

フランスの工業 (その1)

菊池真一

今回のフランス滞在の主任務はパリ大学都市日本館々長として留学生諸君の相談相手をするのであった。しかし2年間という期間の間には若干の工場を見学した。ただ見学の方針もなく行きあたりばつたりに見たという感があるが、それでも何等かの参考になるかと考えてここに報告する次第である。

ペシュネー・アルミニウム工場 Pechney イタリアとの国境に近い山中サンジャンモリエンス St. Jean Maurienne という所にペシュネー社のアルミニウム工場がある。イゼール川 Isère というあまり大きくはないが水量の多い急流に沿うた村であって、この川の流れから水力電気が得られるのでこの工場ができたものであろう。筆者は1957年3月13日と1958年9月17日の2回に亘ってこの工場を見学する機会を得た。

受電能力14万kW、年産68,000tでヨーロッパ第1のアルミニウム工場であるが従業員はわずか800人でその機械化されて能率の良いのに感心する。電力は古い発電所から買うものは安く1kWh 2フランである。

アルミナは南方400kmの所からタンクカーで運んでくるがその運賃は1t当り1,800フランである。電極電流は10万A、アルミニウム1t当り所要電力16,500kWh、電極450kg、氷晶石50kgを消費するという。直流電源には直流発電機もあるし、交流機もあれば Westinghouse 製のイグナイトロンもあり、まだ試験期であるがゲルマニウム整流機もあるという具合である。最後のものはアルストム、トムソン、フーストンの製品であった。ゲルマニウムは収率97%という程度に良いそうである。あとで述べる電解の場合も同様であるがフランスの技術は新しいものを採用するけれども、古いものを捨てないで相変らず使用するところにあるようで、このことはフランス技術の長所とも短所ともなるものである。電極工場では連続焼成炉(輪状)で焼成するが、炉の燃料は重油を用いている。アルミニウム電解にはまだブロック電極をも使用しているが、焼成した極に二つの孔を穿ち導体の鉄棒を差し込み接触をよくするために溶解したアルミニウムを溶かし込んでいる。陰極カーボンのつきかためにも大変注意をしている。

ゼーダーベルグ連続焼成炉は106槽、電流10万A、電圧750V、上から約52本の導線によって電流を流している。浴温950°C。操業は機械的であって圧搾空気で

液を時々攪拌する。アルミナも圧搾空気で送り込み、2日に1回減圧により金属溶融アルミニウムを取り出している。このように機械化しているから生産量に比して作業員が少なくてすむのであろう。

ゼーダーベルグ極のほかに前述のブロック極もなお存在している。日本では現在アルミニウム工場ブロック極を用いている所はないであろうと思うので、フランスのやり方を興味ふかく感じた。電解槽から出るガス中の弗素は捕集しているが利用していない。電解アルミニウムは純度99.5~99.8%である。この金属を再溶解炉で精製してインゴットにするか、または大きいブロックにして圧延、線引きする。

フランスの税金制度 ペシュネー社でたまたま給金、税金のことを聞き得たので参考に記したい。(1958年9月)

この会社は1日8時間、1週48時間3直制で1時間賃金280フラン、この正規賃金に妻子(16才未満)1人につき7,000フラン週賃金13,500フランを加える。年間3週間の有給休暇あり、賞与はない。社宅は昔は会社が提供したが現在は住宅公庫が建てている。税金は累進税でつぎの表のごとくである。

年所得額	220,000 Fr	350,000	600,000	700,000
税額	0	10%	15%	20%

60万フラン年収の人を例にとろう。最初15%基礎控除し $600,000 \times 0.85 = 510,000$ Fr

さらに10%控除するから45万9千フランについて計算することになる。 $510,000 \times 0.9 = 459,000$ Fr

この金額を夫婦のみの場合は2で割り、2人の子供のある時は3で割り、4人の子供のある時は4で割るのである(子供は $\frac{1}{2}$ 単位)。子供2人の場合はしたがって

$$459,000/3 = 153,000 \text{ Fr}$$

で税は払わない。所得税は国税のみである。同社の退職金は40年勤続の65才の人が月35,000Frに当る年金を貰う。この金額はフランスでは生活には心細い額である。

ナフタシミ Naphthachimie 石油化学会社(1958年9月20日) マルセイユの東方約40kmの地点ペールの内海という所のそばにマルチイグという部落があり、ここにナフタシミ会社の工場がある。当社はイギリス石油会社(略してB.P.という)先のペシュネー、クール

