

中国国境上高原沿河時歩補修事業計画

モデルインフラ整備事業

実践型補修整備報告書

平成34年3月

国際協力事業団

社団法人

01-11

JICA LIBRARY



1108005(8)

国際協力事業団

25363

中国黄土高原治山技術訓練計画
モデルインフラ整備事業
実施設計調査報告書



280

平成 3 年 3 月

国際協力事業団

目 次

I. 調査の目的と概要	1
I-1 調査の目的と背景	1
I-2 調査対象地域	3
I-3 調査要員・関係者	3
I-4 調査の日程	5
II. 調査地の自然条件	7
II-1 位置・地形	7
II-2 地質・土性	14
II-3 気 象	14
II-4 植 生	16
III. 全体施設配置計画	18
III-1 施設計画についての基本方針	18
III-2 各種施設の計画	24
IV. 各施設の設計・積算	29
IV-1 設計上の特記事項・計算諸元等	29
IV-2 設計・積算	35
IV-3 積算資料	50
V. 施工のための資料	52
V-1 施工業者	52
V-2 工事契約書・仕様書	53
V-3 施工期間・労務事情等	103
VI. 施工対象施設の抽出	104
VI-1 抽出についての考え方	104
VI-2 設計・積算	105
別 添	
付-1 表-1 別添資料の目録	
付-2 表-2 設計図の別添分類と整理番号	

I. 調査の目的と概要

I-1 調査の目的と背景

「本調査の目的と背景は、土壌侵食及び荒廃地復旧に係る技術の開発・向上を図り、もって黄土高原における流域管理の推進に資することを目的として、平成2年1月より5ヶ年間の技術協力を開始したが、当該技術の大きな柱である小流域総合治山モデル流域（以下「モデル流域」という）の造成をモデルインフラ整備事業として行うため、整備計画の策定、施設設計・積算、及び必要な資料・情報収集を行う」こととなるが、この背景や目的に関し、若干の補足的な説明を以下に記す。

広大な国土を持つ中国のうちには、地形の急峻な山岳地帯や地質・土壌の膨軟な丘陵地域等が分布する。このような条件は、土砂の生産・流出が容易に起こることを意味するが、事実その現象は古来より継続しており、これによって発生した膨大な量の土砂が洪水等に伴って流出し、そのため下流域の広い範囲が悩まされている。

とくに黄河流域は、土砂の流失が最も激しいと云われる黄土高原をその中流部に抱えているため、黄河を介して生産・流出する土砂量は、1㎢当り年間5,000～10,000トンと推定され、あるいはそれをはるかに凌駕するとも云われている。

一方、土砂生産源である山間部あるいは丘陵地帯には、中国の総人口の3分の1が居住している。そこに住むする人々にとっては、山地の荒廃や土砂の流失・移動は、即生活・生産の場を奪われることでもある。

このようなことから、中国では古くから『水土保持』に深い関心を寄せ、対応していたが、往時の対応策は局所的で、技術的にも素朴である等のことから、広範囲にわたる実効ある対策までをとるに到らなかった。しかしながら、社会の進展に伴う必要性の増大と技術の進歩につれて、1,950年代から500～3,000ha程度の流域を対象とする水土保持のための『小流域治山事業』が着手され、かなりの経験とそれなりの成果を挙げることができた。そして、この事業は政府によって正式に提唱され、1,980年から広く実施されるに至っている。

ところで、上述したように『水土保持事業』の対象となる地域は、その下流域に住む人々にとっては土砂等の“有害物の生産源”であるが、当該地域に住む人々にとっては、かけがえのない“生活・生産の場”である。したがって『水土保持事業』とは、下流域を

含む地域住民の生命・財産を守るという〈防災〉面もさることながら、当該地域に居住する人々の生活の安定・経済的向上・良好な生活環境の創造までを視野に入れたものであることが望ましい。

このような背景のもとに、中国政府からわが国に対し、水土保持に関する技術移転協力の要請があったものであるが、しかし、上記諸点の全てを広大な中国の全土にわたって満足させようとするれば、協力規模があまりにも大きすぎ、同時に協力の焦点が明確でなくなるおそれがある。そこで、対象地域を黄土高原にしぼり、協力の範囲も雨水による土砂流出防止技術に限定し『中国黄土高原治山技術訓練計画プロジェクト』（上記“業務仕様書”において「本プロジェクト」とはこれを指す。以下プロジェクトと云う）として、事業が発足したものである。

ちなみに、現段階において、協力または適用が考えられる技術として、次のような項目が挙げられている。

- ① 水土保持面からみた山地の土地利用技術
- ② 山地における水土保持技術
- ③ 森林水文調査技術

これら技術の開発、及び中国側への移転は、プロジェクト協力方式で実施することとし、そのために、北京林業大学構内に「訓練センター」を設置した。

そして「訓練センター」においては、基礎技術の研修等を行い、実地の訓練は、北京市より南西約650kmの位置にある、同大学付属吉県科学研究試験場の付近にフィールドを設けて、実施する構想が立てられている。このフィールドの造成は、モデル流域整備計画の一環であって、本プロジェクトのモデルインフラ(基盤)整備事業として実施されるものであるが、それに関する計画・設計のための実務的な調査を行うため本調査団が派遣された。

