HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	アンモニア合成に於ける副生殘ガスを水添用ガスとする油脂硬化の研究
Author(s)	大塚, 博; 青村, 和夫; 富田, 宣; 高橋, 修
Citation	北海道大學工學部彙報, 6, 1-11
Issue Date	1952-09-01
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/40496
Type	bulletin (article)
File Information	6_1-11.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

アンモニア合成に於ける副生殘ガスを水添用ガスとする油脂硬化の研究

大塚　博
青村　和夫
富田　宣
高橋　修

(昭和27年2月12日受理)

Hardening of Fatty Oils by Using "Purge Gas" of Ammonia Synthesis as Hydrogen Source

Hiroshi OHTSUKA
Kazuo AOMURA
Nobu TOMITA
Osamu TAKAHASHI

Purge gas of ammonia synthesis usually contains over 50% of hydrogen, the remainder being nitrogen and methane. The authors used the purge gas in place of hydrogen for hydrogenation of fatty oils.

For this purpose, a small scale pilot plant was designed and constructed. It was mainly consisted of a reactor and a gas purifier. The reactor was an iron tube of ca. 5 litre capacity equipped with an outside heater. A gas inlet tube, which was attached to the centre of the upper end of the reactor and inserted into the reactor, had its opening near the bottom. Ammonia-free purge gas was introduced by the tube and bubbled into the mixture of fatty oil and catalyst contained in the reactor. Good agitation of the mixture was obtained by this bubbling. The purge gas always contained a few per cent of ammonia. Harmful effect of ammonia on the hydrogenation catalyst being observed in laboratory tests, a gas purifier was employed to remove ammonia from the purge gas. The removal of ammonia was achieved by sulfuric acid washing in the purifier. The purified gas was conducted to the reactor through an acid mist separator. Acid fume, which might be carried with the purge gas, was found to be slightly poisonous to the catalyst, but its effect was negligible.

An example of experimental data was shown below.

Charge:	Herring oil (I.V. 120, A.V. 1.2)	1.5 kg
Catalyst:	Ni-kieselguhr catalyst	1% of charge
Pressure of purge gas:	9 atm in average	
Reaction temperature:	180°C in average	
Reaction time:	3 hrs	
Hydrogenation rate (shown by I.V. decrease):		
Start (charge)	120	
After 1 hr	37.2	
2 hrs	11.3	
3 hrs (final product)	6.8	

Purge gas analysis:

H_2	57.8%
CH_4	15.2%
N_2	27.0%

As described above, herring oil was successfully hydrogenated to high-melting hardened oil with the purge gas of ammonia synthesis.

In the case of the purge gas hydrogenation, the cost of hydrogenating gas being by far cheaper than that of pure hydrogen, and the waste gas from the hydrogenation plant being returned to the fuel gas line, a large excess of hydrogenating gas could be used to achieve good mixing of the reactants. Thus, the hydrogenation apparatus could be extremely simplified. No moving agitators and no circulation pumps were necessary. These facts served much to reduce the construction and operation costs.

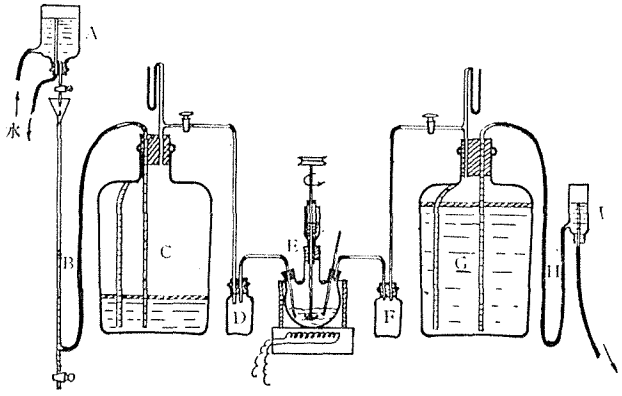
東洋高壓北海道工業所に於ては，アンモニアを合成する際，約 50% の水素を含有する高壓ガス(所謂 "Restgas") を多量に副生する．此のガスを利用して油脂の水添硬化を行はんとするのが本研究の目的である．

