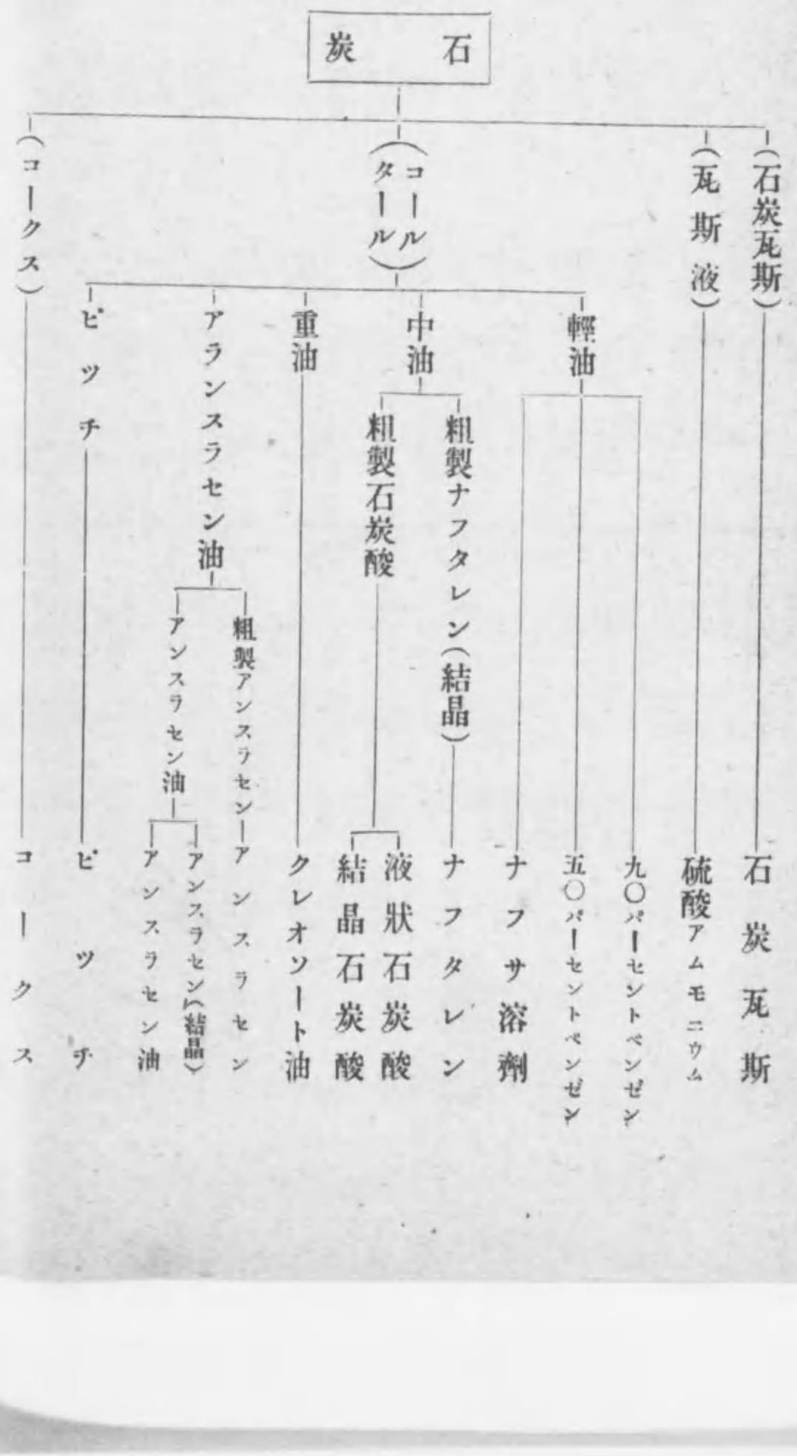
（ロ）比重一・〇一までのものは……中油

（ハ）比重一・〇四までのものは……重油

（ニ）殘留物は……ピッチ

斯樣にコールタールを加熱して分けるのを分餾法と申します。此の分餾法によ

石炭の利用系統



つて餾出されたる重油、中油、輕油等は、更にいろ〳〵のものに分けられて、或ひは醫藥ともなり、或ひは染料ともなるので前頁の表に示す如く、石炭といふ一つの元祖から子や孫や曾孫と、斯くも多くのものが分れて出るといふのは、實に驚くべきことであります。

第七節　コールタールの用途

その一　輕油

コールタールといふと、直ぐ鐵の銹止めが思ひ出され、臭い汚い、殆ど始末の惡いものでありますが、これを其の儘に銹止めに用ゐることは至つて少く、とてもそれだけの用途では、瓦斯や、コークス製造の爲に出來て行くコールタールを、處分することは出來ぬのでありますが、幸ひ化學上の發見發明は、前頁の表の如く、其の用途を無限ならしめたのであります。

輕油　コールタールに加熱して、更にこれを分餾しますと、一番最初に餾出さ

振盪（振りうごかすこと）

三種の製品

ソルベントナフサ

センゼンの原料

れるのが輕油でありますが、之は主に炭化水素の化合物であり、ベンゼンとかトルインとか名づけられた物が此の中にあります。又其の他にもピリヂンと名づけらるゝ鹽基性のもの、石炭酸のやうな酸性のものも含まれてゐますから、此の輕油を硫酸と共に振盪しますと、鹽基性の物質が除去される。次にこれを苛性曹達液と共に振盪すると、酸性の物質が除去される。斯くして不純物の大半を去つたものを、更に水で洗ひ、蒸餾して精製しますと、一つの製品になるので、其の製品を三種に分ち、九〇パーセントベンゼン、五〇パーセントベンゼン及びナフサ溶劑と稱します。此のナフサ溶劑は、主としてザイリンといふものから成り立ち、ソルベントナフサとも稱んで、護謨などの溶劑として用ゐられ、至極重寶なものであります。

九〇パーセントベンゼンとか、五〇パーセントベンゼンとかは、學理上便宜のためにつけた名でありまして、性質として格別變つてはゐません。之は純粹のベンゼンを造る原料とするもので、ベンゼンも亦護謨の溶劑となり、又シミヌキなどにも多く用ゐられます。つまりこれは揮發油の代りに用ゐられるので、脂垢をよく去りますから、近頃では、洋服や帽子の丸洗濯に用ゐられます。かの無水洗濯と稱してゐるのは卽ちこれでありまして、其の場合には粗製ベンゼンで好いのであります。又、輕油で防水布を作ることも出來ます。

輕油の用途

輕油の用途は中々廣いのでありますが、何分これはコールタール百分中二か三位しかありませんから、我が國では、現在のコールタールの量より取れるだけの輕油では、需用を充すことが出來ませんから、何か外の方法でこれを取らうといふ計畫が立てられてゐます。化學工業には非常に必要なものでありますから、いろいろの工夫が之に注がれることでありませう。

その二　中油

中油

輕油は水よりも極く僅かに輕いのでありますが、中油は又水よりは極く僅かに重い、卽ち其の比重は一・〇一であります。此の中油はコールタールの中に約一割乃至一割二歩位存在してゐるのでありますが、之を其のまゝ放置して冷却しま

ナフタレンの析出

すと、自然的に多量のナフタレンが出來ます。此のナフタレンの結晶を取り除きたる、後の液から油分を取り去りたる上、硫酸、水、苛性曹達等にて順次に洗ひますと、不純物は悉く除かれます。これに熱を加へて蒸餾すると、又もナフタレンの結晶が出來ますが、これは純粹のナフタレンで、鱗片の形に結晶し、純白で強烈な香があります。

ナフタレンの利用

ナフタレンは、便所に撒いたり、衣服類の間に入れて、防蟲劑としたりすることは、誰も知つてゐる事でありませう。併しそれだけでの用途は大した廣いものではありません。殊に我が國では、樟腦が世界一の本場と云はるゝ位に澤山出來て、呉服類の蟲除けには此の方が愛用せられますから、ナフタレンは家庭用としては實に需用が少いので、日本で出來るだけのナフタレンは處分がしきれず、其の用途に就いても閉口してゐたのであります。といふのは畢竟染料工業が發達してゐないが爲で、ナフタレンの處分の仕方は解つてゐても、それを有效に使ふ道を知らなかつたのであります。

母液（主な目的の液）

然るにも拘はらず、此のナフタレンは非常に貴重なもので、ナフタレンの中からこそ、人造藍のやうなものが出來るのであります。それのみならず、中油の中からナフタレンを除去した後の母液は、苛性曹達の溫溶液で洗ひ、其のアルカリ性溶液を油分と分ち取り、これを硫酸又は炭酸で中和しますと、粗製石炭酸が出來ます。

石炭酸

石炭酸が衞生上、醫藥上必要なものであることは誰も知つてゐますが、此の安いものでさへ、以前は、日本で製造することが出來なかつたのです。それは製造法が解らぬ爲ではなくて、實は獨逸の商策が旨かつたからであります。獨逸では、一方で染料が盛んなだけに、石炭酸も澤山出來る、それで實に安い値段で東洋あたりまで持て來ましたから、我が國で、小規模の方法で之を製造したとて、とても經費がかゝつて安く製品が出來ない。値段が安くなくては、舶來品と競爭が出來ないので、自然石炭酸を製造するまでの手間をかけることが出來ず、空しくそれを全部外國に仰いでゐたのであります。故に一たび時局の爲に輸入中絶と

なるや、此の石炭酸さへ缺乏を告げて、消毒も思ふやうには行かないといふ有樣で、つく〳〵日本の化學工業の幼稚なのを憐まずにはゐられませんでした。

ナフタレンは出來ても、これを人造藍といふ貴重な染料にする道は知らず、其の後の液で石炭酸さへ造り得ないのでありますから、我が國では、ナフタレンを取つたあとの中油は、已むなく重油の中に混ぜて了つてゐました。今日では染料會社も出來ましたから、今まで需用に困つてゐたものが、急に値が出て來て、大變貴重なものになつたのであります。

重油

その三　重油

重油の中にも種々のものを含んでゐまして、石炭酸、アンスラセン、ナフタレン、クレゾールなど名くるものがありますが、これは普通クレオソート油と稱し、防腐劑に用ゐます。彼の木材の心に注入して、其の腐朽を防ぐのはそれであります。電信柱や鐵道の枕木などに、之を注入してゐるのは誰でも見て知つてゐることであります。

アンスラセン油

その四　アンスラセン油

アンスラセン油は、コールタール中可なり多くあつて、百分中十六乃至十八位含まれてゐます。攝氏の二百七十度以上の熱で餾出されるものであることは、前申したところですが、此の油分を放置して冷却しますと、一方にアンスラセンの結晶が出來、一方にアンスラセン油が殘ります。

煮沸（にたゝせること）

此の結晶は不純物でありますが、これをナフサ溶劑（輕油の中より得られたもの）と共に煮沸しますと、五〇パーセントアンスラセンと名づくるものが出來ます、これはアリザリン染料の原料として大變貴重なもので、彼の茜染の染粉は此の中より得らるゝのでありますが、我が國に於ては、染料會社の出來ざる以前は、使用の道がなく、其の量も可かり多いだけに餘計に厄介にしたものであります。今後は大事に取り扱はるゝことでありませう。

アリザリンの原料

析出（或る作用で自然に別れ出づること）

アンスラセンの、不純結晶を析出したあとのアンスラセン油は、これを蒸餾すると、又一方にアンスラセンの結晶が出來、他の一方には、精製されたアンスラ

セン油が出來ます。此の結晶は、以前のアンスラセン結晶に混じて、アリザリン染料の原料とし、精製されたアンスラセン油は、塗料又は防腐劑に用ゐられて、是亦相當に需用のあるものであります。

その五　ピッチ

ピッチ

ピッチはコールタール中大部分を占めてゐるもので、その百分中五十五六から六十位あります。

ピッチの利用法

此のピッチはアスファルトにも用ゐ、又煉炭にも用ゐます。アスファルトといふのは、此の頃道路の上などに敷きますから、多くの人は知つてゐませう。セメントやコンクリートと違つて、極度に堅くならないで、一種の彈力がありますから、人が踏んでも足の疲れが少い、又之を敷けば濕氣を防くので、土藏とか厩とかに之を敷くと良いのであります。

煉炭

煉炭といふのは、此のピッチで、炭の粉を煉つて、堅めて燃料にするのであります。早く云へばタドンのやうなものでありますが、タドンよりは緻密で、且つ燃料として火力も強いから、軍艦とか汽船とかに用ゐるに都合が良いのであります。尤も煉炭は他の燃料の割に値段が安く行きませんから、一般にこれを用ゐるには不經濟でありますが、然るにも拘はらず、軍艦等にこれを用ゐられるといふのは、軍艦などは、長い間港を離てゐなければならぬ事がある上に、燃料として石炭を積むにも、一定の量がありますから、なるべく狹い場所になるべく多く積み込むことが必要であります、然ういふ場合には、値段よりも量の方が問題でありますから、煉炭などは最も都合がよい。それで目下一番煉炭の需用のあるのは海軍でありますから、徳山には海軍煉炭製造所が出來てゐます。

海軍と煉炭

けれども、何分我が國では、凡ての事業そのものが小さいから、コールタールでも、用途の無かつた時代に於ても中々値段が安くない、コールタールが安價でない以上は、ピッチも安くないから、これで製造した煉炭は無論、どうしても値を安くするわけに行きません。折角ピッチは有り餘るほど、寧ろ多きに困つてゐる程でありながら、ピッチの値が安く出來ぬといふのは、瓦斯會社などで、

コールタールを安く見積つては、事業の上に大した收入の相違を來すから、需用が捗々しくないながらも、無理に値を持たしておくといふやうなことをしたものです、從つて之に伴ふ事業が發達しないのであります。

第八節　我が國のコールタール

日本のコールタール

それにしても、我が日本で現在どの位のコールタールが出來つゝあるかといふことは、之を數字に現して見て、將來の事業を卜する上に非常に興味の深い問題でありますが、何分瓦斯會社やコークス製造工場の如きも、年々殖えて行く方でありますし、殊に染料會社が出來るまでの氣運になつた今日では、其の原料に用ゐらるゝコールタールを當て込んで、尙更盛んにいろ〳〵のものが出來ませうから、去年や今年の統計を擧げても、それが標準にはなりかねます。それで寧ろ大戰前の、まだ我が國に染料や醫藥が、コールタールから採取されなかつた時のそれを擧げて、これを當時の歐米諸國のそれに比較して見ませう。

一ヶ年四十萬石

戰爭前卽ち大正二三年頃に於て、我が國で出來るコールタールは一ヶ年約八萬噸（四十萬石）で、此の中、瓦斯會社副產物の瓦斯タールが二十萬石、コークス製造の爲に出來るコークスタールが二十萬石、丁度兩者ほゞ同じでありました、今之を、其の當時の諸外國のに比べますと、

英國のコールタール年產額は	七百五十萬石（百五十萬噸）
獨逸のコールタール年產額は	六百萬石（百二十萬噸）
米國のコールタール年產額は	三百萬石（六十萬噸）
日本のコールタール年產額は	四十萬石（八萬噸）

斯ういふ有樣で、まるでお話になりません、獨逸では今より三十五六年前に、已に一ヶ年八萬五千噸の產額がありましたが、日本は、三十年後の今日やつと其の生產額を同じうしてゐるわけであります。

コールタールの處分法

ところで、此の八萬噸のコールタールを我が國では、如何いふ風に處分してゐたかと申しますと、東京物理學校雜誌の揭げたところに依つて見ますと、大要左

の如くであります。尤も此の表は、コールタール六萬噸と見ての計算であります
が、それは、其の當時の樣に此の事業の發達しない時には、コールタールなどは
ゾンザイに取り扱はるゝから、八萬噸のものを、その位内輪に見たのであります。そして此の價格も無論其の當時の時價でありますから、今後染料工業の發達した後のそれと比較したら、蓋し面白い材料になることでありませう。

コールタール六萬噸を蒸餾して得らるゝもの

ベンゼン	一一五噸（此價格一萬五千五百圓）
トルイン	一四〇噸（此價格四萬六千五百圓）
硫酸アムモニウム	一六〇噸（此價格二萬八千圓）
アニリンソルト	一六五噸（此價格九萬四千圓）
粗製アンスラセン	二〇〇噸（此價格四萬圓）
石炭酸	二〇〇噸（此價格八萬圓）
ナフタレン	三四〇噸（此價格三十四萬圓）
クレソール	七〇〇噸（此價格十五萬四千圓）
ピッチ	三八、〇〇〇噸（此價格五十七萬圓）
發動機油	二二千五百石（此價格五萬圓）
輕油燃料油	三萬二千七百石（此價格十三萬一千圓）
クレオソート油	四萬三千二百石（此價格二十五萬九千圓）
合計	金百八十萬八千圓

ナフタレンと染料の輸入

先づ此の位のもので、而かも石炭酸の如き、唯だ採れるといふだけで、實は少しも採取してゐなかつたのであります。

ところで此に最も注意しなければなりませぬことは、ナフタレンは三百四十噸も出來て縱に三十四萬圓のものでありますが、これは此の中から人造染料を採取しないから、此の位の價格しか見積れなかつたのです。其の當時に於て人造染料は八九百萬圓も外國から輸入し、人造藍のみにても三百四五十萬圓を輸入してゐたのでありますが、若し我が國で出來るナフタレンを、悉く人造藍に用ゐるとし

一千萬圓以上の利益

たら、輸入の三百四五十萬圓を防ぐばかりでなく、有り餘つてこれを外國に輸出することさへ出來るのであります。此に於てか、事業の興さゞるべからざるものなることが解りませう。

生産が多過ぎるといふことは、場合によつては困ることがありますが、人造藍の如きは、いくら多過ぎても捌き口は澤山あります。第一我が國は支那といふ好い賣込先を持つてゐます、支那人は我が日本人と同樣、藍を多く好みますから、人造藍を我が國で輸出することが出來るやうになつたら、實に出入合せて一千萬圓以上國家の利益になるのであります。

さて染料の話の順序として、コールタールの事を申さねばならぬ事となつて、ざつと其のお話はしましたが、之れから、コールタールをどう處理して染料を取るのであるかといふ事は、やはり又染料としての獨立の問題になりますから、再び章を改めて述べる事に致します。

コールタールと染料

染粉の數

第六章　再び染料の話

第一節　染粉の數と色のもと

コールタールから種々の染料が出來ることに就いては、前章に於てざつと述べましたが、それは如何いふ風にして出來るのであるか、どういふ事からそんな發明が出來たかといふことを、此の章で今少し述べ足すことに致します。併し其の製法とか原理とかいふやうなことは、極く專門に亙つて、一寸お話しても分り難いことであり、一般的の知識を得るといふ上からは、大して必要もありませんから、多少話は横道へそれても構はず、染料に關して分り易い面白い方面の事を申し上げるに止めておきます。

染料は俗に染粉と呼びますが、此の染粉は何種位あるものかと云ひますと、嚴重に調べあげたら、今日約一萬種ほどもあります。現に日本の專門の學校へ來てゐる見本だけでも、六千四五百種あつて、尙ほ外國では、毎日の樣に、新しい染

壓倒（おしまかす）

實際は三千種

色の數は無限

粉が製造されて賣出されつゝあるのでありますから、其の數は實に大したものであります。が、染粉といふものは、そんな澤山必要なものであるかと申すと、必要不必要は兎も角、此の一萬種の染粉の中には、同じものも澤山あるので、中の材料は同じでも、會社が違ふために、名稱を變へたり、ホンの僅の調合の爲方で別の名をつけたりといふやうな事で、斯くは澤山の數が出來たのでありまして、實際はそれ程ではないのであります。又同じ賣り出しても、他の染粉の爲に壓倒せられて、やがて賣れなくなるやうなものもありますから、今日市中に賣買せられてゐるものは、やつと二千七八百種から三千種位のものであります。

併しそれにしても大變な數である。色といふものはそんなにあるものであるか、染粉といふものはそんなに必要なものであるかと申しますと、色そのものは複雜なもので數限りもない、甲と乙、乙と丙といふ風に色の混合によつて、どんな色でも出來ますから、色の數には限りがありませんが、それは唯だ混合によつて出來るだけの話で、其の混合しない素は、然う澤山あるべき筈はありません。

九百二十種の色の素

天然品と人造品

此の理窟から、其の要素となるべきものを調べ上げて見ますと、まづ九百二十種位しかないのであつて、此の九百二十種のものを、種々に混合して、何千何萬といふ染粉が出來るのであります。

兎も角も、斯樣に澤山の染粉が人工的に出來て、遂に藍だの茜根だの、天然產のものを絕滅したのは、何を意味するかと申せば、つまり化學が發達して、天然產產に優るものを、人工的に造つたからであります。尤も如何に價が安くても、質が惡くては駄目であります。兎角人造品といふと天然產のものには劣るものが多く、一寸した見榮はよくても、水や日光に對して抵抗力が弱いとか、人造品を用ゐるために、材料を傷めるとかいふやうな事が多いのでありますが、此の人造染料は、決して然ういふ憂がないのみか、天然產のものの樣に不純物が交つてをらず、そして値も安いといふのですから、天然產は見る間に叩き潰されたのであります。それは其の位の報酬はあるべき筈で、何しろ學者が苦心慘憺し、何十年といふ歲月と、何千萬圓、何億圓といふ大金が、此の研究費に投ぜられたのであり

今一つの特色

ますから、それは寧ろ當然の事でありませう。

又今一つの人造染料の特色は、普通、人造品といへば、天然産に似せて作つたもの、摸造したものといふやうに聞えますが、此の人造染料なるものは、天然産のそれに似せたのではなくて、天然産の色素の分子の構造を研究し、それと同一物を造るために、材料をコールタールから取つたまでのことで、此の人造品の色素を分解して見ても、分子の構造は天然産のそれと少しも異つてゐないのであります。

原料は十種

第二節　中間の必要物

偖て、コールタールの中から得らるゝ色素は、九百二十種の多數でありますが、其の原料に用ゐらるゝものは、前申した如く、コールタール中のベンゼン、ナフタレン、石炭酸、アンスラセン、トルイン、ザイリン、クレソール、メチールアンスラセン、カーバツオール、フエナンスレン等の十種あるに過ぎないのであります。

三百種の中間物

併し、此の十種を其の儘處理して、斯くも多くの色素、九百二十種もあるものが出來るのではありません。これは第三章に於て述べました如く、原料から一足飛びに製品が出來るのではなくて、其の途中に種々の必要物があります。これを稱して半製品と申すといふことを述べておきましたが、染料工業に於ては、右の十種から九百二十種の色素を得る爲に、約三百種の半製品がなくては叶はないのであります。今ベンゼン、石炭酸、ナフタレン、トルインの四種の原料で、赤、青、紫、黄等普通主要の二十四種の染料を造るには、アニリンとか、ナフトールとか、安息香酸とか、ニトロナフタレンとかいふ四十五六種の中間體が必要なのであります。

補助劑の必要

第三節　補助の藥品

原料と製品との間に、澤山の中間物を必要とするばかりでなく、染料工業に於

中間物も獨立的に役立つ

補助劑必要の順序

ては種々の補助劑を要するのであります。それはどういふ風のものであるかと申すと、假に、ナフタレンから青藍を造るとしますれば、無水フタル酸とか、フタルイミドとかいふ中間物が要るばかりでなく、無水硫酸とか、食鹽とか醋酸とかアムモニアとかの補助劑を要するのであります。

ところで此の中間體とか補助劑とか申すものは、唯だ其の中間物として、若しくは單に補助劑としてのみ役に立つばかりではなく、それ自身でも獨立して役に立つものでありまして、補助劑のアムモニアとか、食鹽とか、醋酸とか、無水硫酸とかは云ふに及ばず、中間體のフエナセチンは、其の儘で寫眞の現像藥にも用ゐられ、又解熱劑を製造する時に必要の中間體ともなります。又或る中間體は、染料製造には最も貴重の中間必要物であつて、而かも亦毛染藥として、獨立して役に立つてゐるのであります。

偖て是等の中間物や補助劑が、どういふ風に必要であるかといふ事を說明しますには、勢ひ染料工業のむつかしい原理をお話しなければなりませぬから、此には省くことゝしますが、染料工業は、非常に面倒な手間なものでありまして、ある原料から、目的の製品を造り出すまでには、いろ〳〵雜多の階段を通つて行かねばならぬのであります。其の階段の一歩々々に中間物が必要なので、其の中間物を造るためには、補助劑を用ゐなければならぬのであります。例へばナフタレンから青藍を作るには、まづナフタレンを無水フタル酸といふ中間物に變更しなければなりませぬが、それには無水硫酸といふ補助劑で處理しなくてはなりません。又無水フタル酸をフタルイミドといふ次の中間物に變ずるには、アムモニアが要る、其の次のアンスラニル酸にするには、次亞鹽素酸曹達が要るといふやうに、實に裾擴がりに種々なものが必要なのであります。それだけ又手間の多いものであることも想像が出來るでありませう。

第四節　廢物利用の觀念

その一　製品を安くする目的

實際の困難

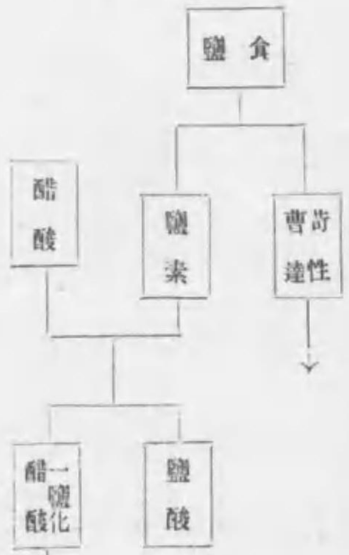
原料から中間物を造り、其の中間物から又次ぎの中間物を作り、更に又其の次の中間物を作るといふやうに、何度も何度も手間を重ねることは、理窟の上からは大して困難な事でなく、方法もちやんと分つてゐますが、さて實際に當りますと、此の中間物を造つて行くことの爲に非常なる困難が伴つて、折角途中まで出來ても、其のあとが手がつけられぬといふやうな事が出來て來ます。それはつまり材料の問題でありまして、染料の根本材料はあつても、中間材料の無いことがあります。補助物にしても、甲地にはあるが乙地には無いといふ事もあります。外國ではそれが利益的に出來ても、日本では經濟上引合はぬといふ場合もあります。斯ういふ事のあるために、發達すべき事業の發達しないことは、他にも例がありますが、わけて此の染料工業には、仕事が面倒なだけに、それだけ其の困難が多かつたのであります。