I - 2 調査対象地域

中華人民共和国 北京市(プロジェクトサイト)

山西省吉県岳家湾地域(モデル流域造成予定地)

(注) 吉県岳家湾地域とは、前項に記した北京林業大学付属吉県科学研究試験場の付近に設けるフィールド所在地のことであり、そこは、北京市より南西に約650km、山西省の省都である臨汾市の西方約70kmの位置にある。

その面積は300ha強である。

I - 3 調査要員・関係者

I - 3 - 1 計画・設計のための要員

この調査の実施のために、下記の2名が現地に派遣された。

表 - 1 計画・設計のための現地要員と担当部門

氏 名	所 属	担 当
館 沼 慧	(財) 林業土木コンサルタンツ 付属研究所治山研究室長代理	施設計画
西 田 稔	(財) 林業土木コンサルタンツ 秋田支所治山第一課長	施設設計

I-3-2 関係者のリスト

調査の実施に関し、中国現地で接触した主な関係者を以下に記す。(敬称省略)

所 属	職 名	氏 名
中華人民共和国 林業部 外事司	外 事 司 長	楊 禹 疇
"	"	刘 立 軍
" 外事司 経済合作処	"	沈 素 華
" 科学技術委員会 国際合作司	"	封 兆 良
"	"	葉 冬 柏
北京 林業大学	副 校 長	賀 庆 棠
"	全 上	胡 斌
" 水土保持系	主任教授	王 礼 先
"	教 授	孫 立 達
"	副 教 授	朱 金 兆
"	講 師	孫 保 平
"	全 上	吳 斌 培
"	全 上	張 学 培
"	全 上	楊 余
"	全 上	余
山西省 吉県 人民政府	県 長	李 青
"	付 県 長	李 赤 合
"	副 県 長	張 明 智
山西省 吉県 林業局	局 長	解 天 虎
"	副 局 長	
在中国 日本大使館	一 等 書 記 官	藤 本 直 也
J I C A 中国事務所	所 長	三 浦 敏 一
"	参 事	曳 地 和 博
中国黄土高原治山技術調査プロジェクト	リ ー ダ ー	遠 藤 泰 造
"	専 門 家	竹 内 信 治
"	全 上	佐 藤 俊
"	全 上	嘉 藤 昭 吉
"	全 上	鈴 木 正 彦
"	業 務 調 整	影 山 裕 子

I-4 調査の日程

ここで調査とは、現地調査を云う。その日程・内容は下表のようである。

表-2 現地における調査等の日程

月	日	曜	記 事	備 考	泊地
1	25	金	旅行(成田発10.30→北京着14.30・現地時間) JICA中国事務所に着任報告及び打合せ	リーダー他2名同席	北京
	26	土	業務内容や今後のスケジュール等について プロジェクトメンバーと打合せ	参加者;日頼6, 中頼5 (*1)	"
	27	日	午前;資料収集等(北京市内) 午後;荷物整理, 休養		"
	28	月	午前;技術レベル, 現地事情等についての説明 午後;中国の設計・施工技術等についての説明	説明者;遠藤リーダー 説明者;朱副教授他2	"
	29	火	供与された図面(1/1,000)に,現地調査や設計に 必要な事項等を書き込む	図 面;22葉	"
	30	水	午前;現地調査の準備 午後;旅行(北京発14.10→臨汾に向け・汽車)	同行者;日頼1, 中頼6 (*2)	車中
	31	木	午前;旅行(臨汾着6.30→自動車・吉県着12.30) 午後;現地の概況踏査	臨汾より観測路(*3)参入 同行者;(*4)+日頼4	吉県
2	1	金	主として山腹面の状況を現地踏査 (地形・土壌・植生等の調査を含む)	同行者;(*4)+日頼5	"
	2	土	主として渓流域の現地踏査 (地質等の調査を含む)	同行者;(*4)+日頼5	"
	3	日	主として道路及び山腹上部における事業計画・ 施工位置の選定等	同行者;(*4)+日頼5	"
	4	月	資材・労務・歩掛等に関する聞き取り調査 (意見交換び協議等を含む)	参加者;(*4)	"
	5	火	他の流域における施工事例を視察	同行;呉講師 (呉講師を日頼*4の領帰途)	"
	6	水	午前;本流の溪床縦断測量 午後;支流の溪床縦断及びダム地点の横断測量	同行;呉講師+日頼5	"
	7	木	本流のダムサイト予定地の横断測量	同行;呉講師+日頼5	"
	8	金	本流の溪床縦断測量・及びダムサイト予定地の 横断測量	同行;呉講師+日頼5	"
	9	土	午前;量水施設予定地の縦・横断測量 午後;主として作業道に関する調査・測量	同行;呉講師+日頼5	"