I. 豫 備 實 驗

先ず當研究室に於て豫備實驗として水素 50%，炭酸ガス 50% のガスを作り之を以て，大豆油及び鯡油の硬化試驗を試みた．

1. 實 驗 裝 置

實驗裝置は第 1 圖に示す如きもので，從來の裝置と殆んど同樣である．2～3 改良した點は，試料ガスを反應槽内に常壓に於て，一定流速で導入し得ること及び試料ガス中の炭酸ガスが實驗中にガス槽中の水に吸收されるのを防止する目的で，槽中の水面を大豆油の薄膜にて覆つた事等で，此の外にはガス洗滌瓶も省略し，極力ガスの漏洩，吸收の防止に留意した點である．圖中 A は Constant head に依る水の Feeder で，ここから流出した水はサイフォン B を經て瓦斯槽 C の下部に入る．水で置換されたガスは，C 槽よりトラップ D を經て反應槽 E の下部より試料油中に放出される．未反應のガスは，トラップ F を經て未反應ガス槽 G に入り，之に依り置換された水は G 槽の底部よりサイフォン H を經て Over Flow I から系外に放出される．この場合 I の水面は常に G 槽の油面と水平を保つよう調節される．斯くすることに依り常に常壓に於て試料ガスの Constant Flow に依り實驗を行ふことが出來る．



第 1 圖 油脂の水添硬化實驗裝置

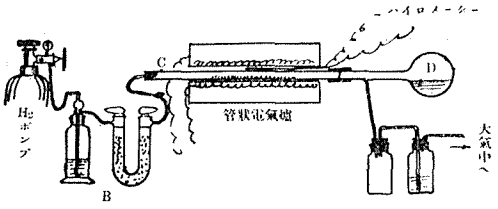
2) 觸　　媒

本實驗に使用した觸媒は，當教室製のニッケル-珪藻土觸媒で，その製法は次の如きものである．

即ち，硝酸ニッケルに相當するよりも 10% 過剩の炭酸ソーダの 10% 溶液に，計算量の眞狩産珪藻土（豫め硝酸にて處理濟のもの）を懸垂せしめ，約 70°C に加溫しながら計算量の硝酸ニッケルの 10% 溶液を攪拌しながら添加し，沈澱の完成をまつて，攪拌及び加溫を中止する．靜置後濾過，水洗を 6 回繰返す．洗滌完了の後乾燥器中で約 105°C にて乾燥し，60 メッシュ以下に粉碎して製品とする．

この觸媒は大体金屬ニッケル 1 に對して珪藻土 1 の割合に調製したもので，還元前の觸媒のニッケル含量は 32.7% であつた．

尙この觸媒を實驗に使用する場合，第 2 圖の如き方法に依り還元して用ひた．



第 2 圖　觸媒還元裝置

觸媒の還元は次の如く行つた．即ち一定量の未還元觸媒を反應管 C に採り，最初は乾燥空氣を送りながら 350°C に加熱し觸媒上の炭酸ニッケルを酸化ニッケルに變ずる．次に適當量の精製原料油を枝付フラスコ D に採り之を反應管 C に圖の如く接續する．斯くして還元溫度を 350°C にし，水素ボンブより一定量の水素を瓦斯精製裝置 B を經て反應管 C に送入する．黑色の酸化ニッケル觸媒は最初淡黃色となり，それから漸次黑色の金屬ニッケルに還元され，生成水はフラスコ D の頸邊に凝縮する．還元時中時々反應管 C を靜かに回轉して內部の觸媒層を攪拌する．還元が完全になる頃は凝縮した水滴は殆んど乾燥し，觸媒は一樣に黑色となる．還元完了したら爐溫を降下せしめ，適當時に爐內より反應管を拔出し，水素を通じた儘で靜かに管內の還元觸媒をフラスコ D の油中に落下せしめる．斯くして觸媒の還元を終り均一に觸媒の混合した懸垂液が得られる．

硬化實驗に際してはこの觸媒懸垂液の一定量を採取して試料油に添加する．

尙以上の還元方法の外に，各實驗毎の少量の觸媒を還元する場合もあり，それには實驗裝置その儘を用ひた．即ち反應槽の三ツ口フラスコに計算量の未還元觸媒を採り，ここにて一度空氣に依り觸媒を酸化し，次に C 槽より純水素を一定量づつ送入し，還元完了後一度溫度を降下せしめ，豫め攪拌裝置の代りに裝着して置いた試料油導入口より，實驗に必要量の試料油を注入して後再び攪拌裝置と交換し，直ちに硬化實驗を開始する方法である．

