

すでに明らかなように、わが国双眼鏡産業は戦後大きく伸展したのであるが、その基礎は戦前、戦中に培われたとあってよい。先哲が幾多の懇難辛苦を克服して築き上げた賜物である。しかし、遺憾ながらこの基礎形成期を尋ねる資料は、極めて乏しい。終戦時に焼却され、四散したからである。また、戦後30有余年の今日、当時光学機器にたずさわられた諸先哲から状況を拝聴する機会も得難い。

幸いにも、本誌編纂に当たり増淵光正、小野崎 誠両編纂委員が記憶をたどり、少ない資料を追って回想記を寄せられた。収録して基礎形成期を尋ねる一助とする。

## 軍用双眼鏡についての思い出

我が国の双眼鏡は、昔はドイツより輸入したものが多く、日露戦役待代には軍もこれらの外国品を使用したようである。当時、東郷司令長官の使用した双眼鏡として現存しているものは、ドイツ・カールツアイス社製の接眼レボルバー変倍式(5倍、10倍)のものであった。また乃木將軍使用のドイツ・ゲルツ社製の単眼鏡も保存されている。

明治44年に、東京三田豊岡町にあった藤井レンズ製造所で8倍20耗双眼鏡をピクトル号と称して製造販売した。これが国産双眼鏡として最初のものであった。この双眼鏡は後に海軍の水路部(海図の作成、海流の測定などに当たった部)で買上げ軍用として採用されたという。

同社はその後大正6年日本光学工業株式会に合併、当時我国唯一の光学機械の総合光学工業として発足した。日本光学は大正10年に生産技術の革新のためドイツ人技術者を招聘(へい)して本格的な生産態勢に入った。ドイツの優秀な技術の導入によって新に設計された双眼鏡が、ミクロン4x15、6x15、アトム6x15、オリオン6x24、8x26、ノバー7x50などであった。オリオン6x24は小型軽量で性能は優秀、後に一三式双眼鏡として陸軍の制式双眼鏡に採用された。

これは将校個人の軍装品の一つとして携帯せねばならぬもので、戦時中は応召軍人の増加に従って需要が増し、生産が間に合わず軍は他の光学会社をも指定して製造を命じた。この双眼鏡は見掛け視界60°、接眼鏡は5枚構成であるがレンズの曲率の強度のものがあり、研磨には多大の工数と技術を要したものであった。戦後輸出品として製造したのは日本光学、富士写真光機、昭和光機の3社のみであったが、その後間もなく製造を中止してしまった。使用した者には愛着のある双眼鏡であったが残念なことである。

大正12年に設計されたノバー7x50双眼鏡は口径比3.7、ヒトミ径7耗という手持双眼鏡としては、明るさも最高のもので、これは海軍の制式として採用された。また陸軍でも航空用手持双眼鏡として採用、後に八九式双眼鏡として陸軍制式に制定されたものもこのノバー7x50型であった。これ等の軍用のものはすべて接眼鏡は単独調節式(I.F.)で、中繰式(C.F.)のものは無かった。これは雨の中でも使用することがあり気密を重視したためである。

ミクロン6x15は戦後外観を改良して製造されているが、現在流行のマイクロ型双眼鏡の原型となった。アトム6x15は戦前より製造を止めた。

軍用光学器械は、すべて秘扱いで一般には知られていなかった。双眼鏡は手持双眼鏡以外に大型双眼

鏡があった。対物レンズの径も80耗、100耗、120耗、150耗、180耗などあり、特殊目的としてはこれ以上の超大型のものもあった。これ等のものには附属としてこれを支持する三脚架、固定托架、架台等があり使用目的によって支持方法も構造も異なり、観測のための旋回には観測者自身架台上に座して運転するような構造のものもあった。殊に海軍用のものは艦船上に据付けられるため陸軍用のように運搬を考慮して設計する要はなかった。

地上目標や海上の船舶などを目標とするものは接眼方向は水平視が良いが、対空用となると水平視のものでは具合が悪く水平目標に照準したとき接眼方向が俯視となるようその角度も20°、45°、60°、70°と目標の距離高度によって決められている。故に対物レンズの径、倍率、俯視の角度、使用目的、設置の方法、架台の種類などその品種は多種多様なものであった。まえ同じ光学要素を持つものでも陸海軍によって製品の形状も異っていた。

以下当時の軍用双眼鏡についてその概要を表に示してみる。

<表1 陸軍用双眼鏡>

名 称	倍率	対物レンズの有効径	実視界	摘 要
一三式双眼鏡	6倍	24耗	9° 20'	オリオン6x24型
八九式双眼鏡	7	50	7° 1'	ノバー型
八九式10種双眼鏡	15	100	4°	
八九式10種対空双眼鏡	15	100	4°	俯視70°
九三式双眼鏡	4	40		ガリレイ式
九八式6種対空双眼鏡	6	60	10°	俯視70°
九八式12種双眼鏡	20	120	3°	
九八式20種双眼鏡	25, 80	200	1° 22" 15'	
二式双眼鏡	8	32	7° 30'	

表1の丸三式双眼鏡は昭和6年に設計されたガリレイ式で歩・騎兵分隊長用として大量に要求されたので日本光学ではベルトコンベアーによる流れ作業によって生産した。この双眼鏡の接眼鏡の凹レンズは、丁度遠近両用の掛眼鏡のように、その内面の半分は凸レンズを貼りこの部分を通して対物レンズの面に盛った目盛を読み取れるようにしたもので、目標の概測距離を知ることが出来る工夫が施されていた。二式双眼鏡は一三式より性能を上げ、尚多量生産に向くようにと戦時中に計画されたもので、プリズムを外部で組合せ像の倒れを調獲してから鏡筒内に納める型式で、米国軍用のBL式と構想相通ずるのも面白い。然しこれは使用するまでに至らず終戦となった。

<表2 陸軍航空用双眼鏡>

名 称	倍率	対物レンズの有効径	実視界	摘 要
手持双眼鏡	7倍	50耗	7°	ノバー型
小倍率双眼鏡	7	50	10°	
10倍双眼鏡	10	70	7°	

小倍率双眼鏡は、ノバー型の視界を拡げ広視界としたもの。尚10倍双眼鏡は更に高倍率を要求され昭和17年に設計されたもので、対物レンズ70耗は手持双眼鏡としては最大のものであった。プリズムは不要部分は極力切りつめて重量を考揮したが、少し重過ぎたので改良型としてプリズムの代りに組立反射鏡式とし重量を減ずると同時に光路をつめて鏡筒を短くし、総体的に小型軽量になるよう改造したが使用までに至らず終戦となった。

陸軍用双眼鏡にはこの外に偵察や弾着観測などに使用する砲隊鏡（ツノ型双眼鏡）がある。塹壕などの中からでも観測出来るような潜望式で鏡筒を左右に開き立体視の浮き上り度を増すことが出来る。