月	日	曜	記 事	備 考	泊地
2	10	日	水平階段工及び林・緑地造成地の計画・設計に関する調査・検討	同行；呉講師＋作類5	吉県
	11	月	旅行(吉県発8.30→自動車・臨汾着11.30 ・臨汾発16.30→北京に向け・汽車)	同行；呉講師	車中
	12	火	午前；旅行(・汽車・北京着 9.10) 午後；休 養	同行；呉講師	北京
	13	水	測量成果の整理等		"
	14	木	計画・設計関係図面の作成等		"
	15	金	休 養 (旧正月……中国の休日)		"
	16	土	午前；休 養 (旧正月……中国の休日) 午後；計画・設計関係図面の作成等		"
	17	日	計画・設計関係図面の作成等		"
	18	月	計画・設計関係図面の作成等		"
	19	火	午前；計画・設計関係図面の作成 午後；設計内容等についての打合せ	参加者；日林3, 中国4(*5)	"
	20	水	計画・設計関係資料の作成等 "		"
	21	木	午前；計画・設計関係資料の作成 午後；設計等についての説明・打合せ	参加者；日林3, 中国4(*6)	"
	22	金	JICA北京事務所および在中国日本大使館に赴き 経過報告・フィールドレポートの提出	"	"
	23	土	帰国(北京発8.30→成田)	帰 国	

(注) 表の備考欄において、参加または同行に*を付したものの詳細は以下のようである。

- * 1 ……日本側；遠藤リーダー，嘉藤・鈴木各専門家，館沼・西田
中国側；王・孫各教授，朱副教授，孫・呉各講師
- * 2 ……日本側；鈴木専門家，中国側；孫教授，朱副教授，孫・呉・楊・余各講師
- * 3 ……吉県林業局；解局長，副局長，局員2名
- * 4 ……* 2 + * 3 + 吉県張副県長
- * 5 ……日本側；遠藤リーダー，館沼・西田，中国側；朱副教授，孫・呉・余各講師
- * 6 ……日本側；遠藤リーダー，館沼・西田，中国側；朱副教授，孫・呉・余各講師

II. 調査地の自然条件

II-1 位置・地形

黄土高原は中国の中北部に位置している。その範囲は、北緯34～41度、東経103～113度にわたる広大なもので、西方は甘肅省蘭州、南は陝西省西安、東は山西省大原、北は黄河の北への湾曲部、内蒙古自治区の南縁にまでまたがっている。地域の面積は約43万km²と云われている。

調査対象域である岳家湾地域は、山西省の省都である臨汾市の西方約70kmに位置する吉県より南東に約6km入った小山村である。

黄土高原の中央域には黄河が流れているが、対象地域の位置をそれに関連させて云えば、陝西省との境を形成しながら南流している黄河から東に15km、ほぼ直角に曲がって東流してからの黄河からは、北に約150kmの位置にある。

調査対象地の位置を示したものが、次ページの図-1であり、その範囲は、南北に伸びる谷を中心とし、それを取り囲む稜線域の中で、長5km、平均幅800m程度である。

対象域の地形について記すと、清川河から分岐して、ほぼ平坦な台地を突き破って、北に向かって4.5kmほど伸びて形成された谷(岳家沢)が、流域の中央にあり、その兩岸には多数の支溪が発達している。谷または支溪の兩岸は急崖状を呈し、崖の上部は、頂部付近で緩やかな上昇斜面となって台地につながる区域もあり、そのような区域は耕作地として利用されているが、高さ100m前後で切り立った大規模な崩壊地状の地形が、そのまま台地に接続する区域も多い。

谷底はU字型を呈し、その幅は、広くても20m前後である。広い部分の多くは露岩地または滝壺地で、そのような箇所は、やや規則的な間隔で出現する。溪床勾配は、滝の部分を除けば比較的緩やかである。

