

新中国での見学とその科学的考察

大 八 木 美 栄 子

§ 1. ま え が き

1975年6月、著者は中国科学院の招待により、学術と友好との交流を目的とする、第2回日本婦人科学者友好代表団の一員として、中華人民共和国（以下中国という）に出張した。第1回の代表団として1974年に渡ったメンバーは中国科学技術協会よりの招請で、主として物理化学、電気化学とその関連学科の人達だった。中国科学院よりの招待は今回が初めてで、メンバーは化学および生化学の領域から人選を行なうことを中国科学院が希望し、それに基づいて下記の顔ぶれが選ばれ、中国科学院の承認を経て決定された。

日本婦人科学者友好代表団

団長	辻	キヨ	日本女子大学教授	薬学博士	
団員	村田	希久	大阪市立大学教授	理学博士	
	同	新崎	輝子	神戸山手女子短期大学教授	理学博士
	同	山西	貞	お茶の水女子大学教授	農学博士
	同	中西	茂子	日本女子大学助教授	医学博士
	同	大八木	美栄子	調布学園女子短期大学教授	医学博士
	同	山口	静子	味の素株式会社中央研究所研究員	農学博士
	同	蟻川	芳子	日本女子大学助教授	理学博士
秘書 (通訳)	寺田	宏子	日中友好協会（正統）中央本部嘱託		

以上の決定にもとづき、中国科学院からの指示による、著者の派遣出張依頼の公文が、日中友好協会より1975年5月10日付で本学学長西村一郎先

生あてに提出され、出張の許可を得たわけである。この依頼公文によって出張期間は6月24日から7月15日までと決定した。

中国滞在中の日程は、北京とその周辺地区の見学・学術交流を最初に、大寨、鄭州（黄河沿岸地域）、南京、無錫（太湖沿岸地域）を経て上海に至り、毎日午前と午後を殆んど休みなく見学に費し、この間に各団員が1回ずつ自己の専門分野について、最も深く研究し、かつ新しい研究内容に関して講演することが要請されていた。この講演として著者は、最近二、三年来の研究題目として、「環境汚染物質としての、スズの分析とその地球化学的考察」を提出した。7月2日午前8時30分より北京の中国科学院化学研究所において、日本の沿海地区に現在頻発している養殖ハマチなどの魚体の彎曲の現象が、有機スズ化合物に基づくものではないかと考えられることを中心話題として、上記の題目につき約3時間にわたり講演、質疑を受け、討論した。これについては別に専門学術雑誌に投稿中なので、本稿では省略する。

著者は本稿において、中国の各地を見学したさいに印象の深かった2箇所、すなわち鄭州郊外にある黄河展覽館とそこから近い距離にある黄河堤防に出たの黄河の見学、ならびに上海における見学先である光明電気メッキ工場（光明电镀厂，電は電の改字）における見聞とそれに対する化学の立場からする批判とを記そうとするものである。とくに中国の近代化、工業化に伴ない、環境汚染とそれによる公害発生のおそれが増えてきたことが、種々の方面で論議されるようになってきているこんにち、光明电镀厂における有害物質の排出とその処理への努力は、規模こそ小さいが一つの典型として見ることができる例である。

§ 2. 黄河の見学

1975年6月24日に中国民航機（ボーイングB-707）によって羽田を出発し、上海経由で北京に到着した。その後北京での諸行事と見学を終え、さ

らに万里の長城や大寨の見学をすませた上で北京をたち、鄭州に入った。

鄭州飛行場に到着する前、機上から見おろしたときの黄河の印象を忘れることができない。それは眼を遮るものが一つもない河北・河南の平原の上に、黄褐色の竜が身体をくねらせながおおいかぶさり、平原をしっかりと抱えこんでいる姿である。

あとで記すように中国の、いわゆる中原にある人々あるいは国が、古来いかに黄河によって死命を制せられて来たかを考えるとき、この黄竜の見せた力と我儘さと、それに立ち向かう人間の営々たるいとなみとの対比が、殆んど私たちに口を開く余地すら与えないほどの圧迫となって、私たちがうちのめしたのであった。

2.1 鄭州の黄河展覽館での解説

7月6日朝9時、黄河展覽館において、主任者から説明を聞き、展示してある資料を見学した。多数の図および統計表のほか、設備その他の模型が実際に動きながら見学者に展覽されているのが印象的である。

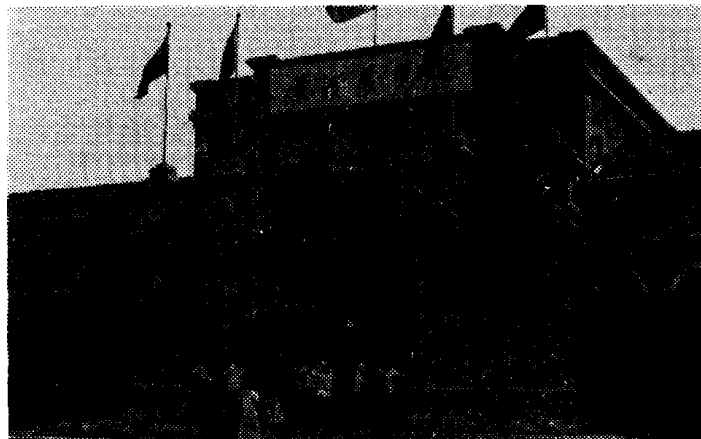


図1 黄河展覽館

古来、中国の民族と文化の母と言われている黄河は、また一方では大規模な洪水と、そのあとに起こる旱魃とによっても有名である。黄河は中国では揚子江(长江)に次ぐ2番目の大河で、その源流は青海省中央部の雅合拉達合ヤホーラダツオ沢山(5442メートル)にある。このあたりはヒマラヤ山脈にも匹敵する山系アの真只中ニで、一時エヴェレスト山よりも高いのではないかと言われた阿尼