<表3 陸軍用砲隊鏡>

名 称	倍率	対物レンズの有効径	実視界	ヒトミ径
九一式7糧砲隊鏡	15倍	75耗	4°	5耗
九三式砲隊鏡	8	40	6° 15'	5
九八式砲隊鏡	10	50	5°	5
二式角型双眼鏡	8	27	6°	3.3

<表4 海軍用双眼鏡>

(1) 水平視用

名称	倍率	対物レンズの有効径	実視界	ヒトミ径	鋼 要	
7倍稜鏡双眼鏡	7倍	50 耗	7 ° 1	7.1 耗	ノバー型	
8糧双眼望遠鏡	15	80	4°	5.3		
直立式10糧双眼望遠鏡	20	100	3°	5		
12糧双眼望遠鏡	20	120	3°	6		
直立式12糧双眼望遠鏡	17	120	3° 20	7		
夜間用12糧双眼望遠鏡	15	120	4°	8		
水防式12糧双眼望遠鏡	20	120	3°	6		潜水鑑用
15糧双眼望遠鏡	20	150	3°	7.5		夜間見張用
15糧双眼望遠鏡(水雷用)	15	150	4°	10		水雷発射艦用
直立式15糧双眼望遠鏡	20	150	3°	7.5		
水防式15糧双眼望遠鏡	22	150	2° 50	6.8		潜水鑑用
15糧観測鏡	20	150	3°	7.5		
18糧双眼望遠鏡	20.5	180	2° 40	8.8	ターレット式	
	30	180	2°	6	変倍、見張用	

## (2) 対空用

名称	倍率 (倍)	俯視 角度	対物レンズの 有効径 (耗)	実視界	ヒトミ径 (種)	
6種高角 双眼望遠鏡	7.5	45° 60°	60	7° 6′	8	
8種主高角 双眼望遠鏡	15	45° 60° 70°	80	4°	5.3	
12種高角 双眼望遠鏡	20	20° 30° 60° 70°	120	3°	6	
12種高角 双眼望遠鏡	20	45°	120	3°	6	探照灯用

潜水艦用双眼鏡は12種、15種共直立式潜望型で、頭部には反射鏡があり全体が耐水圧青銅製の外筒によって保護されている。頭部反射鏡の前面には対水圧の窓硝子があり接眼部は潜水の際にこれに防水蓋を閉じて緊定し、水中に没するのである。戦時中豫灘で潜航訓練中深さ65米の海底に沈没したイ33潜水艦が約10年後の昭和28年7月に浮揚されたが、これに搭載されていた水防式15種双眼望遠鏡は、外面には全面藤壺が附着していたが接眼部蓋、対物側窓硝子部もパッキングが良好であったため少しの損傷もなく、内部の乾燥状態も良好で眼鏡の見えも眼巾調整・初度調整、俯仰転把(ハンドル)の作動も良好であったと云う。当時の製造技術の水準を示すよい例と去えよう。

当時の光学兵器類に使用する金属材料は、すべて軍の材料試験規格に依るものであり、双眼鏡にあっても接眼部、中心軸などの摺動部には耐磨耗を考慮して黄銅、青銅材を使用、現在のようなアルミ材などは使用しなかった。

段々戦争も末期近くになると、原材料に不足を来した。アルミ系軽金属材料は航空機関係に廻わさねばならぬと云うので、双眼鏡関係も使用の制限を余儀なくされた。眼鏡本体は兎も角として架台などは従来の青銅系を鉄系材料に代替した。鏡体も材料不足の必然的な到来を考慮して鉄板のプレスや熔接、可鍛鉄製としての試作研究もした。当時は現在のような良質のプラスチック材料など無く随分苦労したが、これらを使用するまでには至らず終戦となった。

昭和18年夏頃海軍では双眼鏡の増産について官民合同の会議が開かれたことがあった。官側は海軍艦政本部、横須賀光学実験部、海軍各工廠の光学担当官、民間側としては日本光学、東京光学、国産金属の3社が出席し、会場は豊川海軍工廠であった。筆者も日本光学の双眼鏡関係の設計担当官として出席、2日間に亘り各種課題につき審議が進められた。その際、7 x 50双眼鏡の対物レンズは、レンズ枠にカシメ付けるのが従来の方法であった為、対物レンズのバルサム切れなどを工廠で修理の際簡単に枠より取り出せぬので、是非カシメを止めて押さえ環方式に改めるよう呉工廠より出席の小野崎〔誠〕少佐の要望で早速改造することになった。然し現在作業中の部品についてはネジ切り加工の余裕がなく、押さ

え環の内径を1mm小さくし、対物レンズの有効径を49mmにするとにした。戦争末期の製品に7x49と云う双眼鏡が現われたのはその為であった。7X 50双眼鏡の対物レンズの押さえ環方式はその時以後のことであり、又鏡体にダイキャストを使用したのも国産金属株式会社によってその時始められたのであった。

軍用双眼鏡の検査規格を現在の基準と比較して見ると、その厳格なことに驚く。現在の輸出基準は一般使用者向に制定されたもので軍用とは比較にならぬが、当時のことを思うと現在の基準による製造は容易でもあり、これで充分でもある。

以上軍用双眼鏡について述べて見たが、これによって当時の双眼鏡の様相が察知できると思う。光学兵器としてはこれらはまだ初歩的範囲のもので、最高の精度を要求される測距儀や航空機用光学兵器等多種多様なものがあり、これらの生産に当たった技術者達は苛烈な戦時下、物資や食料の不足と戦いながら全力を尽して増産に取り組んだものであった。遂に敗戦となったが、決して光学に関しては負けたとは思わない。戦後あの混乱した世相の中で、早くも立ち上った光学工業が世界の脚光を浴びることになった所似のものは、これら軍需光学産業の残した貴い賜物に外ならない。

次に参考として、昭和18年当時の海軍双眼望遠鏡の一部を抜粋して記した。尚増産の為一部の項目について低下修正した（規）規格というものがあって、これによる製品には（規）の表示を附して正規のものと区別した。

参考（要項のみを抜萃した。機種は主要のもの）  
海軍用望遠鏡（又ハ双眼鏡） 購買規格

本鏡ノ製作ハ艦本図光〇〇〇ニ依ル外本規格記載ノ諸試験検査ニ合格シ左記各号ノ（光学的諸性能）条件ヲ具備スルヲ要ス

本鏡ノ製作ニ要スル金属材料ニ関シテハ官ノ承認ヲ得海軍造船造機造兵主要材料試験検査規則ニ依リ海軍監督官ノ検査ニ合格スルヲ要ス

一、光学的性能

ハ 彩 鏡	ロ 視度調整	イ 眼 幅	ロ 接眼鏡ノ 焦点距離	ハ 対物鏡ノ 焦点距離	ニ 視線方向	四 射山瞳径	白 実視界	白 倍 力	ロ 対物鏡ノ 有効径	イ 性 能		規 格	
										鏡	角		
鮮明度並ニ観 測上影響ナキ モノ 橙色・薄墨色ノ二色	目盛ノ偏位 〇・三以下	五八一 七二		一八五耗		右 全	右 全	五 七	五〇耗	七倍 鏡	兵		
	全上	全上		二八五	俯視 四五度	八	八	七・五	六〇	六 角			
	全上	六〇一 七二	一六・六	四〇〇		五・三	四	一五	八〇	八 眼			
	全上	全上	全上	全上	俯視 七〇度	全上	全上	全上	全上	八 双		器	
	全上	五八一 七二	二四	三六〇	俯視 四五度	五・三三	六	全上	全上	八 双			
	全上	六〇一 七二	三〇	六〇〇		六	三	二〇	一二〇	十二 眼		名	
	全上	五八一 七二	全上	全上	俯視 二〇度	全上	全上	全上	全上	十二 高			