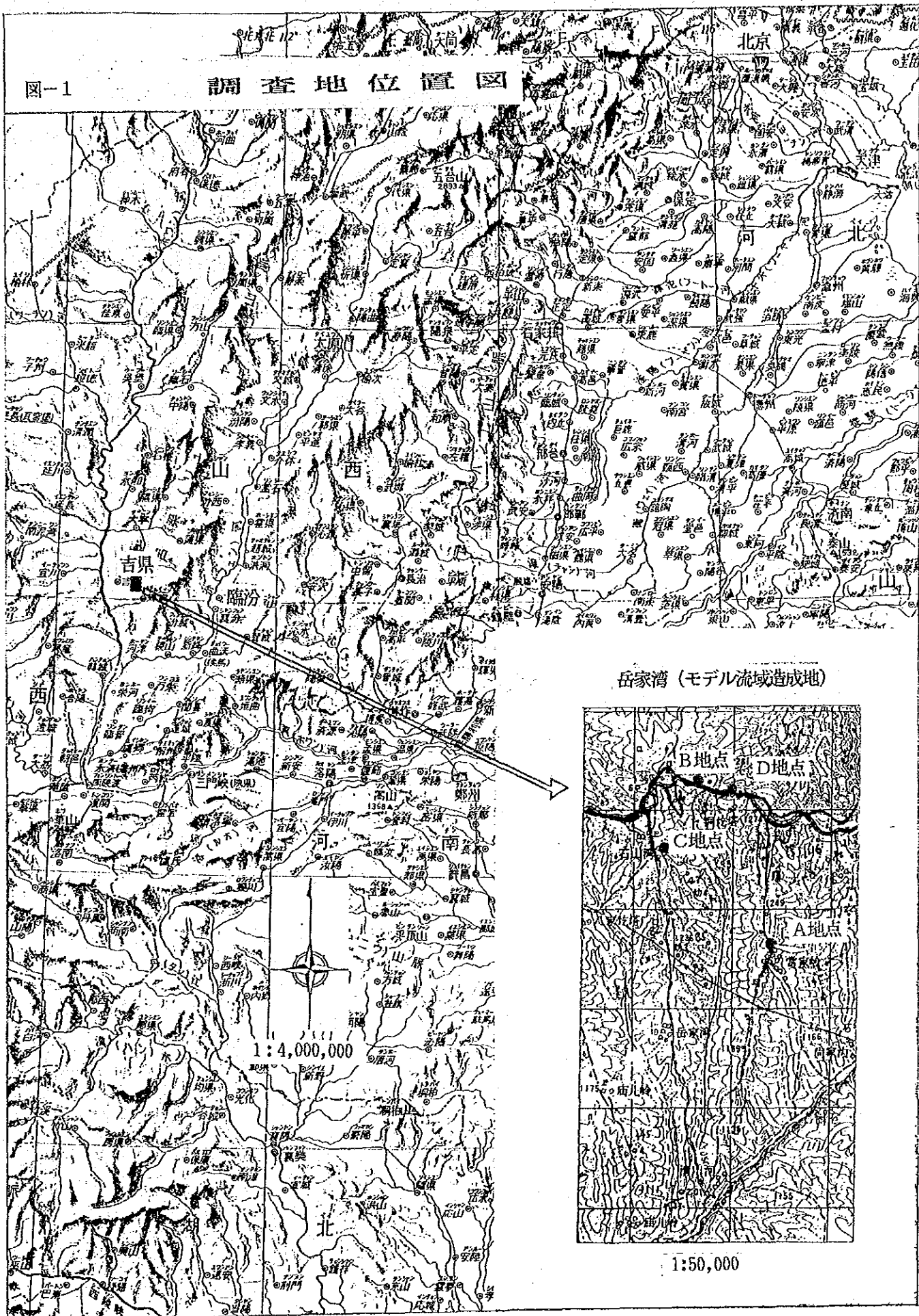
支溪は長短様々で、その底部は狭いのでV字型となっていることが多い。

崖の頂部つまり台地は、ほとんどの場合稜線域つまり流域境を形成している。稜線間の距離つまり流域の幅は、500～1,000m程度となっている。地域の標高は1,000～1,300mの範疇にある。

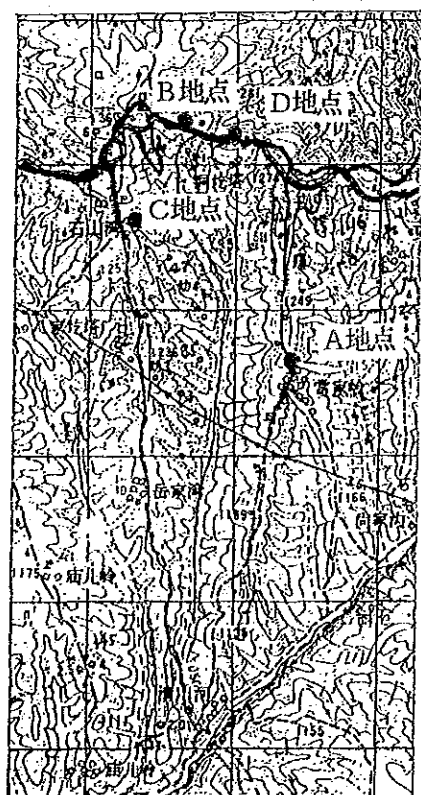
地形状況の参考として、写真1～4、図2～4(鳥瞰図)を添付した。

图-1

調查地位置图



岳家湾 (モデル流域造成地)