3) 試　　料　　油

本實驗に用ひた原料は大豆油及び鰊油の 2 種類で，次の如き方法に依り精製して實驗に供した．即ち各油脂の A.V. より 5% 過剩の苛性ソーダの 10% 溶液を添加し，攪拌しながら約 60°C に加溫し，攪拌中止後靜置して廢石鹼を分離する．次に油の約 1/4 量の水にて數回洗滌し，最後に 5% の活性白土を添加し，湯浴上にて加熱しながら減壓に約 1 時間保ち，最後に之を濾過して精製原料油

とする.

斯くして得られる原料油の性狀は次の如くである.

大豆油	A.V.	0.01 以下	I.V.	129.6
鯨　油	A.V.	0.01 以下	I.V.	120.0

4) 實驗方法

第1圖の裝置に依り實驗を行ふ. 試料油は 50 g を採り之に金屬ニッケルとして 0.5～1.0% の觸媒を添加する. 反應溫度は 180°C で約 20 ℓ のガスを 1.2 ℓ/10 mins で通した. 攪拌數は測定しなかつたが恐らく 1000～2000 r.p.m. 位であろう.

5) 實驗結果

大豆油, 鯨油に對し純水素及び水素 50%, 炭酸ガス 50% の混合ガスの反應性を調べてみた結果は第1表及び第2表の如くである.

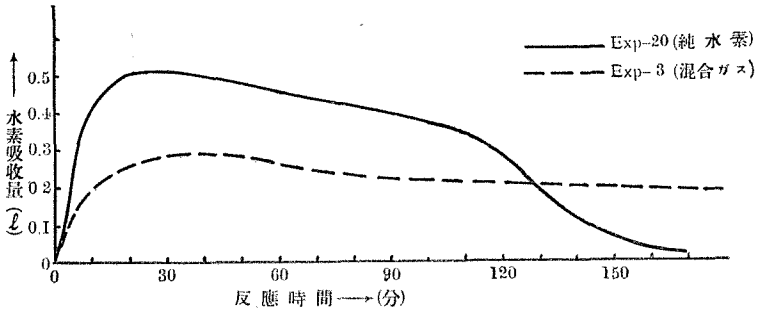
第1表　純水素の場合

實驗番號	試料油	試料油採取量 g	觸媒量 %	ガス通過量 (N.T.P.) ℓ	反應時間 min	ガス吸收量 (N.T.P.) ℓ	I.V.
20	大豆油	100	0.5	20.02	173	13.46	43.3
21	鯨　油	100	0.5	20.27	164	8.38	70.7

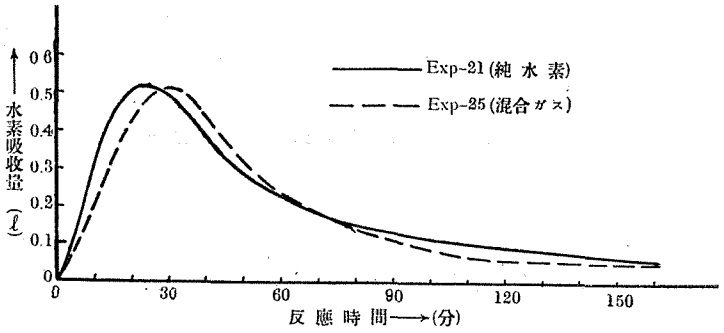
第2表　混合ガスの場合

實驗番號	試料油	試料油採取量 g	觸媒量 %	ガス通過量 (N.T.P.) ℓ	反應時間 min	ガス吸收量 (N.T.P.) ℓ	I.V.
3	大豆油	100	0.5	38.90	298	10.47	47.7
25	鯨　油	50	0.5	20.15	184	3.02	72.5
26	〃	50	1.0	20.48	190	4.13	40.2

又上記實驗結果より求めた水素吸收曲線を示せば, 第3圖及び第4圖の如くである.