染料工業の實際問題

そこで此の染料工業について起つて來る問題は、中間物と補助劑を如何にして得るか、之を獨立的に利用するにはどうしたらよいか、それ等より生ずる副產物はどう捌いたらよいかといふ實際問題であります。たとへばナフタレンから人造藍を造る時には、補助劑として鹽素を要します。此の鹽素は食鹽を分解して取り出し、第四圖に示す如く、これを醋酸に働かせて、一鹽化醋酸を造りますが、此の場合、鹽酸が副產物として出來ますから、これを利用する方法を考へなければなりません。食鹽を分解して鹽素を取る時は、同時に苛性曹達が出來ますけれども、これは又、アンスラニル酸といふ、人造染料の必要中間物を造る時に入用でありますから、無駄とはなりませんが、鹽酸はたゞ副產物に止まり、此の人造藍の製造には必要でありませんから、これを他の用途に向けて利用しないと、此の事業をやる上に非常に不利

中間物の利用方法を工夫する必要

第四圖



益であります。

鹽酸の利用を如何にすべき

ところで一寸考へますと、不要のものは捨てゝ了つても好いやうでありますが、併し其の副產物を利用して、相當の利益が得られゝば、一方で目的の製品たる人造藍を、それだけ安く賣ることが出來ますから、需用者に便利であり、且つ他の同業の販賣品と値段の競爭が出來ますけれども、若し製品が高價であつたら、如何に品物が澤山出來ても賣る道がない。といつて損をして賣る事は出來ませんから、どうしても、此の場合は副產物の鹽酸を有利に用ゐるか、販賣するかの二つの道を考へねばならぬのであります。

ところが、鹽酸は多少は化學上の用途ともなり、醫藥としても之を精製して用ゐられてゐますけれども、餘り澤山出來すぎては、需用よりは供給が多くなり、其の販路を得ることが出來なくなりますから、どうしても、人造藍を製造するとしたら、鹽酸の用途もあらかじめ考へておかねばなりません。それも獨逸や英國のやうに、凡ての工業が盛んなところでは、いくらでも鹽酸などの用途がありますが、日本の今日の樣に化學工業の甚だ發達しない國では、餘りこれが澤山出來すぎては處分に困ることがあります。若し其の處分に困つて、用途もなく、販路もないといふ場合には、否でも應でも、目的の製品の方で、それだけの値を生み出さねばならぬから、自然、他の競爭品に負けて了ふやうになるのであります。

廢物利用の觀念

此では、鹽酸を假に例に援いたまでゝ、鹽酸位の處分は我が國でもどうにか出來て行きませうが、併し、化學工業をやる場合は、獨り鹽酸に限らず、澤山に斯ういふ風の副產物が出來て、中には、其の用途が無くて、非常に困る場合があります、故に事業を起さんとする程のものは、種々の事情を考へ合せて與すべきで、決して輕卒に之を爲すことは出來ないのであります。

その二　競爭の烈しき結果

中間物、補助劑及び副產物を利用して、製品を少しでも安價にしなければ競爭が出來ぬといふ事は、自明の理でありますが、此に於て先づ思ひ起すべきことは廢物利用の觀念であります。

商業上には殊に必要

極端に云へば、文明の社會に於て、最も優勝者たることは、如何にして最も良く廢物を利用したかといふことであると云へませう。節約することは、廢物の利用である、近道を考へることは廢物の利用である、時間を利用し、能力を利すること皆廢物の利用であります。といつて廢物の利用といふことが最初の考へではありませんが、世の中の競爭が烈しい結果、少しでも巧妙に動作し、敏捷に活動しなければならぬところより、此處ではこれ、彼處では彼れ、といふ風に出來るだけのものを節約し、利用し、そして自分にも他にも、便利で有益な結果を得なければなりませぬから、自然、廢物利用といふ觀念は出て來るのであります。

殊に商賣に於ては夫れが烈しいので、此の觀念が上手に用ゐられないと、何でも物が安く賣れない、安く賣れないと、他の商品に蹴落されることは明かな事でありまして、麥を賣るにしても、麥ばかり賣るよりも、あとの麥稈を細工物に利用すれば、其の方でも利益が上るから、麥の方が安く賣られる、安く賣られゝば客は多くあり、從つて他の同業者を壓倒することが出來るやうなもので、今日の

文明の方針

如く生存競爭の烈しい世の中には、何よりも此の觀念が必要なのであります。

機械の發明は人力の節約を大ならしめました。故に機械の製品は、人工のものよりも安く行きます。駕籠で行くよりも汽車で行く方が早くて安い、郵便よりは電報の方が料金は高いけれども、時間で非常な儉約が出來てゐる。文明の事業は凡て此の方針でありますが、化學工業には殊に此の觀念が必要なのであります。そして事實、凡て此の方針が實現されてゐて、以前は石炭を燃して黑い煙を出したものが、今日では其の煙をも一度熱に變へて利用する。尙進んでは、石炭の儘で役に立てるより、之を瓦斯にし、コークスにして、もつと有益に使ふ。其の場合に生ずるコールタールを又利用する。斯ういふ風で際限がありません。又彼の山奥の炭燒竈の如く、今日では、其の煙の中から醋酸を取り、又昔は肥料にしかしなかた海草の中から、沃度を採取するといふ有樣で、廢物利用の觀念は、多くの發明發見を促し、人世に、限り知られぬ幸福を齎したのであります。

無水硫酸と特許

尙一つ申しておかねばならぬことは、人造藍の製造には、無水硫酸といふ一つ

陸海軍と無水硫酸

の補助劑も要りますが、我が日本は、硫化鐵や硫黄等の原料は澤山あつて、硫酸は可なり多く出來ますけれども、それは主として肥料に用ゐらるゝ、極く薄いもので、無水硫酸のやうな濃いものではありません。處が、此の無水硫酸の製法は外國人の發明で特許がありますから、無暗に製造することが出來ません。陸海軍では、爆發藥に必要な爲に、外國から此の特許を買つて製造してゐますけれども、民間ではまだそれが出來てゐませんから、第一此の大事な藥品が無い爲に、折角の人造藍も出來ぬやうな事になります。陸軍から拂ひ下げて貰ふにしても、それは自由に自分で製造するのと違ふから、經費の上から云つても思ふやうに行きません。而も無水硫酸は、人造藍ばかりでなく、他の工業にも必要なもので、一々これを輸入するにしては値段が安くつきませんから、差當り其の不足に困らなければならぬ樣になります。斯樣なことは、他にも澤山例があり、それ等の事に困つてゐることが多いのであります。日本の化學工業を十分に發達させるには、いろ〳〵の條件をよく考慮してかゝらなければならぬのであります。

學理上の發見

色の原因

第五節　物體と色と性質

前にも申した樣に、人造染料は、天然產のそれに似せて、他の材料を造つたのではなくて、天然產その儘と同じものを、他の材料より得來つたのでありますが、斯樣な發明がどうして出來たかと申せば、これは偶然に發見された譯ではなくて、學理の上からチヤンと割り出して、少しも動きのとれぬ立派なものを發見する方法が出來たからであります。

抑も色といふものは何が原因であるかと申しますと、これは云ふまでもなく太陽の光であります。太陽の光なくして色といふものはありません。瓦斯や電燈の光でも、色はありますが、それは極めて不完全なもので、其の中には不足したものが澤山あるのであります。然らば太陽の光が如何して色になるかと云へば、實は色といふ一つの存在物があるのではなくて、太陽の光線はエーテルの振動であるから、其の振動の大小が眼の網膜に影響し、眼の神經は此の振動の數を數へて

其の數によつて、之を色といふものに飜譯して腦髓に感ずるのであります。

斯ういふと大變難かしくなりますが、つまり太陽の光線の中には、いろ〳〵の波長があつて、ブル〳〵ブル〳〵と波の如く振動してゐます。其の振動の幅は一から十、十から百、百から千といふ風に澤山にあつて、決して一通りではありませんが、其の幅はミユーミユーといふ長さを單位にして度るのであります。一ミユーミユーと云へば、一ミリメートル（三厘三毛）の一百萬分の一でありますから、とても物に比較してお話する事の出來ぬ程小さなものでありますが、太陽の光線の中でも、眼の神經に入る（感ずる）ものと入らぬものとがあつて、如何なる振動が眼に入つて見えるかと云へば、凡そ四百ミユーミユー以上、七百三十ミユーミユーまでのもので、それより幅の廣いものは眼に入らず、それより小さいものも眼に入らないのであります。

波長（光線の幅）

光波の眼に映ずる範圍

それで彼のニユートンの發明した三稜玻璃によつて、太陽の光線を分解しますと、大小の幅のもの凡てゴツチヤになつて來たものが、三稜玻璃を通過するために屈折して、波長の大なるものより小なるものへ順に配列します。其の配列された中の、右の範圍の波長が眼に入る時、其の大なるものは赤となり、小なるものは紫となり、其の中間が五色に別れて、凡てゝ七色になるのであります。

第五圖

波長	〃	〃	〃	〃	〃	〃
397	424	455	485	575	585	629	723
紫外線	紫	藍	青	綠	黃	橙	赤	赤外線

波長397〜424ミリミユーの範圍を紫外線と名づけ、424〜723の外以上を赤外線と呼ぶ

波長455〜575ミリミユーの範圍を綠と名づけ、455〜575の外以上を赤外線と呼ぶ

斯樣にして見ますと、色といふものは、唯だ光線の幅、卽ち其の力の關係であることが分りますが、然らば、物體に色といふものがあるのは何故であるか。これは第一に起る疑問でありますが、物體其のものには色はない。而かも色を發する所以は、其の物體の性質が、ある波長の光線は其の體中に吸收して了つて、あ

色は光線の力

三稜玻璃

る波長の光線だけを吸收しないから、其の吸收しない分だけが反射されて眼に入るから、其處にそれだけの色があるやうに感ぜられるのであります。いま太陽の光線を三稜玻璃によつて分解せしめますと、波長の大なるものから小なるものと順序正しく排列して、別々に眼に入りますから、其處に七色の虹が現出されますが、それを一つに集めると又白い色になります。故に雪や紙のやうに色の白いのは、太陽の光線を全部吸收しないで反射するからで、墨や炭の黑いのは、光線を全部吸收して了ふからであります。故に白は無色で、黑は色が有るやうに思ふのは反對で、黑こそ無色なのであります。そして植物の葉の綠なるは、四百八十五ミユーミユー以上、五百七十五ミユーミユー以下の光波だけを反射して、他は吸收して了ふから、人間の眼には其の反射された分だけが映じて綠色となるのであります。

白は有色黑が無色

色素に關する研究の進歩

此の色に關する研究は、今日非常に進歩してゐまして、どういふ物體は、どういふ分子を有してゐるから、如何なる光波を吸收するものであるとか、其の物體に如何なるものを加へて行けば、どういふ變化を起して、光線の吸收がどう變するものであるとか、又光線を吸收する性質は如何なる物質に限られて、其の物質は如何なる分子の構造をしてゐるものであるとか、どういふ物質は色を發する力を有し、どういふ物質は色を發しないものであるとか、凡て是等の事は學理の上から判明してゐますから、此處に色を發するものがあるとしますと、其の色は光線のどの部分を吸收して、斯くの如き色を發するのであり、其の色を變化させるにはどうしたら能いといふことも極く精密に知ることが出來るのであります。

尙一つの條件

色素の研究は斯樣にして發達し、多くの人造染料は此の研究の結果によつて成されたのでありますが、尙色素卽ち他の物質の色を染上げる材料として、今一つ必要なる條件は、其の染料なるものが、染めんとすべき品物と具合よく喰付くものでなくてはならぬのであります。如何に好い染料が出來ても、それを以て所要の材料が染められなくては何にもならぬのであります。又一時染まつても光線や水の爲に褪げたり落ちたりしては何の役もに立たぬのであります。例へば草の汁

を絞つても色はあります。がそれを以て絹や毛糸を染めても、水に洗へばすぐ色がおせて了ひます。然ういふものでは染料とする値打はないのでありますから、其の色素の性質は、他の材料を染めて十分に染め上がり、且つ長く保つものでなくてならぬのであります。今日發明せられた色素なるものは、其の邊にも最も心を用ゐられ、苦心に苦心を重ねて世の中に賣られるやうに出來上つてゐるのであります。

尙ほ染料の事に就いては、述べねばならぬ問題は澤山ありますが、あまり專門に亙つて來ては面倒になるばかりでありますから、一とまづ此の位で打切り、あとは他の問題に移ることゝ致します。

第七章　電氣爐工業の話

第一節　電氣と化學工業

その一　電氣の性質

電氣と文明

石炭の發見は、世界の文明の大革命であつたことを申しましたが、電氣力の發見と利用とは、更にそれ以上に文明生活の上に大變動を來したのであります。

不可思議な力

電氣が然かく偉大な力を振つたのは何が故であるかと申しますと、それは種々理由がありますが、其の主要なる點を擧げますと、第一には其の性質の特異であること、第二には高い熱度を出すこと、第三には其の力を遠方まで導くに便利である事、等であります。

電氣の性質が、實に不可思議な力を有つてゐて、種々の作用をなし、從來他のものからは得ることの出來なかつた特別の力を出すといふ事は、學問の上にも實生活の上にも、非常な變化を持ち來したのであります。即ち電氣には陰陽の別が

索引（ひくこと）
反撥（はねかへす）

あつて、互に相牽引したり、相反撥したり、まるで正反對の力を出しあつて、他のものにも働きかけるのであります。それは從來他に見なかつた、恐るべき力であります。此の力がある爲に、彼處の力が此處に及び、此處の力が彼處に働き、或ひは物體を通過し、又は全然通過せず、或ひは空を走り、又は如何なる障害物をも突破するといふ、實に不可思議千萬の力を現はすのであります。

電氣と高溫度

次に電氣は非常に高い溫度を出します。石炭が利用されるやうになつてから、蒸氣力の運用も自由になり、其の溫度も隨分大きなものを出すやうにはなつたが併し、それは電氣の出す高い溫度には、とても及ばない。電氣が自由に利用されるやうになつてからは、一躍して高溫度の事業が發達し、是まで、理窟は分つてゐても、それをやるべき溫度の得られない爲に、遂になす事を得なかつた仕事が容易く出來るやうになりましたから、此の點に於ても、電氣の利用は非常なる變動を世の中に與へたのであります。又電氣は其の道さへ與へれば何處までででも導いて行かれる、卽ち針金一本あれば、五十里先きでも百里先きでも、其の力を送

電氣に距離

ることが出來るのでありますが、之は到底他の何ものも及ばぬところであります。よし石炭を以てして、如何に大なる力を出さしたところが、其の力を他へ引つぱつて行くことは出來ません。石炭瓦斯ならば、タンクに溜めて壓力さへ加へれば、可なり遠方へ持つては行かれますけれども、これとて相當の距離以上に送ることは不可能であります。然るに電氣は、針金一本を以て、隨分大きな力を其の儘他へ運び、そこで新に力を起し變へて種々の仕事をすることが出來ますから、非常に便利であり經濟であります、遂に今日では無くてならぬものとなつたのであります。而かも電氣は、針金一本で導かれるばかりでなく、ある時は其の針金さへも無くて、遠くの遠くまで力を及ぼすことが出來ます。最近に發明された無線電信だの無線電話だのは卽ちこれで、これは又更に驚くべきことでありまして、船に乘つて太洋の上に出てゐても、陸上の人と話が出來る、船の樣子が陸の人に分れば、陸上の出來ごとが船中の人にも分り、亞米利加と日本とが、電線一本なしに通信を交すことが出來るのであります。殊に歐洲大戰の時の如きは、敵

電氣と空中傳導

國を隔てゝ其の先きの友邦國と通信を交したりする事も出來て、軍事上にもどの位便利を與へたか分りません。

昔は天に轟々と鳴る雷の音を神の怒の聲と聞いて、さても神鳴とも呼びて、唯だ怖れ戰いてゐたのでありますが、今はこれが人の手に自由に使はれて、彼方へ此方へと走り使もすれば、大きな機械を動かしたり、非常な勢で物を熔かしたりもするやうになつたのでありますが、これ皆人智の開發に依つて得た報酬であることを思へば、私共がお互に知識を研くといふことは、どの位大事なことであるか解らないのであります。

人の手に自由に使ふ

その二　水力電氣の利用

併し如何に便利で自由なものでも、それが人間に使ひ得らるゝ程度のものでなくてはなりません。といふのは、其の電氣を得るために、非常に費用がかゝるやうな事では一般の需用にはならぬのであります。彼のラヂウムの如きは、恐るべき力を有して、若しこれが普通に用ゐられるものであつたら、大變な仕事が出來

使ひ得らるる範圍

るのでありますが、何分高價なもので、且つ之を得るに非常の困難がありますから、唯だ有るといふだけで一般の需用には供せられません。電氣にしてもそれが非常に得難いものであつたら、何としても仕方がないのでありますが、幸ひ此の電力は、得るに自由で且つ費用が餘計にかゝらぬ。費用がかゝるにしても、それを自由に使用した目的に割り當てれば、何程にもつかぬのみならず、從來他の力でやりつゝあつたものよりは安くつく。これが、電氣が一般の需用に供せらるゝに至つた最大の原因なのであります。

安價に得らるる

ところが此の電力も、水力電氣が利用さるゝ樣になるまでは、實は大して一般的に用ゐることは出來なかつたのであります。以前は、蒸氣力で非常に大きな力を起し、これを以て電氣を起したのでありますから、其の値段も可なり高いものにつき、これを以てしては、電車を動かしたり、電燈をつけたりするにも、其の割合が高くついて、これまでの生活に伴つて來ないから、其れに關する事業も發達いたしません。殊に工業の如きは、其の製品が直ちに市中に出て、値段の競爭

水力電氣

をしなければなりませんから、高い電力を使つたのでは割に合はぬ場合があるのであります。

水力の利用

然るに此の電氣が水力を利用して自由に得らるゝやうになりました。水力に依るときは、蒸氣力や瓦斯エンヂンに依るよりも非常に經濟的に得らるゝから、これを用ゐるにも實に經濟的で、費用の點から制限を加へらるゝ氣遣が無いのであります。卽ち水力電氣といふのは、今日では我が國でも所在に見る事が出來るやうに、高い所から落ちる水力を利用して、之によつて電氣を起させ、其の電氣を必要の所まで導いて行つて種々の事業に用ゐるのでありまして、何處の國でも、大概の場所には山あり水ありで、其の水力を利用するのは非常に容易な事であります。我が日本の如きも、至る處峨々たる山聳え、其の山には必ず水が豐富に出てゐますから、今では內地の何處にでも、一寸した都會には、之を利用して電力を起してゐるのであります。

それで我國でも、今日では水力によつて起す電力は、蒸氣力や瓦斯エンヂンに依るものより遙に多くて、全體の約六割を占めてゐるのみならず、年々其の使用の增加の率も、水力電氣の方が遙に多くあります。尤も瓦斯エンヂンによる電力は、極く近頃發達したもので、これは蒸氣力に依るものよりも、增加の率が遙に多いのでありますが、それは、瓦斯が便利に使はれることゝ、水力電氣よりも規模が小さく、云はゞ個人的に利用し易いからでありますけれども、其の全體から云へば、水力のそれには遂に及ばないのであります。

瓦斯エンヂンに由る電力

水力電氣と工業

斯の如く水力電氣が非常に發達したことは、電氣による工業上に一大利便を與へたのでありますが、併し尙ほ此に考へねばならぬことは、日本の水力電氣の費用と、歐米諸國の水力電氣の費用と、果して孰れが安く行つてゐるかといふ事であります。處がこれを調べて見ると、日本のは歐米諸國に比して遙に高價についてゐる。之は精密な計算は出來ませんが、一キロワットの電力を一ヶ年使用するとして、これを彼此比較して見ますと、米國ナイヤガラ瀑布で起す電力は四十圓內外、佛國では七十圓位、諾威あたりでは僅に十二圓位なのであるのに、日本で

日本の水力電氣

は百圓又はそれ以上にもついてゐるのであります。尤も我が國でも、安いのは四五十圓のもありますが、之は何に原因するかと云ひますと、日本が如何に山岳國で、水が豐富であつたとした所で、歐米大陸の偉大なる水力とはとても比較することが出來ない、其等に比べれば、日本の山は小さく水量は少く、從つて大きな發電所を構へることが出來ないのと、又一つは、其の一地方に、それだけ電氣を用ゐる大きな工業が興らないから、凡てが小規模となつて、さては歐米のそれに比べて値段が高くなるのであります。

不生産的の使用

電力の値段が高ければ、從つてそれに依つて爲さるゝ所のものは、電燈にしても電車にしても、他の工業にしても、非常に高いものについて、需用者が不便を感ずるは、云はでもの事であります、殊に我が國では、電氣と云へば、直ぐ電燈や電車を思ひ出すほど、それ等のものが一般的になつてゐて、電氣を餘り不生産的に、不必要に使ひ過ぎてゐるやうな傾があります。これは是非改良して、もつと有益な、生産的なものに用ゐるやうにしなければなりません。生産的に用ゐるといへば、卽ちこれに依る工業を盛に起すことでありますが、近來化學工業が勃興するに至るや、電氣も亦漸次此の方面に多く用ゐらるゝ傾向になつたのは喜ぶべきことであります。

電氣工業の二種

偖て電氣による化學工業を總稱して電氣化學工業と云ひますが、更にこれを二つに分ち、一を電解工業と云ひ、一を電氣爐工業と申します。先づ此の章に於ては電氣爐工業のお話を致し、次章に於て電解工業の事をお話しすることに致します。

第二節　溫度の範圍と電氣

電氣爐と溫度

電氣爐工業と申しますのは、電氣によりて得らるゝ溫度が、從來他のものより得られたところのものより非常に高く、爲に、從來は溫度の制限の爲に出來なかつた仕事が、これに由つて成し得らるゝやうになつたから、起つた工業であります。卽ち從來は、石炭の燃燒によつて得られたところの溫度が先づ最高のもので

ありまして、それも攝氏の千三四百度位が頂上でありました。尤も、石炭を燃燒するに、豫め空氣を熱して、これを吹き込んでやりますと、今少し高い溫度が出來ますが、それとても千七八百度までのもの、とても二千度以上に達せしむることは出來なかつたのであります。

三千五百度以上の高熱

ところが電氣が利用されるやうになつてから、三千五百度以上の高熱が容易に得らるゝやうになりました、これ又工業界の一革命で、物に變化を與へるには熱が要る、其の熱は何度までのもので、どういふ事が出來るといふ事は、理窟の上ではチヤンと分つてゐても、何分從來は二千度以下の熱しか得られなかつた爲に、分りきつた仕事も思ふやうに出來なかつたのであります。つまり電氣は、人間の利用し得べき溫度の範圍を擴大したもので、其の效や實に偉なるものであります。尤も溫度の擴張といふことは、高い方へばかりでなく、低い方へも餘程自由に擴張されたのでありますが、其の低い方に就いては後章の「液體酸素の話」の條下に述べる事とします。で、今高溫度の標準を示すために、左に諸元素の變化する度を表示して見ませう。（攝氏の度とす）

擴大（ひろげる）

高溫度の標準

水の氷點	〇度	銅の融點	一〇八三度
水の沸點	一〇〇度	鑄鐵の融點	凡一一〇〇度
錫の融點	二三二度	マグネシウムの沸點	一一二〇度
鉛の融點	三二七度	ビスマスの沸點	一四二〇度
水銀の沸點	三五七度	アンチモニーの沸點	一四四〇度
亞鉛の融點	四一九度	純鐵の融點	一五〇〇度
硫黃の沸點	四四四度	鉛の沸點	一五二五度
アルミニウムの融點	六五七度	耐火煉瓦の軟化	自一四〇〇度至一八〇〇度
食鹽の融點	八〇一度	石英の軟化	自一五〇〇度至一六〇〇度
亞鉛の沸點	九一八度	白金の融點	一七五〇度
銀の融點	九六一度	アルミニウムの沸點	一八〇〇度
金の融點	一〇六二度	マンガンの沸點	一九〇〇度

銀の沸點	一九五〇度	鐵の沸點	二四五〇度
クロムの沸點	二二〇〇度	タンタラムの融點	二九〇〇度
錫の沸點	二二七〇度	タングステンの融點	三〇〇〇度
銅の沸點	二三一〇度	炭素の融點	〃
石炭及マグネシアの融點	凡二四〇〇度		

融點といふのは、其の溫度以上を與へると液體のやうになるので、沸點といふのは、其の溫度以上を以て氣化（氣體となること）するのであります。此の表だけで見ましても、純鐵の融點は千五百度で、それ以上の溫度でなくては變化を來たさないものが澤山あります。故に、石炭の燃燒によつて得らるゝ位の溫度では、思ふやうに仕事の出來ぬことも、又電氣の爲に得らるゝ高溫度によつて、一段と仕事の範圍の擴がつたことも、共に併せて知ることが出來ませう。

第三節　溫度の測定

人力の支配

寒暖計の種類

瓦斯の寒暖計

兎も角も非常に高い溫度を人力で支配することが出來るやうになりましたが、併し、斯樣な高い溫度は何によつて測定することが出來るであらうか。それは唯だ溫度が高いといふだけで、何千何百度といふことを詳密には知ることは出來ないであらうと思ふ人がありませうが、それには又それ〴〵の方法があつて、隨分高い溫度をも計ることが出來るのであります。

普通水銀寒暖計やアルコール寒暖計は、私共の眼に一番熟したものであります けれども、之は到底高い溫度を計るには適しません。水銀は三百五十七度になれば沸騰してしまひますし、酒精は尙更纔に七十八度を以て、沸騰してしまふのであります。又液體には壓力を加へるとそれだけ沸騰點が高くなりますから、其の理を應用して一種の寒暖計を造つたにしましても、硝子管を之に用ひては五百度以上の熱を計ることは不可能なのであります。そこで近頃發明されたものに左の數種があります。

（一）瓦斯寒暖計　これは氣體の膨脹と熱との關係によつて溫度を測るので、氣

體は何度になればどの位膨脹するといふ率が分つてゐますから、其の膨脹の度合によつて溫度を知ることが出來ます。これによると凡そ千二百度まで位は測定が出來、殊に非常に精密でありますけれども、それだけ實用向には具合が惡く、寧ろ學術上の研究に適してゐます。

電熱計

(二)電熱計　二種の金屬を接合し、それを熱して電氣を之に通ずると、溫度によつて電壓の差を生ずるものでありますが、其の電流の强さによつて溫度を知るのが此の電熱計であります。一寸其の理窟は面倒でありますから省くことにしますが、これは低くは零度以下百度から、高くは千六百度までの測定が出來ます。