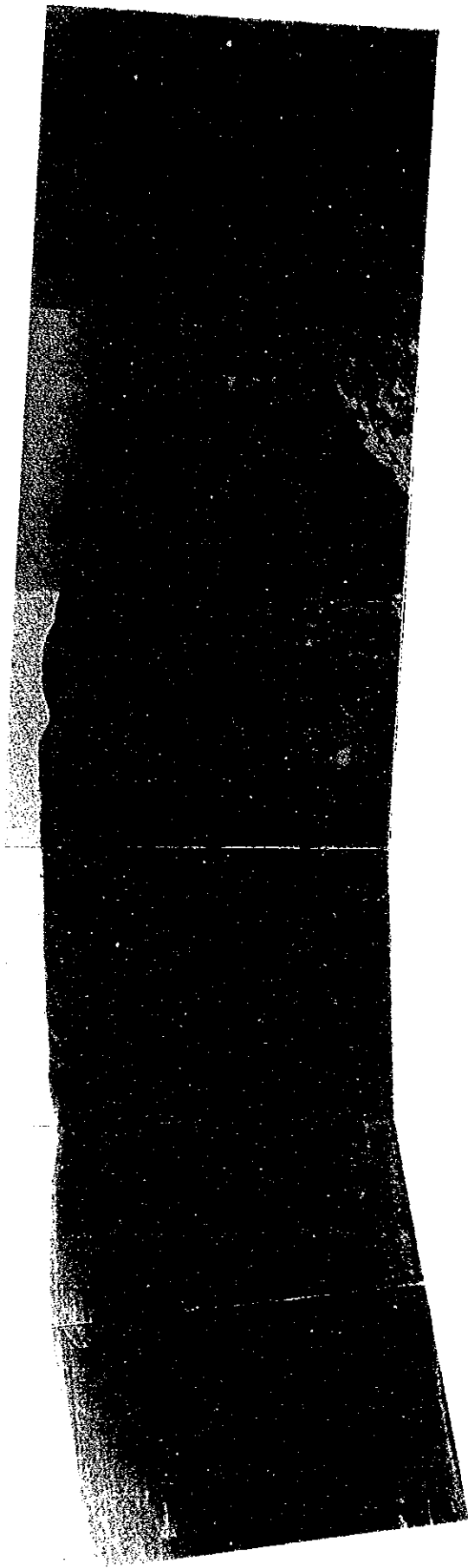


写真-1 岳家嶺 (A地点) から見た岳家灣側の状況

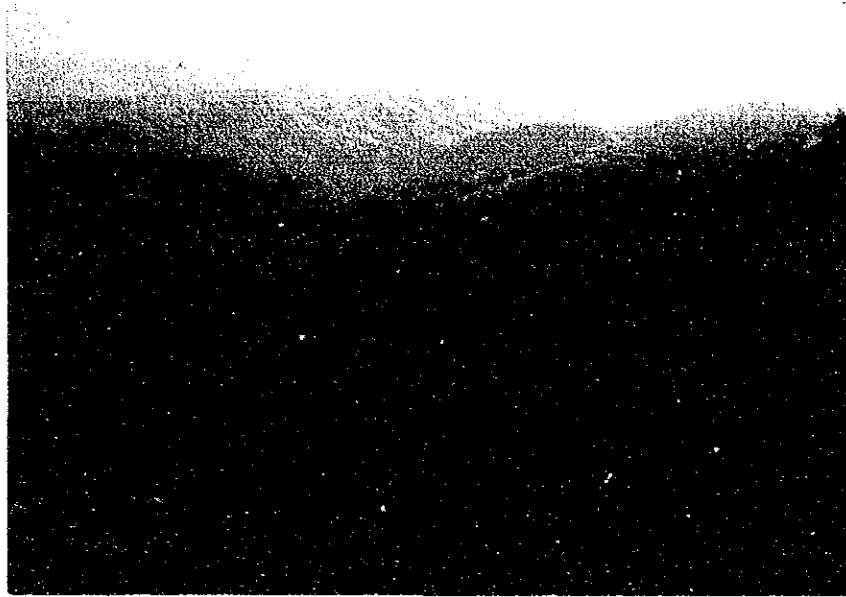


写真-2 岳家沢の頂点(B地点)から下流を見る

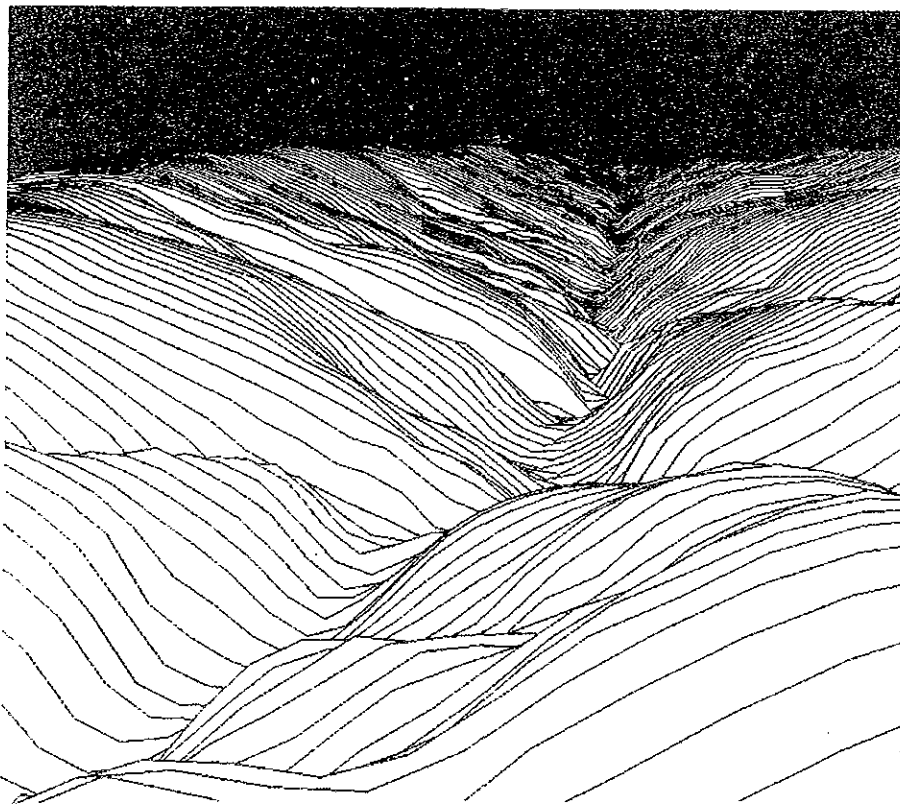


図-2 B地点(=写真2の地点, 標高1,303m)の上空10mから下流方向の鳥瞰



図-3 C地点(標高1,246 m)の上空24 mから下流方向の鳥瞰

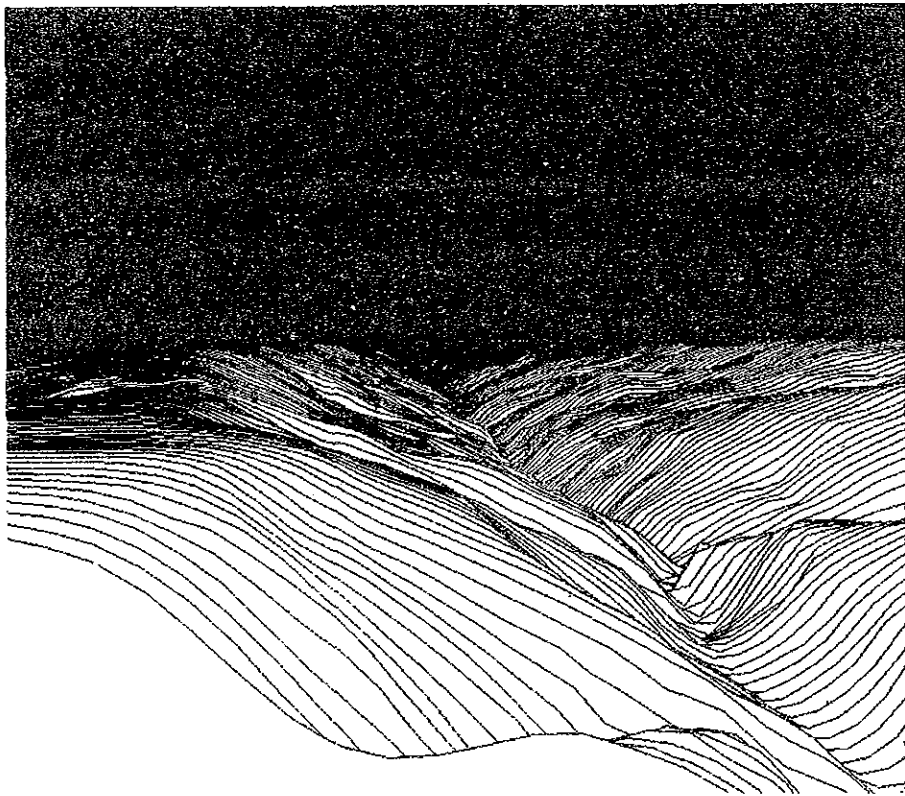


図-4 D地点(標高1,306 m)の上空7 mから下流方向の鳥瞰図

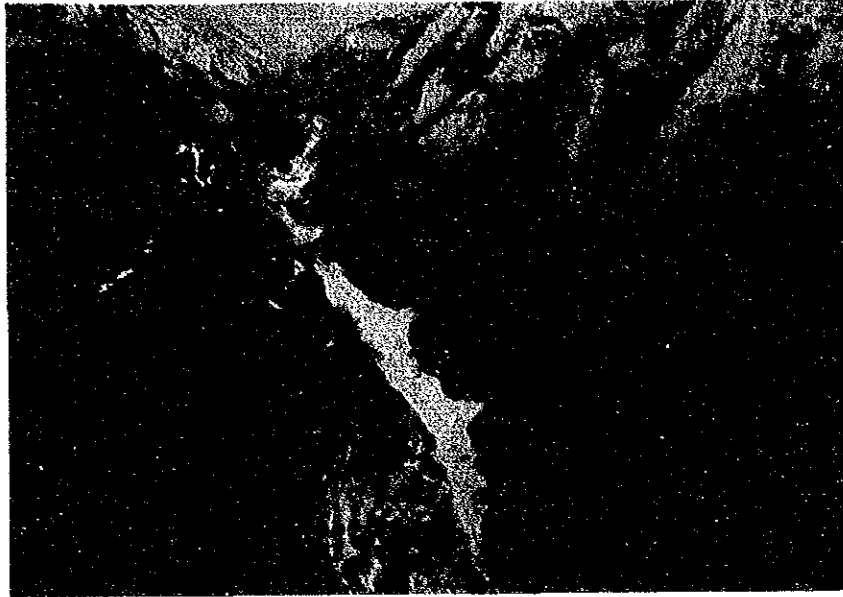


写真-3 溪床・溪岸の状況

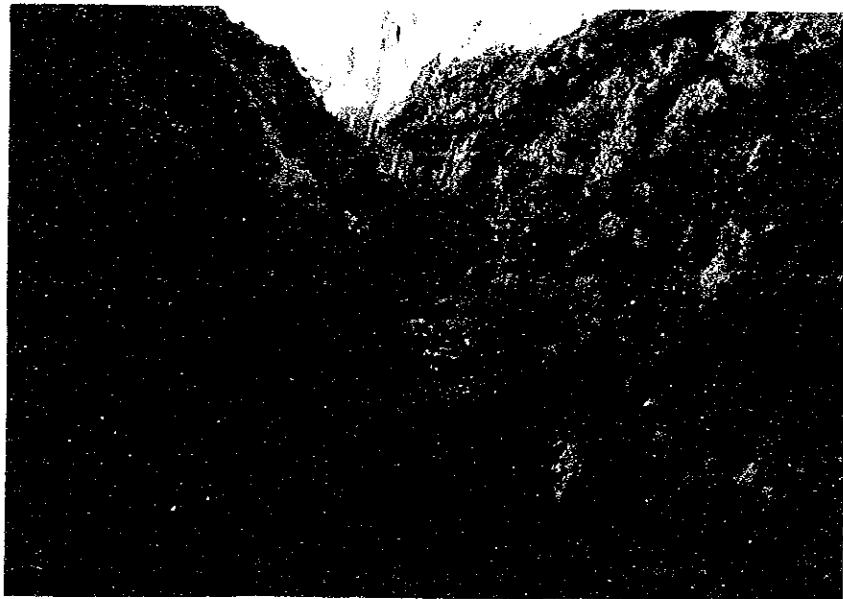


写真-4 支溪下流部の状況

(注-1) 黄土高原の地形について、この地域はその成因である地質構成と侵食状況が特異なために、地形も特徴的である。文献によれば、それを溝谷、丘陵溝谷、土石山、階地、沖積平野に分けている。その状況を概括的に記すと、次のようである。

① 溝谷

黄土は侵食に弱いため、流水によって容易に掘削されるが、侵食から取り残された区域はかなり大面積の台状地形を形成する。また台地の内部に向けて谷が伸びていく(切割作用)。台地の頂部は平坦であるが、その四圍及び谷の兩岸は急崖状になる。その崖状地形の部分、つまり谷の壁部と底部を溝谷と云い、高さ(深さ)は120~160 mほどになる。

溝谷の密度は1平方km当り1~3 km程度で、上流部はおおむねU字型をなし、壁の崩壊が甚だしいが、中~下流部ではV字型に移行し、溝底に沖積段丘を形成する。