ニ 視界中央ノ映像状況

映像ハ平坦解明ナルペン湾曲、歪、色収差ヲ認メザルコト

三、使用光学硝子

(i) 透明度良好ニシテ且ツ湿度及び腐蝕ニ対シテ強力ナルベシ焼鈍ハ充分ニ施シ歪ヲ除去スベシ

(ii) 気泡脈理不熔解物ハ若干ノ存在ヲ許スモ鮮明度ヲ害シ目標誤認ノ憂アルモノハ不可ナリ

四、測定ノ精度及其ノ他

(i) 鏡玉類ハ性能發揮ニ充分ナル研磨ヲナシ平球面共原器ニ適合サス可ナリ(但シ極微細ナル疵ヲ許ス)

(ii) 焦点目盛ハ図示ノ如ク彫刻又ハ腐蝕シ対物鏡ノ焦点位置ニ固定スベシ 目盛線ノ断絶又ハ濃淡ハ不可ナリ

測定ノ種別	兵器名	
	兵	器名
項目	七倍稜鏡	六種高角
線ノ太サ	八種双眼	八種高双
刻線ノ太サ	八種高双	八種高双
硝子外徑	八種高双	八種高双
硝子厚ミ	八種高双	八種高双
目盛調整	七種双眼	七種双眼
目盛照明	七種双眼	七種双眼

目盛調整ハ按眼間隔六三耗ニ於テ水平トナス 但シ鏡管垂直軸ニ対シ目盛ハ七倍稜鏡ニ於テ三〇分其ノ他ハ一分以内ノ倒レヲ許ス

目盛照明 球ハ目盛面ヲ一様ニ照明スベキモノニシテ他ニ漏光シテハナラナイ

(v) 映像

視差	視測距離	突出差
映像ト目盛トノ視差ハ左記視測距離以上ニ於テ何レモ五秒以下ナル	一、〇〇〇米以上	左右接眼鏡ノ突出差ハ七倍稜鏡ハ一、〇〇〇米以上其ノ他ハ二、〇〇〇米以上ノ目標ニ調整シタ時〇・五耗以下ナルコト
	二、〇〇〇米以上	
	五、〇〇〇米以上	

傾斜	共倒レ	左右光軸ノ変量	左右差	高低差	倍力差
映像ハ一分以上ノ傾斜ナキコト(但シ七倍稜鏡ニ於テハ二〇分以上不可)	映像ハ一〇分以上ノ共倒レナキコト(但シ七倍稜鏡ニ於テハ二度以上不可)	眼幅調整範圍内ニ於テ左右光軸ノ変量ハ高低差一五秒以下、左右差ハ外方零内方一分以下ナルコト	左右零内方二分以下)	左右光軸ノ高低差ハ一五秒以下(但シ七倍稜鏡ニ於テハ一分以下)	左右映像ノ倍力差ヲ認めザルコト

(イ) 眼幅目盛八〇耗(注、不詳) 以上ノ誤差ナキコト(六極高双)

(ロ) 視界中央ニ於ケル分解能ハ普通視力ノ肉眼ノ七分ノ一ナルコト(七倍稜鏡)

(ハ) バルサム接合部ノ着色塵埃油氣ヲ認めズ又強固ニ接合セラルル永年使用スルモ変化ヲ生ゼザルコト

(ニ) 鏡内清浄ヲナシ塵埃油氣湿気等が附着シ居ラナイコト

(ホ) 鏡管使用ノ水防油潤滑油ハ不揮発性ニシテ摂氏五〇度ニ於テ流出セザルコト又氷点下

二〇度ニ於テ凝固セザルヲ要ス

(ワ) 照準器望遠鏡ノ各照準線ハ認差ナキコト(十二極高双)

#### 五、耐熱試験

摂氏五〇度三〇分間加熱後ノ異状ヲ認めザルコト

#### 六、気密試験

三封度三〇分以上加圧後気圧低下ヲ認めザルコト、水防油等ニテ気密不良ヲ誤魔化スハ不可

#### 七、鏡管内部乾燥検査

ドライアイイスニテ対物外面ヲ適當時間冷却スルモ内部ニ曇リヲ生ゼザルコト 尙対物部内側ニ乾燥試験紙ヲ装着セヨ

#### 八、振動試験(衝擊試験)

鏡管ヲ水平垂直ノ位置ニテ十分間振幅一〇耗振動数毎分二五〇回以上ヲ与ヘテモ機構ニ変化ナク且ツ光軸変量上ノ高低左右差ヲ認めザルコト

(蘇逵洋行機研部誌)



## 双眼鏡製造今昔の記

### 1. 第2次大戦中における光学研磨剤等の国産化について

戦中は光学研磨に必要な資材、例えばベンガラ(酸化鉄)、砂かけ用エメリー(800番以上の微粉)や、芯取砥石、カナダバルサムのようなものは殆ど輸入品で、カナダバルサムはメルク社製、その他はAO社(アメリカン・オプティカル社)製のものであった。荒摺用のカーボランダムのようなものは大和産の天然金剛砂で代用できたにしても、殆んどが輸入品のままで戦争に突入してしまったのであるから、これらの国産化は重要な問題であった。

戦争が始まった翌年、すなわち昭和17年春、呉海軍工廠砲煩部光学工場(当時、私(海軍少佐)はこの工場の主任であった)で、手持の諸材料を調査したところ、光学研磨関係副資材(研磨材、芯取砥石など)は1年分位(ただしバルサムは数年分あった)しかなく、それも前記のように殆んどが輸入依存品で、わずかに金剛砂のみが国産品であった。

早速海軍艦政本部に連絡し、艦政本部に何等かの対策をとる必要があるのではないかと進言し、実情を調査してもらったところ次のようなことが解った。

日本光学工業(株)では、ベンガラはしゅう酸鉄系(これは硫産鉄系のベンガラに比し切削力すなわち研磨力が強い)のものを自作しているが、他の供給するほどの余力はないとのことであった。