光熱計

(三)光熱計　これは光の强さによつて溫度を知るの方法で、鐵を熱するにしても、始めは鈍い暗いやうな赤い色であるが、段々と溫度が加はるにつれて、黃色になり白熱になり、遂には眼が眩しいほど輝くやうになる。此の理を應用して造つたのが光熱計で、之に依ると發熱體に直接觸れないで・遠くから其の光の强さを測定することが出來ますから頗る便利であり、殊に高い溫度を測定することが出來て、普通九百度乃至二千度、二千度乃至四千度、三千度乃至七千度と、測定することが出來るやうに三種のものが出來てゐます。

ゼーゲル錐

三稜錐體（三角錐の形をした物）

(四)ゼーゲル錐　これはゼーゲルといふ人の發明でありまして、或る一定の材料（粘土）によつて小さい三稜錐體のものが出來てゐます。此の三角錐の材料は、何度の熱にはどういふ風になるといふやうに、チャンと極つてゐますから、それを窯の中に入れ、其の變化によつて熱の度を知ることが出來るのであります。尤も之は六百度から二千度までの間のものが約六十種出來てゐて、各々番號で變化の度を示してゐますから、今若し窯の中に三十五號と三十六號と三十七號のゼーゲル錐を何かの上に乘せて窯の中に入れたとします。すると三十五號は直ぐ熔けたが、三十六號は少しだけ傾いたといふだけであり、又三十七號は何の變化もしないとしましたら、之をゼーゲル錐の表に照し合はせ、窯中の溫度は三十五號の千七百七十度以上で、三十六號の千七百九十度に近いものであることが分るのであります。それは冶金其の他の窯などの中に入れるのに極めて便利で、凡

て實用向でありますから、今日では廣く需用があるのであります。

斯樣に高溫度の測定器は種々出來てゐますから、今日では高熱を計るに不便を感ずることはなく、自由に其の力の强弱を計りつゝ、高い溫度を使ふことが出來るのであります。今左に諸種の計量器の限度を示して見ませう。

計量器の限度

瓦斯寒暖計	摂氏一二〇〇度迄
水銀寒暖計	零下三九度ヨリ五〇〇度迄（硝子管）
同	零下三九度ヨリ六〇〇度迄（石英硝子管）
電熱計	零下一〇〇度ヨリ一六〇〇度迄
輻射高熱計	五〇〇度ヨリ一四〇〇度迄
光熱計	六〇〇度ヨリ七〇〇〇度迄
ゼーゲル錐	五九〇度ヨリ一七七五度迄

卽ち光熱計に據れば七千度までの溫度が測定れますから、先づ今日人力を以て得らるゝ處の溫度は自由に測定が出來るのであります。

第四節　電氣爐の作り方

電氣には熱はありません、然らば其の熱の無いものが如何して熱になるかと申しますと、つまり其の容を變へてこれを熱とするのであります。といふのは、電氣もエヂルギーの一種であり、熱もエヂルギーの一種であつて、熱を電氣に變へることも出來れば、電氣を熱に變へることも出來ますから、それで電氣で以て熱を起すことが出來るのであります。

すると、電氣はどうしたら熱に變はるかと申しますと、電氣は其の性質上、ある物體は電氣の儘で通過し、ある物體は電氣の儘では通過しません。例へば金屬性の物體は非常に能く通過するけれども、硝子とか陶器とかの中は通過しません。それで前者を良導體と呼び、後者を不良導體と呼んでゐますが、中には又、全然通過しない譯ではなくても、通過に困難なものもあります。炭素などは其の一種でありますが、電氣の兩極を近づけて、其の中間に此の炭素の如き稍不良導體のものを

置きますと、電氣はそこで熱に變はるのであります。それは何故であるかと申すと、電氣の陰陽兩極は、猛烈に相近づかうとする性質を有つてゐて、一番近い道を取つて、何物をでも突破しようといふ勢力を有つてゐます、けれども、其の陰陽の兩極が折角近づいたところへ、炭素などの邪魔物（抵抗物）が挾まれてゐますから、電氣は、電氣其の儘ではどうしても其處を通過することが出來ません。と云つて其の兩極は一處にならずには濟まされぬ程の力を有つてゐますから、其處でエチルギーの容を變へ、熱といふエチルギーになつて其處を通過し、以て兩極が中和するのであります。電球の中にも炭素線があるのは其の爲で、あの炭素の代りに銅や鐵の針金をおいたのでは、電氣は其の儘で中和して了ひますから、熱にはならず、熱にならなければ光は發しないのであります。

電氣爐はつまり此の理を應用したものでありまして、ある裝置の中へ第六圖の（イ）（ロ）の如く電氣の兩極を導き來り、そこへ（ハ）（ニ）（ホ）の如く大小の炭素棒を中間に置くと、電氣エチルギーは、そこで熱エチルギーに變じ、其の熱が、爐

電氣の變體する理由

電氣爐の裝置

の周圍の保溫物（ヘ）の爲に蓄積されて、段々と高い熱になるのであります。

尤も電氣爐の中には、アーク燈の原理を應用した弧焰爐と申すのがあり、又別に感應爐といふのもありますが、其の理は少し面倒になりますから述べぬことにします。

此の電氣爐に用ゐる炭素棒は、電球の中のそれのやうに眞空の處にあるのでありませんから、直接空氣に接觸するために、熱になると共に漸々燃えて無くなつて了ふ憂があります。そこで之を防ぐために此の炭素棒は非常に堅い、容易に燃えて無くならないものにする必要がありますから、これを作るには、炭素のなるべく純粹なものを粉にして錬り堅め、非常に强い力で之を壓縮して堅いが上にも堅いものとし、更にこれを焰が直接に當らぬ樣にして、空氣を斷

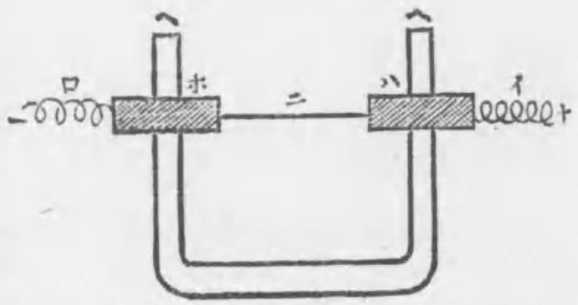
蓄積（たくさんにためること）

炭素棒の作り方

眞空（空氣其の他の氣體の少しもないこと）

接觸（ふれ近づくこと）

第六圖



つて燒き堅めるのであります。普通に家庭に用ゐる炭でも、土竈のやうな軟い炭は早く燃えて灰になり、堅炭は保ちが好いと同じやうに、斯くして堅めたものは、火になつても中々容易に燃えて灰になつて了はないのであります。

第五節　電氣爐で製造するもの

その一　人造黑鉛

私共が毎日用ゐてゐる鉛筆の心は、其の文字から推察して鉛に關係でもあるやうに思はれますが、これは鉛でも何でもなく、炭素の上等なのであります。普通これを黑鉛と申してゐますから、斯くは鉛筆といふのでありますが、此の黑鉛は天然にも產し、我が國でも朝鮮などには、これが產出を見ます。併し天產品は不純物を含むことが多く、爲に目的の如何によつては、使用の出來ぬ場合がありますが、これが人造のものになると、殆ど純粹に近い上等のものでありますから、何にでも使用が出來るのであります。

鉛筆

黑鉛の利用

耐火（火力に對してよく耐へる力あること）

エヂソン氏の發明

還元（もとにかへること）

黑鉛はグラファイトと申し、純粹の炭素の一種であつて、非常にキメの細かいものでありますから、機械を運轉する時、機械油を注されぬやうなところに之を用ゐて其の代用にする事が出來ます。尤も黑鉛の主な用途は別にありまして、鐵器類の銹止め又は光澤附け、電氣機械用の刷子の製造、電極、耐火材料、坩堝の製造、鉛筆の心等に用ゐ、電鑄術にも用途があります。殊に電極とか、電氣機械用の刷子とかには、天然產のものは不純物が多くて用ゐられませんが、人造黑鉛ならばこれが自由に用ゐられるのであります。

人造黑鉛は卽ち此の電氣爐製造物の一つでありまして、之は次に說くところの炭火珪素を製造する時に、あまり溫度が高かつた爲めに偶然に出來たのが、最初の發見で、此の製法も炭化珪素と同じく西曆一八九一年に米國のエヂソン氏が發明したのであります。

炭化珪素は炭素と珪素の化合物でありますから、これを高溫度に熱すると、兩者が分解して、炭素が還元して黑變するのであります。そして最初炭化珪素の中

には、種々の他の物質が含まれてゐますけれども、電氣爐を以て三千度以上に熱しますから、大概のものは氣體となつて逃げて了ひ、あとには純粹に近い炭素が殘るわけで、此の人造黑鉛の發明の爲に、電極や刷子を造ることが出來るやうになつたのであります。

人造砥石

その二　人造砥石

人造砥石は非常に堅いものでなくてはなりませんが、然う堅くて値段の安く得らるゝ材料は滅多にありません。金剛石や水晶の如きは、堅いには堅いが、とても之を實用にするほどは、材料もなければ、値段も不廉で、とても用ゐられる次第ではありません。然るに前にも申した炭化珪素は非常に堅いもので、其の硬さは、殆ど金剛石に匹敵する程でありますから、之を以て人造砥石を造れば大に都合が好いのであります。けれども、これを製するには高い溫度が要りますので、電氣爐が出來るまでは、これを製造する道がなかつたのであります。

炭化珪素の發明

此の炭化珪素はカーボランダムと云つて、西暦一八九一年に米國のエヂソン氏が發明したものであります。之を製するには、主に沙と骸炭とを原料とし、これに食鹽や鋸屑を交せて電氣爐中で熱するのでありますが、斯くすると沙の主成分たる酸化珪素中の酸素は、炭素と化合して酸化炭素を造ると共に、一方には珪素は炭素と化合して炭化珪素を造るのであります。炭化珪素の極く純粹なものは白色でありますが、斯くして電氣爐中に出來たものは、多くは青紫色を帶びてゐます。これは未だ此の中に鐵分などが混在してゐるからでありますが、其の不純なることは、これが實用上には少しも差支ないのであります。

主成分（おもな成分）

前にも申した樣に此の炭化珪素卽ちカーボランダムは非常に硬い、金剛石にも匹敵する程に堅いので、種々なものゝ琢磨材料になります。併し極く脆くて、粒々に結晶したものでありますから、これを粉に碎き、水硝子だのセルラックだの粘土だのの結合劑を入れて錬り堅め、高壓を加へて能ふ限り堅くし、これを乾燥したる後、燒いて人造砥石にするのであります。此頃は人造砥石は何處の工場にでもありまして、鐵類の錐とか刃物とかを磨ぐに用ゐてゐまして、今日其の需用

金剛石とカーボランダム

高壓（高い壓力）

は大したものであります。此の外に、此の炭化珪素を鑄鐵の中に入れて、それが起す化學的作用の爲に、鑄鐵の性質を善くするといふやうな、使用法もありますが、これには主として珪素鐵といふのを用ゐます。珪素鐵も亦電氣爐工業品中の一種であります。

アルミニウム

その三　アルミニウム

ブンゼン氏とアルミニウム

此の頃よく輕銀會社といふのが出來て居ますが、あの輕銀といふのはアルミニウムのことであります。今日ではアルミニウムといへば、鍋や箸や辨當箱にまでなつてゐますが、これが始めて發見された當時は大變なもので、其の値段も非常に高かつたのであります。此の金屬を最初に得たのは、今より約九十年以前、西曆一八二七年の事で、ヴェーラーといふ人が初めて此の金屬を單獨に取り出したのでありますが、それはホンの少量で、唯だこれが單體のアルミニウムとして得られるといふ事を證據立てたまでのことであります。

然るに其の後三十年位にして西曆一八五四年に、ブンゼンといふ人が電解法、（電解法のことは後にお話します）によつて稍々多量に得ましたが、それでも未だ一般の需用になる程の量がありません。而かも、輕くて美しく、錆びもせず、又之と銅とを混ずれば、恰も黃金のやうにもなりますから、非常に貴重なものとして、一時は黃金に亞ぐの高い價を有してゐたのであります。ところが其の後種々の法が發明され、中にも米國のホール氏は、電氣爐で以て之を容易に得るの方法を發見したので、それからは極めて安價に澤山得らるゝやうになりましたが故相場はドン〳〵下つて、今では非常に値段の安いものになりました。今其の昔からの相場を擧げて見ますと、

アルミニウムの價格

西曆一八五五年には	一斤の價	三百圓
同　一八七五年には	一斤の價	四十七圓
同　一八九五年には	一斤の價	九十錢
同　一九〇二年には	一斤の價	五十錢
同　一九一三年には	一斤の價	四十錢

其の間にも需用の程度によつて相場の高低もあり、殊に歐洲大戰以來は、大分値段が騰貴して來ましたが、それでも約六十年前には、黃金につぐ最高價のものとせられたものが、今日では鐵同樣に豐富で安くなつたのは、是一つは化學工業の發達の爲と申さねばならぬのであります。

ボーキサイド

アルミニウムは、此の大地の中には、如何なる處にでも存在してゐますが、これを工業的に採るには、鐵礬石といふアルミニウムの酸化物を原料とするので、此の原料に氷晶石と稱するものを加へ、それを電氣爐中で熔融しながら電解法を行ふのであります。これを製造するには電力の安價なことを要しますから、瑞西などでは中々盛んに行はれてゐますが、我が日本に於ては、大戰前は此の工業は興らなかつたのであります。

その四　カーバイド

カーバイド

カーバイドは、正しくはカルシウムカーバイドと稱し、炭化石灰のことでありますが、我が國でも此の製造は處々に行はれてゐますから、其の名を知つてゐる人は澤山ありませう。萬一カーバイドを知らない人でも、アセチレン瓦斯の事は知つて居ませう。田舍の祭禮などに行くと、露店などで、能く臭い瓦斯を燃して燈火にして居ます、あれが卽ちアセチレン瓦斯で、此の瓦斯を造るには、カーバイドへ水を注げば好いのであります。

アセチレン瓦斯

カーバイド卽ち炭化石灰は炭素と石灰の化合物でありますから、これに水を注ぐと、水の中の水素は忽ち分離して炭素と化合し、炭化水素卽ちアセチレンといふ瓦斯になつて逃散しますから、これを管に導いて火を點ずれば、美しい光を放つて燃えるのであります。此のカーバイドを最初に發見したのは、モアッサン氏でありますが、之を燈火用にすることを發明したのは、ウイルソン氏であります。それは西曆一八九五年の事で、今より約二十二三年前のことであります。此のカーバイドを造るには、炭素（炭）と石灰（生石灰）とを電氣爐中で三千度位に熱するのでありますが、初めは日本ではこれが出來ず、外國から輸入してアセチレンの製造に供してゐました。併し今日では內地でも、あちこちで出來るのみ

ならず、近頃は此の炭化石灰に空中の窒素を化合させて、石灰窒素とし、之を其の儘、又はアムモニアに變じて肥料とすることが出來るやうになりましたから、需用も急に殖え、頗る大切な物となつたのであります。

その五　燐

燐は、燐酸石灰と炭と沙との混合物を非常に高い溫度で熱すると、其の反應で製造し得らるゝといふ理窟は早くより分つてゐましたが、何分斯かる反應を起させるだけの高い溫度が得られないために、實際にこれを製造することは出來なかつたのであります。此の理を說いたのはヴエーラー氏でありましたが、同氏はこれが實行を爲し得ずして逝き、後西曆一八九八年に至り、ウイルソン氏及びアルブライト氏が、水力電氣を利用して高熱を得、之を以てヴエーラー氏の理を實行して、遂に燐を製造することを得たのであります。又ジユドレーンといふ人は、別に燐酸石灰と炭とを混じ、之を電氣爐で熱して、燐を製造するの方法を發明しましたが、此の場合にはカーバイドも副產物として出來るのであります。これから石灰窒素を製造することも近來は實行してゐるのであります。

燐の製造法

燐の用途

燐の用途はいろ〳〵あります。色素工業卽ち染料の製造にも用ゐられますが、燐寸の原料には最も多く用ゐられます、我が國は燐寸の特產國であるだけに、燐は大事な工業品でありますが、幸ひ火山國ですから材料は澤山あります、そしてこれを製造する會社も一二出來まして、近來其の製品が市場に現はるゝやうになつたのでありますけれども、まだ〳〵それは幼稚なもので、もつと〳〵發達しなければなりません。

アランダム

尙ほ電氣爐工業品は種々あります。かのカーボランダムと相似てゐるアランダムの如きも其の一つでありまして、これは米國のヤコブス氏の發明で、やはり人造砥石に造られ、可なり需用があります。其の外にもお話すべきことがありますが、餘り一般的のものでありませんから、電氣爐工業はこれ位に止め、次に電解工業に移つてお話を致します。

第八章　電解工業の話

第一節　電解とは何ぞや

電離說とイオン說

電解工業も前申した如く電氣化學工業の一つでありまして、其の原理を說明するには、化學上の新說たる電離とかイオンとか云ふことに就いて、少し委しく述べなければなりませんが、之は非常に面倒な學說で、中々簡單にお話するといふ譯に參りませんから、唯だほんの要點を申すに止めておきますが、今もし食鹽を水の中に溶かしますと、舌に鹹い味を覺えます。これは普通食鹽の味だとしてゐますけれども、化學上の新しい說に從へば、それは食鹽そのものの味ではなくて、これが水に溶ける爲めに生ずるイオンの味であるといふのであります。然らばイオンとは何であるかと申せば、食鹽を水に溶かせば、食鹽卽ち鹽化ナトリウムが其の儘水中に溶けてゐるのではなくて、ナトリウムと鹽素との二元素が、電氣の性質を帶びたまゝで、別々に存在してゐる、其の狀態をイオンといふので、

イオンの味

今之を圖解しますと

食鹽 NaCl（なゝ水中に溶かされた時）の原子は分離して → ナトリウムNa ＋ 鹽素Cl

といふ風になります。而かも其のナトリウムと鹽素の二元素は、一種の電氣性を帶びて來まして、ナトリウムは陽性電氣を帶び、鹽素は陰性電氣を帶びることになります。其の證據には、今此の食鹽の水溶液の中へ電氣の兩極を入れますと、ナトリウムの陽性は、電氣の陰極と中和し、鹽素の陰性は電氣の陽極と中和して此の兩極にそれ〴〵の單體元素を分離するのであります。

解離

斯樣に水の中に溶かした爲に、元素が分れ〴〵になりて電氣を帶びるのをイオンと申し、其の陽性のものを陽イオン又はカチオンと稱し、陰性のものを陰イオン又はアニオンと稱し、又元素の名を取つて、鹽素イオンとかナトリウムイオンとか呼ぶのであります。

陽イオンと陰イオン

處で斯の如きは、水といふ物質が媒介で、斯樣な現象を起したのでありますから、其の原因たる水が無くなれば、又元の化合物に復することが出來ますが、斯

電離

電解工業

アーレニウスの學説

卓見（すぐれた見識）

かる狀態に水の中で（水には限りませんが）分解するのを解離と稱し、解離と共に電氣性を帶びますから、これを電離とも稱します。そして斯樣に電流の爲に、化學的變化を起す物質を電解質と云ひ、其の化學變化を電氣分解又は電解と稱へてゐます。されば電解工業といへば、凡て何であるかといふ事は、さつとした説明ではありますが、これを以て略々了解が出來ようと思ひます。

此の電離説又はイオン説は、西暦一八八七年、瑞典の化學者アーレニウスといふ人が發見して唱へ始めたのでありますが、從來斯かることは夢にも想像してゐなかつた、破天荒の學説であつた爲に、隨分世間の學者から非難を受けたのであります。併し能く〳〵研究して見ると、此の學説あつて初めて了解の出來る事柄が澤山ありますところから、オストワルドといふ名高い化學者が先づこれを贊成し、後多くの化學者がいろ〳〵深く研究した上、アーレニウスの此の説は間違でないのみならず、化學上最も進歩した一大卓見であるといふことを證明するに至りましたから、アーレニウスの功績は一般に認められるに至り、七八年前に亞米利加化學會から、氏に名譽賞牌を贈呈して其の偉功を表彰したのであります。

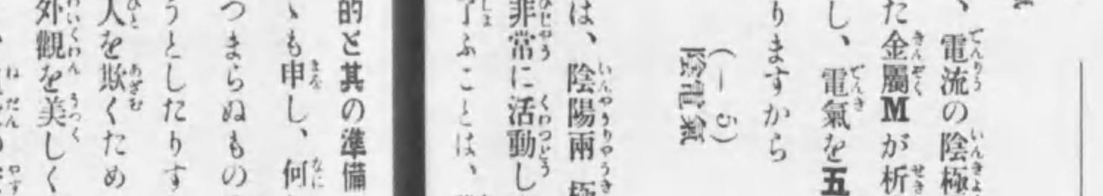
電氣鍍金の學理

第二節　電氣鍍金

その一　鍍金の出來る原理

電氣鍍金は隨分古くからやつてゐたのでありますが、前節に述べたイオン説が凡ての學者に認められるに至るまでは、自然其の理論上の解釋が間違つてゐたのであります。前節にお話した如く、食鹽の水溶液中には、食鹽を構成してゐる二元素、卽ちナトリウムと鹽素とのイオンが活動してゐるのでありますが、鍍金はつまり此の理から結論されたもので、金屬の鹽類、たとへば鹽化金などを水に溶かしますと、其の中の金屬は陽性電氣を帶びて溶液中に飛動し、一方鹽素は陰性電氣を帶びて、これ亦其のイオンが活動してゐますから、此の溶液中に鍍金せんとする地金を入れ、これに陰極の電流を通じ、一方には陽極の電流を水溶液中に通ずればよいのであります。斯くすれば水溶液中の陽性電氣たる金イオンは、地

金の陰極電氣と中和して、其の地金に黄金の鍍金が出來るのであります。今左に金屬をMとして簡單に圖解しますと、



卽ち金屬イオンの陽電氣⊕は、電流の陰極⊖と中和して、電氣でも何でも無いものになり、電氣性の無くなつた金屬Mが析出されるのであります。今これを數字で現はしますと、金屬を**十**とし、電氣を**五**とすれば、電氣を帶びた金屬卽ち金屬イオンは10＋5卽ち**十五**でありますから

(10 + 5) + (−5) = 10
金屬 陽電氣　陰電氣　金屬
金屬イオン

斯ういふ事になります、電氣は、陰陽兩極に分れてゐてこそ、相引かうとしたり、相撥かうとしたりして、非常に活動しますけれども、兩極が中和すれば、もはや電氣の性質は無くなつて了ふことは、誰も知つてゐることであります。

その二　鍍金の目的と其の準備

鍍金といへば普通天麩羅などゝも申し、何か誤魔かしものでゝもあるやうに思ひ、でなくても甚だ安つぽい、つまらぬもののやうに考へる人がありますが、それは、鍍金物を眞物と思はせようとしたりする人がある爲に然う考へられるだけで、何も鍍金の本來の目的は、人を欺くために出來たのではありません。併し鍍金の一つの目的は、內容よりも外觀を美しくすることであります。けれども、人を欺く爲に然うするのでは無くて、値段の安いもので、高いものと同樣の外觀を持たしめること、謂はゞ目を欺くだけの事であります。そして他の一つの目的は鍍金は內容の質を保護して其の材料を傷けないやうにすることであります。

鐵は眞に錆び易い、併しこれにニッケルの鍍金をすると容易に錆びぬから、醫師の用ゐる機械などには、此のニッケル鍍金を用ゐておくと非常に便利であります。又、銀時計に金鍍金をして、これは眞物の金時計だと、僞言まで吐いて威張る必要はありませんが、道具や何かの裝飾上、卽ち外觀上、安い材料のものを

鍍金を以て美しく飾ることは、不道徳でもなければ又無益のことでもありません。

鍍金は卽ち斯樣な目的に利用せらるゝのであつて、而かも其の方法は、前述の如く、目的に必要な水溶液の中に、地金を入れ、且つ電流を通ずれば好いのであります。けれども、實際にこれを行ふには、いろ〳〵細かしい準備や注意が要つて然う簡單な仕事ではないのであります。先づ其の一二の準備事項を記しますと、

地金の表面の研ぎ方

(一)地金の表面を研くこと。

鍍金は、表面を美しくすることが一つの重要な目的でもありますし、又然うしないと、鍍金が思ふ樣につきませんから、最初に其の地金の表面を能く研き、極く滑かなものにしてこれに光澤を持たせておく必要があります。其の研き方は、表面の荒い内は、鑢や沙紙等でこれを滑かにし、後輕石の粉とか、針金製の刷毛等で磨き上げ、更に革や布等で、光澤が出るまで、これを拭き上げるのであります。斯くしたる地金に、酸化物や油分等が附着してゐますと、鍍金のつきが惡くなりますから、先づ、鹽酸の稀薄液に硫酸の少量を加へたもので地金を洗ひ、これを水で洗つた後、炭酸曹達又は苛性曹達の水溶液で洗つて、油脂などの附著してゐるのを洗ひ落し、更に再びこれを水で洗つた後、指の油などのつかぬ樣にして注意しつゝ鍍金槽（鍍金の溶液を入れたる槽）に入れるのであります。此の準備をしないと、鍍金に濃淡が出來ます。

中間層を作ること

(二)鍍金の中間層をつくること。

鍍金は其の目的の鍍金が地金と能く密著けば好いのでありますが、中には兎角これが剝落易いものがありますから、それを防ぐために、中間層をおく場合があります。中間層とは、地金と鍍金との中間に或る物を置くといふ意味で、云はゞ兩者の結合劑を見たやうなもの、紙と紙とを張り合はせるに糊を用ゐるやうなものであります。然らば其の中間層には何を用ゐるかと云ひますと、主に銅や水銀であります。其の故は、銅は極めて妙な性質を有してゐて、何とでも結合して、合金を作り易い性質を有してゐますから、先づ地金に銅の鍍金をなし、其の上に更に目的の鍍金をなすのであります。例へば亞鉛の上にニッケルの鍍金をすると

しますれば、亞鉛とニッケルとは、中々思ふやうに密著しない、折角鍍金しても
すぐ剝げる恐がありますが、銅は何とでも親睦して、よく密著するものであります
から、先づ亞鉛の上に銅の鍍金を爲し、其の銅の表面に今一度ニッケルを鍍金
するのであります。例へば、甲と丙とは然う親しくない友人であるが、乙といふ
人間は甲とも丙とも親しい友人である。そこで甲と丙とを結びつけるために、其
の中間に乙を入れるやうなもので、乙は其の周旋人とも云へます。銅は卽ち此の
乙といふ周旋人に當るのであります。