マン、北部鉄道会社の合資によってできたもので 150 億ないし 200 億フランの資本で敷地は 100 ヘクタールであ



パリ・ボージュの広場

る。B.P. 社より提供される原油のクラッキングを行い、軽油、揮発油などは B.P. 社に戻し、エチレン、プロピレンより種々中間製品をつくるのを目的とする。

製品の品種をやや詳しくのべるとエチレンより酸化エチレン、エチレングリコール、メチルアルコール、エチルアルコール、またはアルコールとアンモニアを作用せしめてアミンを得る。またポリエチレンは重要な製品であるし、商品名カプタンという（化学名テトラヒドロフタリマイドという）殺虫剤はこの社をつくる唯一の最終製品である。

プロピレンよりはイソプロピルアルコール、アセトンをつくっているが、近く酸化プロピレンおよびクロロヒドリンよりプロピレングリコールをつくる計画である。エチレン、プロピレン、酸化エチレンはいずれも年産 2 万 t であるが設備を 2 年後に倍加すると、この生産量はいずれもさらに 3 万 t ずつ増す予定である。原料石油は中近東原油が 35,000 t 級のタンカーで運ばれる。この付近には Shell, Société Française du Raffinage, B.P. の 3 社がある。現在技師 40 人と 600 人の従業員がいる。労働者の平均賃金は月 70,000 Fr 位であった。

本工場のエネルギーはもっぱら重油を用いている。発電は 5,000 kW のものを備えている。本工場の性質上パイプラインより成るものが多いが、その中の液の分布は圧搾空気で動く弁によって操作される。冷却は海水を河過して用いるが、河過後の微生物の発生は塩素を通じることによって防ぐ。

クラッキングはアメリカの特許により行っている。温度 700~800° の炉に原油を送り触媒の下で分解してできたガスは急冷して再反応を防ぐ。精溜塔は日本で見ると大差ないようである。酸化エチレンはエチレンに空気を混じ触媒の上で反応させる。ポリエチレンはエチレンを 15 気圧位の加圧反応釜内にて重合させる普通のチーグラー法によっている。年産 4,000 t 反応釜の内側に紫色の塗料が塗ってあるのは金属の腐食によって製品の劣化するのを防ぐためである。できたポリエチレンはこれを捏練、かつ加熱して幅 200 cm, 幅 2 mm 位の薄い

ペースト状にし、これをさらに切断して 2 mm 角の塞の目に切る。消費者の注文により色をつける。アフコテムという商品名でベシュネーが売り出している。エチレンはタンクカーでバディシュアエリリン会社へも出している。この工場を見学したのはアルジェリア反乱部隊がフランス本国へ派遣したゲリラ隊がマルセイユ付近のガソリンタンクを爆破した後であったので、精油工場などには自動機銃を持った兵隊が守備していて物々しかった。

フランス重水会社 **Compagnie Française de l'Eau Lourde** (1958 年 9 月 21 日) この会社は南仏ツールーズ郊外にあり、ONIA (Office Nationale de l'Industrie d'Azote の略) と AIR LIQUIDE との共同出資でできている。仕事の性質上この会社にフランス政府が資金的な援助をしている。この会社はすぐ隣接したところにある ONIA 社から窒素、水素混合ガスの供給を受け、その混合ガスを冷却液化してまず窒素を除き、残った水素を精製して微量にある D_2 を分離し、 D_2 は O_2 と反応せしめて重水にする。残った N_2 と H_2 は再び ONIA に戻して NH_3 合成に利用する。ONIA の NH_3 生産能力は現在 500t/日、近く 800 t/日となる予定。会社の目下の重水生産能力は 2.5~3.0 t/年。これを工業的規格に拡張するには年産 10 t を最適とする。フランス全体ではこの工場を 1 単位とし、その 10 倍、すなわち年産 100 t 位の増産を考えている。