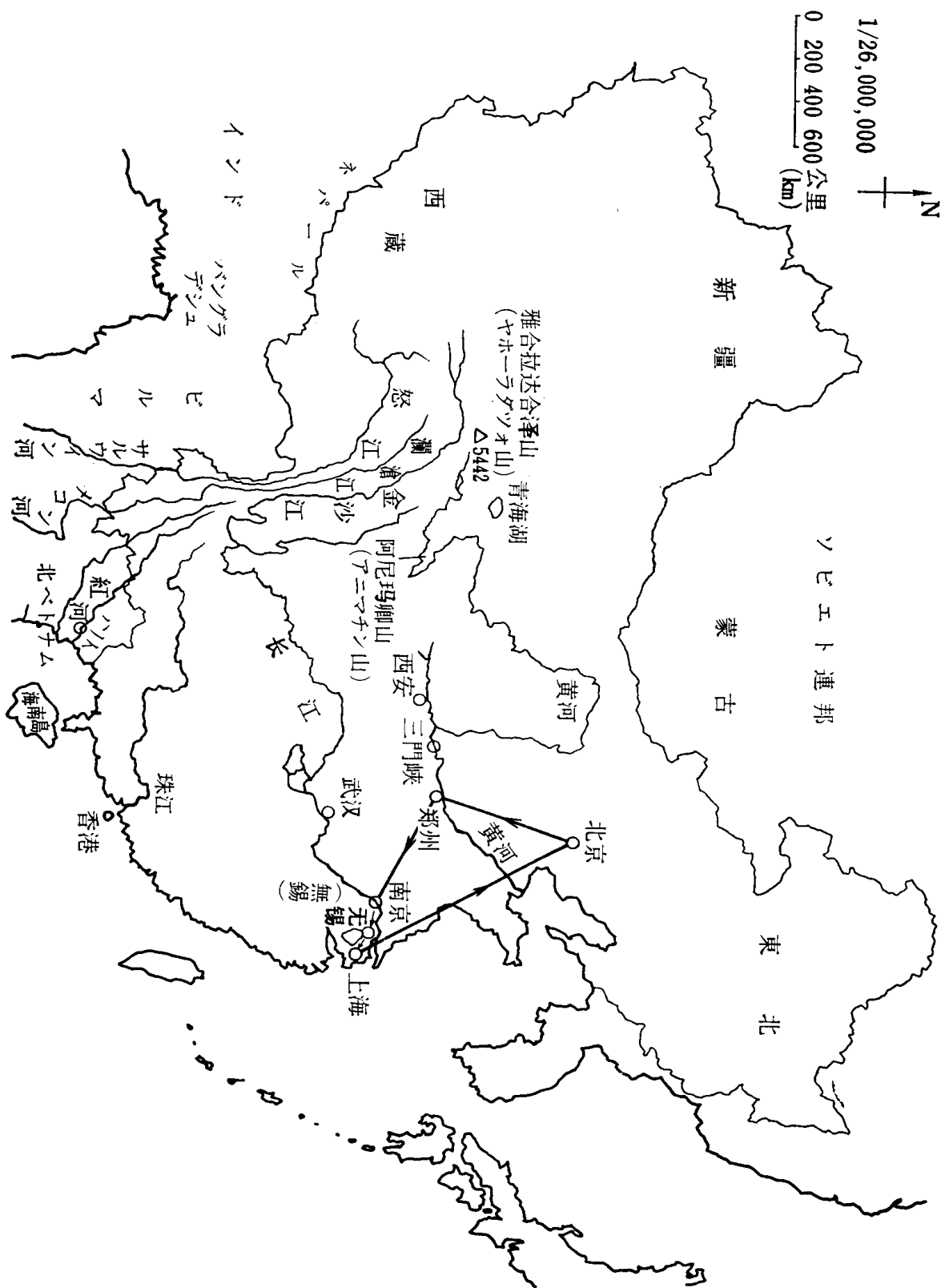


図2 中華人民共和国全図

瑪^{マチン}卿山脈（主峯5094メートル）などがそびえている。（図2）

この源流から黄河は、9省と4自治区を経て、支流を合わせれば5464公里⁽¹⁾（キロメートル）を流れて黄海に達する。その間に曲折する個所は18個所におよぶ。干流面積（全流域面積）は752,400平方公里，流域人口は110,000,000人，耕地は300,000,000亩（ヘクタール）に達する。

黄河の流域は民族の発現地である。伝説では今から4,000年前に、帝舜から黄河の治水を命ぜられた禹（中国では大禹という）が、その部下たちと工事に献身し、13年間というもの自宅の門前を過ぎても入らずに努力して遂に成功し、その功績により帝舜から帝位の禅譲を受けて夏の国をおこしたと言われている。中国の人民はこのように古代から、黄河の治水に心を砕いていたので、その後、秦代、漢代にかけて作りあげた水利施設に加え、唐代にはさらに運河を作った。唐代の首都は長安（現在の西安）にあり、その人口は1,000,000人あまりに達していた。そこで長安よりも東方（黄河としては下流）にある三門峽（西安東方約200キロ）に図3のように