第3圖　大豆油の水素吸收曲線



第4圖 鰊油の水素吸收曲線

之等の結果を見るに大豆油の場合に於ては，純水素と混合ガスでは水添能力に著しい差を生じ，混合ガスを用ひた場合には純水素の場合よりも反應時間が延長され，水素吸收曲線もなだらかになる．之に反して鰊油の場合には，純水素，混合ガス何れに於ても大差なく，吸收曲線も殆んど一致して來る．然し觸媒量を增加すると水添能力は格段によくなる．

6) 考　　察

稀釋劑として炭酸ガスを用ひて鰊油を水添する場合，純水素と殆んど同程度に水添される事を認めた．但し大豆油の場合は稀釋劑があると反應時間が延長される．勿論水素吸收量の絕對値は大豆油の場合鰊油よりも著しく大である．

此の豫備實驗によつて與へられる結論は，水素含有量が 50% 程度のガスによつても，强力な觸媒を使用し，適當な反應條件を選擇すれば油脂の水添が可能であると云ふ事である．但し稀釋ガスとしては炭酸ガスのみを使用したから，稀釋ガスの種類の影響は觀察されなかつた．

II. 東洋高壓に於ける基礎實驗

豫備實驗 I によつて水素含有量 50% 程度のガスに依る油脂水添の可能性が立證されたので，東洋高壓砂川工業所に於て "Restgas" を水添ガスとする基礎實驗を行つた．Restgas の組成の 1 例を示せば次の如きもので，日により多少の變動はあるが成分に大差はない．

H_2	57.0%
N_2	27.2%
CH_4	15.8%
CO, O_2	0.0%

以上はアンモニアを除去したガスに就いての百分率であるが，實際には裝置の都合上數%のアンモニアが含有されている．

この回の實驗は，上記組成の Restgas と前記實驗に使用した純水素 (珪素鐵と苛性ソーダに依り發生させる高壓純水素) との 2 種類のガスに依る大豆油，鰊油の水添能力の比較實驗である．但し

原料油は幾分時日が經過した爲 A.V. が上昇し，大豆油では 0.21，鰊油では 1.2 を示したが，時間の都合上やむなくその儘使用した．

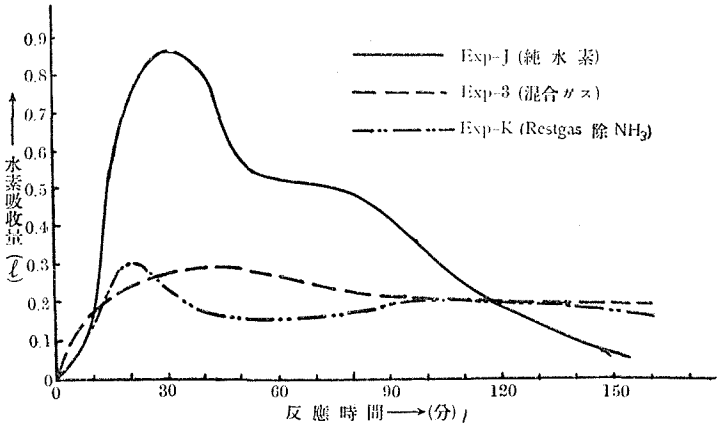
1)　大豆油を原料として行つた實驗結果

實驗裝置及び方法は豫備實驗の場合と全く同様である．

先ず大豆油に就いて純水素と Restgas とを用ひて行つた結果は，第 3 表の如くである．但し Restgas 中のアンモニアは濃硫酸の洗滌瓶を通し完全に除去した．尙この實驗の場合と，豫備實驗 I に於ける炭酸ガスを稀釋ガスとした場合との水素吸收曲線の比較を第 5 圖に示す．

第 3 表　大豆油による結果

實驗番號	試料油	試料油採取量 g	觸媒量 %	使用ガス	ガス通過量 (N.T.P.) ℓ	反應時間 min	ガス吸收量 (N.T.P.) ℓ	I.V.
Exp-J	大 豆 油	50	0.5	純水素	18.65	178	6.48	2.2
Exp-K	〃	50	0.5	Restgas	18.51	167	3.51	67.2
參考 3	〃	100	0.5	H_2, CO_2 混合ガス	38.90	298	10.47	47.7