② 丘陵溝谷

長期にわたる溝谷の切割作用と、流水の侵食作用を受けた後に、溝谷間に残された区域にできる地形で、うねりのように起伏する丘状地である。

この地形は、細長い凸状のものと同形の饅頭型のものがある。前者は中央が高く、周辺にいくにしたがって弓状に緩→急傾斜に下がる。その頂部は狭小で、傾斜面は広大である。後者は頂部から周辺に至るまで円形の凸斜面で、隣接する丘陵との間に凹の鞍部を形成している。この地形の地域も地表侵食が激しく、溝谷が縦横に走っているため、土砂の流出が著しい。

③ 土石山

黄土が薄く覆われた区域で、岩石山地の低部や山麓などに分布する。

黄土の厚さは多くの場合10~20 mを超えず、このため侵食が進行した急峻な箇所等では、しばしば基岩が露出している。この地形の区域は植生の生育が良好で、土壌侵食も比較的少ないとされている。

④ 階地

比較的大きな河川の両側に形成される河岸段丘で、溝谷の岸部に似た構造をしている。階段状の段丘面は平坦で、雨水による溝切割作用は受けているものの、溝の密度が少ないために、概観的には平坦地形に見える。侵食の度合いは軽少である。

⑤ 沖積平野

大河の段丘に広がる地域で、黄土の養分に富んだ土壌と、平坦な地形に加え、水利と灌漑等の条件に恵まれているため、一大農耕地帯となっている。黄河本流の一部区間や、支流である汾河・渭河などの沿岸に分布している。

上記の区分によれば、当該調査区域の地形は①の溝谷に属することになる。

(注-2) 黄土高原の全体的な地勢は、北西方面は標高が高く、南東に向かうにつれて低くなっている。標高別に面積比率をみると、2,000 m以上の地域が約10%、1,000~2,000 mが70%強、1,000 m以下が20%弱である。

当該地域を標高的にみると、ほぼ中間かつもっとも多い地域に位置付けされる。