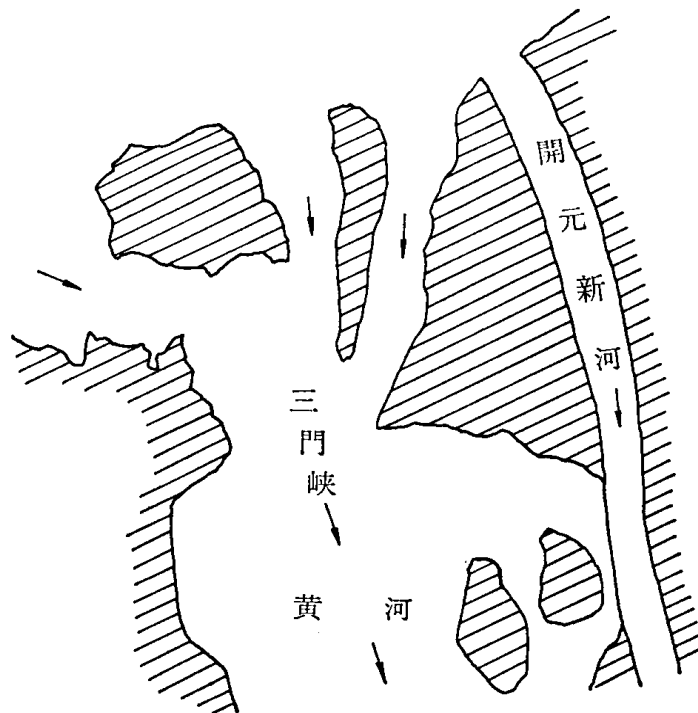


図3 三門峽と開元新河

注(1) 黄河本流のみの長さは4,800キロメートルである。

開元新河⁽²⁾を開くことによって、洪水を防ぎ通船の利を得て、人民は大きな利益を得ることができるようになった。

黄河が流れてくる地帯が黄土でできた高原であることは、よく知られている通りである。洪水が起こると、この黄土が大量におし流されて、さらに一層黄色に濁るために黄河と名づけられた。黄河は昔から約1,500回の水害を起こしており、これによっておし流され堆積した黄土のために、海への出口が北は天津から南は蚌埠まで、26回も変動している。また支配階級の手で、わざと河口が変えられたこともある。

これら水害による被害の大きさは、例えば1942年河南省で起こった水害では、一度に3,000,000人も死亡したのである。また1938年の水害統計表によれば

受害面積 54,000平方キロメートル

受害人口 12,500,000人

死亡人口 890,000人

となっている。この年は日本軍国主義者⁽³⁾が徐州に入って来たため、鄭州にいた蔣介石は河南省に逃げながら黄河の提防を破壊し、これによって日本軍国主義者が来られぬようにした。その結果として890,000人の人民が死んだが、日本人は1人もこのためには死亡しなかった。

解放後、毛主席は1952年に、「必らず黄河を治理しなければならぬ」という指令を出し、黄河の水害と戦おうという姿勢を指導した。黄河の中流部分について見れば、毎年の洪水は长江のそれに比べると20分の1程度であって、さほど大きな規模ではない。しかし人民の黄河に対する恐怖の印象は非常に大きい。その理由は夏期に集中する降雨が洪水として、一気に襲うからであると考えられる。

注(2) 開元は唐の玄宗皇帝のときの年号。

(3) ここでは、主任者からの説明の通りに記述する。中国滞在中に各地で受けた説明その他において、「日本」とか「日本軍」という言葉は一度も使われず、侵略したのは「日本軍国主義(者)」であると言っていた。

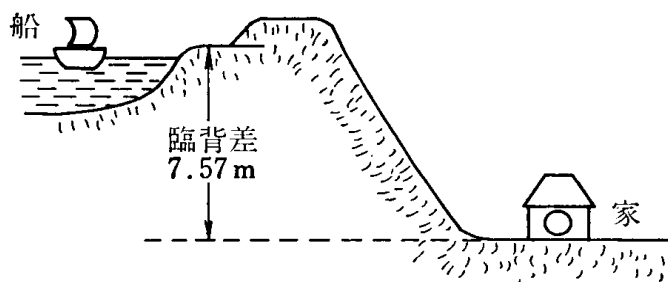


図 4 河南省趙口大堤の臨背差

また下流部分について見れば，中流部分の影響を受けて，水が急速にたまったり，なくなったりする激しい状況を示す。しかも黄河の運んでくる黄土が河底に堆積するために河底が上がり，河南の趙口大堤では**臨背差**が図4のように7.57メートルもある。同様に，山東省の博興大堤では，臨背差が4.5メートルに達している。

解放後に行なわれた黄河治理の方法としては，このような問題が生じないように，

- (a) 大きな堤防をつくること。
- (b) ダムをつくること。
- (c) 水の出口をつくること。

を実施している。また解放後行なわれた特殊な方法とし，T型堤防がある。例えば，千里堤防においては，図5に示すごとく，石とコンクリートで固めた小さい堤防を，斜めに河の中へ突出させる。これに河水は衝突して渦を巻き，その下流につくられたダムへ導かれるので，流れの様相は変