第 5 圖　大豆油に於ける純水素，Restgas，CO_2 混合ガスの吸收曲線

この結果を見ると Restgas も脱アンモニアを行つたものは，炭酸ガス混合のガスと殆んど同程度の反應能力を示す事を認めた．又純水素の場合との差も豫備實驗結果とよく一致する．但し Restgas の脱アンモニアを行ふ際，濃硫酸の洗滌瓶より混入する SO_3 の影響を考慮せねばならぬので次に之に就いての影響を檢べて見た．

a.　原料ガス中の SO_3 の影響

純水素を濃硫酸洗滌瓶を通し SO_3 を含有する水素ガスにしてガス槽に採取し，このガスに依つて水添實驗を行つて見た．その結果を第 4 表に示す．尙參考のため純水素の結果を併記した．

第 4 表　SO_3 の 影 響

實驗番號	試料油	試料油採取量 g	觸媒量 %	反應ガス	ガス通過量 (N.T.P.) ℓ	反應時間 min	ガス吸收量 (N.T.P.) ℓ	I.V.
Exp-R	大 豆 油	50	0.5	SO_3 含有水素	18.45	145	6.43	2.0
Exp-J	〃	50	0.5	純水素	18.65	178	6.48	2.2

水素吸收量及び生成油の I.V. は純水素の場合と殆んど變化がないが*，第6圖の吸收曲線より考へると，觸媒上に極少量存在すると考へられる最も强力な活性點が SO_3 に依り侵されるらしい．然し他の大部分の活性點は健在であり，若干の反應時間の延長に依り此の程度の SO_3 混入の影響は無視出來るものと考へられる．

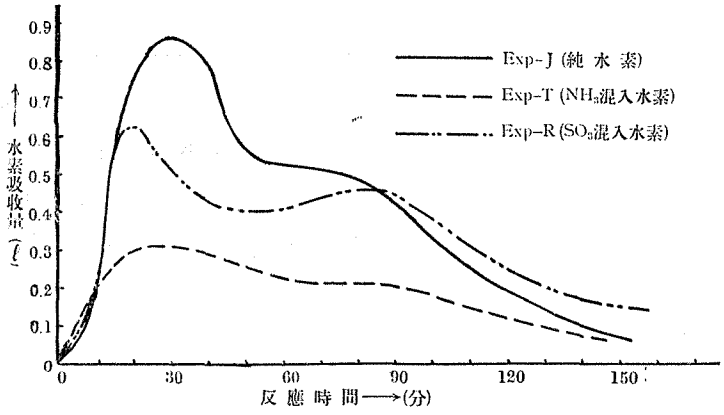
b.　原料ガス中のアンモニアの影響

實際に工場に於て水添作業を行ふ場合，出來得れば Restgas は何等前處理を施さずその儘にて用ひたい．然し實際に或る程度のアンモニアを含有してゐる場合は，之の影響を或る程度知つて置かねばならぬ．此の目的の爲豫め前以て純水素中に5%程度のアンモニアガスを混入したガスで實驗を行つて見た．その結果を第5表に示す．尙參考の爲純水素の結果をも併記した．

第5表　NH_3 の影響

實驗番號	試料油	試料油採取量 g	觸媒量 %	反應ガス	ガス通過量 (N.T.P.) ℓ	反應時間 min	ガス吸收量 (N.T.P.) ℓ	I.V.
Exp-T	大豆油	50	0.5	5.9% NH_3 混合水素	18.90	150	3.10	72.0
Exp-J	〃	50	0.5	純水素	18.65	178	6.48	2.2

此の結果を見ると，約6%のアンモニアの存在は明らかに水添能力に著しい惡影響を及ぼしてゐる事が判る．(NH_3 の種々の濃度に就いては試驗して見なかつた．) そしてこの影響度は SO_3 のそれに比べて甚だ大きい．それ故實際の作業の場合には必ず濃硫酸或は他の何等かの方法によつてアンモニアを除去せねばならぬ．後述の如く Restgas 中のアンモニア含量は平均 5～7% 程度である．以上 a，b のガス吸收曲線を第6圖に示す．



第6圖　大豆油に對する純水素，SO_3 混合ガス，NH_3 混合ガスの水素吸收曲線

2)　鯨油を原料として行つた實驗結果

此の實驗では原料油を鯨油として純水素と Restgas とに就いて行つた．尙 Restgas は濃硫酸に依る脱アンモニアの外に SO_3 の除去の目的で苛性ソーダの洗滌瓶を通して試料ガスとした．實驗結