II-2 地質・土性

黄土高原は、第三紀更新世の頃に西方の砂漠地帯、ときには遠く中央アジアから、風によって運搬されたといわれるの堆積を起源としている(風堆土)。ちなみに、この堆積は第四紀にまで続いており、堆積の厚さは300mに及ぶ処もある。

この黄土の下には、中生代の堆積岩と推定される砂岩・頁岩質の岩石が存在する。地形の項で記した『滝』や『露岩』はこれであり、その分布は、現地と黄河との間の山地地域等、広い範囲にわたって見られる。なお、黄土高原の特徴的な地形の一つである『土石山』は、この基岩の存在に起因すると推定される。

砂岩・頁岩は、ほぼ規則的な高さの幅と間隔をもちながら、階段状に分布する。

ちなみに、この岩石は層状に剥がれやすいいうえに、角ばって破碎するので、あまり堅硬でなく、コンクリート骨材として使用するには、良質とは云えない。

土性の状況についてみると、自然状態における黄土の容積重量は 1.4ton/m^3 程度と軽鬆である。また、孔隙率は45%程度であり、透水性が比較的大きい。このようなことから、容易に侵食される。

黄土の侵食原因に関して付言すると、黄土高原北部や西北部では風力による侵食作用を受けるとされているが、本地域を含め大部分は水の営力によるものである。

地質・土性の状況を判断する資料として、写真-5~6を掲げる。

II-3 気 象

対象地域には気象観測所等がないので、正確な気象数値や気候特性等は判らない。しかしそれ関し、その西部に位置する蘭州での観測値によれば、年平均気温は 9.9°C 、最寒月とその平均気温は1月の -6.7°C 、最暑月とその平均気温は7月の 22.3°C となっている。また、東部に位置する太原では、年平均が 10.3°C 、最寒月である1月の平均値は -6.2°C 、最暑月である7月のそれは 23.3°C である。