周旋人又は媒介者

甲（亞鉛）＋乙（銅）　親友
乙（銅）＋丙（ニッケル）　親友
甲（亞鉛）＋丙（ニッケル）　和睦

此の圖のやうに、たとひ若し甲（亞鉛）と丙（ニッケル）とは敵同志であつた
としても、乙（銅）といふ仲裁人の爲に甲乙が和睦が出來るやうなものであり
ます。そこで此の中間層を要するものは、亞鉛や鉛や錫の上にニッケル鍍金をしよ

水銀下地

うとする場合で、此の中間層なくしては、其の鍍金は效力が薄いのであります。

鍍金上の注意

水銀を中間層におくのも同じ目的でありますが、これは水銀の鍍金ではなくて、硝酸水銀を水に溶かし（水一升の中に硝酸水銀四匁乃至七匁の割合）、此の中に地金を極く短時間浸しますと、直ぐ表面に水銀の層を作ります。水銀も他の合金を作り易いものでありますから、斯くした上に鍍金をすれば、密著力が強くなるのであります。洋銀、銅、眞鍮等に金銀の鍍金をする時は、主に此の法を用ゐますので、これを水銀下地と呼んでゐます。

その三　鍍金の層と其の時間

斯樣な準備をした後は、地金を鍍金液に浸して、これに電流を通ずれば好いのでありますが、併しこれも唯だ不用意にしますと、鍍金の面が粗くなつて、光澤が出なかつたりします。それはどういふ場合に然うなるかと申すと、鍍金液中の金屬が分離して、地金の表面に附くときに、粒が大きくなつたり、又結晶的になつたりするからでありまして、これは電流の度合が過ぎても、鍍金の表面の粗く

なることもありますが、其の鍍金液の作り方が、不注意であつても、然うなる場合が多くあります。故に液の處方を餘程上手にして、其の調合が最も鍍金に適したものでなくてはなりませぬ。鍍金の粒が粗かつたら、單に光澤が無いのみならず、又剝げ易い恐もあるのであります。

層の厚さ

偖て又鍍金の層の厚さはどの位であつたら好いかと申しますと、これは種類にも目的にも依つて差があり、玩具のやうに、極くざつとしたもので能いものは、非常に薄くて良いのであります。卽ち玩具にニッケル鍍金などをする場合は、一ミリメートルの百分の一から千分の一位まで、能くて、一ミリメートルと云へば三厘三毛でありますから、薄いも薄い、實にお話にならぬ薄いものであります。併し食器などに銀鍍金をする場合にはそんなに薄くては用を爲しませぬから、隨分厚くして、一ミリメートルの五分の一（〇・六六厘）までにも厚くする必要があります。一ミリの五分の一と云へば曲尺一分の百六十分の一に當ります。彫刻物などに鍍金をする場合にも餘程此の層を厚くするのでありますが、その厚薄は主

層と時間

として時間の關係にあります。故に薄くてよいものは十數秒位で引上げることもありますし、厚いものは六時間も放置しておく場合があります。

斯くして鍍金を終つたものは、其の儘で美しい光澤を出すわけではありませんやはりこれを磨いて光澤をつけるのでありますが、それは鍍金を終つた後、其の鍍金物を液の中から引上げ、水で洗つて鍍金液を除去したる後、瑪瑙とか又は玻璃製の篦等で表面を磨して光澤を出すのであります。併し凡ての金屬は、空中に放置すると光澤を失ふ恐がありますから、近來は此の鍍金の上にザポンエナメルなどいふものを塗りますが、これは唯だ市中に出して、お客の手に渡るまでの保護だけで、爪で搔き取れば、直ぐ取れて仕舞ふものであります。

鍍金物の磨き方

鍍金液

その四　鍍金液の造り方

前申したやうに、鍍金の粒を大きくしないやうに、又金屬の結晶が出來ないやうにする爲に、鍍金液を造るには、實驗上いろ〳〵の方法がありますが、今其の普通のものを一種類づゝ記して見ませう。

銅鍍金

ニツケル鍍金

(イ)銅鍍金　青化加里二〇グラムと結晶炭酸曹達二五グラムとを、水五百グラムの中に溶かし、此の溶液に、醋酸銅二〇グラムを、水五百グラムの中に溶かしたものを徐々に混入し、其の溶液中に地金を入れてこれに陰極線を附し、一方陽極線には銅板を附しておきますと、溶液中の銅イオンは、地金の方の陰極と中和して、其の表面に銅が附著し、更に銅イオンを奪はれた液の中へは、それだけ銅板の銅が、藥の作用によつて溶け込んで行つて、又新しい銅イオンを液の中に造つて行くのであります。

(ロ)ニツケル鍍金　枸櫞酸二〇グラムを水に溶かし、これに苛性曹達を加へて殆んど中和（中和とは酸性でもアルカリ性でもないもの、卽ち中性）せんとする程度に至らしめ、これに水を加へて稀薄（薄くのべること）したるものの中へ、別に硫酸ニツケル五〇グラムを水五〇〇グラムの中に溶かしたるものを造りて混入し、これを鍍金液として、前の如く陰極には地金を附し、陽極にはニツケル板を附して、右の溶液中に入るればニツケル鍍金が出來ます。併し常溫（普通の溫度）にては、厚い鍍金層は出來ません、大概一ミリメートル（三厘三毛）の百分の一位までゝありますが、此の溶液を攝氏七十度から八十度までに熱しますと、もつと厚い鍍金層が得らるゝのであります。

鋼鍍金

鍍金にあらす

(ハ)鋼鍍金　これは一寸方法が變ります。卽ち硫酸鐵一三五グラムと鹽化アムモニウム一〇〇グラムを水一リットルの中に溶かし其の中に地金としての銅を入れ、此の溶液中に二三分間電流を通じますと、銅の表面に鋼が附著します。併しそれは鋼といふべきものではない、鐵は水素を吸收する力がありますが、斯く右の溶液中に電流を通じて、烈しく水素を發生せしめますと、銅は鐵と親和し、其の鐵が水素を溶解して鋼の如く堅くなるだけの事であります。銅の表面に鐵を鍍金するのは、丸で美しいものを汚くするやうなもので、鍍金の目的に背いてゐるやうでありますが、これは銅の表面を堅くするのが目的で、銅版を印刷したりする時など、銅だけでは軟かくて傷がつき易いから、斯く鐵を鍍金するのであります。故に鋼といふと雖も、實は唯だ堅くするといふまでの意味であります。

銀鍍金

(二)銀鍍金　硝酸銀を水に溶かしたるものの中へ、青化加里の水溶液を徐々に加へると、青化銀の沈澱が出來ます。其の沈澱の青化銀二五グラムを水に浮べ、これに、青化加里二五グラムを水に溶かしたるものを加へると、青化銀は右の溶液中に漸々に溶け込んで行きます。此の水溶液を鍍金液とし、陰極には地金を、陽極には銀板を附して此の液の中へ入れますと銀鍍金が出來ます。初め青化銀の沈澱を作る時、青化加里を餘計に入れすぎると、青化銀の沈澱が却つて溶けて仕舞ふ憂がありますから、其の注入の度合を餘程よく考へて度を過さないやうにしなければなりません。

黃金鍍金

(ホ)黃金鍍金　先づ初めに鹽化金の水溶液中にアムモニア水を加へますと沈澱が出來ます。其の沈澱物をつくりてこれを水で洗ひ、後、青化加里の溶液に其の沈澱を溶かし込み、アムモニアの氣が拔けるまで煮沸致します。此の最初の沈澱物は、乾燥させると爆發する恐があるから、濕潤してゐるまゝで取扱はねばなりません。斯くてアムモニアの臭氣が無くなりますれば、金鍍金の溶液として用

濕潤(しめりうるほふこと)

鍍金と電流の度合

銅の利用

ゐられるので、例の如く陰極には地金を、陽極には黃金板を附して、此の溶液中に浸し、電氣を通ずるのであります。

さて以上の鍍金には、其の種類によりて電流の度がいろ〳〵違つてゐて、其の度合によつて出來上りの手際が餘程違つて來るのでありますが、電氣の力などは、數字で顯はしても、一寸解り難いことでありますから、此處にはこれを申さず、唯以上の液の造り方だけに止めておきます。尤も液の造り方も、これ一種類でなくて、同じ銅鍍金にでも銀鍍金にでも、種々の造り方がありますが、徒らに煩はしくなりますから、是又省くことに致します。

第三節　純銅を得る方法

銅は鐵に次いで、最も多く使用せらるゝものでありまして、殊に我が國は銅が主要の產物でありますから、其の點は非常に幸福であります。併し其の銅は他の金屬と合金を作り易いものだけに、種々の金屬を熔かし込んでゐますから、とて

も普通の冶金法では純粹の銅を得ることは出來ない、これはどうしても電氣精煉法に依らなければならぬのであります。尤も何故純粹の銅が必要かと申しますと、銅は主として電線とか電氣機械とか、電氣に關係あるものに用ゐます。これは其の性質が電氣を導き易いからでありますが、其の不純なるものは、電氣を導く度合（傳導度）が少いから、それで純粹の銅を必要とするわけであります。

然るに電氣精煉法なるものは、外國でも極く新しいことで、其の方法は六七十年前に唱へられましたけれども、これを經濟的に實際に行ふやうになつたのは、纔に二十五六年來の事であります。そして其の作業は、日本では容易にやる道が無く、爲に我が國は、不純の粗銅を外國に賣り、此の電氣精煉法によつて純粹にせられたものを外國から買ひ込むといふ譯で、折角の銅產國が、其の仕上を外國に依賴してやつと用ゐるやうな事でありましたから、隨分高い銅を使つてゐることになつてゐたのであります。殊に銅の中に交つてゐるのは、金とか銀とかの貴重の金屬なのでありますから、不純の儘に用ゐれば、それ等の貴重物も空しく失うて仕舞ふことになるのであります。

處が幸ひに我が國にも此の電氣精煉所が出來るやうになりました。日光の古河の電氣精煉所、大阪の住友伸銅所、久原の日立鑛山の精煉所等がこれでありまして、其の外に電線、電氣機械等を造る會社も諸所に出來、歐洲大戰以來は是等の工業は更に著しく進歩して來たのであります。

偖て銅の電氣精煉法といへば、何の事はない一種の銅鍍金でありますが、工業的には極めて大仕掛にやらなければなりません。先づ長さ四尺、幅三尺、深さ四尺位の木槽中に、硫酸銅の十五パーセント內外の水溶液（水一升の中に一合五勺位の割）を入れ、これに銅板を入れて電流を通ずるのでありますが、其の陽極の方には、粗銅の板を吊し、陰極の方には、銅の極めて薄い板の上に蠟のやうなものを塗抹して吊し、相當の電流を通ずると、溶液中の銅イオンは、陰極の薄い銅板の上に附著し、其の銅イオンが陰極の方に奪はれたゞけは、陽極の粗銅の方から溶液中に溶けて行くのであります。そして斯樣な大きな槽の中の事であり

ますから、粗銅の板は幅二尺二三寸、長さ三尺位で、厚さ一寸か一寸二分位のものとし、陰極板は極く薄いものでよいのでありますが、それも唯だ一槽に一枚づつ浸けるのではなくて、陽極板を普通二十枚とし、其の粗銅を交互に挾みつゝ陰極板を二十一枚下げて吊しておくのであります。且つ此の槽を百個以上も並べて一時に大仕掛にやらなければ、經濟上不利益なのであります。

陰極板の方に附著したものは、極めて純粹に近い銅で、これを鑄直せば、電線にでも何にでも造ることが出來ます。そして又、此の電氣精煉によつて出來た粗銅の中の滓は、金や銀を含んでゐますから、大事にこれを處理して其の貴重の金屬を採取することが出來るのであります。米國などでは、流石に精煉所なども大きいものがあると見に、斯かる方法で年々得るところの貴金屬は實に二千萬圓にも上るといふ事であります。

電氣精煉法は、普通電氣銅と申してゐます。此の精煉法によれば、どの位純粹の銅が得られるかと申しますと、粗銅の中には、百分の十乃至三位の混入物があります。

含有の金屬

鹽酸加里の製法

いのでありますから、其の差は大したものであります。

電氣精煉法によつたものになりますと、一萬分の一位の不純物しか無

第四節　鹽素酸加里の製法

その一　其の電氣分解法

鹽素酸加里の製法は、極く簡單であります。卽ち鹽化加里を水の中に溶かしますと、食鹽（鹽化ナトリウム）の時と同じやうに、其の水溶液中には、カリウムイオンと鹽素イオンとが、分立的に活動して來ます。それに陰陽兩極の電氣を働かせますと、カリウムイオンの陽イオン⊕は、電流の陰極⊖と中和してカリウムといふ單體になり、而かも其のカリウムは決して單體でゐるものでは無くて、水の中の酸素と水素と共に化合して、苛性加里を作り、

鹽化加里
KCL
K⊕ カリウムイオン
CL⊖ 鹽素イオン

同時に、其の化合によつて除けものにされた水素が出て來るのであります。圖に示せば

$$K^{\oplus} + \ominus = K$$
カリウムイオン　陽電氣　カリウム

$$K + HOH \longrightarrow KOH + H$$
カリウム　水　苛性加里　水素

といふ風になります。ところが又、鹽素イオンの陰イオン㊀には、陽電氣㊉が働いて、單體の鹽素が出來て來ます。圖に示すと

$$CL^{\ominus} + \oplus = CL$$
鹽素イオン　陽電氣　鹽素

斯くの如く、一方には苛性加里が出來、又一方には鹽素が出來ますが、此の兩者は大變仲の好いものでありますから、出來る片端から、

$$6KOH + 6CL = 5KCL + 3H_2O + KCLO$$
苛性加里　鹽素　鹽化加里　水　鹽素酸加里

鹽化加里の行方

のやうに化合して行つて、鹽素酸加里と、鹽化加里と水とが出來て來ます。此の鹽素酸加里は目的物でありますが、同時に出來た鹽化加里は、再びカリウムイオンと鹽素イオンとに分れて行つて前と同じ作用をする。つまりグル〳〵と忙しく循環作用をして行きつゝ、鹽素酸加里が出來て行くのであります。

鹽剝

鹽素酸加里は俗に鹽酸加里とも申し、又鹽剝とも呼んでゐて、白い結晶體のものであります。含嗽等などに用ゐてゐますから、誰でも知つてゐませう。今日では染料工業にも用ゐ、燐寸、煙花等にも必要であるし、爆發物にも用ゐますから中々需用が多い、我が國でも、年々百四五十萬圓も輸入してゐたのでありますが最近水力電氣の發達よりして、今ではこれを製造することが出來るやうになりました。

鹽酸加里と瑞西

その二　鹽酸加里の原料と沃度

鹽素酸加里の電解法は、今より二十五六年前、西暦一八九一年に瑞西で初めて行なはれたのでありますが、何分歐洲諸國は水力電氣が安い爲に非常に此の事業

が發達し、英、伊、佛、獨、瑞典、那威等の諸國で行なはれざる處なく、初めは一噸六百圓以上もしてゐたものが、今日では三百圓から三百四五十圓までに下落して來ました。そして世界の一ヶ年の產額は一千萬圓からに登つてゐるのであります。

鹽酸加里と海草

此の鹽素酸加里を製造するには、原料として鹽化加里が第一に必要でありますが、我が國には其の原料があるか無いかと申すと、原料は先づ澤山にあるのであります。然らばそれは何處にあるかと云ひますと、これが甚だ面白い。初め我が國では、海草の食料にならぬものを燃して肥料としてゐました。何しろ海岸線が長いのですから、海草は隨分澤山あるのですが、此の海草中から、沃度を採ることが偶然に發見せられ、今では其の沃度をドシ〳〵外國へ賣り出し、而かも今では、日本の相場で、世界の沃度の相場を動かすことが出來る程になつたのであります。これは思ひ設けぬ幸福でありましたが、更に其の沃度の製造の爲に、鹽化加里が副產物として澤山出來るやうになりましたから、是また、鹽素酸加里の原料として大に役に立つものとなつたのであります。

四洋木版

電鑄術

第五節　電氣版

學校の教科書の中などには、隨分綿密に細かく書いた挿繪があることを氣付くでありませう。あれは固より木に彫つた繪ではありますが、其の彫刻は西洋木版と云つて、突きぼりにするのであります。そして、印刷にする時は、其の木版の儘では傷み易いから、凡てこれを電氣版といふものに取りて印刷するのでありますが、此の電氣版を作る方法を、普通稱して電鑄術といひます。

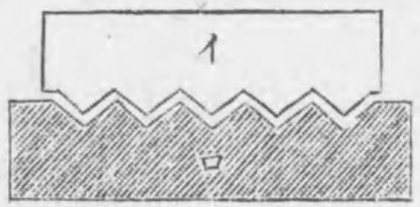
電鑄術といふのは、やはり電氣鍍金と同じ理窟でありますが、行き方が一寸反對でありますから、其の順序を述べて見ませう。

先づ此處に一個の木版があるとします。木版のことですから、第十圖の（イ）のやうに無論其の面に高低があります。それを（ロ）の模型材料の中に押しつけますと、丁度木版の面とは反對のものが一方に出來ます。此の模型材料はガタペ

ルカとか、石膏とか、封蠟とかいふものを用ゐますが、ガタペルカといふのはゴム様のものでありまして、熱湯の中へこれを入れると、餅の様に軟かくなりますから、其の上に、木版などを一寸落せば直ぐ其の通りの型が出來るのであります。石膏とか封蠟とかも同じ目的に使はれるのでありますから、やはり軟かい内でなくては用を爲さぬことは云ふまでもありません。

模型と反對の型

第七圖



斯くして（ロ）の模型材料に、所用の木版とは反對な型（イ）が出來ますと、（反對といふのは、一方の出た所は一方では凹み、一方の凹んだところは一方では凸出してゐるからであります）其の模型の表面に黑鉛を塗抹します。此の黑鉛を塗抹する目的は二つありまして、一つは、これに電氣鍍金をするに、電氣を導くことが出來るからで、一つは、斯くして表面を滑かにしておきませぬと、其の模型から、電鍍したものを剝ぎ取ることが出來ぬからであります。

黑鉛塗抹の目的

電鍍（電氣めつきのこと）

さて黑鉛を塗抹し、これを毛筆とか布切れとかで、模型材料に能く〳〵殘ると、ころなく塗りつけますと、其の表面は、電氣を導く力がありますから、これに陰電氣を帶ばしめて、銅溶液中に浸し、一方には銅版に陽電氣を附して入れます。すると、前申した銅鍍金と同じ理法で、模型の表面に鍍金が出來ます。これを一定の時間の後に引上げて、其の鍍金と模型とを引離しますと、模型の凹凸とは反對に、卽ち最初の木版の通りのものが出來てくるのであります。尤も其の引剝がしたものは薄い板でありますから、これに木板を裏打して印刷に用ゐるのであります。

電鑄術に用ゐる液

此の電鑄術に用ゐる液は、これも種々の製法がありますが、一例を擧げると、硫酸銅の結晶二百グラムを水一リットル中に溶かし、此の溶液中に模型（陰極）と銅板（陽極）とを浸せば好いのであります。

以上の方法は極く簡單なもので、精密なものになると、其の模型を造るにも、

先づ一度電鑄術を以て造り、更にこれに所要の電鑄を施すので、紙幣の印刷の原版などは、斯ういふ面倒な手間をしなければなりません。中間層を造るにも、黑鉛以外に、他の方法で傳導性を帶ばしめることもあります。又ガタペルカや石膏の代りにウッド氏可融金又はローズ氏可融金などいふ、極く軟かい、少しの熱で溶けるやうな合金を、其の模型材料に用ゐることもありますが、いづれもお話が面倒になりますから、是位のところで止めておくことにします。

第六節　曹達類の製造

曹達類と云へば、重炭酸曹達だの苛性曹達だの、曹達灰だので、これ等を製造する工業を曹達工業とも申します。此の曹達類は非常に必要なものであつて、染料や製藥の發達した今日は尙更其の需用は增すばかりで、其の以前にも、紙や石鹼やコールタールや石油を造る上に是非無くてならぬ大切なものでありました。されば世界各國競ふてこれを造り、一年の世界中の產額は一億圓以上にも上る有

曹達工業

様であります。ところで此の曹達の製法には、目下ソルベー法、ルブラン法、電解法の三種がありますが、其の

ソルベー法

(イ)ソルベー法　といふのは、今より五十三四年前、西暦一八六五年にソルベーといふ人が發明したもので、食鹽と石灰石とをアムモニアで處理して造るのであります。卽ち其の順序は左圖のやうになるのでありますが、これは電氣を用ゐるのではありません。

食鹽
石灰石 ―― 重炭酸曹達 ―― 曹達灰
　　 ―― 苛性曹達

而かも電解法が發明せられた今日でも、此の方法は中々盛大で、まだ今の所では、電解法を凌いでゐるのであります。次に

ルブラン法

(ロ)ルブラン法　といふのは、ソルベー法よりもずつと古い發明で、今より約百二十年前、西暦一七九四年に、ルブランといふ人が發明した方法なのであります。此の方法は、食鹽と硫酸とを處理して造るのでありますが、此の方法は可なり複雜でもあり、又副產物として多量の鹽素や鹽酸が出來ますが、第一其等の用

途がないから困ります。即ち鹽素は有毒瓦斯でありますから、使ひ道がないからと云つて空中に逃がして了ふわけには參りません、それは法律が禁じてゐるのであります。といつて鹽素が利用せらるゝだけの曹達を作るのでは、事業が小さくなつて到底事業として引合はぬことですから、自然に此のルブラン法は廢れて來たのであります。

(八)電解法　即ち電氣分解法は新らしく起つた方法であつて、食鹽の水溶液中に電氣を通じ、これを分解して苛性曹達や炭酸曹達を作るのであります。

食鹽 ─┬─ 苛性曹達 ── 炭酸曹達
　　└─ 鹽素 ── 漂白粉

處がこれも右の圖に示すやうに、鹽素が副產物として出來て來ますから、ルブラン法と同じく、此の鹽素の處分法が講ぜられないと、思ふやうに大發達をすることは出來ません。歐洲大戰には、獨逸が毒瓦斯として鹽素を使つた形跡があり

ますが、平時に於て、戰時の用にこれを蓄積しておくことも出來ませず、これは大に研究すべき問題なのであります。唯だ電解法の一としては、兎も角も注目すべき工業でありますから、此の電解法は將來大に發達する見込は十分あるのであります。

併し我が國では、此の電解法を起すに就いては一つの困難があります。といふのは原料の問題で、一寸考へれば、日本は四面海の國であり、鹽は自由に採れることであるから、此の原料としての食鹽には不自由はあるまいと思はれますが、それは大間違で、日本の食鹽は海から取るので費用が大變に嵩みます。海水を田に曳き、其の鹽田の鹽を煮つめたりするには、手間も金も非常なものでありますが、そこへ行くと獨逸などは、山から鹽が出ます。所謂岩鹽といふので、土地の中から、掘り起しさへすれば鹽が出て來るので、ダイナマイトで打ち起されるといふ勢でありますから、費用もかからず原料も澤山で、非常に便利であります。故に値段でも日本のとは大した相違で、四倍も五倍も安いのであります。然うい

ふ安價な材料で造つたものは製品も安い筈ですから、日本のやうに原料の高い鹽から造つた物では、到底値段の競爭が出來ないのであります。といつて、其の安い岩鹽を輸入しようにも、日本では、鹽は專賣事業になつてゐますから、安く輸入されても高く拂ひ下げねばならぬことになつてゐますから、それも出來ないのであります。それに水力電氣の値段も、前云つたやうに外國のそれとは非常に高いことですから、此の曹達工業は、當分は思ふやうに發達しないかも知れないのであります。

第九章　液體酸素の話

第一節　永久瓦斯

空氣の彈力

護謨毬を投げつけると、勢よく冲へ上る、紙袋を膨らませて烈しく叩きつけると、高い音を發して鳴る、之は云ふまでもなく空氣の彈力であつて、此の空氣といふ瓦斯は如何に壓へつけても、叩きつけても直ぐ彈き返して、縮こまないものでありますから、自轉車や自動車のタイヤーの中に之を入れておけば、其の彈力で動搖が少い、空氣が斯ういつた風のことに利用されてゐることは非常に澤山あるのであります。

熱の爲めに變化

處が凡てのものは熱の高低によつて、大概變化するもので、金剛石が火に燃えて瓦斯になるのは云はずもの事、金でも銀でも鐵でも、高い溫度のためにはトロトロ溶けて液體となり、金屬の多くのものは高熱によつて、瓦斯ともなるのであります。此の變化を一番能く見せるものは水であつて、水は攝氏の百度に熱すれ

永久瓦斯

分子の飛動

ば水蒸氣となり、同じく零度以下に冷却すれば氷といふ固體になります。斯の如く多くのものは、溫度によつて種々の變化をなし、氣體になつたものは、冷却する事によつて液體にも固體にもなるのであるが、獨り水素や空氣は、如何に冷却しても壓へつけても變化しない、卽ち是等のものは、どうしても液體や氣體にならぬところから、これを名づけて永久瓦斯と呼ぶに至つたのでありますが、併し果して空氣は之を變じて液體とすることは出來ますまいか、永久に變化の與へられないものでありませうか。

人智の發達はいろ〳〵の事を成し遂げましたが、空氣の液化、卽ち之を液體にすることに就いても、遂に之を成功するに至つたのであります。

第二節　分子の飛動

此處で分子の飛動といふことに就いて少し述べる必要があります。

凡てのものが引力に因つて動きつゝあることは古くから唱へられてゐます。大は太陽の自轉、月や地球や其の他の諸星の自轉と公轉、小は木から果實が落ちる机の上から本が落ちる、みな引力の關係でありますが、併し或物體の分子其のものは、自分自ら動くといふことは思ひもよらぬことでありました。處が、今より約二百年前、西暦一七三八年にダニエル、ベルヌリーといふ人が、分子はそれ自身で非常に活動して、縱横自在に飛び廻つてゐるといふことを唱へました。併しこれは破天荒の論でありましたから、當時は他の學者も此の說を承認しませんでしたが、後に、クレニヒとかクラジウスとかいふ學者が、此の說の正しいことを唱へ、漸く學者の注意を惹くやうになつて、それ以來眞面目に研究せらるゝやうになり、遂に、分子は自分で飛動するものといふことに相場が極り、而かも其の速力から飛動の範圍まで測定することが出來るやうになつたのであります。此の學說を稱して分子飛動說、又は瓦斯飛動說と申しますが、之によりますと、凡ての瓦斯體の分子は、自分で上下左右に跳ね廻り、其の運動が四周の壁に當るから從つて彈力があり、容易に叩きつぶすことが出來ぬといふのであります。