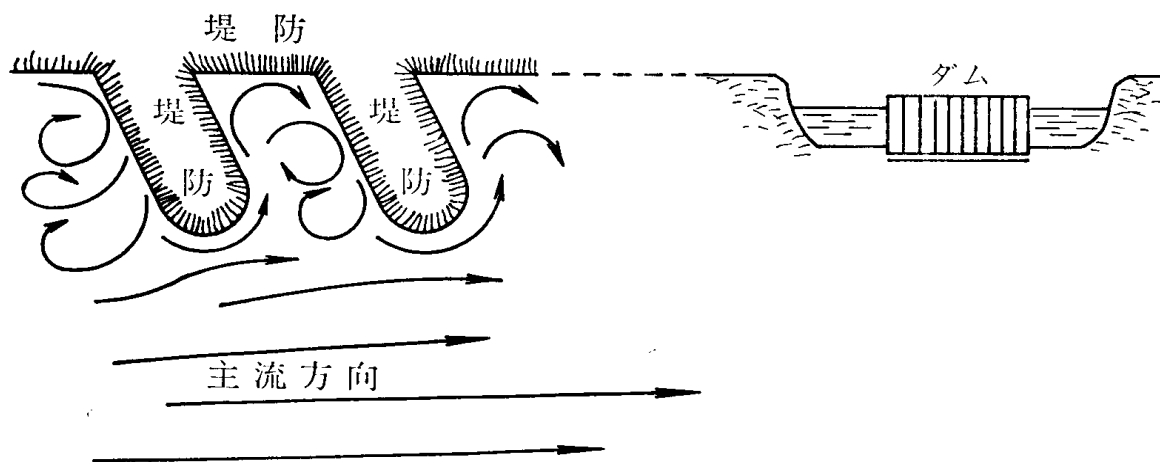


図 5 千里堤防におけるT型堤防

えられる。このような特殊な形の堤防が兩岸に 5,000 あまりつくられているが、突出した部分が互いちがいに位置するようになっていると、下流の川幅が一定となり、流れも同じ方向をとることになる。

1958年に大洪水があり、このとき 2,000,000人の人員を動員して堤防をつくったのが、現在にまでそのまま用いられている。

次の部分は、**必須注意水土保持工作**のタイトルがつけられていた。

黄土高原は図6のように、その頂上は水平に近く、木も何もない。中国の古い諺に、「黄河にとびこんでも、きれいに洗うことが出来ない」という言葉があるが、要するに多量の黄土が水中に懸濁しているからであって、それが他に比較していかに多いかは次の表でわかる。



図6 黄土高原

世界多沙河流含沙量比較面

エジプトのナイル河を	1としたとき
アムール河	4
コロラド河	10
黄河	37

また黄河の水の含んでいる黄土の量は
每公方水所含泥沙重量（公斤）

16,000,000,000トン

と記されている。この量は、1年間に黄河によって運ばれる砂と泥は、地球を26回巻くことができることを意味し、黄河の治水にはとくに水、土、砂の三つを合わせて処理しなければならないわけである。

実行方法としては、まず畑は段々畑にするとよいし、水は洪水のとき以

外は大切に保持しなければならないので、堤防のように土を盛り上げ、そこに植林をしつつ水を流し、水を保つことが大切である。

これらの努力の結果治山治水曲^{ニョク}峪巨変がおこったのであって、その例としては

①山西省においては、解放後、生産大隊が活躍して治山治水に努めた結果、全面的な環境の改良が行なわれた。

②陝西省においては、水平の段々畑を多数つくり、良い結果を得ている。

③その他甘肅省においても、見るべき改良が積み重ねられた。

黄河水利水电

次に黄河の利用の面を見よう。

解放後、新中国ができてから黄河には、

枢 ^{スウマン} 緬（中継所のこと）	5座
水电工程（水力発電所）	8座
黄河涵 ^{ダム} 閘（ダムのこと）	65座

がつくられた。その結果として

全河灌溉面积（积は積の改字）は解放前の12,000,000亩（ヘクタール）から発展して48,000,000亩と、解放前の4倍に達した。

水力発電所としては、いま最大の1,500,000キロワットのもものが峡谷中につくられている。

三門峡（前出）においても、ソ連と協定を結んで水力発電の工事を進めていたが、うまく工事が渉らなかったので、ソ連は工作者を引揚げてしまった。ソ連側では黄河の砂と土の処理についての認識が欠けていたからであって、この点を重視してその後中国側が完成した現在のものはよく働き、大へんに便利になっている。

一般に水門や発電所の涵^{ダム}閘にたまる砂や土は、たえずこれを掘りおこしては、兩岸の畑にちりばめるようにしている。

さらに**大堤淤背**といって、黄河の河床が年々上昇⁽⁴⁾してくるが、それに比例して堤防を少しずつ上げていかなければならない。そのためには、これらの砂や土が利用される。また水壟坎（壟は壑の改字）といって、用水路からは水を吸い上げて、そのあとを堤防に利用している。

用水路を利用してつくった畑は、600,000畝（ヘクタール）もあり、しかも解放前には1畝あたり40 kilogramsの生産高であったものが、現在では400 kilogramsに上昇した。これらの業績をまとめて展覧館では**黄河流域治理成就**としてその要点を