* 普通濃硫酸の常温に於ける Vapour press. は 0 と考へられるが，實際に濃硫酸で洗滌したガスをリトマス試驗紙で檢べた處，明らかに酸性を呈し，又 SO_3 臭をも有した．どの程度の濃度かは測定しなかつたが，恐らく極微量の濃硫酸が mist としてガス中に含まれるものと推定される．

果は第6表の如くで，比較の爲に前記の Exp-21 の結果をも併せて記載した．

第6表　鰊油に對する結果

實驗番號	試料油	試料油採取量 g	觸媒量 %	反應ガス	ガス通過量 (N.T.P.) ℓ	反應時間 min	ガス吸收量 (N.T.P.) ℓ	I.V.
Exp-L	鰊　油	50	0.5	純水素	17.76	158	2.34	84.5
Exp-M	〃	50	0.5	脱 NH_3 Restgas	17.94	153	2.10	86.8
Exp-21	〃	100	0.5	純水素	20.27	164	8.38	70.7

上記實驗結果に依ると Exp-L, Exp-M は共に非常に類似した結果を現はしてゐるが，兩者共 Exp-21 に比し著しく劣つてゐる．この影響は原油の A.V. の差に依るものと考へられる．

A.V. を 1.2 の儘で之以上に水添能力を上昇させるには，觸媒の添加量を增加する以外に方法はない．第7表は觸媒量を 1.0% として種々のガスに就いて實驗した結果である．

第7表　觸媒量を增加した場合

實驗番號	試料油	試料油採取量 g	觸媒量 %	反應ガス	ガス通過量 (N.T.P.) ℓ	反應時間 min	ガス吸收量 (N.T.P.) ℓ	I.V.
Exp-N	鰊油	50	1.0	純水素	17.96	153	4.62	38.2
Exp-O	〃	50	1.0	脱 NH_3 Restgas	18.41	150	3.98	42.0
Exp-P	〃	50	1.0	未處理 Restga	18.36	163	4.91	24.4
Exp-Q	〃	50	1.0	脱 NH_2(SO_3 混入)Restgas	18.22	147	4.64	28.4

第7表の結果を通覽すれば，觸媒 1.0% を使用すれば相當酸價の高い魚油を使用しても充分水素が吸收される事が分る．又 Restgas の水添効果は純水素に對して遜色がない．Restgas 中のアンモニアが硬化反應に惡影響を及ぼす事は前述の如くであるが，Exp-P を見るとアンモニアを含む未精製の Restgas が精製ガスと同樣の水添効果を有する如き結果が出てゐる．然し，この點に疑問を持つて硬化裝置の各部分よりガス試料をとつてアンモニアの定量を行つた處，Restgas 中のアンモニアはガス槽の封水* に吸收される外に，若干の水分を含む鹽化カルシウム管に於て殆んど全部吸收されて反應容器に入つて來ない事が判明した．

III. 中規模試驗

パイロットプラントの系統圖を第7圖に示す．

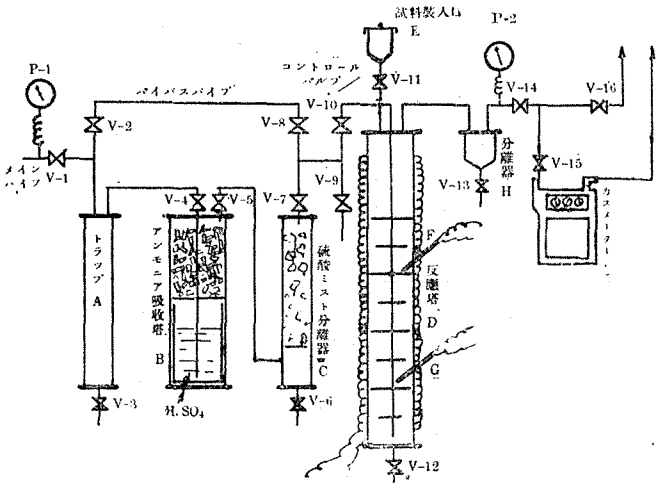
反應塔は內容積約 4 ℓ で，塔內は圖の如く邪魔板を數枚交互に水素導入管に熔接して裝備し內部の攪拌効果をよくしてゐる．又攪拌は未反應ガスに依るガス攪拌である．加熱は反應塔自体の外周にニクロム線を捲いたもので所謂外部加熱式である．