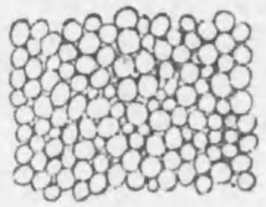
分子の飛動と彈力

そこで先づ考へねばならぬことは、私共は分子といふものは、丸か三角かは別問題として、其の一つ一つが分立して互に相近づきつゝ重なり合つてゐるものであることを知つてゐますけれども、それがどういふ風に重なり合つてゐるかといふことは分らず、唯だ第八圖の樣な分子と分子が密接に重なり合つてゐると思はれるのであります。ところが、此の分子飛動說が唱へられて、極く細かい測定が發表されるやうになつた所によりますと、分子と分子の距離は非常に遠く（割合から云つて）丁度、第九圖の樣にみな離れ〳〵に存在してゐるのであります。

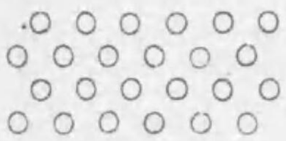
測定（はかること）

分子間の距離

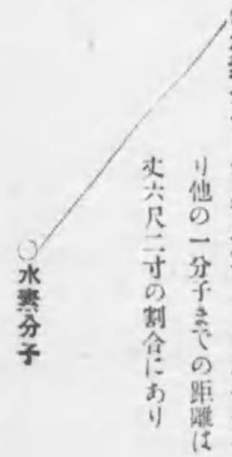
（第八圖）



（第九圖）



（第十圖）



○水素分子（直徑二分とすれば）一分子より他の一分子までの距離は一丈六尺二寸の割合にあり

今最も分子の小さい輕いものとせられてゐる水素分子を、直徑二分の大きさに擴大したとしますと、其の水素の一分子から次の一分子までの距離は、實に一丈六尺二寸といふ驚くべき距離となるのであります。

距離と引力

斯樣に分子と分子との距離は遠い、決して密接してゐるものでないのであります。

分子の飛動と溫度

すから、それだけ考へても、分子と分子との間に、お互同志の引力の無いことは想像が出來ませう。而かも其の上に、分子自身は非常に活動して、ピン〳〵ピンと自由自在に跳ね廻るのですから、尙ほ以て始末が惡い、其の飛び廻る速力はどの位かと申すと、是亦恐るべき速力で、鐵砲の彈丸が、其の銃口を飛び出す時の速力と同じほどの速さで飛び廻るのであります。

尤も此の距離や速力は、元素によつてそれ〴〵異つてゐて、他のものは水素ほど烈しくありませんが、併し如何に其の速力が少なるものも、水素の半分以下のものはありません。そこで又考へられることは、分子自身が其の樣に烈しく飛び廻るならば、其の爲に、非常の溫度を保つてゐるに違ひないといふことであります。といつて、空氣は人の顏に觸れても、少しも熱いことはありませんが、若し

其の運動が無かつたら、非常に冷いものになるであらうといふことが、想像が出來るでありませう。

此の想像は慥かに間違つてゐません。故に其の想像からして思ひつかれることは、空氣を唯だ壓へつけるばかりでなく、極度に冷却したら、分子の活動は自然に止つて、其の氣體たることから、液體にも固體にも變ずることが出來るに違ひないといふことであります。

學者の空想は空想でありません。ちやんと理窟の立つた想像でありますから、種々研究の揚句は、立派に其の想像が實現されたのであります。

第三節　冷却の成功

併し、理法は解つてゐても、實際が之に伴はぬことがあります。空氣其の他の氣體を液體にするには、非常なる壓力と共に、非常なる冷却法が要るのでありますが、其の道が得られない、壓力を加へる道は解つても、之を冷却する方法が無い、といふ一つの大なる障害がありましたが、前にも申したごとく、人智の發達は、人間の支配する溫度の範圍を擴張して、非常に廣いものにしました。其の範圍は上の高い方にも、下の低い方にも擴がつて來ました。空氣が液體になるまで冷却され得るのは、卽ち此の爲でありますが、今此の溫度が如何なる範圍に擴がつてゐるかを左に擧げて見ませう。尤も第七章に於て、攝氏零度以上のものは表示しましたから、此では攝氏の零度以下のものに就いてのみ擧げることとします。

水の氷點	攝氏零下	〇度	窒素の氷點	攝氏零下	二一四度
水銀の氷點	同	三九度	酸素の氷點	同	二五二度
炭酸瓦斯の沸點	同	七八度	水素の沸點	同	二五三度
酒精の氷點	同	一三一度	水素の氷點	同	二五七度
酸素の沸點	同	一八三度	ヘリウムの沸點	同	二六九度
空氣の沸點	同	一九三度	ヘリウムの氷點	同	二七二度
窒素の沸點	同	一九六度	絶對零度	同	二七三度

昔は雪や氷を以て一番冷たいものとし、後に雪の中に鹽を入れると、今少し冷いものになることを知るに至り、それ位の事で、最早それ以上の冷却法を知らなかつたのでありますが、今日では絶對零度が、攝氏の零下二七三度であり、ヘリウムの氷點の二七二度であることまで解つて、其の極度の冷溫度を人力で支配することが出來るやうになつたのは、化學界の一大進歩であり、人間の自然に對する勝利の目ざましいものであります。

絶對冷度（極度の冷溫度）

自然の征服

而して此にお話致さんとする液體酸素は、永久瓦斯と呼ばれてゐた空氣を、極度に冷却しつゝ壓力を加へて、初めて成功したものであることを知ることが必要であります。

エチルギーを奪ふ方法

第四節　低溫度を得る方法

今一度繰り返して申せば、空氣其の他の氣體は、分子が非常な速度で運動して、其のエチルギーは恐るべき力であるから、之を氣體から、液體や固體にするには、單に壓力を加へたゝけでは足らず、之を非常に冷たくなるまで冷却しなければならぬのであります。卽ち冷却すれば、分子のエチルギーを奪ひますから、分子は飛動しなくなる。其の飛動が無くなれば、壓力を加へても容易に縮こまるわけで、分子と分子が相寄つて縮こまつてくれば、分子同志の引力も出て來て、益々密著するやうになり、遂に液體になり固體にもなることが出來るのでありますが、斯くの如き方法が行はれるやうになつてから、永久瓦斯といふ名も遂に空しき名となつたのであります。

氣體の冷却法

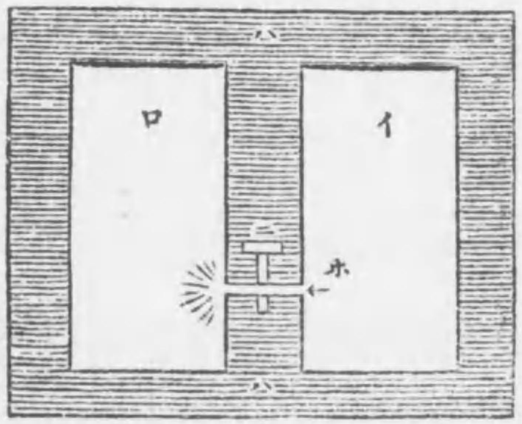
併し氣體を冷却するには何ういふ風にしたらよいか、之を冷却する材料がなくてどうして冷却することが出來るか、之は誰にも起る疑問でありませう。病氣をして熱が騰つた時は、水か氷がなくては冷やすことは出來ぬ。然るに世の中には普通雪や氷位より冷たいものは無いのに、何うして零度以下何十度何百度といふ迄に冷たく物を冷やすことが出來るであらう。此の疑問は實に至理千萬のことでありますが、ジユールといふ人と、タムソンといふ人とが十何年の間もかゝつて研

究して、其の方法を發見したのであります。

此の方法は極く、簡單に、第十一圖の樣な方法でざつとした說明は出來ます。

尤も其の理は、細かしい數字上の問題でとても了解することは出來ませんから、ほんの方法だけを述べることにしますが、先づ(ハ)(ハ)のやうな、水槽の中に(イ)(ロ)の二室があつて、(ニ)の活栓を以て其の通路を斷たれてゐます。そこで(イ)の中には、出來るだけ壓縮した空氣が入つて居り、(ロ)の室は眞空としてあるので、今(ニ)の活栓を拔きますと、壓縮した空氣は(ホ)の矢の方向に、(ロ)の眞空を埋めんが爲に、非常なる勢で突出します。そして突出すると同時に、今まで壓縮されてゐた空氣は、思ふさま膨脹するのでありますが、それが膨脹して分子の烈しい飛動を起すには多量の熱を要します。其の熱は外から持て來ようがありませんから、(ハ)(ハ)の水槽(水には限らず、他の冷たい液にてよし)の中の液の溫度を奪つて了ひますから、周圍の水(又は液)は段々と冷却して來るのであります。

(第十一圖)



此の方法を、或裝置に由つて何度も重ねて行く內に、(ハ)(ハ)の水槽の溫度は何處までも降下して行くのでありますが、それは壓力にも由り、又いろ〳〵の條件もあり、其の降下の度の算出も面倒でありますから別に述べません。唯だ斯くして何處までも冷たい溫度を得ることが出來ると思つてゐればよいのであります。

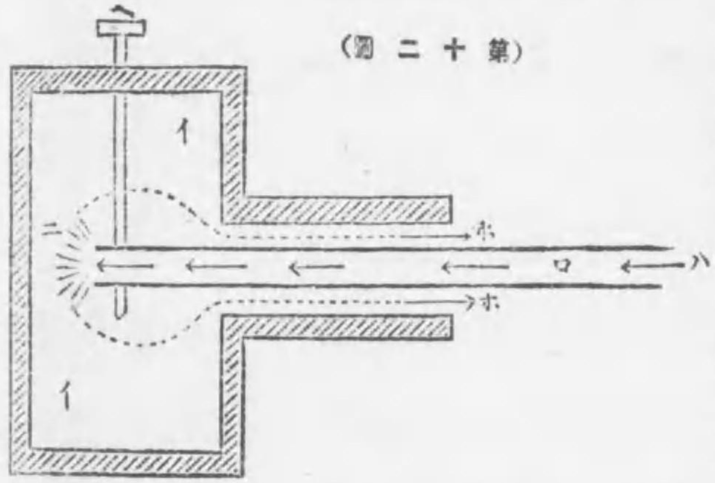
第五節　空氣液化の方法

空氣を液體にするには、前節に述べたやうな方法によつて之を行ふのでありますが、もつと其の圖解を簡單にして說明して見ませう。

先づ第十二圖の樣に(イ)の室に(ロ)の管を導き、之を(ヘ)の活栓で開閉自由

にしておきます。此の裝置の中へ(ハ)の方向に(ロ)の管から強く壓縮した空氣を送り、(ヘ)の活栓を開いて(イ)(イ)の室の中に(ニ)の樣に膨脹させますと、前の第十一圖の例と同じく、其の膨脹によつて空氣は非常に冷却して來ます。そして其の膨脹して冷たくなつた空氣は(ホ)(ホ)の方向に逃げて行きますが、其の逃げしなに、(ロ)から來る壓縮した空氣を冷却します。冷却すれば壓縮の度はます〳〵強くなり、それが強くなれば(ニ)で膨脹する時も、益々多く熱を要するから、熱の奪はれる度合は段々と烈しくなり、そして其の度合の烈しくなつたのが、益々冷たく(ロ)の空氣を冷却することになつて、此に初めて壓縮と冷却の二つの道

(第十二圖)



が兩立して行はれるに至ります。そこで空氣も此の四方攻めに閉口して分子飛動のエチルギーを失ふて了ひ、遂に液體になつて仕舞ふのであります。これも最初壓縮空氣を送る時、何氣壓に壓縮してあれば、何度に降下するといふ一定の方則がありますが、前と同じく面倒な數字であるから省きます。

第六節　液體空氣と液體酸素

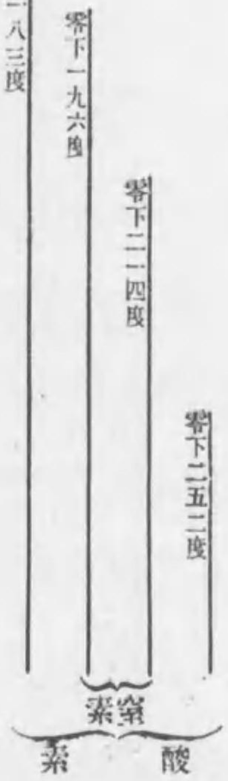
空氣は酸素と窒素の混合物でありますから、空氣を斯樣な方法で壓縮して液體にすれば、其の中には酸素も窒素も共にある筈であります。するとこゝでお話しようとする液體酸素を得るには、別に純粹の酸素を造つておいて、之を壓縮しなければ、液體酸素は得られないやうに思はれますが、實は空氣を壓縮することによつて純粹の酸素が得られるのであります。

それは如何いふ譯であるかと申しますと、前に表に上げたやうに、酸素と窒素とは氷點（固體になる程度）も沸點（氣體になる程度）も違つてゐます。共に沸

酸素と窒素の變化の差

點以上になつて、氣體になつてゐてこそ、同じ情態で混合して變化しませんけれども、其の變化のしやすい程度の、ごく低い溫度に於いては、正直に自分の持前の通りに變化しますから、酸素の沸點と窒素の沸點との中間の溫度にある場合には沸點の低い方の窒素は自然に氣體になつて逃げて了ふのであります。分りよくこれを圖解しますと

酸素の氷點　零下二一四度
窒素の氷點　零下二二四度
窒素の沸點　零下二五二度
酸素の沸點　零下一八三度



此の圖に示すやうに、酸素の氷點は零下二五二度、これが沸騰して氣體になるのは零下一八三度でありますが、窒素は、液體になるのも氣體になるのも皆其の溫度の中間でありますから、酸素が零下一八三度になつて液體になつた時も、窒素は氣體で居りますし、若し零下一九六度以下になつた時は、窒素も酸素も同樣に液體でゐますが、尙ほ溫度が降下して、零下二四一度になれば、酸素はまだ液體でゐるのに、窒素は早く固體になつて仕舞ふのであります。それで、溫度が低い方から段々騰つて行つて零下一九六度になると、酸素がまだ液體でまご〳〵してゐる時に、窒素は早くも氣體になつて逃げて仕舞ひますから、あとには酸素の液體だけ殘つてゐるわけであります。

液體空氣の情態

故に液體空氣は必ず液體酸素のみであるとは云へませんが、斯樣に氷點と沸點とが各々異るために、空氣を液體化することによつて窒素を追ひ出し、純粹の酸素を取ることが出來るのであります。

偖て液體空氣は如何なる情態をしてゐるかと申しますと、青味を帶びた極くサラ〳〵した液體であります。何しろ零度以下二百度近いものでありますから、冷たいも冷たい、氷や雪の冷たさどころではありません。氷や雪は如何に冷たいとしたところで、液體空氣に比べれば、二百度以上も熱いのであります。故に若し液體空氣を假に土瓶に入れて氷か雪かの上に掛けるとしましたら、液體空氣はグ

ラ〳〵沸騰して湯氣(氣體)になつて仕舞ひます。それは丁度、氷や雪を火の上に掛けたと同じことで、氷や雪を火の上にかけて沸騰するのも、要するに溫度の差でありますから、液體空氣が氷の上で沸騰するのは、決して怪しむべきことではありません。一寸考へると嘘の樣な話でありますけれども、之は嘘でも何でもない、直ぐ實驗せらるゝことであります。

然らば氷の上でさへ沸騰するものを、どうして何に容れて、保存せられるかと申しますと、之は固より永久的に保存は出來ませんが、第十三圖の如き構造の容器に入れておくのであります。デユワーといふ人が考案した壜で、魔法壜と同じく外壁が二重になつてゐて、其の中間が眞空になつてゐますから、他より溫度を導くことが少くあります。そして上部の口は開いた儘にしておくのであります

デユワーの壜

外壁(そとの圍ひ)

(第十三圖)

若し之をピッタリ蓋をして仕舞つては、此の液體空氣が氣體になる爲に爆發して仕舞ひます。

氣化(氣體となること)

が、口を開けておいては、尙更氣化して、早く亡くなるだらうといふ恐があります。

物體の變化に要する熱の實驗

ますが、之は然うには違ひありませんけれども、そこは能くしたもので、空氣が液體から氣體になるには非常に熱を要します。(其の熱と云つても、人間に取つては冷たい〳〵ものですけれど)丁度水が沸騰するには攝氏百度の熱を要するやうに冷たいものは、冷たいながらの熱を要しますから、壜の中の液體空氣が、段段と氣體となるには、それだけ周圍の熱を奪つて仕舞ひます。熱を奪へばそれだけ又冷たくなる理でありますから、壜の液體空氣の上部が氣化するだけ、それだけ殘部の方の熱を奪つて冷たくしますから、自然、容易に氣體になつて仕舞ふことが出來ず、比較的長く保存が出來るわけであります。故に此の構造の壜に入れておきますと長くは二週間位保存が出來るのであります。

凡て液體が氣體になる時は、澤山熱が要るといふことは、極く近い例で私共の經

驗してゐるところであります。それは如何いふ事かといふと、夏日庭に水を撒けば涼しい、それは水が蒸發するために、そこらの熱を奪つて仕舞ふからで、何も水を撒いたから涼しい譯ではありません。又身體に霧を吹き掛けると涼しい、それも霧が蒸發する爲に、身體の中から熱を奪つて行くからであります。

酸素の固化

放散(空中に出すこと)

此の理によつて、液體空氣から分離した液體酸素は、それ自身で固體になることがあります。例へば、液體酸素を筒の中に入れ、少しづゝ空中に放散しますと、それが氣化するために非常に熱が要りますから、自分の身體卽ち液體空氣の中の熱をも奪つて仕舞ひますから、一部は氣化すると共に、一部は固體になつて仕舞ふのであります。酸素でも窒素でも、此の理は同じことでありますが、水素は容易に液體にも固體にもすることが出來ませんでした。所が、西暦一八九八年に至つて、英國のヂユワーといふ人が、之を液體とし、更に又固體にすることにも成功し、固體水素を急に氣體に變ぜしむることに由つて、零下二百六十度といふ低溫度に達せしめることを得たのであります。斯くて凡ての氣體は液體にも固體に

水素の液化と固化

ヘリウムの氣液化

もすることが出來るやうになつたのでありますけれども、ヘリウムといふ氣體は如何にしても其の方法が無い、つまりヘリウムを液體や固體にするほどの低溫度と壓力とを得る道がなかつたのでありますが、今より約十年前に至つて、和蘭のオンネスといふ化學者が、種々工夫してやつと之にも成功したのであります。以上の酸素や窒素や水素の固體は、やはり氷の如く無色透明のもので、若し指などを之に觸れると、皮膚を傷める(俗に火傷するといふ)ほど非常に冷たいのであります。

空中酸素の利用

第七節　救助及び醫療と液體酸素

その一　酸素療法

空中から酸素だけを取るといふことは非常に難かしいことで、以前は寧ろ他の藥物から純粹の酸素を得ることにしてゐましたが、空氣を液體にすることが出來るやうになつてからは、空中の酸素が自由に得られますから、値段も安くなり、

酸素と醫療

新陳代謝（古いものがすたれて新しいものと入れかはること）

其の利用法も非常に殖えて來たのであります。

酸素を醫療上に用ゐるのは卽ち其の利用法の一つであります。固より酸素が人間の身體に取つて非常に大切なものであることは、云はいでもことであります が、肺結核や肺炎や其の他の呼吸病には殊に必要であり、又喘息、貧血症、心臟病等にも、之を吸入せしむれば血行を增進して、頗る效果があるのでありますから、液體酸素は、斯ういふ病患の治療に向つて大に效力のあるものとし、種々の方法を以て試みられつゝあります。それは液體酸素を護謨の袋に入れ、護謨管によつて少しづゝ出して、患者の顏を掩うてゐる布袋に送る、そこから適宜に吸入の出來るやうな仕掛になつてゐるのでありますが、斯くすると、非常に新鮮な、酸素の量の多い空氣が肺に吸收されますから、血液の循環を良くし、從つて身體の新陳代謝をよくしますから、自然に病氣も早く療るのであります。

又人間は炭坑とか工場とかで、有毒の瓦斯や非常に惡い空氣を吸入した爲に、窒息して卒倒することがありますが、斯かる場合にも、機械で酸素を肺臟に吹き入れ又吹き出しゝて、普通の人工呼吸よりも有效な方法で、其の絕息したものを活かすことも出來るのであります。是も液體酸素が得らるゝ爲に、然ういふ準備が出來るやうになつたのであります。

液體酸素と海中作業

その二　酸素と海中作業

昔は潛水夫が海の中に潛つて仕事をする時は、其の潛水服と海面上とを連絡する長い管を用意し、其の管によつて、新しい空氣を送つて貰はなければ仕事が出來なかつたのでありますが、液體空氣が出來てからは其の必要がなくなつたのであります。卽ち潛水夫は、液體空氣の入つてゐる容器を腰部に著け、その容器から液體酸素は徐々に出て、胸に著けてゐるゴムの囊に入り、其のゴムで調節されたものが、ゴム管によつて口に入り、肺に吸入されるやうな仕掛になつてゐます。そして吐き出された不良の空氣は、一方の管から、他のゴムの袋に入り、其の中には苛性曹達の液があるから、炭酸瓦斯を其の液の中に吸收して仕舞ひ、それによつて淸淨にせられた窒素は、更に胸のゴム袋に返つて、酸素と混じて今一

度肺に吸入さるゝといふやうに、循環的に其の儘で何度も役に立つやうになつてゐるのであります。

斯くして潜水夫は、全く外氣と斷つて海中に自由に働くことが出來ますから非常に便利でありますが、これは潜水だけには限らず、炭坑などの有毒瓦斯中に働く人、火事などの時渦巻く煙の中に働く人などにも、此の儘の仕掛で應用することが出來るのであります。

潜航艇と液體酸素

又潜航艇の如く永く海中に沈んで、大氣を室内に取ることの出來ぬ場合にも、液體酸素を用ゐて、徐々に之を室内に放散せしむれば、新鮮な空氣を吸入して、長く水中を潜ることが出來ます。

飛翔（とぶこと）

飛行機の如く、上空の空氣の稀薄なところを飛翔する場合などにも、之を利用すれば非常に便利であります。斯樣に、種々な方面に酸素の利用さるゝのも、凡て液體空氣の發明に基くもので、之を一々昔の樣に他の藥品から採取してゐたのでは、其の費用の點から云つて、到底不可能の事であります。

液體酸素と鐵の截斷

アセチレン酸素焔

第八節　酸素と鐵の截斷

液體酸素のもつと著しい利用法は、之を以て鐵を截斷することであります。

酸素で鐵を截るといつては甚だ奇怪の樣でありますが、それは酸素で截るのではなくて、之を利用した高溫度で鐵を截るのであります。

酸素と水素とを一處に混じて點火すれば、非常に能く燃えるものであると共に極めて高い溫度を出します。其の溫度は攝氏の二千度内外でありますが、若しこれを水素に換ふるにアセチレン瓦斯を以てしますと、更に高溫度となつて、攝氏の二千四百度位になります。殊にアセチレン瓦斯は、第七章第五節で述べたやうに、カーバイドに水を注ぐだけで、何處にても安價に得られますから、水素よりも、溫度が高い上に經濟であります。處で此の二つの瓦斯の接觸した火は斯樣に高い溫度を出しますから、今此に二條の管より成る吹管を用ゐ、一方の口よりは酸素を出し、一方の口よりはアセチレン瓦斯を送り、その兩者を一つに混じて之

に點火すると、前申す如く、二千四百度の高熱が出ますから、今此に鐵の厚い板があるとすれば。其の鐵を截斷したいと思ふところへ、右の吹管に火を點じたまゝ持つて行くと、其の部分の鐵は、此の焰の爲に、忽ち溶けて仕舞ひます。何故ならば、鐵は綱鐵でさへ、攝氏千四百度乃至千五百度で溶融しますから、二千四百度もある熱を持て來られては、見るより早く溶けて了ふのは無理もありません。そして此の吹管からは、非常に強い力で瓦斯が吹き出されつゝありますから、溶かされた鐵は片つ端から吹き飛ばされます。つまり溶ける、吹きとばされるといふ譯でありますから、この吹管で、鐵板の上を截斷したいと思ふ線によつて引いて行けば、造作もなく鐵は斷たれて仕舞ふのであります。

處が今日では、機械力も仲々發達し、砲兵工廠其の他の大工場へ行つて見ると鐵が鉛筆を削るやうに削られてゐたり、大根を切るやうに切られてゐたりするから、態々酸素で截斷する必要もあるまい。殊に如何に高熱で溶かすにしたところで、溶かして行くのでは非常に手間が取れるであらうと思ふ人もありませうが、

機械の及ぶところに非ず

事實は其の反對で、此の酸素利用の截斷は頗る早くて簡便なのであります。卽ち厚さ三四寸もある鐵板で長さ一メートル（三尺三寸）もあるものを截斷するに、此の酸素焰で截れば十分とかゝらないのでありますから、とても機械などの及ぶところではありません。今其の時間を表示して見ますと、

鐵板の厚さ三分	長さ三尺のもの	五分時位
同　一寸六分	長さ三尺のもの	六分時位
同　三寸三分	長さ三尺のもの	八分時位
同　六寸六分	長さ三尺のもの	十一分時位
同　一尺	長さ三尺のもの	十二分時位

斯ういふ風でありますから、實に便利此の上もありません。

又鐵を二枚併せて接ぐ時でも、二枚の鐵を兩方から接近せしめ、其の間に他の鐵の切れを持つて來て、此の酸素焰に點火してそれに當てますと、中間の鐵片は熱の爲に熔けて、二枚の鐵板を接ぎ合はせるのであります。

鐵の截斷などは大仕掛のもので、それだけ酸素も餘計に必要でありますから、液體酸素でも無くては、とても出來る仕事ではありません。ところで斯樣にアセチレンを用ゐて作る焰をアセチレン酸素焰と稱し、アセチレンに換ふるに水素を以てしたるものを酸水素焰と申すのであります。