①有灌有排（水をたくみに引いて灌漑し、かつ洪水時などには合理的に排水すること）

②井渠結合（用水路を利用するほか、地にしみこんだ水は井戸水として汲み上げて灌漑に用いること）

③沉沙改土（沈殿した泥砂で畑をつくること）

の3つにまとめている。

昔は黄河によって常に被害をうけ、黄河を怖れていたが、今は黄河を愛し、黄河によって恵みを受けるように意識が改善されて来た。しかし黄河流域の住民は昔からのいろいろな経験のため、水利発展を支持するのがむづかしい点がある。

現在では、山西省や陝西省では、農作物が余っている状態となっているし、また黄河で鯉などの魚を飼っており、これは貴重なタンパク資源である。

2.2 黄河の見学

質疑応答ののち、黄河展覧館から自動車で10数キロメートル距った黄河の堤防へ赴いた。午前11時15分、黄河に着きリンゴの果樹園を通過して、河中に突出したT型堤防の一つに行った。このリンゴの木が悉く枯れてい

注(4) 黄河の河底は場所によって差はあるが、平均して毎年2~3cm ずつ上昇している。

たのは、先の説明のあとであるため非常に異様な印象であった。その理由をたづねても「暑さのためである」との返事しか得られなかったが、おそらくこれは給水灌漑の方式に不備があるためであろうと思われた。

T型堤防の上で、さらに実地の説明を聞いたが、さきに展覧館で話をきいた1938年の水害について、実地でそれを見てさらに強い感銘を受けた。蔣介石が堤防をこの地点で切り、中国人民890,000人が死亡し、10,000,000人が食を奪われ、住居もすべてを失なったが、日本人はそれにより1人も死亡しなかったことが再び説明され、私共としてはまことに恥づかしく、すまないことだったという気持で一ぱいになった。

その時破壊された堤防は、長さ1キロメートルくらいで、面積としては2,500ヘクタール、深さ13メートルであったという。ここは解放後に砂と土を入れて、完全にふさいである。

太平洋戦争の後、1947年に蔣介石の国民党は、また山東省と河南省とで黄河を塞ぎ、これによって人民解放軍に水害をあびせかけようとした。さらに国民党は悪辣なデマをとぼした。それは堤防の穴をふさごうとした解放軍が、賃金を2倍にして多数の人民を集めて工事を行ない、俄かに電燈を消してそれら人民を生埋めにしたというのである。⁽⁵⁾

古来、中国には「黄河に一度行かないと、人間は死ねない」という諺があるという。私達はこうして黄河を眼のあたりにながめ、まことに感慨無量であった。

2.3 西隆湖など

水はここまで来ると、ややきれいになっている。西隆湖という名は、西が高く東が低いところから出たものであるが、ここでは工業用水として利用して発電量を高めるため、懸濁物質を沈殿させてきれいな水とし、さらに飲料水にも用いている。

注(5) この話については一切、説明者から現地において受けた説明の通りに記述してある。どの程度までそのような事実があったのかは、私達には分らない。

また金水河という河がある。ここは汚い水で、悪臭がある。この河は1分間1立方メートルの早さで流れており、水の自浄作用が完全でない。そのすぐそばに生産大隊があるが、そこは水が油のように高価である。山の中であるから灌漑することは出来ず、飲料水は雨水をためて使っている。

昔のいい伝えでは、お嫁をもらう時には、水を2かせぎ持っていけばよいと言われていた程、水が貴重だったことがわかる。

今は灌漑用の水、飲料水など全く同一の場所で手に入るなのであって、同じ人民に対して黄河は昔は災害ばかりもたらしていたのに、現在では恵みを与え、人民の役に立っているが、毛主席はまだこれでは不十分であると言っている。

新らしい中国の、自然に挑み、改造し、利用していこうとする意気込みを、実に力強く印象づけられたことであった。

§ 3. 上海光明电镀厂の見学

鄭州における黄河の見学を終り、7月7日に空路南京に到着、そこから無錫の茶畑などの見学を経て、7月11日の夕刻に上海に入った。見学は翌日から始まったが、工場その他の雰囲気からしても、上海は北京とは大いに異なっており、技術的な面や実際的な面が重視されていることが、はっきりとわかる。

中国においては、とくに工場その他の施設に見学に行ったさいに、到着直後にその革命委員会委員が中心となって、見学者に対する内容説明と宣伝が行なわれる。これは時として「異常な」と形容したくなるような熱心さで行なわれ、すべてが人民のためであり、生産活動は人民の幸福を築き上げるために行なわれるという趣旨が繰返し述べられる。