試料油は觸媒と共に塔の頂部 E よりバルブ V-11 を經て塔內に充塡する．反應溫度の測定は F,

* 此の一聯の實驗は都合に依りガス槽に油の皮膜を浮ばせなかつた爲，試料ガスは直接水に接觸してゐる．それ故或る種のガスはこの封水に吸收される事もあるであらう．

G，2個の測溫孔に溫度計を挿入して行ひ，溫度の調節は電源 200 V のスヰッチの開閉に依る．上下溫度計の溫度差は 2～5°C 位であり主として上部溫度計の示度を標準とする．

原料ガスはメインパイプよりバルブ V-1 を經て，トラップ A からアンモニア吸收塔 B の濃硫酸中に入る．ここで脱アンモニアされると同時に持出される微量の硫酸ミストは C 塔で捕捉され V-10 のコントロールバルブを經て反應塔 D の下部より油中に吹出される．未反應のガスは油分離器 H を經て減壓辨 V-14 にて常壓に復し，ガスメーター I で計量されて大氣中に放出する．



第7圖　パイロットプラント系統圖

又脱アンモニアを行はぬ場合はバルブ V-2 を開き V-4，V-7 を閉じ，バイパスパイプを通つて反應塔に至る樣設計されてゐる．尙原料ガスの試料採取はバルブ V-9 の減壓辨より行ひ，ガス流量の調節はメーター I を見ながらバルブ V-10 に依り行ふ．反應壓力は P-2 の壓力計の示度を以てする．

實驗中は，溫度，壓力及び流量の調節と記錄を行ひ，又隨時 V-12 のバルブより生成油の一部を拔取り，之の I.V. を測定して反應の進行狀態を知る．反應終了後は V-12 より全量の生成油を拔出し，殘留ガスの壓力を利用して V-11 バルブを開き，ここから E の方向に逆にガスを吹かせ，この部分のバルブ，パイプの觸媒等に依る閉塞を防止して置く．時々油分離 H のバルブ V-13 を開くが，實際にはここに油分を認める事は殆んどなかつた．

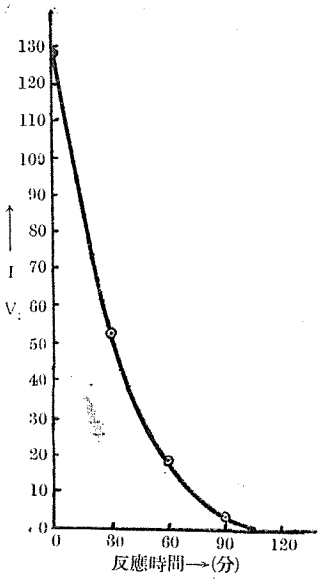
1) 豫備實驗

先ず反應塔の構造がガス攪拌である爲，はたしてこの方法で水添反應が圓滑に行はれるか否かを檢する目的で，最も理想的な Exp-J の條件を採用して實驗を試みた．然しこの場合は純水素を用ひねばならぬので，高壓水素ボンブをバルブ V-9 の位置に接續し，V-7，V-8 は閉じ直接反應塔に導入した．尙反應開始後 30 分毎に生成油試料を採取し之の I.V. を測定した．この結果は第 8 表及び第 8 圖の如くである．

本實驗の結果より 12 ℓ/min の未反應ガスに依るガス攪拌でも充分に攪拌効果はあり，反應が圓滑に行はれる事を認め，裝置には何等缺陷のない事を確かめた．

第8表 大豆油に依るパイロットプラントの機能試験

實驗番號		Exp-XI
試料油採取量		1.5 kg
觸媒量		0.5%
反應溫度(平均)		180°C
反應壓力(平均)		10 atm
未反應水素		1.07 m^3
未反應水素平均流速		12 ℓ/min
生成油 I.V.	原料油	129.6
	反應 30分後	51.8
	反應 1時間後	18.3
	反應 1.5時間後	3.0