液體酸素は、日本では製造することが出來ず、獨逸あたりから、ポムベイと稱する鐵製の壜に入れたものを買つてゐたのでありますが、獨逸と開戰以來、處々で之を製造する計畫が出來つゝあるのであります。

液體酸素の製造と日本

第十章　人造肥料の話

第一節　肥料の種類

農作物と肥料

農作物は凡て肥料なくしてはこれが收穫を見ることは出來ません。故に田や畑のある限り、如何なる原といへども山の中と雖も、少きは年一回、多きは年數回は肥料を土地に施すのでありますから、其の需用や實に莫大なものと申さねばなりません。

肥料の種類

此の肥料の種類としては、落葉や干草の如き自然生のものを用ゐるところもありますが、それは僅に其の一部分であります。外に海草、干魚、獸骨、豆糟、油糟等も多く用ゐられ、我が國では、人糞や家畜の糞も主要な肥料の一種となつてゐますが、それだけでは中々需用に足らぬのであります。と申すのは、肥料の好惡如何によつて、農作物の收穫も非常に違つて來るのでありますから、肥料は農作物の重要なる材料の一つであり、殊に我が國の如きは、やはり今日に於ても昔

肥料の輸入額

燐礦石

ながらの農業國で、何と云つても農業は國民生活の大部分を占めてゐるのでありますから、肥料の大切なることは申すまでもないのであります。

されば我が國に於て、肥料を輸入する額は大したもので、大戰前には年々實に四千萬圓內外の巨額に上つてゐたのであります。此の中には、豆糟、油糟及び獸骨の如きものや、鳥糞を以て成る燐礦石の如きものも入つて居りますが、其の大部分は人造肥料で、是等はどうしても、外國に供給を仰がねば農作物は出來ないのでありますから、いくら日本が農業國と威張つてゐても、全然獨立的に農業がやつて行かれる譯ではないのであります。

以上の內、燐礦石と申すは、南洋の海中にある岩を其の儘掘り起したものでありますが、是は、鳥の糞が長い年月の間、堆積して變成したもので、今日でも其の邊の島へ行きますと、全島一面海鳥で掩はれてゐる一大壯觀に接することが出來ます。我が國でも數年前に發見せられたラサ島は卽ち此の海鳥の糞より成る一個の燐礦石岩でありまして、今日では盛んに採掘してゐますが、日本で燐礦石の

窒素と肥料

盛んに出るのは此のラサ島だけで、他にも二三の島はありますが、それは極僅しか出ず、他の大部分はやはり輸入に仰いでゐるのであります。

併し燐礦石は過燐酸石灰を造る原料となるものであつて、肥料としては、燐酸も加里も窒素もありますが、其の中でも窒素が一番重要なのであります。或學者が、此の三者の農作物に及ぼす效力を實驗して其の成績を發表しましたが、それによりますと、

窒素、燐酸、加里を併せ用ゐたる時の收穫	一〇〇
窒素、燐酸のみを用ゐたる時の收穫	七一
窒素、加里のみを用ゐたる時の收穫	三〇
燐酸、加里のみにて窒素を用ゐざる時は	七

右の數字は其の割合を示したまでゝありますが之れによつて見ると、窒素、燐酸、加里は三者共に必要の肥料であるとは云へ、若し窒素を缺いだ時は、三者を併せ用ゐた時の十分の一の成績を擧ぐることすら叶はぬのであります。されば窒

素肥料は農作物と至大の關係があり、人間の食料は窒素が其の主要物であることも明瞭なことであります。

第二節　窒素と智利硝石

その一　窒素と人體の營養

窒素が農作物に取つて斯やうに大切なものであるといふことが、窒素が如何に人體に必要であるかといふ緊密な關係を語るものであることは、寔に觀易い道理でありますが、然らば、それは如何いふ方法で攝取せられ、如何なる程度に必要であるか、一つ之を調べて見ませう。

人體と窒素

窒素は、酸素と混じて空氣の中に多量にあることは誰も知つてゐます。そして空氣が人間の呼吸に、一瞬時も無くて叶はぬものであることも申すまでもありませんが、併し其の空氣は、酸素がある爲に必要なだけで、窒素は少しも呼吸のためには體内に攝取されない、いくら吸ひ込んでも、窒素は必要なしに吐き出して仕舞ふ、これでは、窒素は一つも役に立つものでないやうに思はれますけれども、偖て人間の身體を驗べて見ると、窒素は驚くべき量分を以て體中に存在してゐるのであります。唯だ存在してゐるといふばかりでなく、必要缺くべからざる要素となつてゐるので、其の量は、普通の人で、一年間に約百六十匁といふ多量のものを要求するのであります。併しそれは、空氣の中の窒素が入つて來るのではなくて、凡て食物の要素となり、胃の方に入つて營養分となるのであります。

一年間に百六十匁

そして其の食物はどういふ種類のものかと申しますと、それは動物の中にも植物の中にもありますが、動物の體中の窒素といふも、凡て植物から來たのでありますから、結局は植物が其の根本で、植物に依つてのみ窒素は得らるゝといふも差支はないのであります。

植物と窒素

唯だ斯樣な人間の營養分として必要な窒素も、人は空中の窒素を其の儘攝取することが出來ず、植物といふ仲介者によつて始めて得らるゝのは、殘念なことではありますが、これは致し方がない。昔仙人は空氣を食つてゐたと云ひ傳へます

仙人と空氣

が、それは空氣を營養としたわけではなくて、胃中に空氣を入れて、一種の消化促進法をやつてゐたゞけの事であります。

その二　智利硝石

智利硝石

斯くの如き譯ですから、農作物には窒素を缺くことが出來ない、近頃窒素肥料といふことが喧ましくなつたのも此の爲でありますが、然らば窒素肥料とは如何なるものであるかと申しますと、今日に於ては智利硝石と硫酸アムモニウムとが主要なものでありますから、順序として智利硝石の現狀に就いて御話いたし、其の將來を觀測(みはかること)しても尙更以て人造肥料の大切となるべきことを、順を追ふて述べることに致します。

智利硝石の所在

智利硝石は其の名の示す如く、南米智利國の特產品でありますが、智利國に於ても太平洋海岸とアンデス山麓との間の、約二百里に亙る廣原に存在してゐるのであります。其の邊一帶は、土沙の中に硝石が混じてゐるのではありますが、併し掘り起しさへすれば其の儘硝石であるわけではありません。此處の土質の主成分たる硝酸曹達は、百分の七乃至百分の十六位の量でありますから、其の地層を崩壞(くづれる)し、硝酸曹達の量が百分の二十五乃至三十位になるまで選礦(選礦のよいのと惡いのとがあるわけ)して含有量(中にふくんでゐる分量)を高め、これを大きな釜の中に入れて煮沸し、よく攪き交せて硝酸曹達を溶かし込み、暫く放置すると、土沙は底に沈澱して、上部の水は清く澄んで來ます。此の上澄液をポムプで汲み上げて他の槽に送り、更に四五日間放置しますと、自然に冷却して硝酸曹達に結晶して析出されます。これを母液と別つたものが、卽ち所謂智利硝石なのであります。

智利硝石の採取法

智利硝石の產額

智利硝石の年產額は今日は大したものであります。これを發見したのは、僅に八九十年以前の事で、當初は一向振はなかつたのでありますけれども、世界の需用は年一年と增加し、大戰前は一年一億五千萬圓位を產出したのであります。そして此の智利硝石は、單に肥料の原料となるばかりでなく、セルロイドにも火藥にも、亦色素工業にも盛に用ゐられるのでありますから、其の値段の高低は、實に之を購入する國の工業の上に至大の關係があるのであります。

購入(買ひ入れる)

日本と智利硝石

處が殘念な事には、日本の市場に於ては此の智利硝石はあまり安くない、無論戰爭中は歐米でも餘り輸入しませんから、一般の例となりませんが、大戰前には、歐洲諸國の遠方に運んで行つた値よりも、距離の近い、便利のよい、日本に於ての相場が非常に高かつた、これは何の爲であるかと申しますと、船の運賃の關係であります。日本は歐洲諸國よりも、智利國に近く、殊に太平洋を隔てゝ相望んでゐる事でありますから、運賃から云つても非常に安くなくてはならぬ筈でありますが、悲しい事には、日本の貿易は西洋諸國のそれ程發達してゐません、

貿易上の關係

故に南米方面に向つて行く船も少いから、若し智利硝石でも買ふとすれば、其の爲に船を仕立てなければなりません。然るに西洋諸國は、何處の隅までゝも貿易が發達して、船の往來が頻繁でありますから、其の本國に歸る時でも、船を空つぽにしては歸られない、相當の荷物がなくては、船が浮上つて仕舞つて危險ですから、荷物が無い時は石を積んでゝも、一定の量を保たねばならぬのであります、それで、自然に歸國の時は運賃も安い、無代でも何か載せて歸りたいところですから、此の智利硝石の如き、實に安い運賃で遠方まで持つて歸れますから、斯くは日本のそれに比べて、市場の値段が安いのであります。斯ういふ例は、單り智利硝石ばかりでなく、日本の貿易の振はぬ爲に、見すゝ高いものを買はねばならぬ事は澤山あるのでありますから、事業を爲すべき人は、斯かることも常に觀察しなければならぬのであります。

智利硝石の將來

併し其の價の高低は兎も角も、今日窒素肥料の大關として、智利硝石は見逃すべからざるものでありまして、これが永久に智利國から產出するものであるか如何かは最も研究を要する問題であります。而かも其の研究の結果は、極めて悲觀すべきもので、學者の推斷によると、今後まづ四十年か五十年位以上は、とても今日の產出は續けられないといふのであります。これは甚だ心細いことで、僅に四十年や五十年の後には、一億何千萬圓も出つゝあつたものが、バタリと出なくなるといふことは、世界中の大問題でなくてはなりません。

推斷（すゐそくしてきめる）

早晩（おそいか早いか）

そこで學者達は大に頭を惱まし、これは早晩遁れぬ大事件であるから、何とか

人工的製法の工夫

方法を講じて、人工的に硝石を安く造らなければならぬといふので、遂に工夫して、空中の窒素から、肥料を取ることを考案したのであります。これ實に化學工業の一大頭目たるものでありますから、空中窒素の利用に就いて、少し委しくお話し申すことにします。

空中窒素の利用

第三節　空氣硝酸

窒素が人間の營養物として斯樣に必要であるが故に、其の窒素を多量に得ようといふ工夫を凝すに當つて、誰しも先づ思ひつくのは空中の窒素であります。空氣の中には酸素の四倍量も窒素がある、而して地球上如何なる所だつて空氣の無いところは無い。此の手近にある空氣から窒素を採取することが出來たら、此の位便利なことはない筈であります。

けれどもこれは非常に難物である、人間が自然作用でこれを取り得ないのみならず、植物も同樣に空中から窒素を取ることが出來ない、それで空中の窒素を利用することは殆ど不可能の事として、半ば絶望的に見られてゐたのであります

空中窒素工業

が、電氣の發達と共にこれが工業的に利用せられ得るに至りました、所謂空中窒素工業なるものはこれであります。

空中窒素工業といふのは、空氣中の酸素と窒素とを、電氣の作用で酸化窒素とし、後これを硝酸又は硝酸鹽に變ずる作業であつて、一に空氣硝酸工業とも申します。斯く云へば寔に單純な仕事のやうであつて、これだけの事が何故早く出來なかつたと不審する人もありませうが、何もそれは行る方法が全然分らなかつたのではなくて、それが工業の一種として、經濟的に出來るか出來ぬかゝ第一の問題であり、其の方法が案出さるゝに至らなかつたのであります。が、今より約十四五年前に四人の化學者によつて三種の方法が殆ど同時に發表されました、其の一つは諾威クリスチアニア大學のバークランド教授と技師アイデ氏とで創案したバークランド、アイデ法と稱する方法、他の二つは、獨逸のセーンヘル氏によりて發表せられたセーンヘル法、ボーリング氏によりて發表せられたボーリング

三種の方法

法であります。

此の三種の方法には、それ〳〵の特長もあり、又缺點もあり、或は水力電氣の不足によりて行ひ難きもの、電氣の料金の高いが故に行ひ難き場合等があつて、其の製品が同一に市場に歡迎せられるといふ譯に參りませんでした。それで後には三種の方法を各採用せる三會社が合同して、諾威リユカンフオス瀑布の水力電氣の工事が完成するのを待つて、もつと大仕掛にやる事になつてゐますが、此の方法によつて出來たものを諾威硝石と稱し、智利の智利硝石と對して、現在もある量までは市場に現はれてゐるのであります。

諸威硝石

空氣硝酸の製法

處で此の空氣硝酸は如何なる方法の下に出來るのであるかと申しますと、これは先づ空中に電氣の火花を散らして、空中の酸素と窒素とを化合せしむるのでありますが、それは餘程高溫度でなくてはなりません。窒素は電氣の不良導體でありますが、空中の水分其の他の媒介によりて、電氣は凄じい勢で空氣を突破します。雷鳴は其の理より起るものでありますが、此の空中工業に於ても、電氣の兩極は燦爛として美しい火花を散しつゝ、而かも高溫度を以て、空氣の化學作用を促すのであります。で、今こゝに空中に電氣を放散しますと、

窒素
酸素　酸化窒素――（これに空中の酸素加はりて）――二酸化窒素

斯樣に二酸化窒素が出來ますが、これは水に溶解するものでありますから、

二酸化窒素――（水に溶かせば）――硝酸
　　――亞硝酸

水に溶解せしむれば、直ちに化學作用を起して硝酸と亞硝酸とになります。硝酸は卽ち窒素肥料の重要原料でありますが、右の場合に生じたる亞硝酸は、再び酸化窒素及び二酸化窒素に變じて、前の順を繰返しつゝ硝酸になるのであります。

空中窒素工業と高溫度

斯くの如く空中の酸素と窒素とを化合せしむるには、溫度が低くては駄目でありまして、普通三千度位の高溫度の下に此の化學變化を起させるのでありますが、これは溫度が高ければ高い程、酸化窒素の出來る量も增して來ると共に、同

時に其の酸化窒素は、熱の爲に又分解して仕舞ふのでありますから、酸化窒素の出來た空氣はすぐ冷却裝置のある室に送り、更に酸化作用を起させ、水に吸收させて硝酸となすのであります。

併し此に出來た硝酸はまだ極く薄いものでありますから、ある方法を以て之を濃いものとし、後石灰と化合せしめて所謂諾威硝石を造つたり、色素工業に用ゐる爲に亞硝酸曹達を製したり、爆發物製造の原料たる硝酸アムモニウムを製造したりするのであります。

第四節　アムモニアと肥料

その一　硫酸アムモニウムとアムモニア

硫酸アムモニウム

窒素肥料の主なるものとして、如上の硝酸類の外に硫酸アムモニウムと云ふのがあります。此の硫酸アムモニウムと申すのは、まづアムモニアを製して、これを硫酸に吸收せしむればよいのでありますから、此に窒素肥料としては、アムモニアが如何にして安價に得らるゝかといふことが問題になるのであります。

アムモニアと糞尿

此のアムモニアは糞尿の類の中には可なり澤山あります。故に我が國では糞尿等の排泄物の中からこれを採取せんとし、其の目的で出來た會社も、大阪・東京・名古屋等にありますが、要するにこれは規模を大ならしむべき性質のものでありませんから、唯だ小事業としてやつてゐるだけの事であります。然らばアムモニアの主要原料として現在何があるかと申しますと、コールタールの條下に述べました通り、コークス又は石炭瓦斯製造の時に生ずる瓦斯液の中にアムモニアが含まれてゐますから、此の瓦斯液を原料として此の中から採取するのであります。

アムモニアの主要原料

尤も石炭一噸(二百七十六貫目)の中から採取し得らるゝアムモニアは、僅に五ポンドか六ポンド位の微量でありますけれども、石炭乾餾事業に用ゐる石炭は非常に澤山な量なのでありますから、全體量の上から云つて、其の量は決して少くないのであります。

處でアムモニアの製法には、ゼルベック氏法、ハーバー氏法、石灰窒素法の三

種がありますから、その大體を說明することにします。

その二　ハーバー氏法

ハーバー氏法と申すは、獨逸皇立理化學研究所長といふ名譽ある肩書を有してゐるハーバーといふ人の發明でありますが、氏の目的は、窒素と水素とを化合せしむればアムモニアが生ずる筈であるから、其の方法を研究することを思ひ立つて成功したのであります。

ハーバー氏法

併しそれは決して容易の事ではないのでした。といふのは、窒素と水素とは何としても化合しない、始めジョンソンといふ人が、白金(海綿狀白金)の上で窒素と水素とを作用せしめたところ、極く少量のアムモニアを得ましたところから、大に勇氣を得て、水素と窒素とは、全然化合しないものではないと思つて、今度は其の他の方法でやつて見たが、それには美事に失敗して仕舞ひました。其の後他の學者が種々の研究をした結果、どうしても窒素と水素とは如何なる方法を以ても化合するものでないといふことが證明せられ、折角の研究の歩も挫けたので

發明上の苦心

ありますが、後また幾變遷して、或時は、千二百度以上の高溫度ならば化合するものであるとか、それも違つた說であるとか云つて、時には全然顧みられぬやうになつたこともありますが、ハーバー氏は獨り此の研究に熱心に從事して、其の化合の作用には、マンガンとかニッケルとか鐵とかの媒介が要ること、溫度もどの位のものが要ること等を明細に研究してこれを社會に發表したのであります。茲に於て、窒素と水素とは、或る他の媒介があれば、化合し得るものであるといふことは、最早否定することの出來ぬ問題となつたのでありますけれども、單に理窟上それが出來るといふだけでは仕方がない、これを工業的に成功せしめて、經濟上有利にアムモニアが得られねば實用になりませぬから、ハーバー氏は其の方面に向つて研究の歩を進め、種々苦心の結果、化合の媒介者(接觸劑)にはウラニウム、ウラニウムの合金、カーバイド等が最も有效であり、溫度も攝氏の五百度乃至七百度位で、これを化合せしめ得ることを確め、其の方法を發表すると共に、特許を得たのであります。尤もその方法を實行するに當つては、水素と

媒介(なかだち)

工業的に成功

窒素とを如何にしたら安價に得らるゝかといふ事も大切な問題であり、其の處理をなす上には、まだ種々の細かい注意も要るのでありますけれども、此にはそれを委しく説く必要はありません。殊にハーバー氏の法も經濟上何處まで有利であるか、他に之に代るの良法は無いかといふ、大きな問題を殘してゐるのでありますけれども、兎に角、ハーバー氏がこれまでの研究をしたのは一通りの苦心ではなく、全く熱心と努力とを以て此の成功を得たのであります。

熱心と努力の賜

その三　ゼルベック氏法

ゼルベック氏法

此の方法は佛國のゼルベック氏の考案になつたもので、極く最近の研究でありますから、其の成功の度がどの程度であるかはまだ不明でありますが、已に此の方法によつた製品も市場に少しは出てゐるのでありますから、今後尙ほ研究を積まれた上は、工業的に有利の事業である事も、證明せらるゝに至ることゝなるであらうと思ひます。

此の方法は電氣爐事業の一種で、ボーキサイド（鐵礬石）といふ酸化アルミニウムと炭との混合物を、電氣爐の中で高溫度に熱し、それに窒素を通ずるのでありますが、斯くすると其處に窒化アルミニウムが生成します。それは灰白色の硬い結晶物でありますが、これを水蒸氣を送つて分解せしめますと、窒化アルミニウムと水（水蒸氣）とは化學作用を起しまして、アムモニアと酸化アルミニウムとが出來ます。其のアムモニアを硫酸に吸收せしむれば硫酸アムモニウムが出來るのでありまして、一方此に出來た酸化アルミニウムは、金屬アルミニウムを造る原料ともなるのであります。

電氣爐事業の一種

その四　石灰窒素法

石灰窒素法

これも電氣爐工業の一種で、一千度以上の高溫度を要するのであります。此の方法にはいろ〳〵歷史がありまして、今より約二十年前、西曆一八九五年に、フランクといふ人とカローといふ人との二人が、攝氏七八百度の溫度に於て、バリウムカーバイド（バリウムとカルシウムの化合物）に窒素を通ずると、青化バリウムといふ一種の化合物が得らるゝことを發見したのでありますが、此のバリウム

意外の發明

カーバイドは餘り安價のものでないので、これにカルシウムカーバイドを代用せしめ、青化カルシウムを得ようとしたところが、豈計らんや其處には青化カルシウムは出來なくて、石灰窒素が出來たのであります。

併しこれを研究したのは、カロー、フランクの二氏ではなくて、フロイデンベルヒ、ローテ、フレーゲルの三氏でありましたが、三氏は、此の方法を行ふには溫度が千度乃至千百度以上を要することをも實驗し、斯くして得たる石灰窒素中には二割乃至三割三分の窒素を含有してゐることも證明しました。そこで先きのカロー氏やフランク氏は、此の石灰窒素をアルカリと共に作用して、青化曹達や青化加里を造り、冶金用として大に需用のあるべきものとして市場に送つてゐたのでありますが、今より約十七八年前、西暦一九〇一年に至りてワグナーといふ人は、更に此の石灰窒素を窒素肥料として用ゐることの有功なることを主張しました。

ワグナーの主張

けれども此にも亦研究を要する問題があつて、石灰窒素を其の儘で肥料として用ゐたのでは、土壤の如何によつて不成功の事があるのであります。そこで更に此の中から、窒素をアムモニアとして取り出だすことに就いて工夫せらるゝやうになりまして、遂に又之に成功しました。それは、石灰窒素に壓力を加へ、之を水と共に熱するとアムモニアに變じますから、それを斯くして取り出した後、之を硫酸に吸收せしめて、硫酸アムモニウムとするのであります。

土壤（とち）

硫酸アムモニウムとアムモニア

此の工業は石灰窒素を原料としてアムモニアを造るのでありますけれども、其の石灰窒素を造る原料としては、カーバイドを要し、共に電氣爐を用ゐるのでありまして、我が國でも、此の方法を採用する會社が一二あり、其の將來も大に有望なものとして、事業家が目をつけてゐるものであります。

偖て斯樣にして種々の方法によつてアムモニアを製造するの方法は發見せられ、將來も益々此等の事業は盛大ならんとしつゝあるのでありますが、先きに申した如く、窒素肥料の一頭目たる硫酸アムモニウムは、此のアムモニアを硫酸へ吸收せしめたものに過ぎませぬ。硫酸アムモニウムは、普通硫酸アムモニアとも

稱し、又略して硫安とも呼んでゐます。此の硫安の世界の年產額は三億圓にも達してゐますけれども、日本で製造せらるゝものは、僅に其の百分の一の三百萬圓位のものでありますから、もつと大に此の事業を發達せしめ、其の莫大の輸入を防ぐ方法を講じなければならぬのであります。

第五節　酸素、窒素の利用と空中の變化

空氣が液體化されることによつて、酸素はいろ〳〵の事に利用せられ、又空中に電氣の火花を散らして酸化窒素を得ることによつて窒素も自由に利用せらるゝに至りまして、手近に何處にでもある空氣は、遠慮會釋もなく勝手に用ゐられるやうになりましたから、此に於て起るべき大なる疑問は、斯の如く空氣を亂用することによつて、地球上の空氣が盡きて仕舞ふに至ることはないか、又ある地方では酸素のみを採取し、或る地方では窒素のみを採取することによつて、空中に不自然の變化を起し、其の結果動植物に害を與へはしないかといふことであります。これは最も大切なことで、如何に空中の空氣は澤山あるにしたところで、其れにも極限のあることでありますから、萬一これが爲に變化の起るやうなことがあらば、是等の利用に制限を加へねばならず、又、幾何利用しても差支のないものなら、そのことを證明して人々に安心を與へねばなりませんから、今其の研究をして見ることに致します。

その一　空氣の量

空氣を亂用して、地球上の空氣が減るとか減らぬとかいふことは、先づ第一に空氣の量に關係することであり、次には、此の空氣を必要として變化するものゝ多少に關係しますが、空氣を必要として變化するものには、これを呼吸する人間其の他の動物があり、植物も夜間は酸素を吸收しますから、それも空氣を必要とするものであります、又無生物も酸化作用をする、火の燃えるのも酸化作用であり、鐵の錆びるのも、物の腐敗するのも一種の酸化作用であります。されば地球上にこれだけ、空氣もしくは空中の酸素を必要とするものがある上に、尙ほ工業

的にも酸素を亂用しようといふのでありますから、甚だ亂暴の事のやうでありますが、併し、仔細に地球上の空氣の量を測定し、日々地球上の生物無生物のこれを利用する程度を考量して算盤を置いて見ますと、決して心配する程のことではないのであります。

地球上の空氣

空氣は地上の何十里又は何百里上までであるかといふことは、到底精密に知ることの出來ぬ事であります。けれども空氣には壓力がある、其の壓力によつて量を推定する（おして知る）のは容易な事で、彼の水銀柱を用ゐてこれを試驗すれば一番能く分ります。其の方法は理科の方で誰も知つてゐることでありますから、此に申しませんが、兎も角、水銀柱の約二尺五寸の重量と、其の面積だけの地上の空氣の重量と同じことは明かでありますから、つまり空氣に換ふるに水銀を以て地球を取り捲くとしましたら、地球上の二尺五寸だけの厚さの水銀が必要で、其の水銀の量は卽ち空氣の量と同じでありますから、地球上の空氣の量は直ぐ算出が出來るのであります。

水銀に換へて算出

所で一方又人間が一日に要する空氣の量は容易く算出が出來ます（細かしいことまで分つてゐますが、數字を並べると大變大きなものになつて、數位を讀むことも出來ませんから省きます）。そこで地球上人間が十五億人居ると假定し、其の外に動植物の呼吸、燃燒、腐敗等によつて、人間の全體の十倍（假に人數にすれば百五十億人分）の空氣が要るとして、此の量を以て、地球上の空氣を割つて見ますと、其の全體の千分の一を費すに二百五十年ほどかゝるのであります。故に地球上の空氣を一つ殘らず使つて仕舞ふには、二百五十年の一千倍卽ち二十五萬年を要するわけでありますが、それは空氣を使つて了ふ一方より見たゞけの論で、地上の植物は、晝間は同化作用を以て酸素を元に還しますし、其の他の方法で以ても、酸素なり、窒素なりが、元の空氣に還つて行くことは幾何もありますから、如何に人間が一所懸命に空氣を亂用したとて、決して心配する必要はなく、十分安心してよいのであります。