光明电镀厂（電気メッキ工場）も例外ではない。

3.1 工場の革命委員会委員による説明

7月12日午前9時に工場に到着(図7)。直ちに応接室に通されて、工場

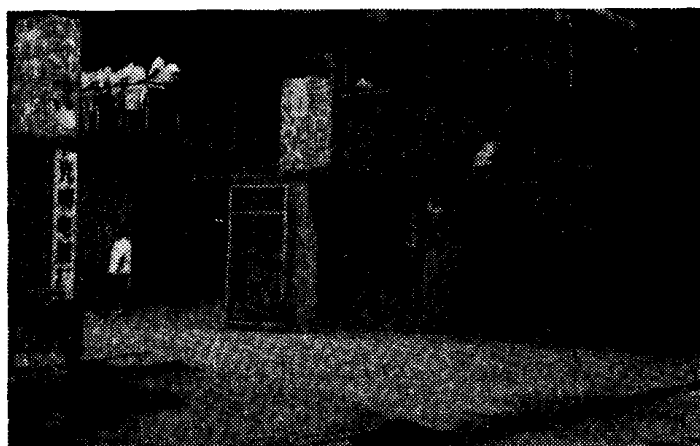


図 7 光明电镀厂

革命委員会委員と、工場技術責任者とから、次のように工場の作業目的および作業内容に関する説明を受けた。

3.1.1 説明の要点

a. この光明電気メッキ工場は、もとは鏡を製造する⁽⁶⁾工場であったが、次第に技術面の水準が高められたので、1965年に電気メッキの工場に切りかえられた。

b. 現在のこの工場での作業目的は、体育関係の器械、教育用計器、種々の楽器などをメッキして、それらを保護したり美しく装飾したりすることにある。

c. メッキに用いている金属材料は、銅、ニッケル、クロム、亜鉛、水銀で、現在はクロムメッキが中心である。

d. 薬品として、もっとも多く用いられているのは、硫酸、硝酸、塩酸の三つの酸と、水酸化ナトリウムおよび水酸化クロムの二つのアルカリである。

e. 電気メッキ法を採用した当初、この工場ではシアン化物を使う方法によったのであるが、この方法はシアン系統の人体に有害な排気ガスと排水とを生じるので、その後はシアン化物を用いない方法に切り替えられ

注(6) 水銀に対して鉛、スズ、ビスマスなどを溶かしこんでアマルガムとし、よく練り合わせてペースト状にしたものを、ガラスや金属に塗りつけて鏡をつくる、古来の方法である。

た。これによって大気や排水のシアン汚染による、労働者への悪影響は考えなくてもよくなった。

f. クロムメッキを中心として考える場合に、これから発生する有害な廃棄物の処理については、三つの廃棄物（三排）の処理として特に、労働者保護の立場から強調されたので、これについては3.1.2に、別に記すことにする。

g. 現在では、水銀はメッキに直接用いていない。銅は使っているが、廃棄物として放出される銅の量は極めて少量なので、これの処理は考えていない。

h. 光明電気メッキ工場は、古くからあった町工場を次第に改革して来たのであるが、現在新設されつつある工場においては排気ガスと排水とについて、始めから十分な処理施設が附設されており、すべては常に人民の福祉の為にということを念頭に置き、メッキの全工程において排出される有害物質の処理法について、熱心に研究を行なっている。

i. 人民の幸福のためにという主旨からして、工場の従業員に対する健康管理については、重点的に処置している。現在この工場では職員（従業員のこと）が237名おり、その三分の一は女性である。これらの人々の健康管理につき、政府から定期的に医師がさし向けられ、身体検査を行なっており、その結果ここ数年来は職業病患者は1人も出ていない。しかしまだ管理は完全とは言えないので、労働者に対し、一方では健康面に出来るだけの保護を加えつつ、他方では環境衛生面の深い研究を続けていかなければならぬのが現状である。

以上で見学に先立つ説明の要点を記したが、この内の**f.**に関し、いわゆる三排処理の考えかたと方式について次に記すことにしたい。

3.1.2 三排処理について

光明電気メッキ工場において、革命委員会委員より述べられた、シアン化合物を用いない電気メッキ法のうち、クロムメッキについて、それから

発生する廃棄物がいかなるものであるか、参考として著者の立場から解説しておきたい。

現在クロムの電気メッキ法として用いられているのは、1920年に G. J. Sargent の発明した方法である。この方法は鉛または鉛合金（アンチモン 5%または銀 0.4%を含むもの）によってつくられた、硫酸に不溶性の陽極を用い、これにメッキの目的物を吊り下げ、純クロム板を陰極として、直流電流によって電気メッキを行なう。このさいメッキ浴すなわち電解液の組成は、VI価クロムからなるクロム酸に少量の硫酸を加えたもので、一般的には CrO_3 200~300g/L, $\text{SO}_4^{2-}/\text{CrO}_3 \cong 1/100$ であり、これを 40°C に保持して、電流密度 7~15アンペア /dm² 程度で電解したさいに、最も光沢のすぐれた緻密なクロムメッキができる。とくに硬度を要求されるとき条件としては、より高い電流密度を保持していればよい。VI価クロムよりも有害性の低い、III価クロムの化合物による電気メッキ法は、現在種々検討されているが、いまだとくに優れた方式は開発されておらず、光明電気メッキ工場でも、もっぱら Sargent 法によって作業している。このメッキ浴の廃液である硫酸酸性のクロム酸溶液および、温度を上げるためにメッキ浴から発生する、クロム化合物の mist や fume を含む蒸気、メッキ面の仕上げや光沢づけを目的とする研磨作業の工程で発生する金属クロムの粉塵などが、三排と呼ばれているものに相当する。

a. 排水処理

VI価のクロム分すなわち主としてクロム酸を含む溶液は、排水として道をへだてた処理場に導入される。

この処理場は大きなプールで、排水に対して過剰の炭酸バリウム BaCO_3 を加え、クロム酸分を、不溶性のクロム酸バリウムとして沈殿させ、これを濾過し、濾液には石膏 CaSO_4 を加えて過剰のバリウム分を硫酸バリウムとして濾過し、完全に浄化している(図8)。