砂かけ用微粉は、東京光学機械(株)が名古屋の不二見工業(株)に研究試作を依頼しており、これが軌道にのれば全光学会社に供給できる見通しであった。

在庫状況は、大体バルサムは各社とも割に沢山持っていて当分問題はなさそうであったが、ベンガラ、芯取砥石は国産化を急ぐ必要があった。勿論アルコール、エーテル、木綿布、ピッチ(アスファルト)のようなものも必要ではあるが、これらは光学関係での使用量は全体からみてそれほどものではないので、なんとかなる見込であるとのとどであった。

以上の情勢の結果、ベンガラと芯取砥石の国産化は、呉の光学工場担当という指示を受けることになった。

#### 1.1 砂かけ用微粉

不二見工業の初期の試作品は、当然のことながら全く使いものにまらなかった。しかし、回を重ねるに従って良くなり、なんとか使える程度になってからときどきレンズ面にキズが入るという問題が起った。たとえときどきでもキズが入ることになると使用できないわけで、これを解決しない限り試作完了にはならまい。あれこれやってみたが、どうしても解決できず、結局問題は東京光学の技術研究部に持ち込まれ、顕微鏡で問題の微粉をみたところが、大部分の砥粒は角が丸いのにごくわずかではあるが非常に鋭い角のものが混在しているので、原因はこの鋭い角を持った少量分子と推定した。それではどうしてこの異分子を除去するかとなると、大きさ重量に差がないものをただ鋭い角があるという点だけで分離することは物理的には不可能である。結局製造工程でポールミルをていねいにかけるのがよいのではないかということになった。試してみると今度は鋭い角のある砥粒は顕微鏡下で発見されず、試用の結果も全くキズがつかず大成功であったが、問題は量産するために必要なポールミル用の大きな石である。

この石は東京光学が朝鮮で入手して供給し、やっと量産ができる態勢が完了した。

以上のような経過で沙かけ用微粉は軌道にのり、戦後も続いている。

## 1.2 ベンガラ

光学研磨用ベンガラの国産化といっても、当時はどこから手をつけてよいのか皆目手がかりもなかった。調査で解ったことは硫酸鉄あるいはしゅう酸鉄を焼成して作ればよいということ、後者の方が前者より研磨力が大きいという程度のことであった。

原材料の入手し易い点でいうと、しゅう酸よりは硫酸であるから多少の能率の低下はやむを得ないということで、一応硫酸鉄系ということになった。

さて、どこで作るかということになり、広島県内にベンガラを製造しているところはないかとさがしたところが、うまい工合に徳川時代から「くつわ印ベンガラ」という船や建物用塗料に使うベンガラを作っている戸田工業(株)という会社が広島にあることが判った。早速戸田工業社長に工場にきてもらい、使用中のAO製ベンガラを見せたところが「こんな色の悪いベンガラは塗料としては出せないし、作ったこともない」という次第で、前途多難を思わせた。このとき判ったことは、

イ 塗料用ベンガラは硫化鉄鉱(俗称ローハと呼ぶ由)を炭焼がまのようなかまで焼き、谷川の水でざっと水簸(すいひ)して爽雑物(きょうざつぶつ)を除去する。

ロ 塗料用ベンガラの原料である硫化鉄鉱は、広島郊外北方の山に豊富にある。鉱床を掘りつくすと他の鉱床に移り、焼成窯も移築する。燃料は附近の木を伐採して作った薪である。水簸や生活の関係で焼成窯はなるべく谷川の近くに作る。

というようなことで、日本光学が研究所の電気炉で、試験坩堝の中の純度の良いしゅう酸鉄を入れ、白衣を着た研究員がスイッチを入れたり切ったりしている光景とは全く違っている。これは野に臥す全くの原始産業である。とりえは、とにかく何十年とベンガラを扱っているから、色で大体の焼成温度が判り、焼成条件をどう変えるとどんな色のベンガラができるかという経験と、ベンガラで赤く汚れることを全く気にしないことであった。あくまでも焼き上がったベンガラの色を基準とした話で、塗料用の色鮮やかなベンガラは焼成温度が低く、見本に出した研磨用ベンガラの焼成温度は相当高く、700°C~800°C位ではないかとのことで、とにかく入手し易い硫酸鉄を使い試作してみようということとなった。幸いにして、当時の広島高等工業学授の教授に技術相談のできる人もいるとのことなので、是非技術指導を受けるようにと見本を持って帰ってもらった。何回か試作の後、ガス炉を使ってこれならば実際に使用できるという程度のベンガラが焼成できるようになったが、困ったことには水簸後の乾燥工程でゴミが入り、キズの原因となることであった。ゴミの入らないような建物を建て、人工で乾燥するとなると、戦時下ではとても無理な話である。結局ビン詰にして未乾燥状態で供給するようにはということになった。

量産となると、原料の硫酸鉄をどこからか多量に入手するか、自分で作らなければならない。丁度幸なことに、八幡製鉄系列会社の中で鉄板の錆落とし槽(小さいプール位の大きさがあり、錆を除去するのに稀硫酸を使っている)の底に硫酸鉄が沢山沈殿するので、年に何回か大掃除をしなければならぬのだという話が伝わって来た。場所は北九州なので、広島ならば丁度船で運べるという便利な所であった。早速艦政本部から八幡駐在の監督官に連絡をとり、錆落とし用の酸洗い槽の沈殿

物を戸田工業に払下げて頂くように手配をして貰った。これは昭和18年夏で、試作着手から了度1年を経ていた。

戸田工業では、この研磨用ベンガラを美光という商標で登録し、戦後もしばらくの間この美光印ベンガラは研磨業界で使われていた。

昭和30年頃から新しい研磨剤として、酸化セリウムや酸化トリウム(酸化トリウムは若干の放射性があるのでその後製造中止)が輸入されるようになり、ベンガラは全く過去のものと化した観がある。

### 1. 3 芯取用砥石

呉工廠の光学工場は吉浦に近く、光学工場から国鉄吉浦駅に通ずる道路沿いに約2キロ位行くと、海側に呉砥石製作所という各種金属用研削砥石を作っている会社があった。電話で問い合わせたところ、光学用の研削砥石は作ったことはないが、作ればできると思う、とのことなので早速光学工場に来て貰い、芯取作業を見せ、見本として芯取用砥石を渡した。約3カ月で完全に使えるものができるようになり、早速各社の注文に応えることができた。

### 1. 4 光学研磨用ピッチ

光学研磨用ピッチと称しているものは、実際はアスファルトである。一般には石油精製の残滓物として大体道路工事に使用されているものである。戦前戦中日本石油が供給していたようであるが、光学業界で使用する量は僅少なものであったから入手の不安はなかった。ただ困ったのは針入度(固さ)を指定しても、その通りの品質のものは入手できず、各社とも光学工場の片隅にピッチ4釜を設置し、これに圧縮空気を導き、いわゆるプローン・アスファルトを自製した。多分この状態は昭和30年頃まで続いたように思う。そのころになると、光学研磨剤を供給する企業も軌道にのり、光学研磨用ピッチ(アスファルト)も針入度を指定すると、大体それに近いものが入手できるようになった。