二百五十年間に千分の一

その二　空中の變化の有無

空氣の變化の有無

次に心配なのは、一地方に於て酸素又は窒素を利用することによつて、其の邊の空氣に變化が起り、人畜に障害を與へはしないかといふ問題であります。例へば、或地方に酸素製造の會社が出來たために、其の邊の空氣が稀薄になり、呼吸が苦しくなるやうなことはないか、又ある地方に、窒素利用の工場が出來た爲に、其の邊の酸素の量が多くなつて、火事などの時非常に燃燒が烈しくなるやうなことはないかといふことは、一寸考へると非常に大問題のやうに思へますが、幸ひに氣體は常に流動してゐるものでありまして、風の爲にも緩和が出來ますし、また氣體自身が、非常に活動するものでありまして、前に申した分子の飛動によつて、常に東西南北、上下左右に分子が運動し、たとへ風はなくても互に緩和して了ふのでありますから、其の邊の事も少しも心配するに當らないのであります。

緩和（ほどよくすること）

其の心配がない以上は、大に安心して、此の手近の有用なる財源を縱横に利用して人世に幸福を寄與するの道を考へねばならぬのであります。

第十一章　藥品及び其の他の人造品

第一節　藥品と染料

藥品と染料工業

藥品は化學工業品として重要の位置を占めてゐるものであります。それは藥品それ自身としても大切なものでありますけれども、染料製造の上にも至大の關係を有するのでありますから、益々之を忽諸にすることは出來ないのであります。

染料のお話をした時申した如く、英國の青年化學者パーキンといふ人は、初めキニンといふ解熱藥の合成法を發見しようと思つて、偶然に染料を發見したのでありますが、これによつて見ても、染料と醫藥とは密接の關係があることが解ります。尤も藥品には、鑛物性のものがあり、動植物性のものがあり、これ等が悉く染料と關係のある譯ではありません。鑛物性のものは、所謂無機藥品で、これは種々の鑛物を原料として取り出すことが出來ますが、動植物性のものは卽ち有機藥品であつて、其の中にも天產品其の儘のものあり、又人造によつて得らるゝ

有機藥品

原料を一にす

ものもあるのであります。

それで此の有機藥品の中には原料を染料と一にするものがありますから、從つて染料とは密接の關係を保つわけであります。例へば、石炭酸の如きも、コールタールの中から採るのであります。又コールタールの中から採つたアニリンは、染料の原料にもなるが、同時に醫藥にすることも出來るのであります。尤も、此に密接の關係があると申すのは、唯だ原料が一つだからとか何とかいふだけではなくて、それは寧ろ工業上極めて緊要の關係があることを認めなければなりません。即ち若し、染料を造る時に、其の副産物たる是等の藥品を捨てゝ顧みなかつたとしたら、經費の全部を製品としての染料に向つて、割り當てることになりますから、其の染料は市場に出て値段が安くならない、値段が安くなくては他品と競爭が出來ないことになります。そこで染料會社に於ては、染料のみではなくて、醫藥類も併せて製造し、其の方からも利益を擧げて、一方染料の値段を安くしなければならぬのであります。故に何々染料會社といつても、其の會社は、單

工業上密接の關係

に染料だけでなくて、醫藥も盛んに製造してゐることを承知しておく必要があります。

藥品の製法

第二節　藥品の原料と其の製法

尤も有機藥品の凡てが染料の原料と同じと申すのではありません。以上は唯だ工業的に見て、其の關係の大切なことを說いたまでゝありますが、一體藥品の製造といふことは、極く面倒なことでありまして、其の製法の如きも、それだけ興味あるものとは云へませんから、此には其の原料及製法の極くザツとしたことを、一二の例を擧げて述べることゝします。

アンチヘブリン

(一)アンチヘブリン　風邪藥として生藥屋にも賣つてゐますから、誰も知らぬものはありますまい。白色の結晶狀の解熱劑でありますが、これはコールタールの中から析出されたアニリンを原料として製せらるゝもので、アニリンに氷醋酸を加へ、加熱すると出來るのであります。解熱劑としての效力はアンチピリン

アンチピリン

アスピリン

に數倍してゐますけれども、あまり服用すると他の作用を起すことがありますし、又近頃は外にいろ〳〵好い解熱劑が出來て來ましたから、此の藥は大して愛用せらるゝといふ程ではありません。

(二)アンチピリン　これも賣藥にあります。其の白色であること、解熱劑であること、及び其の名の同じ樣であるところから、アンチヘブリンと混同して考へられる事がありますが、これは其の材料が違つてゐて、フエニルヒドラヂンといふ原料に、アセチル醋酸エチルといふ藥品を働かせ、更に之に沃化メチルを作用せしめて製造しますので、今より約三十五六年前、西曆一八八四年に獨逸のクノールといふ人が初めて製造したのであります。

(三)アスピリン　これは次に說くサリチール酸から得るのであつて、其のサリチール酸は、原料を石炭に發してゐるのであります、サリチール酸に無水醋酸を作用せしめて熱すると出來ますので、之も解熱藥として賞用せられ、關節リューマチス等にも效力を認められてゐます。

フエナセチン

サリチール酸

(四)フエナセチン　やはり其の源を石炭に發します。卽ち石炭の中から得た石炭酸に稀硝酸を注いで種々の中間物を作つた後、パラフエネヂンといふものを造り、これに氷醋酸を作用せしめたものでありますが、此のフエナセチンは、發汗劑となり、解熱劑となしては、アンチピリンやアンチヘブリンに遙に優るのみならず、更に神經病にも特效がありますから、今日非常に愛用せらるゝ藥であります。アスピリンなどゝ違つて、水に溶解し難いから、これを服用するにも便利であります。

(五)サリチール酸　コルベといふ學者が其の製法を發明したのでありますが、石炭酸曹達を輕く熱して乾かし、これに炭酸瓦斯を通じますと、一方には石炭酸が出來、一方にはサリチール酸曹達が出來ます。そして此のサリチール酸曹達を水に溶かし、鹽酸を之に加へますと、サリチール酸の結晶が出來て來ます。尤もコルベ氏の方法には缺點があつて、後に之をシユミットといふ人が補ふた爲に、今では工業的に澤山製造せられるやうになりました。

アドレナリン

アドレナリンの發見

此のサリチール酸は、殺菌藥ともなり防腐藥ともなりまして、殺菌藥としては皮膚病に用ゐられ、防腐藥としては酒の中に入れます。お酒は昔は火を入れて其の腐りを止めたものでありますが、斯くする〻損失も大きくなりますから、近頃ではサリチール酸を主として用ゐるやうになりました。

此の外にサルバルサンだとか、目藥のアドレナリンだとか種々の藥があります が、頗はしくなりますから述べないことゝします。要するに石炭の中から、斯樣に種々の貴重のものが出來るといふことは、實に一種の不思議であります。コールタールのやうな汚いものを見ては、あの中から染料や醫藥が出來るなどと如何して想像が出來ませう。さるにても人智の開發、化學の進歩は、人生にどの位幸福を與へたか知れないのであります。彼のアドレナリンの如きも、我が高峰博士が發見されて始めて名高くなつたものでありますが、其の高峰博士のは、牛の腎臓の中から採つたもので、其の量は少いも少い、僅に一センチグラムを得るに、一牛四萬頭を要するのでありますから、たとひ有るにしたところで實用になるもの

悉く偶然なるに非ず

分子の構造式

ではなかつたのでありますが、シュトルツといふ人が、ブレンツカテキンといふ原料から、極く安價に得る方法を發見したから、目藥として一般に用ゐることが出來るやうになつたのであります。

第三節　人造品と分子の構造式

パーキンに依つて人造染料の發見せられたのは、實に偶然の機會だつたのであります、併し凡ての染料が皆然うであつたのではありません。それから後の研究といふものは、チャンと色素化學の原則に基き、現在の天然色素の性質を研究し、凡て學理の上から割り出して發明發見が出來たのであります。

そこで此に是非一つお話しておかねばならぬことは、分子の構造式であります。人造品のお話をするには、このお話をしておかないと理解の出來にくいものがあるのであります。

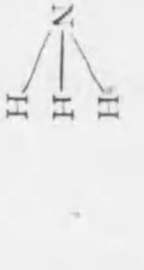
分子の構造式といふのは、或る物質の分子が、どういふ風の情態に於て、原子

と原子と結合してゐるかといふことを示す式であります。分子と原子の差は此に説く必要もありますまいが、例へば水とか沙糖とか樟腦とかいふものの分子が、其の結合の原子たる水素、炭素、酸素等によつて、どういふ風の情態で成り立つてゐるか、これを示すのが構造式であります。尤も此の構造式は、ずつと古くから有るにはあつたのでありますが、昔は唯だ單純に原子の價によつて示したものでありますから、水、アムモニア、メタンを示すにも、單に

水＝H_2O　アムモニア＝NH_3　メタン＝CH_4

の如くしました。これによつて見ると、水は水素二原子と酸素一原子、アムモニアは窒素一原子と水素三原子、メタンは炭素一原子、水素四原子といふことが分りますが、其の結合の情態が、どんな風にあるかといふことは分りません。たゞ是だけ位のことならば、どういふ風に結合してゐようが、然う委しく穿鑿する必要はないのでありますが、有機物（樟腦とか絹糸とか護謨とかセルロイドとかの如きもの）の樣な、化合情態の複雑なものになりますと、單に斯ういふ示し方では表はし足りないところがありますから、世界の學者は相寄つて種々な研究をして、これを立體式に表はす工夫を立てました。例へば前の水、アムモニア、メタンを此の立體式に書きかへますと。

結合の情態不明



構造式を定する必要所

斯ういふ有樣になります。これは如何なる便利があるかと申しますと、無機物は然うでもありませんが、有機物は、水素、炭素、酸素が其の主要原子で、其の原子を數で現はしたゞけでは、どうも性質が明瞭しない、又、中には殆ど同一の原子の結合でありながら、其の性質の違ふものがありますから、之等を明かにすることから云つても、構造式を定めておくことは非常に便利なのであります。例へばアルコールは、炭素二原子、水素六原子、酸素一原子の化合でありますか

ら、之を從來の式で示せば

C_2H_6O

でありますけれども、此にメチルエーテルといふものがあつて、これも炭素二原子、水素六原子、酸素一原子の化合物でありますから、アルコールと少しも異つたところがありません。

C_2H_6O……アルコール

C_2H_6O……メチルエーテル

併しアルコールとメチルエーテルとは、化學的にも物理的にも其の性質を異にしてゐるものでありますから、單に是だけでは現はし方が不十分であることが分りませう、それで之を現はすには次の樣な式にします。

アルコールとメチルエーテル

```
H   H
|   |
H−C−C−O−H
|   |
H   H
アルコール

H   H
|   |
H−C−O−C−H
|   |
H   H
メチルエーテル
```

構造式の利用（合成（あはせつくること））

尤もこんな具合に現はしたのも、唯だ勝手に無意味にしたのではなくて、アルコールとメチルエーテルとに、同一の他の藥を作用せしめると、當然働かねばならぬ水素なら水素が、或る部分は變化を起し、或る部分は變化を起さないことがある。それはつまり化合の情態が異るから然うなのでありますから、最も嚴重に其の研究をして、苦心して斯樣に定めたのであります。

偖て斯くの如く構造式が明かになつて來ますと、或る目的のものを人造的に合成しようといふ時には、それに似よつたものを持て來て、これを化學的に變化させて行けば、それが容易く出來る筈であります。今日の人造品の多くは、例へば人造藍とか樟腦とか絹糸とか、凡て然ういつた人造品の合成は、凡て此の分子の構造式が明瞭になつた爲に、容易に目的が達せられたのであります。

第四節　人造樟腦

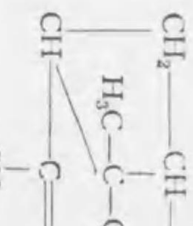
天產品の樟腦

樟腦は樟樹より得らるゝ天產品で、醫藥にも用ゐられ、又セルロイドや爆發物

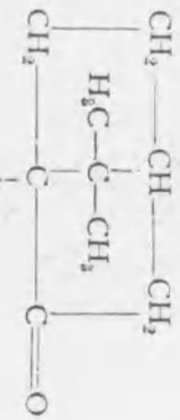
の製造にも必要なもので、其の需用は非常に廣く、而も之は我が國の特産品でありましたが、今日では人造品がドシ〳〵市場に現はれるやうになりました。

人造樟腦

人造樟腦はピネンといふ松根油の主成分から造るのでありますが、これも其の分子の構造式の相似たるものを求めて得られた人造物であります。少し煩はしくはありますが、其の形だけを見るために構造式を示しますと、



ピネン



樟腦

ピネンと樟腦

原子と原子の間に引張つてある棒は、其の結合の關係を示すのでありますが、斯くの如く、ピネンの内容は樟腦と甚だ能く似て、之に少しづゝ化學的變化を與へて行けば、遂に人造的に樟腦が合成され得ることを示してゐます。それで、其の變化は如何にして與へて行くかは、學者の實驗上の問題でありますが、樟腦の合成法としては、先づピネンに鹽化水素を通じて鹽化ピネンを造り、これにアルカリの酒精溶液を加へてカンフェンとし、これに又氷醋酸と硫酸とを加へて溫むれば醋酸イソボルニルといふものになる。此の醋酸イソボルニルをアルカリと共に煮沸すればイソ龍腦となりますから、更にこれを硝酸で酸化しますと樟腦が出來るのであります。

樟腦の合成法

人造品活躍の機會

人造樟腦の製造會社は、今より約十年前、西暦一九〇六年に佛國に始めて設立され、後同國内にも獨逸にも續々設立されましたが、何分、日本の天産樟腦が幅を利かして居り、中には好商が龍腦其の他の似よつた品を、人造樟腦などと銘打つて賣つたりしたから、人造樟腦は天産品に及ばぬものだといふやうな考を持つ人も多くなり、從つて其の賣行は思はしくなかつたのでありますが、我が日本に於て、日露戰爭後、市場の好景氣に乘じて、此の天然樟腦の値上を實行しました。といふのは、何しろ日本は樟腦の特産國で、外に競爭者が無いから、其の値

日本の打擊

を上げるも下げるも日本の自由であります。日本の商人が値を上げると云へば、世界の市場は否でも應でも値を上げなければならぬ有樣であります。そこで我が國の商人は、此の我儘が利くに乘じて、樟腦の値上げを斷行したのでありますが、一時はそれによつて莫大な利益を得たものゝ、此の振舞は、人造樟腦の製造を促がし、各會社が競爭的に改良に改良を加へ、遂に天然樟腦と少しも變らぬ立派なものが出來て來て、値段の競爭までもするやうになり、日本の樟腦製造業者はこれが爲に大打擊を蒙り、又も値下げをしなければならなくなりましたが、併し此の間に、人造樟腦が天產品に劣らぬものであることを世間一般に知らしめましたから、今日では其の供給を日本の天產品で獨占するわけに行かなくなつたのであります。彼の人造藍の發明の爲に、印度の藍田が慘めに全滅したことを思うても、此の人造樟腦の發明と、日本の天產品の將來とに就いて、一つの恐怖を感ぜずには居られません。商賣などいふものは此處が大事な處で、無暗に自由が利くからと云つて利益を一人占めにするやうな事をすれば、すぐ競爭者が出て、これを叩き壞すやうな事になるのであります。

ヒルロイドの性質

セルロイドの發明

第五節　セルロイド

セルロイドは今日種々のものに應用せられて、其の需用の廣いことを示してゐますが、これは、セルロイドの性質が、木の性質と金屬の性質とを併せ有し、細工を施すにも非常に便利なからであります。木の性質といふのは、木材と同樣に切つたり削つたり、孔を穿けたり曲げたりすることが出來るからで、金屬の性質といふのは、熱を加へれば軟かになつて、或る型に鑄込んだり、中に水蒸氣を吹き込んで膨らませつゝ型に入れたりすることが自由だからであります。

此のセルロイドは、今より約五十年前、西曆一八六九年に米國のヘエット氏兄弟が協力して發明したものでありまして、右の如き性質を持つところから、あらゆる方面の實用に供せられるようになりました。尤も極く最初は、非常に火に燃え易いものであつたところから、或種類のものには、用ゐることが出來なかつた

のでありますが、今日はセルロイドを摸造した種々の品が澤山出來、不燃性のものも出來て來ましたから、非常に便利になつたのであります。

セルロイドの主要原料は纖維と樟腦とであります。其の製法には種々ありますが、其の普通なるものを示しますと、

セルロイドの製法

維纖を、濃硝酸と濃硫酸の混合溶液（攝氏四十度位に溫めたもの）に約一時間位浸して硝化纖維なるものを製す。

此の硝化纖維中の酸を除去して能く水洗し、後十分に乾燥せしむ。

此の乾燥したるものをアルコールに溶かし、これに樟腦及び色素等を加へ十分に混和し、攝氏六十度位の溫度の中に於てロール機にて押し延ばす。

縞セルロイド

斯くして出來たセルロイドを、溫度を加へつゝ壓力を加へ、其の大きな塊狀になつたものを大きな鉋で削り取れば、セルロイドの板が出來ますから、それに細工を施して行けばよいのであります。セルロイドに縞模樣のものがありますが、あれは、色素によつてそれ〴〵の色を附けられたセルロイドの板を積み重ね、溫度を加へて壓しつけると又一團の塊となりますから、これを横の方面から削り取れば三色でも五色でも思ふまゝの縞のセルロイドが出來るのであります。

日本のセルロイド製造會社

セルロイドの主要原料たる樟腦は、前申したやうに我が國の特產品でありますが、日本ではセルロイドの製造が一向發達せず、これを樟腦のまゝで外國に賣り出し、セルロイドに製せられたものを輸入するといふ有樣で、大正元年には五十萬圓も輸入したものであります。併し漸次其の製造も發達し、年々輸入を減じて來つゝありますが、其のセルロイド製造會社も、現在では思ふやうに利益を擧げてゐませんから、輸入を防いだ上に輸出までもするといふやうになるには、今數年の發達を見た後でなければなりますまい。併し日本の樟腦が外國に行つて、其の八割はセルロイドに用ゐられてゐることを思へば、樟腦の特產國たる日本が、此の方面に目をつけることは必要であらうと思ひます。

第六節　人造絹糸

人造絹糸

歴史は古し

シャルドネーの特許品

絹糸も我が國の特産品ともいふべきものでありますが、これも人造品が市場に現はれるやうになりました。學問の發達が偉いのか、西洋人が拔目が無く偉いのか知りませんが、我が國の特産品に一々强敵が現はれて來るのは恐るべきことであります。

此の人造絹糸を發明せんとした動機は隨分古いもので、今より約百八十四五年も以前、西暦一七三四年に、レミューといふ佛國人が、ゴム樣の物質の中から、絹糸に似た或る物質を造ることが出來るといふことを發表しました。併しそれは唯だそれだけに終つて、此の暗示によつて人造絹糸を製造して見ようとした人も永らく出て來ず、遂に此の儘で顧られなくなつたのでありますが、更に今より約三十年前、西暦一八八五年に至つて、或學者は此の人造絹糸のことに思ひつき、種々な方法を試みましたがどうも旨く行かず、遂に又失敗に終りました。處が此の年巴里の一學生であつたシャルドネーといふ人はコロヂオンの溶液の中から、人造絹糸を製出する方法を發明して特許を得、二三年後に至つて其の製品の見本を市場に出して大に世間の注意を惹きました。そこでシャルドネー氏は、之を工業的に製造しようと思ひ立つて、四方に金を募つて二百四十萬圓の資金を得、自分の鄕里に其の製造會社を設立して大にこれが製造を企てたのであります。

人造絹糸と濕氣

併しこのシャルドネー氏の方法は、硝化綿を酒精とエーテルとの混合液に溶かし、之を毛細管から水中に壓し出して、糸の樣にするのでありまして、其の硝化綿は綿火藥に用ゐるものを用ゐましたから、非常に火氣を引き易く、貯藏中にも火災の恐れがあり、著用中にも、一寸した火に燃えて役に立たなくなる憂があります。シャルドネー氏は種々工夫をなし、此の硝化綿をもとの纖維に變じて用ゐることにしました。斯くすると引火の憂は少なくなる代り、濕氣を帶びると、非常に弱くなるといふ缺點があります。此の點に於て人造絹糸は天産品に劣ること甚しいのでありますが、併し濕氣さへ引かなければ少しも天産品と代つたことはなく、光澤も十分あつて美しいから、窓掛とか敷布とか、編物とか刺繍とかの如く、洗濯をしなくても濟むやうなものには立派に用ゐられますので、如上

の缺點あるに拘はらず、大に賞用せられ、市場の需用も廣くなつたところから、歐洲各國に此のシャルドネー氏法による製造會社が續々建設せられ、一時は非常の人氣であつたのであります。併し其の後ち此の人造絹糸に種々の改良法が加へられ、他に優良品が出來るやうになつたので、氏の方法による製品は、今は見る影もない有樣に陷つてゐるのであります。

改良法顯はる

他の改良法といふのは、もと〳〵人造絹糸は、纖維質のものを一旦溶解させ、これを絹狀に凝固せしむればよいのでありますが、シャルドネー氏の方法では、硝化綿を酒精エーテルの中に溶かすのでありますから、其の原料の費用は可なり高くつきます。ところが纖維なるものは、もつと容易い方法で手輕に溶解させる道があります。それは銅鹽のアムモニア溶液中には纖維が溶ける性質を有してゐるのでありますから、其の溶解したものを醋酸の中に毛細管から壓し出すと、シャルドネー氏のと同樣な人造絹糸が出來ます。斯くすれば、原料の費用も少くてすむ上に、其の製品の性質も善く、其の彈力はシャルドネー氏のに比して五割以上も強く、又濕氣を帶びた時の強さは、シャルドネー氏のより二倍も強いので、自然此の方法による製品が歡迎せらるゝ樣になつたのであります。此の方法はデスバイン氏といふ人が發明して得た特許を、ポーリーといふ人が改良したので、世にポーリー法と呼んでゐます。此の後クロッスとかベーバンとかいふ人々の研究によつて、又別に人造絹糸の製造法が發明せられ、これをビスコース法と呼んでゐますが、此の方法によつて出來たものは、彈力はポーリー法と同じでシャルドネーのものに遙に優り、強さはポーリー法のものにも少し優つてゐるのであります。

原料の費用を減ず

ポーリー法

ビスコース法

偖て此の三方法の優劣は斯の如くでありますが、其の製造費用を比較して見ますと、是また其の差が著るしくありまして、一キログラムの生產費は實に左の通りとなるのであります。

生產費の差

シャルドネー氏法に依る生產費	四圓八十錢位
ポーリー氏法に依る生產費	三圓二十錢位

ビスコース氏法に依る生産費　二圓七十錢位

即ちシャルドネー氏の方法は、製品が弱い上に製産費が高いのでありますから、優勝劣敗の自然原則によつて、市場から驅逐せられ、さしも隆々たる勢であつた同氏の法に依る工場も今は漸々敗滅し行きつゝあります。

併し此の人造絹糸は何と云つても天然絹糸には及ばない。其の彈力も強さも皆劣り、木綿糸より僅に強い位の事であります。今之を天然絹糸に比較して其の割合を示しますと、

天産品に劣る

	彈力	乾いた時の強さ	濕つた時の強さ
天然絹糸	一〇〇	一〇〇	一〇〇
シャドルネー法人造絹糸	四五	三八	五
ボーリー法人造絹糸	七〇	五〇	九
ビスコース法人造絹糸	七〇	五七	—
（木綿糸）	七〇	五〇	三三

日本絹糸の打擊

斯樣な有樣でありますから、人造絹糸は天然品には遂に優ることが出來ず、天然品の競爭者を以て見做すには足りないやうに思へますけれども、前申した樣に其の用途によつては、天然品を用ゐなくても濟むものがありますから、其の需用は一日一日と增して行き、製造會社も歐米諸國に段々と設立されて、今日では獨逸、佛國、米國、英國等に三十數個のものがあります。つまり、それだけ日本の天然絹糸の輸出が少くなつた譯でありますから、たとへ天然品が人造品に比して優るであらうとも、決してウカ〳〵してはゐられないのであります。

人造品の意味

第七節　人造品の意味

偖て斯く人造絹糸のお話をした順序として、人造品といふ言葉について、今少し云ひ足しておかねばならぬことがあります。

といふのは、人造染料の如き又人造樟腦の如きは、人造とはいふものゝ其の内容は天然品と少しも異るところはなく、それは分子の構造式が明瞭になつたか

人造品と天然品に對する考へ方

ら、斯かる發明が遂げられたのでありますが、此の人造絹糸で見ると、染料や樟腦の人造品と違つて、遙に人造品が劣つてゐる、其の彈力や强さに於てどうしても及ばぬものがある。これはどうした譯であるかといふ不審が起りませう。其の不審は尤もなことでありますが、此の人造絹糸に於ては、天然品其の儘のものが造られた譯ではなくて、極く之に似よつた或る物質を造つたといふだけで、染料其の他の人造品と少し意味が違つてゐるのであります。

それで此で考へねばならぬことは、人造品は必ず天然品よりは劣等のものであるといふ考へ方の誤つてゐることであります。其の誤つた考へから、兎角人造品を排しようとする傾向がありますが、其の傾向は左の二つの理由を以て破ることが出來るのであります。

第一　人造品の或ものは天然品其の儘であり、時には、天然品を優越してゐること。之は人造染料の條下にもお話した如く、言葉は人造品といふと雖も、其の實質は、天然品と少しも異るところはなく、其の純粹の度に於ては、却つて天然品に優つてゐるのであります。例へば人造藍の如きは、天然品の中には、まだ他の物質が混在してゐるのでありますけれども、人造品は、色素の純の純なるものを標準にして、其の構造式と同じものを造つたのでありますから、人造品は天然品を優越してゐるのであります。然るにも拘はらず、人造品とは「まがひもの」の別名の如く考へ、人造染料は日光に對して力が弱いの、洗濯すれば色が早く褪めるのと云つて、然ういふ考へ方の爲に、最初は隨分其の賣行の防害をしたものであります。然るに段々と世間でこれを用ゐて見ると、其の實際上の效力が明かになり、學術上の說明も自然に世間の人の理解するところとなり、遂に今日の如き隆盛を見るに至つた譯であります。

代用にて可なる場合

第二　には人造品は必ずしも天然品其の儘でなくてもよいことであります。例へば枯草や海草や人糞を肥料として用ゐるところへ、他の燐酸だの窒素だのといふ人造肥料が出來て、これが有效に代用せられゝば、人造品なるものは夫れだけの理由でも存在することが出來ます。つまり人造品の他の目的は、天然品其の儘