処理前の排水中に含まれるクロム分は 30~40mg/m³ であるが、処理



図 8 排水処理

後の水中ではそれが $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ となり、⁽⁷⁾ この含有量は国家の定める排出規準を下まわっている。

この浄化が行なわれた排水は、さらに隣接の池に入れて魚を飼育し、テストを行なっている。もしクロム分やバリウム分などの有害物質が存在すれば魚は死ぬから、このチェック方法は完全であり、この水は工業用水として無駄なく利用している。

クロム分を含む排水1トン⁽⁷⁾を、化学的処理法によって処理するには、従来3～4角⁽⁸⁾が必要であった。この額は現在の水道水の使用料金1トンにつき2角であるのにくらべて、非常に高額である。しかし鋭意研究の結果、現在では排水1トンにつき1角で処理できるようになった。

b. 排気・排ガス処理

クロムの蒸気を含む排気ガスはメッキ浴などから発生するが、これは冷却して凝縮させ、さらに化学的に捕集して溶液とし、工場外の一定の導管に導き、地下にあるマンホールのような貯留場に貯え、再びメッキに利用する。すなわち、この分の溶液は比較的純粋なクロム分を含んでいるものとして、前に記した排水のごとく、処理して廃棄物とはしていないものと思われる。

排気・排ガス中に含まれる粉塵として取扱かわれるべきものは、クロムメッキ面を仕上げるために生じる、金属クロムの微粉末である。

注(7) 排水 1m^3 の重量は、極端な汚染状態でないかぎり、ふつうの水と同じく1トンと考えてさしつかえない。

(8) 1角は日本の16円に、また1元は160円に相当する。

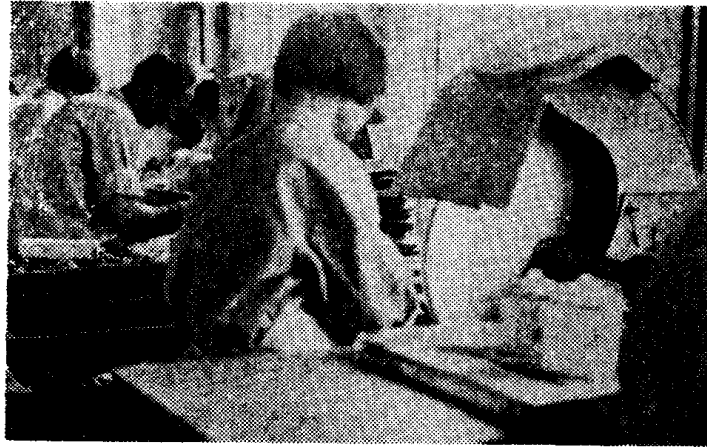


図 9 メッキ面の研磨仕上げ

銅地金にクロムメッキを行ない、その面の仕上げのためには図9のように麻と綿でつくったフェルト，すなわち無紡布（日本では不織布という）で磨いて光沢を与える。図9に見える円盤の周辺に無紡布が張ってあり，これをモーターで回転させながら，製品を押しつけて磨くわけである。このとき金属クロムの粉塵が生じ，これまた人体に有害なので，処理しなければならない。

この集塵については，いろいろ試みた結果，網格式がもっともすぐれていることがわかった。網格は網を張った格子で，これを12層屏風のように立てておき，その中央部を排気ガスが通過するようにして網の目に集塵する。この方式を採用する以前は，大気中のクロム分は $1.7\text{mg}/\text{m}^3$ であったが，実施後は $0.006\text{mg}/\text{m}^3$ に減少し，実に99%以上の収率を示していることから，網格式集塵装置の有効性が証明できる。こうして網格にとらえられた粉塵は，あとで集めて燃焼させ，金属分だけを灰分として回収している。この燃焼のための炉の煙道から，またクロム分を含む煤塵が生じるが，それは排液処理の方から来る固体廃棄物と合わせて処理している。

c. 費用の問題

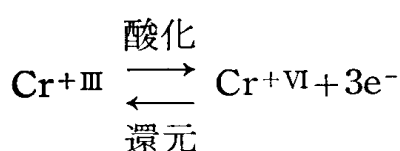
この工場はもともと小さい町工場であったため，上記のような各種の処理施設をつくる費用の捻出が困難であった。しかし1970年にこの処理に要

する装置の費用として、30万元を国家が労働保護の立場から負担してくれたため、上に述べたような理想的な施設をつくることができた。

プロレタリア文革や批林批孔運動ののち、この三排処理⁽⁹⁾については労働者、技師、医者⁽⁹⁾の三結合により研究が進められ、関係ある大学や研究所と連絡し、指導を受けながら事に当たっている。

3.2 クロム (VI) のとらえかたについての化学的考察

光明電気メッキ工場において受けた説明と見学は、以上のようなものである。これについて著者は化学的乃至は環境科学的な立場から意見があるので、それを以下に記述したい。クロムメッキの廃液は黄色のクロム酸イオン CrO_4^{2-} を多量に含んでいる。クロム酸イオンの状態は6価クロムと呼ばれて、環境汚染や公害の立場から特に注意を要するものである。元来、クロム化合物においては原子価+III価の第一クロム化合物と+VI価の第二クロム化合物との二つの状態が代表的なものであり、他の原子価の化合物は重要でない。このIII価とVI価の状態は相互にきわめて移動しやすく、次のような反応式によって、つねに平衡関係にある。