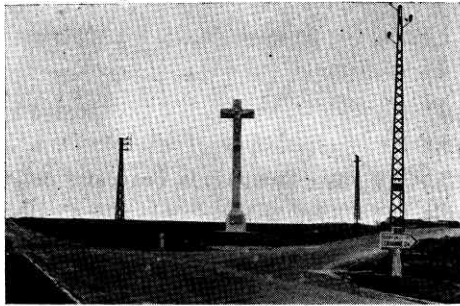
製造工程の詳細 $N_2 : H_2$ が 1 : 3 の混合ガスを CO , CO_2 を除いた状態で 230 kg/cm^2 で送られる。これが第一の断熱室に入り、熱交換器で -150°C に下げる。自由膨張によって 20 kg/cm^2 に圧力が下がるとともに $-190 \sim -195^\circ\text{C}$ に冷却される。これを蒸留塔に通ずると窒素は液化して、ガスは 4% の N_2 を含むが、これを -205°C に冷却して第 2 の断熱室に導き -210°C に冷却する時 N_2 は 1.5% に減少する。ここに二つ 1 組の窒素除去塔がある。一方では冷却して残留窒素を固化して除き、つぎの段階では加熱して固化窒素を気化して除去する。窒素除去塔を出たガスは -248°C となり 20~50 ppm となる。1 回このガスを吸収塔を通すと純粋の水素ガスとなる。 -240°C に冷却してこれを念のためもう一回吸収塔を通して分離塔に送る。分離塔を出る液体は 1% の HD を含む。これを減圧で熱交換器を通して精溜塔に導くと 99.9% の HD を生じる。これを小さい熱交換器で 100°C 以上に加熱して触媒上に導くと H_2 , D_2 に分れる。ポンプの能力は 500 L/h, これを 4 kg/cm^2 に圧縮して最後の精溜塔に入れると D_2 99.8% のものをうる。

フランスでは水電解水素を重水の原料に用いない理由としては、水電解の規格が小であるからだという。重水製造に使用する電力は 1 g D_2O 当り 5 kWh 位である。

当社の研究室では各部のガス分析、 NO_2 , オルトおよびバラ水素、および D_2O をマススペクトロメータで分析

している。本工場の従業員は 35 人である。

ラクルージュ、ウラン鉱山および処理工場 1959 年 9 月 22 日リモージュの北約 30 km Bessines 地区にウラニ



フランスの田舎道

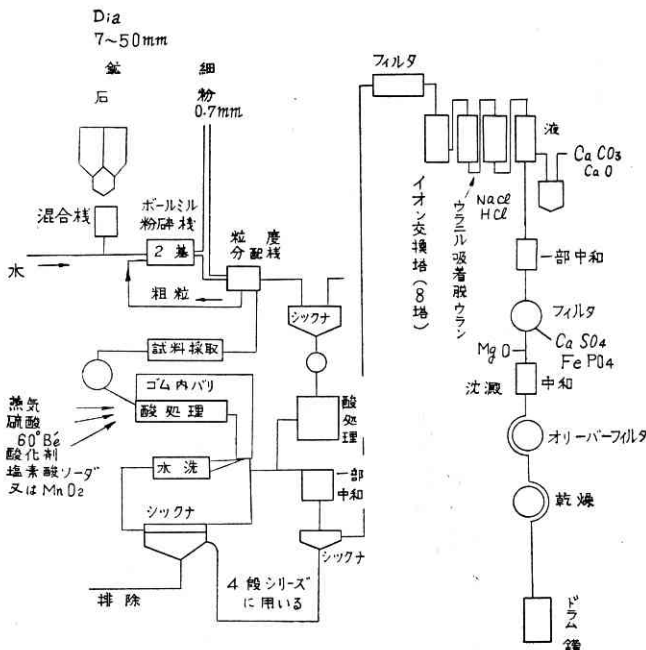
ウム鉱山を見学した。フランスには現在ウラニウムを産出する四つの地区がある。Vendée, La Crouzille, Morvan, Forez がこれである。一番古い鉱山は Envieffe というところであった。ここでは 300 m の深さで濃縮しないで 10% の含有量があったが、埋蔵量少なくいまはよして