ところがこの研磨用ピッチについてもう一つ大きな問題があった。それは戦前戦中もそうであったが、光学工場が本建物で暖房だけでも完備しているという企業は少なく、多くの光学工場は木造で暖房にはストーブを使っていた。このような木造建築の光学工場が一番困るのは、研磨用ピッチを夏用、冬用とその工場に適したものを2種類準備しておかなければならないことと、切換時を誤らないように、天気予報官なみの気温予知持力が研磨職長には必要であったことである。己の勘が狂うと切換時に少なくとも半月は研磨作業が混乱し、良品は出て来ない。これが春秋あるのであるから、大変な損失であった。そこで熟練した研磨工の中には、自分用のピッチ鍋を持っていて、誰にもさわらせなかったというような話さえ伝わっている位である。

さらに冬用ピッチを使っても、最低気温が5. C以下となるような厳寒期には、始業時から2時間位すなわち午前10時頃までは暖房効果が出て来ないので作業ができない。強いて研磨をすればピッチが硬過ぎて、レンズにキズが入ることがある。このような場合には、研磨皿を作為終了後戸棚に入れ、終夜電灯をつけて保温しておくとか、研磨作業を始める前に研磨皿を温水浴して緩めるとかそれぞれ苦心の策をやるわけであるが、どうしても無作業のための損失が生ずる。

また、酷暑の候も夏用のピッチでもどうにもならないほど軟化してしまうという日があるし、風の強い時には窓を開けるとホコリが入り、キズの原因となるので窓を開けられないというようなことで能率がガタ落ちということになる。

木造工場では夏冬共に（当時は冷暖房、空調設備が今日のように開発されていなかったのも原因であるが）研磨作業の能率を維持することは不可能に近かった。昭和35年頃になると、本建築の光学工場が増し始め、冷暖房機器、空調設備の開発普及と相俟って、夏用、冬用ピッチの使い分けや、専用ピッチ鍋などということは過去のものとなると共に、研磨条件が変わらないことや、研磨剤として前記のような研磨力の大きい酸化セリウム、酸化トリウムなどが普及してきたので、画期的に能率が増大し、光学日本の花が開くこととなるわけである。

なお、特殊研磨（例えば屋根型プリズムの90°の稜線で糸面取りも許さまいような場合、普通のピッチで90°の面を磨くと稜線にこまかいピリが入り不良品となる）には、木材を乾溜して作ったウッドピッチが使用されていた。航空光学兵器例えば爆撃照準器、偏流測定器などにこのような屋根型プリズムが一部使用されていた。従って、このウッドピッチの国産化の話も出て、昭和19年頃から松根油を採取した残溜物を利用して、ウッドピッチ国産化の研究が為されたが、終戦まで成果を得るに至らなかった。

## 2. レンズ作製の各工程について

レンズ型押し技術が開発されこれが全面的に採用された結果、わが国の光学産業にどれ程貢献したかについてはすでに述べた通りで、この正確精密な素材があったればこそ戦後輸入されたカーブゼネレーターの能力を100%発揮させることができたといっても過言ではない。

### 2.1 荒摺り

研磨作業を標準化する場合、どこから標準化しなければ品質が安定しないかという点、品質管理の定石通り光学硝子の屈折率、分散能からであることは勿論であるが、実際の作業工程では荒摺りの標準化と作業がその通りであるかどうかで勝負が決まってしまう。カーブゼネレーターが普及し始めたのは昭和30年頃からで、それまでは最も腹の減る力仕事で荒摺り作業であった。

腕力で荒摺りをやっていた時代、標準作業をやってみると、驚いたことに3時間で荒摺り皿の曲率半径は完全に狂ってしまうという発見で、欲をいえば、午前2枚、午後2枚の皿を用意しておかなければならないということであった。従って、皿修正を如何にするかが大問題となった。と同時に、それまでの荒摺りが如何にいい加減なものであるかが解った。何故荒摺りで勝負が決まるかという点、要するに荒摺りでの切削量が時間割に最も多いからである。曲率半径にしても肉厚にしても、荒摺りで所要寸法に近いものを出し、砂目も揃えておかないと砂かけ以後の工程では修正できないこともある。実験してみると、砂かけで1,000番工程から研磨完了までの両工程での寸法の変化は0.01mm前後である。換言すれば、完成品指定寸法に対し厚さで+0.01mmで砂かけに回すと研磨完了で丁度の寸法となり、砂かけ工程から再作業をすると1回毎に厚さが-0.01mmとなるということである。

荒摺り作業の標準化の場合、研磨1回で合格する良品率と砂かけからの再作業を平均何回やるか、

仕上り寸法に対する許容誤差などを勘案して、荒摺完了時の肉厚、砂目などを指定する必要がある。今日ではカーブゼネレーターが普及しているので、作業条件だけを指定してその通りにカーブゼネレーターをセットして操作すれば曲率半径、砂目、肉厚など黙っていても定ってしまうが、切削用ダイヤモンド砥石はボンドにもよるが、意外に早く摩耗し切削条件、従って仕上り曲率半径、肉厚なども変るから注意を要する。

## 2.2 砂かけ

荒摺り工程の次に切削量の多いのは砂かけ工程である。しかし、前述の通り切削量は0.0Xmmという程度であるから多いともいえないが、肝腎な点は最後の研磨工程は艶出しといってもよい位で、曲面、平面を問わず面そのものの性格を最終的に定めるのは砂かけ工程であるということである。また、次の工程を考慮し、適当な補正をした面に仕とげておく(砂自を揃えることは勿論であるが)ということである。例えば仕上りが平面である場合でも、砂かけ完了時の面は平面であってはいけないということで、適当な補正とは例えば砂かけ完了時までは中央部が若干くぼみ、紅皿が平面ならば周辺より砂目が抜け始め(ということは周辺部の方が摩耗量が多い)、中央部の砂目が抜けたときに丁度平面が出ている位の補正量のことである。現在は、恐らく砂かけ工程と研磨工程と分業になっている所が多いと思うが、分業当初はAさんのやった砂は研磨が楽だが、Bさんのは研磨しづらいなどという話があったのは、この辺の呼吸が合っているかいけないかということではなかったかと思う。

このように砂かけ工程は大切であるから研磨工程と密接に連絡をとり、荒摺り以上に皿の修正管理を厳密にやって、常に標準快感の作業ができるようにしておく必要がある。

適当な補正を応用して、1個磨きのレンズを3個貼りにした実例がある。7x 50の開き玉の片面は、曲率半径の関係で当時(昭和17年)はどこでも1個磨きであった。戦局の要請で5倍の増産が要求され、光学工場1棟を増設する計画もあったが、そのうちに戦局の推移で建物の間引きが始まり、増築どころではなくなった。しかし、増産要求は一層強くなり、1個磨きが3個貼りにならないかと考えた結果、研磨工程で周縁部より砂目が抜け始め、現上の部分の砂目が抜けたとき経曲率半径がニュートン3本で仕上るように砂かけで補正することに成功。研磨時間は50%増しで一挙に3倍に増産ができ、増築をしなくて結局5倍の増産ができるようになった。