人造品と詐欺

のものは出來ずとも、それが十分に代用せられ得るものであればそれで良いのであります。其の代用は、實質が似てゐるのでもよければ、又形が似てゐるのでもよい、何れにしても天然品よりは安く出來て、それだけの目的が達せられゝば、市場に出て立派な生命を保つ筈でありますから、其の上は人造品と天然品の優劣を論ずる必要はないのであります。故に人造品の他の一種、卽ち天然品とは違つてゐるけれども、相當に役に立つ値打を持つてゐるものは、一概に「まがひもの」として排することは出來ないのであります。前申した人造絹糸の如きは卽ちそれで、これを天然品と比較しては優劣の度が遙かに違ひます。けれども其の使用の目的は十分にありますから、世間に賣り出しても需用が十分にあるのであります。唯だ此の天然品に劣る人造品を、人造品ではない天然品であると、人を欺いて賣つたりする者があるからこそ、人造品といふと「まがひもの」といふ輕蔑した名の下に排斥されるのであります。以前は斯ういふ詐欺がよくあつて、アルミニユームと銅との合金が黃金に似てゐるところから、其れで作つた指環などを黃金だといつて高く賣りつけたり、養殖眞珠を眞物の眞珠だと云つて賣りつけたりする仲間が澤山あつたのであります。若し人造絹糸を天然絹糸だと云つて、天然絹糸と同樣の値で賣つたりしては、使用者は其の使用の目的が達せられないから欺されたと思ひ、忽ち人造絹糸に對する惡評を立てませうが、最初から人造品なることを承知させて賣れば、使用者も其の用途によつて購ひますから、決して不滿はない筈であります。

代用的人造物の流行

此の代用的人造物は近時種々なものに現はれて來ました。例へば紙を以て獸皮に似せ、又本の表紙にするクロースの如きも紙で造つたものがあり、セルロイドを以て鼈甲まがひのものが出來、其の他高價品にはいろ〳〵人造品が出來るやうになりました。近頃市中で能く見る鰐皮製のものの如き、多くは皆人造品なのでありますが、普通の皮をどうしてあんな風に鰐皮の樣に製へられるかと申しますと、これは第八章第五節電氣版の條にお話したと同樣の所置により、ガタペルカなどといふ熱を與へれば軟かくなる物質の上に、眞物の鰐皮を以て型を取り、其

眞面目に研究せよ

の型を他の物質によつて複寫して堅いものとし、其の型に他の獸皮を持ち來りて壓しつけると、鰐皮と同じ型が出來ます。それに種々細工をして光澤をつけると、眞物の鰐皮と少しも異らないものが出來るのであります。

斯の如くにして人造品の市場に現はるゝものは日毎に多くなりますが、併し極く眞面目に研究して、學術上から云つても押しも押されもせぬ立派なものを造るのならば宜しいが、ホンの一時の利益の爲めにゴマカシ物をうまく似せて造つて賣るやうな、小細工をする商人も世間には多いことでありますから、私共は然ういふ傾向を排して、凡ての事に眞面目に打つてかゝらねばならぬと思ひます。獨逸で人造藍の見本だけを造るために、二十年の歳月と、一千萬圓の研究費を投じたといふことは、最も良い教訓であらうと思ひます。

現在の日本と化學工業

海產物と化學工業品

第十二章　化學工業と日本

第一節　海產物と化學工業

その一　魚油及び鯨油

化學工業として今日其の主要に數へらるるものは、大凡そ如上お話した如くでありますが、併し化學工業なるものは、單にこれ位に止まるのではありません、けれども夫れを一々お話することは不可能事でありますから、尙ほ其の餘のものに就き、現在我が日本に於て最も注目すべきものゝ大體のお話をして、これを以て本書の最後としたいと考へます。

偖て我が日本は、四面海を以て環らしてゐますから、海產物の豐富なることは申すまでもありません。故に若し此の海產物中から、化學工業の原料が得らるゝとしたら、これ實に天與の材料と申すべきでありますから、決して見遁してはならぬのであります。幸ひ其の中に就いて、魚油又は鯨油が其の材料の一つとして

認められてゐるのであります。

魚油又は鯨油

魚油又は鯨油は、臭い汚い、隨分始末の惡いもので、此の儘では如何すること も出來ぬものでありますが、これを工業的に用ゐますと、石鹸や蠟燭の材料となるのであります。最も然うするには、此の汚い臭い油から惡臭を脱いたり、又之を硬化したりしなければならぬのでありますが、これまで日本ではそれが出來なかつた爲に、此の汚いまゝのものを外國へ賣り放し、外國で精製されたものを再び買ひ込んで石鹸等の材料にしたのでありますから、却々材料が安價につきません。併し此の魚油鯨油は、ニッケル粉を觸媒として水素瓦斯を通ずれば、化學的の作用によつて惡臭を去ることが出來、且つ白色固形の牛脂の樣なものとなつて、右の材料に用ゐられるのでありますから、追々は此の事業も我が國で試みるやうになり、其の仕上げを外國に依賴したりする必要はなくなるでありませう。

硬化（かたくすること）

石鹸の材料

牛脂（牛の脂肪）

日本が海の國であり、魚油鯨油の殊に多量に產する國である以上、國家の利益の上から云つても、是非これは國内で何もかもやれるやうに、其の事業を發達させなくてはならぬのであります。又石鹸の材料としては獸脂も用ゐますが、それも日本で牧畜業が幼稚でありますから、とても國内のものは用ゐられず、多くは南洋あたりから輸入するのであつて、日本で出來る石鹸でも材料は殆ど全部外國から來ると云つてもよいのであります。中には一切の材料を外國から持つて來て、日本の内地に會社を建てゝ石鹸を製造し、それを國產石鹸だなどゝ云つて賣つてゐるものもあります。

獸脂と石鹸

滿洲で出來る大豆油も、之を硬化したら、石鹸の材料とすることが出來るのでありまして、其の邊に研究の眼をつけてゐる人もあります。蠶の繭の中にゐる蛹も石鹸の材料とすることが出來るのでありますが、之は大したものではありますまい。

大豆油と蛹

石鹸製造の副產物としてグリセリンが出來ます。グリゼリンは普通リスリンと呼んでゐまして、木蠟や大豆油を分解する時にも副產物として出來、印刷用又は醫藥に用ゐるのみならず、火藥の原料として貴重なものでありますが、日本で

グリセリン

は、之を副産物として採取せらるゝにかゝはらず、從來は捨てゝ顧みなかつた爲に、年々一百萬圓以上の輸入をしてゐたのであります。全然材料のないものならば兎も角、右申したやうに石鹼の副産物として採ることが出來るのでありますから、何とか工夫して之を採取しなければならぬのであります。

海岸線と海草

世界の沃度國

海草から鹽酸加里

その二　海草と沃度及び鹽酸加里

海岸線の長い一特長として、日本は海草も豐富でありまして、これも工業的に處理することが出來るのであります。卽ち海草は、一寸前にも申したやうに、最初は其の儘で肥料としてゐたのでありますが、此の中から沃度を採ることを發明して以來は、日本は世界の沃度産出國となり、日本の價格で世界の市場の相場を動かすことが出來る程になつたのであります。そして尙ほ其の海草の灰のケルプの中からは鹽酸加里も採取してゐるのであります。酸酸加里は藥品としても、火藥の材料としても重要なもので、其の他の工業にも必要であり、電氣工業品として採取せられてゐるのでありますが、我が日本では、まだこれに關する電氣工業が餘り發達してゐませんから、歐洲大戰の爲に、之が輸入杜絶となつた時は、本來なら、日本は大に困るべき筈でありましたけれども、幸ひ、海草の中から之を採取することをやつてゐましたので、其の方面の補充も大分出來て、餘り困ることなしに凌げたのであります。

炭竈の煙

醋酸

第二節　木材の利用

その一　炭燒竈の煙と醋酸

我が國では、何處へ行つても燃料として炭を用ゐぬところはありませんから、田舍の山では盛んに炭を燒いて、炭燒竈の無いところは無いと云つてもよい有樣であります。其の炭燒竈から立登る煙は、濛々と樹の間を立登つて空に消え、其の風情は歌人の口ずさみにも詠まれてゐますが、此の煙の中には卽ち一種の藥品があるのであります。それは醋酸と申して、醫藥其の他に廣く需用のあるものであります。尤も田舍の山奥に點々と散在してゐる、小さい炭燒竈から之を工業的

に採用することは、容易いことではなく、これを採取するには、是非木材乾餾業を促進せしめねばならぬのでありますが、それをやるには木材の供給が十分でなくてはなりませぬ。其處へ行くと何と云つても日本は國が小さいだけに、亞米利加の樣な大森林が無く、從つて大規模に其の事業を起すことは不可能なのでありますけれども、現に樺太にも鹽原近所にも、小さい會社が出來て之を實行しつゝあります。今日の所では、亞米利加などから醋酸石灰を買入れて醋酸を精製してゐるのですが、追々には輸入を防ぐことが出來ませう。

促進（うながしすゝめる）

パルプ

その二　パルプとフオルマリン

洋紙の原料としてのパルプも木材から得るのであります。此のパルプも日本では思ふやうに出來ず、歐洲の北部又は亞米利加等よりこれを買込んでやつと洋紙を製造してゐたのでありますが、それさへ上等のものは出來ず、少し氣の利いた洋紙といふと、凡て舶來品を用ゐなければ仕方が無いといふ有樣でありました。處が歐洲大戰の爲に、洋紙が暴騰しましたものですから、始めて內地製造の機運が向いて來、同時にパルプの製造も著しく發達して、今では內地產のもののみで可なり好い洋紙が出來るやうになりました。その原料の木材は樺太や北海道に多いのでありますが、それも何といつても大陸の大森林には及びません。大陸のそれになると、パルプたるべき木材の森林が、何十里でも何百里でも續いてゐますから、飛び〳〵に切り出したりするやうなことはなく、從つて運搬の上から云つても、其の爲に汽車を敷設したところで十分利益もあり、又、谷川でも大きいから、水で運ばすにも樂でありますが、日本では然ういふ風に行きません。之は國土の大小が原因でありますから、如何とも仕方のないところであります。

タンニン

フオルマリン

樹木の皮からはタンニンといふ一種の藥品を採ることが出來ます。これは製革上必要なもので、此の採取も木材乾餾事業の一つであります。又フオルマリンは消毒劑等に用ゐるものですが、之はメチールアルコールから採取するのであります。日本では、其の事業も未だ發達してゐませんが、日下木精を買入れ、之を原料として、此のフオルマリンを製造する計畫が思ひ立たれてゐるのでありますか

ら、追々其の商品を市中に見ることが出來るやうになりませう。

第三節　燐寸

燐寸と日本

燐寸は年々七八百萬圓から一千萬圓も輸出することが出來て、我が國の重要輸出物であります。此の事業が我が國に起されたのは隨分古いことでありまして、明治十年の西南戰爭よりもまだ前の、明治六七年頃には已に製品を市場に出してゐました。そして年々改良を加へつゝ發達して、國内の需用は凡て内地品で事が足り、尙ほ其の上に七八百萬圓以上も輸出するやうになつたのでありますから、愉快のことと申さねばなりません。

原料は輸入

尤も其の原料としての鹽酸加里や燐は、年々百六七十萬圓も輸入してゐたのでありますが、時局の爲に輸入杜絶となつた時、尙ほ且つ燐寸の製造にまごつかなかつたのは、前申したやうに、鹽酸加里が電氣工業品としても採取が出來、海草の中からも得られて、内地産を以て間に合はすことが出來たからであります。燐寸にしても同じことで、電氣化學工業の條にお話したやうに、電氣工業で燐の製造が出來、幸ひにそれに著手中であつたものですから、時局の影響を享けずに濟んだのであります。それにしても此に注目すべきは、燐寸は隨分古い日本の事業でありながら、以前は材料を外國に仰いでゐたのであります。併し原料は外國に仰ぎながらも、これに加工することによつて、立派に我が國の主産物として、外國に賣り出して、利益を擧げることが出來つゝあつたのでありますから、是から見ましても、日本に無い原料をドシ〳〵輸入して、之に立派な加工をして、外國へ賣り出す方法を澤山考へなければならぬのであります。それは力法さへよければ燐寸のやうに利益が擧げられるのであるから、其處を十分に考へて、日本を化學工業國たらしむることに最善の力を盡さなければならぬと思ひます。

材料なくして事業を興し得べし

沙糖の消費高

第四節　沙糖と甜菜の栽培

沙糖は日用品でありまして、其の消費高は非常なものであります。日本人一人

英國人は日本人の七倍

の一年の消費高は十斤位でありますから、六千萬人の一年の消費高は約六億斤に上るのであります。尤も日本人は之でも歐洲人に比べると、消費高の少い方で、英國人などは日本人の七倍、卽ち一人一年の消費高は、七十斤にも上るのでありますが、之は食物の相違にもよりますし、生活程度の高い低いにも關係します。併し日本人も段々と生活力は向上して行きますし、一般に田舍の人でも一年一年と沙糖を用ゐることが多くなりつゝありますから、毎年其の需用は增加して行くものと見なければならぬのであります。

沙糖と臺灣

ところで日本は、幸ひ臺灣が甘蔗の生產地でありまして、其の生產力は七億斤からありますから、若し其の生產力を全部之に注ぐとしたら、少くとも內地の需用は、十分充して行かれる筈でありますけれども、實際は中々然う參りません。第一、製糖工場の能力が之に伴はぬ場合があり、又、年により氣候の爲に不作の事がありますから、うつかりすると非常に不足を來たさなければなりません。又七億斤の耕作地はあつても、實際はそれだけ手をつけてゐませんために、製糖工場でも、其の原料に不足して、南洋から、甘蔗又は粗製の蔗糖を買込んで、之を精製してゐるやうな有樣であります。それで粗糖は內地の需用を充たした上に、一年七八百萬圓より、多き時は千四五百萬圓も輸出しますが、原料としての蔗糖は每年一千五六百萬圓を輸入し、大正二年の臺灣の大不作の時は、驚くべし三千七百萬圓も蔗糖を輸入したのであります。併し何と云つても重要輸出物の一つでありますから、十分製糖事業は勃興せしめなければならぬのであります。

甜菜と沙糖

尙ほ此の製糖事業に就いて考へねばならぬ問題は、獨逸、英國、露國等は、甜菜を沙糖の原料としてゐることであります。これは一つは氣候の上からで、甘蔗は氣候の溫いところでなくては出來ませんが、甜菜は寒いところに於て耕作が出來るのであります。それで我が國の如きも、甘蔗ばかりを原料としたのでは、臺灣等を唯一の沙糖原料地としなければなりませぬから、萬一其の一地方に風水害や何かゞあつて、これが不作と來たら、其の年は全部沙糖の大不作を見ねばならぬことになりますけれども、若し甜菜の栽培もして、原料生產の範圍を廣くして

おけば、たとへ一地方に不作があつたとて、大した打撃を受けずに濟むのであります。又、單に然ういふ消極的からの意味でなく、東北地方や北海道には、十分之を栽培する餘地がありますから、積極的の利益から申しても、大に其の栽培を奬勵しなければならぬのであります。尤も此の甜菜の栽培は、一時政府の保護奬勵の下に北海道地方に試みられたことがありますが、其の時は失敗に歸して仕舞ひました。其の理由は、日本は雨が多いから、とても好結果に行かないといふのでありましたけれども、雨量の可なりある歐洲大陸で盛んにやつてゐるところを見れば、單に雨が多いといふ事で、日本では出來ないものと斷定することは出來ません。其の時の事情を探つて見ますと、甜菜を作れば、土地が費はれたり、肥料代が費はれたりするものですから、實際は甜菜を作らずして、肥料代をたゞで貰つてゐたやうな横著者が澤山あつて、其の爲に不結果に終つたのだといふことであります。此處等は、日本人の實に情ないところで、義には勇み、戰には強い日本人も、斯ういふことで國家の利益を計るといふ大事なことになると、いつも横著根性を出す癖があります。つまり平生に於て國家觀念が甚だ薄いから、一般に國家に有利な事業も起らぬのであります。日本人の一番惡い癖を直さない以上、將來の國家的事業はとても勃興する氣づかひはないのであります。餘談が長くなりましたが、甜菜を作れば、之に伴ふて牧畜事業も大々的に起すことが出來牧畜を盛んにすれば、又それ〴〵の副業も興すことが出來まして、其の利益は二重にも三重にもなるのであります。

試作は失敗

日本人の大缺點

甜菜と牧畜

第五節　日本紙と東洋パナマ

印刷又は包裝用等の西洋紙は一年三四百萬圓も輸入してゐましたが、歐洲大戰の結果これを逆に輸出するまでの機運になりました。併し半紙及び美濃紙等の純日本紙の輸出は依然として振はず、一年の輸出高が二十萬圓内外位のことであります。此の日本紙は古來日本の特産品で、質の好い上品なものでありますが、何故需用が尠く、思ふやうに事業が發展しないのみならず、却つて年々退歩の傾

洋紙の輸出

日本紙も特産品

特産品の前途

向にあるかと申しますと、一つは其の製造方法が舊來の儘で一向面目が改められず、自然生産費が高くつくから洋紙と競爭が出來ず、又一つは、文明人は多くペンを用ゐるから、一般の家庭用としては、日本紙は不向きなのであります。然いふ次第でありますから、日本紙の前途は決して好望でなく、田舍の紙漉業者は爲に、非常に非境に陷つてゐる有樣で、日本の特産品であるだけに如何にも、之は殘念の事でありますが、偖て然らば、どうしたら其の前途を有望にすることが出來るかといふことは、少々値段は高くとも、是非日本紙を用ゐなくてはならないといふものを工風發明して、それに用ゐるより外に仕方がありません。何しろ今日の處で、日本紙の樣に纖維の強い者を必要とするのは、紙捻と障子紙位のもので、一向需用としてはお話にならず、障子紙なども僅に日本家屋に必要なるのみで、其の要する量は極めて少いのであります。

東洋バナマと日本紙

ところが此處に一つ、日本紙で無くてはならぬものが工夫されました。それは何であるかと申しますと、かの東洋バナマと呼ばれてゐる紙製の夏帽であります。

輸出の激增

これは、日本紙の極く纖維の強いものを紙捻にして、それを以て編み上げ、セルロイド溶液等をこれにひいてバナマに摸造したものであります。セルロイドを用ゐるので、餘り艶が好く、どうも摸造くさいので、此の頃では亞鉛華などを極く少量混じて其の艶を消してゐます。そして技術も段々上手になつて來ましたから一寸見るとバナマと變らない、而かもバナマ帽は、好いのになると一個二十圓から六七十圓もしますが、此の紙製のものになると、其の上等のバナマと同じ編方をしたものでも非常に安價に出來ますから、大に世間に歡迎せられて、內地人が愛用するばかりでなく、米國や佛國等へも盛んに輸出し、其の輸出高は一躍三四百萬圓に上つたのであります。日本紙の前途にもまづこれを以て一つの光明は見えた譯であります。

けれども、未だ東洋バナマ一つ位を主要の目的にしておいたゞけでは、決して日本紙製造業者の復活する道ではありませんから、もつと斯かる發明を促し、日本紙を利用しなければならぬものを製造り始めなければなりません。若し然うい

ふ發明がズン〳〵出來たら、日本紙業者が復活するばかりでなく、其の製品は日本の特産品として、大に國家を益することが出來るのでありますから、斯ういふところに大に注目しなければなりません。

第六節　陶器其の他建築材料

その一　特産品としての陶器

陶磁器

外國人の著目

陶磁器は日本又は東洋の特産品で、實用品として海外の需用も廣く、又七寶燒は美術品として、これも歐米人の愛玩するところのものでありますから、共に可なりの輸出があり、大戰前は一ヶ年六百萬圓以上に上つてゐたのであります。七寶器は美術品として扱はれるだけに、其の需用は少く、一年の輸出高十萬圓位のものでありますが、何れにしても陶磁器は日本の特産品として、重要輸出物の中に算へらるべきものでありまして、將來ます〳〵これが發達を計らねばならぬのでありますが、需用が多ければ多いほど他でも之に目をつけるのは自然の勢ひで

用土（陶器に用ゐる土）

セメント

今日では外國人も漸く之に著目し來り、用土や色素等も研究し、又、形の上にも技術を凝らして、年一年優良のものを製造し初めましたから、將來この陶磁器を日本人の專賣品の如く思ひ込んで安心することは出來なくなつたのであります。故に當業者は、其の製品に改良を加ふると共に、生産費を減ずる工夫を考へ、一時のごまかしなどで外國の需用者の信用を墜すことなどないやうに注意し、實力を以て外國品と競爭する方法を考へなければなりません。

その二　セメント其の他

セメントの近來の進歩は著しいものであります。大正元年には一年二十五萬圓の輸出であつたものが、同三年には百萬圓以上を輸出するやうになり、輸入を悉く防ぎ得てゐるのみならず、歐洲大戰後は、歐洲方面から東洋に輸出のないのに乘じて、日本のセメント業者は輸出上大活躍を始め、非常に好成績を擧げたのであります。

其の爲にセメントの値段の、暴騰したことも甚しいのでありますが、それは輸

出が盛んになつて、品が拂底したからで、此の機會の爲に、セメント業者はそれ〴〵自分の事業の上に、大擴張を施すことが出來ました。それで大戰前は一年の總產出高は、三百萬樽位のものでありましたのが、或一會社の擴張でさへ、一年三四百萬樽も出來るやうにした有樣ですから、今後の製造高は、從來のに比して數倍に上ることでありませう。幸ひ戰後ます〳〵事業が盛んになれば、建築等も殖える一方で、セメント業者の前途は有望でありますけれども、一度に斯樣に擴張した結果は、相互に競爭が烈しくなつて、可なり苦しい立場に立たねばならぬこともあるだらうと思はれます。

硝子及び其の製品

硝子及び其の製品も日本で可なり出來、一年三百萬圓以上の輸出をしてゐますが、硝子板だけはどうも好結果に行かない、それで之は外國から輸入して、其の輸入高は、二百三四十萬圓から、三百萬圓にもなつてゐましたけれども、之も歐洲大戰のお蔭で、ボツ〳〵日本で出來るやうになりました。追々は、之が技術の進歩を見、輸入を全然防ぐことが出來るやうになるであらうと思ひます。硝子製品として、別にランプは、一年百三四十萬圓以上の輸出をしてゐますが、これも前途は益々有望の方で、其の輸出額を增して行くことが出來ます。

日本酒

第七節　清酒、麥酒其の他

日本酒は其の名の如く日本の特產物で、一年二百萬圓以上も輸出を爲し、輸出品中の重要なものゝ一つとなつてゐます。之は祖先傳來の事業で、何も新しい化學工業品ではありませんから、其の點から云へば大して威張る譯には行きませんけれども、兎も角將來ます〳〵發達させて、海外輸出の額を增大せしめねばなりません。又麥酒は、もと舶來のものでありましたけれども、內地の製造は段々盛んになり、一年百萬圓內外も輸出するまでになりました。そして近頃は、よく國產ビールなどいふ廣告も見うけるのでありますが、果してそれは純國產であるか甚だ疑はしい、之が原料たるホップスも、今や北海道あたりで少々は試作しつゝあるけれども、其の結果はまだ分らず、麥の如きも、內地のを之に用ゐるのは極

く少量で、大部分は輸入して居り、麥酒製造の機械さへ、今日まで外國にのみ仰いでゐた有樣でありますから、つまるところ、麥酒を製造する上に、全然日本產の原料といへば僅に水だけであるのであります。水だけが國產で、他のホップスも麥も、外國から買ひ込まねばならぬやうな事では、實に情けない次第と申さねばなりません。

醬油と味噌

醬油、味噌の如きも中々輸出高のあるもので、醬油は一年八九十萬圓位、味噌は三十萬圓位輸出してゐるのであります。サイダー、シトロン其の他の礦水なども少しは輸出してゐますが、葡萄酒は一年五十萬圓內外も輸入してゐるのであります。

第八節　石油及び其の他の脂油類

石油は日用品

少し都會生活に馴れて、電氣や瓦斯の光に餘計に親しんでゐる者は、石油などを用ゐる人は段々無くなるであらうと思ふてゐますが、併し何と云つても石油は日用品でありますから其の需用は大したものであります。然るに我が日本は、石油の產地が非常に乏しいから、どうしても輸入を防ぐわけに行きませんが、需用の多いといふことは、其の事業を發達させる上に大きな力となり、年一年と好況に向つて行く方で、大正元年頃には千二三百萬圓も輸入してゐたのが、今日では七八百萬圓に減じて來たのであります。パラフインも二百萬圓から輸入し、揮發油の如きさへ六七十萬圓の輸入をしてゐたのでありますが、此の一二年はそれも減少してゐるのは喜ぶべきことであります。

年々の好況

魚油鯨油の事は前申しましたが、菜子油は百五十萬圓から輸出し、大豆油は二十四五萬圓以上を輸出してゐます。薄荷腦は可なり大きく二百萬圓も輸出し、化粧用石鹼も百二三十萬圓は輸出することが出來ますが、一方獸脂は百五六十萬圓も輸入し、グリセリン、石鹼、香水、香油、コプラ等は二百萬圓以上も輸入してゐますから、差引すると餘り大して利益とはなりません。

菜子油大豆油

尙ほ化學工業品中、革、醫藥、寫眞藥等に就いても所感の記すべきものが多く

其の現在の問題を論じて、將來の起業家がどういふ考を持たなければならぬかといふやうな事もお話して見たいのでありますが、然う細かく亙つて論ずるのは本書の目的ではありませんから、これは他日の機會に讓ることとし、まづざつと以上の諸問題にて、化學工業の大體の事はお話したわけでありますから、これを以て一と先づ筆を擱くことと致します。

化學工業の話　畢

索引

ア

イ

ス

セ

タ

チ

テ

ト

ナ

ニ

ノ

ハ

索引　終

大正六年六月廿五日印刷
大正六年六月三十日發行

科外教育叢書 化學工業の話奥附

科外教育叢書刊行會編輯部編纂

右代表者並發行者 東京市神田區錦町三丁目十七番地 大葉久吉

印刷者 東京市牛込區市谷加賀町一丁目十二番地 青柳十一郎

印刷所 東京市牛込區市谷加賀町一丁目十二番地 株式會社秀英舍第一工場

發行所 東京市神田區錦町三丁目 振替東京六三八四番 科外教育叢書刊行會
大阪市西區靱下通二丁目 振替大阪一八四五九番 科外教育叢書刊行會支部

終