この反応式における酸化は空気との接触による空气中酸素の作用によって行なわれるが、その際、水分が共存するとこの作用はとくに容易に行なわれる。また、還元⁽⁹⁾の反応も水分共存のもとで生物質や有機化合物その他の還元性物質の作用によって容易に行なわれるので、環境中に放出されたクロム化合物は一定の原子価の状態に固定するのが困難である。

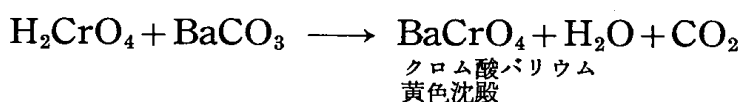
一方、その有害性ないしは毒性の面から見ると、+III価の状態はアルミニウム (Al^{3+} の状態) や鉄 (Fe^{3+} の第二鉄の状態) と似ており、有害性

注(9) 三排とか三結合というように、中国では三つをまとめる考え方が昔から強い。

例：孫文の三民主義

は小さい。これに反して+VI価の状態すなわちクロム酸塩は有害性が著しい。これはクロム酸塩が強い酸化剤であるためで、よく知られているように粘膜を侵し、眼瞼の靡爛、鼻中隔穿孔、咽喉痛、肺炎、肺気腫などをおこすことが知られている。そこで、一般的にはクロムを還元してすべて+III価の状態とし、これにアルカリを加えるなどの方法によって溶解度の小さい沈殿として分離除去する方法がとられる。

しかるに、上記の原子価が移動しやすい特性により、この沈殿処理の途中で+VI価のクロム酸の状態が生じやすく、その場合はアルカリを加えても沈殿せず、むしろ溶解度が増して流れ出やすくなり、処理の目的には全く相反する結果となる。それならば、+VI価のクロム酸の塩類として不溶性の化合物をつくらせればよいではないかとの疑問がおこるが、不溶性のクロム酸塩として実用的に意味をもつのは、鉛塩・バリウム塩・ストロンチウム塩くらいしか考えられず、それらはコスト高につくために一般には用いられていない。光明電気メッキ工場で採用されている方法はこの方法を実施しているものであって、クロムメッキ廃液中のクロムは、クロム酸の形であることを利用し、これに炭酸バリウム BaCO_3 を加え、殆んど完全にクロムを沈殿分離させている。



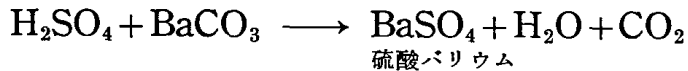
また炭酸バリウムの過剰を処理するために石膏 CaSO_4 を加えており、石膏は溶解度は小さいが、バリウム塩の処理には適し、



の反応によって生じた硫酸バリウムは不溶性であるため、ここに石膏・硫酸バリウム・クロム酸バリウムは完全に共沈して、同時に濾過されるから、クロム酸イオンの処理法としては、ほぼ完全といえる。

またメッキ廃液中には著量の硫酸が遊離状態で存在するが、これも炭酸

バリウムによって同時に、



硫酸バリウム

として沈殿，除去することができる。

しかし、著者が問題にするのはそのあとである。沈殿として得られた石膏・硫酸バリウム・クロム酸バリウムの混合物は固体廃棄物であるが、これをどのようにして棄てるのであろうか。これは棄てかたによっては第二次汚染をひきおこすことになり、海や川に棄てたり、野積みにはできない。化学的処理の過程において不溶性沈殿として得られた上記の物質でも、水中に棄てたり、雨水に洗われれば再溶解のおそれがあるからである。ことにバリウムはかなり毒性の強い元素であって、天然産の炭酸バリウム鉱は毒重石と呼ばれ、殺鼠剤や殺虫剤などにも用いられるくらいであるから、これを大量に環境に出してはならない。

さらにこの炭酸バリウムによる処理において、おそらく最初に加える炭酸バリウムは毒重石を使っているものと思われるが、この取扱い中に出る粉塵は有毒である。さらにこの鉱物はどちらかと言えば希産鉱物で、価格はかなり高いため、処理がコスト高につきはしないかと思われ、説明中に述べられていた処理費で足りるのであろうか。少くとも日本では、このような処理法は全く考えられないし、中国ではバリウム鉱の産出が豊富であろうが、大量に出る排水の処理に希産鉱物を使い、しかもその鉱物自身も、生じた固体廃棄物が乾燥したときに発生する筈である粉塵も有毒なわけである。この処理については、どのようになっているのであろうか。大きな問題であろう。説明の中にも「固体廃棄物や煤塵の処理についても、いまだ問題がある」といっていたのは、この点などをさすのではないかと思われる。

§ 4. あとがき

中国において得られたいろいろな知見のうちの二つをひろい上げて紹介

した。黄河については、その大きさと力に圧倒され、こまかい論議をあまり提起できなかったが、上海のメッキ工場については、平素私達が触れ、あるいは悩まされている問題にちかいので、よく考察することができ、その結果大きな疑問につきあたった。環境科学の問題については、日本でも目先にある有害物のことについてのみ眼くじらを立てて論議し、さらにそのさきざきについては一向におかまいなしというのが現状であるから、あえてこの問題を提起した。