勿論、荒摺りなども砂の補給を自動化(上皿に適当な間縮で直径10mm位の孔をあけ、上皿上面の周辺に土手のような障壁を作り、その中に荒摺り用砂と水を供給してやる)して1人で何軸も受持つなどの工夫をした。これも成功したが、皿に孔をあけることに対して現場から大きな抵抗があった。理由は今までに孔のあいている研磨皿など見たこともない、というのであったが、やってみて工合いがよいので反対の声は自然になくなった。さらに、食糧不足の折、力仕事がなくなったので、むしろ喜ばれるようになった。

## 2.3 研磨

研磨についてはピッチ、ベンガラの各項で大部分述べたので省略するが、考え方として研磨というのは砂目抜き艶出し工程で、研磨によって面を出すと考えない方が無難である、ということを経験

調しておきたい。もし、面のニュートン縞模様が崩れたならば、余程の研磨の名人でない限り砂かけからやり直した方が早い位に割切った方がよい、ということである。

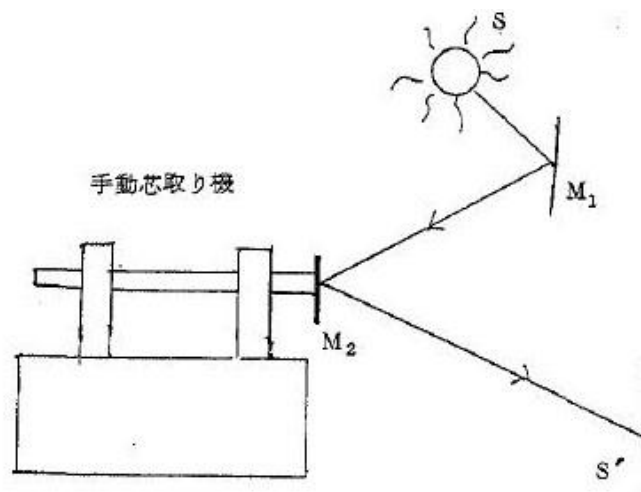
## 2.4 芯取り

現在では、ベルチャック型自動芯出し芯取機（昭和27年頃輸入）が普及して、Z係数を満足している限り手動芯出し芯取機の必要はないが、どうしても手動機でないと芯取りできないものもあるので、今もって手動機が使われている。自動機の精度は製造者が保証しているのであまり問題はないと思われるので、手動機を中心に若干述べてみたい。

### 2.4.1 手動芯出し芯取機（芯取機）の精度

芯取機の修理が済んだときや、新しい芯取機が職場に設置されると、その職長は天気の良い日を見て精度検査をしていた。その方法は図に示すよう彼独得のもので、彼も親方から伝授されたものようであった。

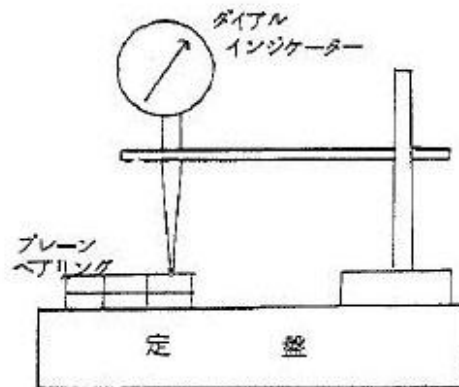
検査しようとする芯取機継のレンズ貼付部分に平面硝子 $M_2$ を、 $M_2$ の外表面（貼付面でない方の面）が芯取機の回転軸に直角になるように貼付ける。彼は窓辺に鏡 $M_1$ を持って立ち、太陽光線を $M_1$ で反射させ、回転している $M_2$ の外表面に当てるようにする。そうすると回転鏡 $M_2$ で再び反射された光線は壁面にユラユラと $s'$ なる明るい光の像を作る。彼はこのユラユラと動く程度で、芯取機の精度を判定しているのであった。



彼が合格と判定した芯取機と不合格にしたものを分解し、検査してみたところ次のようことが判明した。

当時の芯取機は、ベアリングがプレーンベアリングが多かった。（今日ではラジアル、スラスト共にボールベアリング、あるいはニードルベアリングなどを使用し、精度の向上と耐久性の増大を図っている）彼が合格と判定した芯取機のスラストベアリング（2枚構成の真鍮プレーンベアリング）は、厚さの精度が $0.002\text{mm}$ 以内のものであった。

これは、下図のようにして測定したものである。



上下のプレーンベアリングを互に別方向に回転させ、任意のどの位置で測定してもダイヤルインジケータの振れが0.002mm以内になるように2枚のプレーンベアリングをラッピング仕上げすればよいわけで、このような作業は光学工場にとっては手慣れたものである。そこでそれまで工具工場で修理を担当していたが、以後プレーンベアリングの摺合せだけは光学工場が分担したところ芯取機の修理品で彼の検査に不合格になるものはなくなった。

このように整備した芯取機の精度はどの位持続するか、毎月精度検査をしてみたところ、毎日8時間作業で3カ月単位であることが判明したので、残業なども考慮し3カ月使用したものは定期修理をすることとした。これによって、芯取作業は安定した。

#### 2.4.2 芯取りの精度

以上のように整備した芯取機で、芯取り作業をやると、どの位の精度に芯が出ているのであろうか。

手動で、芯をおす方法で最も精度が高いとされる3点留（被加工レンズの表面、裏面の各反射像と中心を通る透過光による像の3つの像が静止するように被加工レンズを芯取機軸に貼付すること）をやって芯を出した場合、偏心量は0.22mm以内（ただしレンズ径15-30mm位）で、この数値は大體Z係数の条件のよいものでの自動芯取機の加工精度と似たものであったように記憶している。

以上のように芯取機械のスラストベアリングの精度を向上し、また定期修理することにより芯取作業のQCの基礎ができ（昭和25年頃）たので、さらに同様なことをレンズ鏡枠加工用旋盤にも適用し、好結果を得た。

#### 2.5 プリズム加工

プリズム加工は、レンズも同様であったが初期は四角いブブロックから切断するのであったから、最初に寸法決めをする荒摺りは大変な力仕事であった。また、丸めの工程も片べりしないよう指定の曲率半径に仕上げることは、単調な仕事の割に気を抜くことのできない、誰からも歓迎されない仕事であった。従って、プリズム加工を機械化しようという思想は相当古くからあったようで、昭和15年頃呉海軍工廠光学工場には三伸製作所（東京・板橋）製のプリズム角加工用の機械が、多分試作であろうがホコリをかぶって1台工場の隅にあった。どうして使われていないのか調べてみる