第 1 表

地区	現在量	処理能力	推定埋蔵量 金銀Uとして
Vendée	鉱石 30 万 t/年	30 万 t	1,200 t
Morvan	30 万 t		210
Forez	計画 23 万 t/年		4,000
La Crouzille	20 万 t/年	将来 60 万 t	2,800

いる。上の四つの地区の現在量および推定埋蔵量は第 1 表のごとくである。

ついで La Crouzille 地区について言えば、これがさらにつきのような鉱区に分れている。Fanay 鉱石 800 t/日



Margnac 600 t/日, Le Brigeaud 2,400 t/日 Le Bri-geaud は露天掘である。フランスではウラニウム鉱山の深い所では 0.6% を採算点として、さらにいまでは 0.4 % のものまで掘っているのに対し、露天掘では 0.25 % 位でも採算がとれるそうである。

地質学者 Sarcian 氏の話によればフランスでは 200 年前から Autnite が U を含むことを知っていた。Pegmatite が U を含むことが知られているが、これに 2 種あり一つはいろいろ複雑な結合をしていて処理しにくい、他は石英、長石のみを含み U は単純な形のものである。アルプス地方からも出る可能性があるが頁岩と共に Sedi-mentary の層から出るのはまだ余り有望でない。Alsace 地方は 2,000 t の U 含有量がある所もあるが、品位は 1% 位である。採鉱の経費は 2,000 fr/km²、採鉱に当たっている人数は現在 850 人であるが 1,500 人位に増加する。

衛生管理は相当注意して行っている。さきの Envieffe のごとき高放射能鉱山では 2 h/週位の操業であるが、普通は 8 時間労働制である。U よりもむしろガスによるカウントが多く、これを減少するには換気をよくしてある。許可曝対量は 300 mr/週で抑えている。

ウラン鉱処理工場 La Crouzille 地区に接してウラン鉱を処理して Yellow Cake にまでする処理工場がある。これは SIMO (Société Industrielle et de Minéralogie de l'Ouest) が担当していて 1958 年 7 月より操業している。20 万 t/年の処理量であるが 1959 年は 60 万 t/年になる予定。鉱石は貨車で運ばれ、この工場の入口で目方と U の含量を計って品位別にタンク内に貯える。

7~50 mm の鉱石は Sampling 後混合機に入り水とともに 2 基のボールミル粉砕機に入れられる。粉砕された鉱石は粒度篩機にて 3 種に分けられる。2 基のトロンメルに 60°Be の硫酸を塩素酸ナトリウムまたは酸化マンガンのような酸化剤を加え、蒸気で加熱しながら反応させる。ついで選別機で洗滌しながら抽出液と残渣とを分け、抽出液は細かい鉱石の工程に合流させる。一方細かい鉱石はシクナーで多量の水を除き同様の方法で U を抽出する、抽出液は適当な pH になるまで中和し、十分不溶解物を沈降させてから濾過器を通してイオン交換樹脂塔に送る。塔は八つあるが四つを直列に用い一つを溶離に使用する。溶離液は硫酸第 2 鉄を加え CaCO₃ で中和する。生じた Al, Fe などの沈澱をオリバー濾過器により濾別して濾液を MgO で中和して重ウラン酸ナトリウムを沈澱させる。これを第 2 段のオリバーで濾過して乾燥し、貯蔵タンクに貯えドラム缶につめてパリー近郊の Le Bouchet 工場へ送る。できた yellow cake の U 含量は約 60% である(左図)。(1959.4.15)