第8圖 純水素に依る大豆油のI.V.降下曲線

2) 本 實 驗

豫備實驗の結果により裝置に缺陷のない事を確めたので，次いで本實驗を行つた．試料は鰊油を用ひ，Exp-II の場合を除き Restgas は脱アンモニアして使用した．實驗條件を第9表に示す．平均反應溫度は何れも 180°C である．

第9表 本實驗の實驗條件

實驗番號	試料油	觸媒量 %	回收ガス量 m^3	反應ガス	平均流速 m^3	反應壓力 atm	反應時間 hrs	備考
Exp-Ⅱ	鰊油	0.5	5.0	未處理 Restgas	0.21	18	4	原料 A.V. 0.01
Exp-Ⅹ	〃	0.5	7.7	脱 NH_3 Restgas	0.21	6	6	觸媒還元に瀧川水素使用
Exp-Ⅻ	〃	1.0	1.2	〃	0.06	9	3	

Exp-II は A.V. の低い良好な原料油を使用したが，Restgas 中のアンモニアを除去しなかつたので生成油は殆んど水添されなかつた．即ち基礎實驗に於ける如くアンモニアの惡影響は明らかである．Exp-X は觸媒還元に瀧川化學の水素を使用した爲觸媒を毒し*，それ故 Exp-II よりは幾分良好な結果は得られたが，反應時間を6時間も延長してどうやら硬化する程度迄しか反應は進行しなかつた．Exp-XII は Exp-Q の條件に從ひ觸媒を 1.0% 添加して行つたもので，その結果は前2回の實驗より格段に良い結果を得た．次に上記3組の實驗に於ける生成油の I.V. 及び之の降下曲線を示す．

* 瀧川化學の水素は次にその成分を示す如く著量の CO を含有する爲，之が Ni を毒するものと考へられる．

H_2 96.4%, CH_4, C_nH_m, N_2 1.7%

CO_2 1.0% (此の外微量の無機硫黄を含有する)

CO 0.9%

第10表　生成油の I.V.

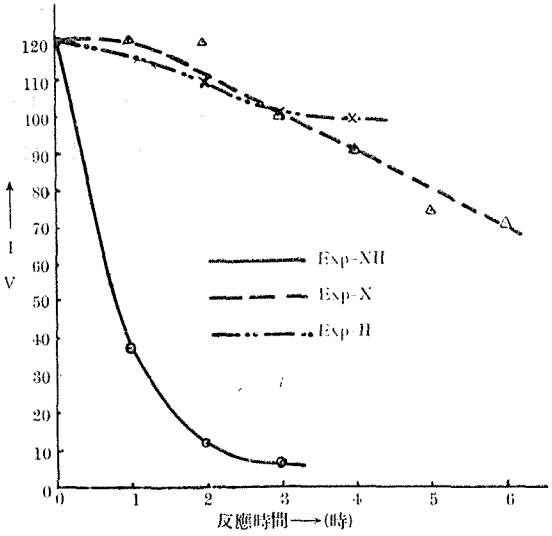
實驗番號	試料油 I.V.	反應1時間後 I.V.	反應2時間後 I.V.	反應3時間後 I.V.	反應4時間後 I.V.	反應5時間後 I.V.	反應6時間後 I.V.
Exp-Ⅱ	120.0	——	108.8	99.9	97.9		
Exp-X	〃	120.6?	119.6?	99.2	89.9	72.6	70.0
Exp-XII	〃	37.2	11.3	6.8			

3) 結　　論

パイロットプラントに依る實驗結果に基いて次の結論を下し得る.

a) Restgas を水添用ガスとして油脂の硬化を，純水素の場合と殆んど同樣の容易さで行ひ得る. 但し Restgas の場合には，ガス中のアンモニアを完全に除去する事，並びに純水素の場合の略倍量の觸媒（試料油に對し 1%）を使用する事が必要である.

b) Restgas を水添用ガスとして使用する場合には，之を反應容器中に多量に泡出せしめて內容物の攪拌を行ふ事が經濟的に可能であるから，純水素を使用する通常の油脂硬化裝置の如く，攪拌機，若しくは循環ポンプを設備する必要なく，從つて裝置の設計並びに操作が簡易で，裝置の建設費を著しく節減し得る.



第9圖　I.V. 降下曲線

本研究は東洋高壓株式會社北海道工業所研究室上野喜三郎，紀俊道，丹後敬三の諸氏との協同研究である.