と、全体としてきゃしゃであること、また、芯取り用砥石なので切削力が少なく、時間がかかり過ぎることなどのためであった。

戦後、ロータリー式の研削盤を使ってそれまでの荒摺り作業に代える試みがなされ、それを大々的に実験しその成果を公開したのは財団法人日本双眼鏡開放研究所であった。すなわち、昭和35年より数年間にわたる研究で、治具による精密機械加工方法を完成し、それまでの手作業を全く必要とせず、しかも大量に高精度の加工が短時間にできるようになった。従ってコストダウンもできた。これによってそれまでの路は一挙に解決して、双眼鏡の量産が可能になったといっても過言ではない。

## 2.6 コーティング

コーティング（増透処理）によってレンズやプリズムの透過面の反射が少なくなることは知られていたが、実物がわが国に紹介されたのは昭和16年頃、当時の独乙潜水艦で使っていた光学兵器の光学部品が青藍色をしているということからであった。

横須賀海軍工廠光学実験部では、明るさを自由に加減できるようにした実験室（奥行40米位）に、増透処理をした双眼鏡と処理をしていない双眼鏡を設定し室内の明るさを加減して目標視認の難易の実験を繰り返したが、結果は矢張り増透処理をしたものの方が良いことを証明した。殊に、たそがれ時に特に効力を発揮することが確認された。

弗化マグネシウムを蒸着することとは解ったが、 $10^{-5}$ mmHgという高真空を、しかも短時間に得られるような強力な油拡散ポンプは、わが国には当時なかった。油拡散ポンプといえばせいぜいヒックマン型で、今日の金属製のものとは性能において比較にならない微力なものであった。時局重大の折、とにかく眼だけに頼つての戦争なので、それでもなんとかしなければと昭和17年秋、光学実験部に海軍各工廠の光学工場、民間光学会社より技術関係者を集め、光学実験部側が増透処理についての理論の方法について講習会を開いた。終了後、各自ヒックマン型油拡散ポンプ（硝子細工で折れ易かった）を板にくくりつけ、破損しないよう折りながら帰路につきことになった。

油拡散ポンプで $10^{-5}$ mmHgを求めるとなれば、ロータリーポンプで $10^{-3}$ mmHg位までの真空にする必要があったが、当時のロータリーポンプは余程出来のよいものでないと $10^{-3}$ mmHgに達しなかったので手持のロータリーポンプで果して間に合うか、新品を買ってもそれだけの性能のものに当たるかどうか甚だ心細い話で品あった。となると、弗化マグネシウム蒸着による増透処理の実現は見込み薄であり、それに代る方法はないかということになった。便法としては1規定濃度位の硫酸で光学硝子を煮るとSi以外のものは溶解して表面にSiの薄膜が残り、この薄膜が蒸着した弗化マグネシウムの薄膜と同僚の増透効果があるようであるということで、酸処理のことを頭において、ヒックマンを下げそれぞれ帰路についたのであった。

実際には、やはり真空蒸着はできず、酸処理をやらざるを得なかった。

酸処理をやってみて解ったのは、BK7などは研磨直後ならばある程度の酸処理は受けつけるが、研磨後1カ月も経ったものは1時間煮ても2時間煮ても全く受けつけないくらい強い膜が表面にできてしまうことであった。その点フリント系の光学硝子は大体20分位で素直に酸処理が完了、薄膜の干渉色もBK7よりも色鮮やかな青色に近いものであった。しかし、弗化マグネシウムの蒸着薄膜の



足下にも及ばないものであった。結局、戦争には間に合わなかった。

戦後、金属性油拡散ポンプの技術が導入され、それに使用する油も改善され、またポンプも大型となり往時真空で苦勞した話は夢物語となってしまった程の大進歩を遂げている。また膜も単層から多層となり、蒸着する物質も多様化して来ているのが現状である。

## 2. 7 墨塗り

レンズやプリズムの周りの砂目部分を黒く塗り、内部反射を防止する目的で行うものである。

対物レンズ側から内部を見て、レンズの面が何となく白っぽく見えるのは、レンズの縁塗りをしていない場合に多い。縁塗りがしてあると内部がしっとりとした黒のヌレ羽色ではないが、何となく黒く落ついて見えるものである。勿論、鏡筒内部が艶消し塗装されているとしてのことである。

## 3. 鏡体部品の材料とその作事工程について

### 3.1 鏡体部品の材料

各部品は、初めの頃はアルミ合金の砂型鋳物や挽物は真鍮、アルミの丸棒が多かった。

昭和17年頃、7 X 50の本体と対物筒をダイキャスト化する試みがなされ、海軍艦政本部の指導で国産金属㈱が試作した。何回か試作したが、結局試作の段階で終わってしまった。

その原因の主なものを挙げると

#### (イ) 切削加工性不良

揚流れを良くするために入れる硅素が炭素と化合して炭化硅素となり、この粒子は硬くてタングロイのバイトでも切削できない。この炭化硅素を生成したものが多かった。

#### (ロ) 加工面に小さい鑄巣が多い

もともとダイキャストは加工しないで使用するものに適しているもので、どんなダイキャストでも一度切削するとアバタだらけのものが多い。そういうものなのであるから、切削するならばその量は僅少でなければならぬわけである。殊に対物筒の内面など遮光線の総加工なのでアバタだらけになってしまったようである。

戦後、ダイキャスト技術は大いなる改善され、また使用材料についても幾多の改良がなされた。昭和30年頃から双眼鏡のダイキャスト化が再び胎動し始め、先ずオペラグラスの本体とその部品などがダイキャスト化し、35年頃にまるとプリズム双眼鏡本体、部品のダイキャスト化が行われるようになった。その後ダイキャストは急速に普及し、しかも精度は上り、今日ではもうごく当たり前のことになってしまった。

さらに最近では、根本的な材料革命ともいえるべき合成樹脂が材料として使用されてきているが、経年変化という問題もあるので、簡単に金属材料にとってかわるところまではゆかないようである。

### 3.2 鏡体・部品の加工について

最近の状況を記すと却っていろいろさし障りもあると思われるので、戦時中のプリズム双眼鏡の生産状況を主として記し、参考に供したい。

### 3.2.1 本体の加工(7X50Z型を例として)

本体の素材は、アルミの砂型鋳物であった。これを加工するには、外形(上下両端の)を正として箱治具に収め、中心軸孔、プリズム座、プリズム座孔、対物筒取付部、同ネジ、接眼筒取付部、同ネジなどの加工は、多軸ボール盤(4軸であったと記憶する)で行った。この場合、一番困るのは砂型鋳物の精度が悪い場合で、戦争が拡大するにつれて熟練者が足りなくなっただけか駄肉ばかり多い、中子がズレているよう鋳物が多くなって困った。

この箱治具加工だと中心軸と光軸の平行度、プリズム座の直角度が確保され、組立調整が比較的容易であった。この箱治具を使った多軸ボール盤加工は、日本光学工業(株)が開発した方法であろう。同じ方法で加工をしていたのは呉海軍工廠の光学工場のみで、察するに呉で7x 50を作るときに日本光学から技術導入をしたのであろうと思われる。

### 3.2.2 挽物の加工

この加工についても日本光学は専用に近い小型ターレット旋盤を開発し、倣(なら)い方式で接眼の多条ネジも簡単に加工できるようになっていた。同じターレット旋盤がやはり呉の光学工場にあり、熟練を要せずに操作できた。

接眼の多条ネジ加工は、焼付塗装の際若干狂いが生じてネジが固くまなるので、これを防止するため焼付塗装後ネジ切りをやったように記憶している。

## 4. 組立調整作業について

戦時中または終戦直後位までについて記してみる。前各項に記したような場合、殆んど熟練者を要せずに作業ができ、組立て品を調整に回してもスラスラと調整作業ができた。

戦時中は、女子挺身隊員が主力となってこれらの作業に当たり、熟練者は僅かによく、他の熟練者はもっと難しい光学兵器生産に振り向けることが可能であった。7x 50 Z型IFの組立て作業も含めて約21分、検査を含め17人か18人の作業で流したように思う。ただしこれは、分角目盛の入っていないIFである。

組立調整作業については、次のような話があり興味あることではないだろうか。

戦争初期、7X50(Z型IF)の大増産計画を立てる必要があった。日本光学、東京光学両者は、他の光学兵器生産で忙しいので、7x 50双眼鏡のようなものはできるだけ他の光学会社で生産することとなった。日本光学の図面を複製して各社に配布し生産を開始したが、6カ月経っても各社月産10台位で昭和19年になってもなかなかできてこない。そのうちに当時の貢上価格1台180円では採算に合わないという声が出てきた。一方日本光学や東京光学では180円で充分採算に合っていることであったが、たしかに100人近い人数をかけて、月10台や20台では採算に合わないであろうことは想像された。

この1台180円という買上価格は、当時の物価、例えばもりそば、かけそばが6銭、市電(今の都電)の片道6銭、光学硝子1キログラム20円に比し相当よい値段であり、決して安いものではなかったが、日給平均1円50銭の人が10人かかって月1台を生産すると、直接人件費だけで1台当たり1.5×25×10=375円になってしまう。何回か会議を開いて検討し、250円ではどうかとなったがそれで

も採算がとれないということで、結局最初の500台は500円、501台目から1,000台までは1台350円、1,001台自以降は1台250円ということに落ち着いたが、新規発注会社で終戦時までに7x50の累計が500台に達した会社は、1社か2社しかなかったように記憶している。

このような違いすなわち一方では未経験の女子挺身隊員が実力でどんどん生産があり、他方は会社の総力をあげてなおかつできないというこの違いは何によったのであろうか。それは部品加工精度の差以外には考えられない。しかも同一図面であるという点を考慮すれば、あとは加工方法の差すなわち適当な加工用治工具があったかどうかということではなかったろうか。

今でいえば生産技術の差というところであろう。今日では想像もできないような話であるが、これは事実であった。

## 5. 冷暖房・空調装置の普及に伴う光学産業の発達

光学研磨作業や、芯取作業が冷暖房・空調装置の普及と本建築の採用により、画期的な進歩をしたことはすでに述べたが、これはまた精密な金属切削加工の能率増進にも大きく寄与している。

既述の通り昭和30年当時、スラストベアリングを0.002mmの精度に整備した機械を鏡枠加工作業などに使用してみると(被加工物の精度は1桁下って0.02mmとなるが)絶大な効果を発揮したが、このような高精度の機会を効率よく稼働させるには従来の木造建築では実は不可能で、まかり間違くと折角の機械を駄目にしてしまうおそれがある。

木造作業場では、冬期など仕事が終わったとき、主軸締付ネジを充分弛めておかないと、温度が下ってスラストベアリングにキズがつくほど主軸が収縮し、一旦収縮すると今度は締付ネジを弛めようとしても固くて動かなくなり、どうしても手がつけられなくなる。研磨作業が冬期は暖房が効いてくる朝10時頃まで作業ができないのと同様、金属工作機械も機械が充分暖まるまでは空転させ、暖まるにつれて締付ネジを少しづつ締め、完全な状態に達するまでにはどうしても2時間位はかかる。締付ネジを弛めておかないとこの空転もできず、強いて回転させるとスラストベアリングを痛めてしまう。

すなわち、精密機械作業では冷暖房、空調はなくてはならない必要設備で、これらが普及した昭和40年頃から本当に精密加工が花開いたといえる。

## 6. 自動旋盤と被加工材料の寸法、材質との関係

ここでいう寸法とは真円度と真直度のこと、また材質とは均一性、被加工性などである。旋盤加工の場合、使用する材料の真円度は加工後もある程度残るものである。ということは例えば真円度の悪い△のような断面の材料を旋盤で切削加工すると、見た目には円形断面であるが△の傾向は残って真円ではない。殊に自動旋盤の場合注意しないと、とんでもない不良品を作ることがある。自動旋盤の場合、真円度は1桁よくなるというのが大体の目安のようである。この意味は、真円度が0.1ならば加工品の真円度は0.01となり、0.01の真円度の材料を使うと製品の真円度は0.001となるということである。

昭和30年頃、某社で鏡枠加工用の6軸の大型自動旋盤を輸入(価格は1台数千万円)することとなった。われわれも晴海の見本市会場で、売約済の札の下っている見上げるような大きい最新鋭機か

ら秒単位で、しかも0.0Xmmという高精度の鏡枠が次々と切削されて製品が出てくるのを見て、壮観というよりもこれは大変なことになったと恐ろしく感じた。殊に下請関係者は、仕事がなくなるのではないかと大恐慌を起したようであった。ところが見本市が済み、機械が引渡されて暫く経つとあの新鋭機が荒取り、突切りしかできず、相変わらずその会社の下請は精密加工の仕事が出て、ホッとしているとの噂が広まってきた。しかもその会社では、高価な機械を購入した責任問題が起っているとのことであった。

察するに、見本市のデモンストレーションでは、その機械を作った国から持ってきた材料を加工したために、精度の高い製品ができたが、機械引渡しが済み本番となってその材料がなくなり、わが国の材料を使い始めたとたんに製品精度が落ちて、材料の荒取り程度の製品しかできなくなったものであろう。従って問題は、当時それほどの太物材料(直径30mm位、長さ3m位か)になると、真円度、真直度、被切削性、均一性などの点で、高速精密自動旋盤用に適した真鍮棒材が、国産では入手できなかったかということであろう。細物(直径10mm以下位)ならば、時計関係のことを思うと充分入手できた筈である。

図らずも、QCでいっている「材料も加工工程の一つと考え、材料が変われば工程に変化があったと同様品質に変化を生ずる」ということを実際に証明したようなものであった。今日から思うと嘘のようであるが、実際の話である。

ローマは一日して成らず、という諺があるが光学産業の昨今の隆盛をみるにつけても、うたた今昔の感に堪えず、なにかの参考になるかも知れないと思い、記した次第である。

(小野崎誠委員寄稿)