蘭州と太原とを比較すると、蘭州のほうが若干数値が低い。そして両都市と現地との関係を見ると、距離的には太原のほうが近いが、緯度及び標高の点では蘭州のほうが類似している。したがって、蘭州における数値によって現地の気温条件を推定することが妥当と考えられる。



写真-5 溪床に露呈している基岩の状況

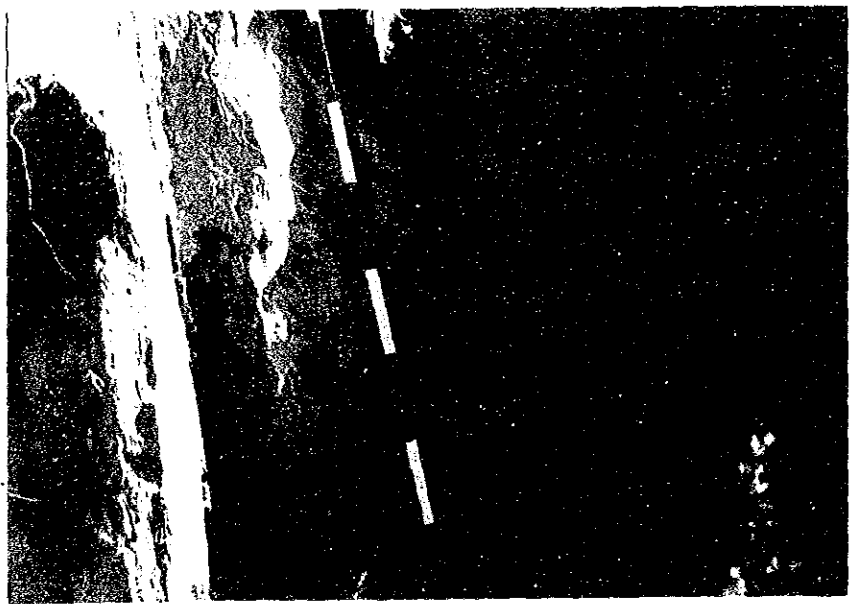


写真-6 侵食されつつある黄土の状況

この地域の気温で特徴的なことは、季節・昼夜による較差が大きいことであり、年間のそれは50~70℃、日較差でも25~40℃にも及ぶとされている。

降水量について、黄土高原の年間降水量は200~600mmの範囲で、その分布は東南より西北に向けて漸減する。代表的な都市のそれをみると、太原・臨汾・銅川の一带は年間600mm前後であるので、現地の雨量もそれに近いものであろう。

時期的な観点からは、この地域は夏期にモンスーンの影響を受けるため、降雨は6~9月に集中し、この間に年間降水量の60~70%程度が降ってしまう。とくに夏季の7、8に多く、時雨量20mmに近い豪雨となり、また雹が伴うなど、洪水の発生や田畑の被害を受けることがしばしばある。

ちなみに、この地域は年によって降水量の変動が大きく、多いと年は少ない年の3~4倍、ときには30~40倍となる。例えば太原では、少ない年には僅か50mm、多雨の年には700mmというような記録がある。このため、干ばつ・洪水とも、発生頻度が高い。

II-4 植 生

文献によれば、黄土高原の植生は、現状においては天然的なものは少なく、その分布もまばらであるが、これを地域に対応させて類型づけると、山西省の黄河支流汾河流域より南東部に分布する落葉広葉樹林地帯、陝西省の黄河右岸地帯より南西に広がる森林草原地帯、黄土高原の北西部に位置する乾草原地帯に区分できるとされている。

この区分に従えば、当該対象域は落葉広葉樹林地帯に属することになる。この植生域の特性や主要な構成樹種等については(注)に記すが、一般的にはナラ・カンバ・ハンノキ類などの広葉樹が優占し、標高が低くなるにつれて針葉樹の出現度が高くなるとされている。

現地周辺の観察によれば、天然性のものとしてはナラ・ハンノキ類などの広葉樹がみられるが、それよりも植栽木であるアカシア類のほうが多い。ただし多いと云っても、森林と云えるほどの区域はごく僅かで、それらは主として治山的な観点から植栽されたようである。

下層植生については、調査時期がたまたま冬季であったため、詳細な観察・調査はできなかったが、自然状態で山腹面等に成立する草本類としては、ヨモギ属等のキク科やイネ科・カヤツリグサ科のものが多かった。その他、トゲのある灌木類もみられた。

そしてこのようなことから、当該区域は全体的に乾燥条件下にあることが推定される。

なお、自然に成立する植物は植被が貧弱である。

(注-3) 各種生域の特性や主要な構成樹種等について、文献には次のような内容が記されている。

① 落葉広葉樹林地域

これに属する地域は、植生の種類・量とも最も豊富なところである。ただし、この地域は土壌・気候等の条件が良好なために、平地はもとより丘陵・高原に至るまでほとんど耕地化されており、天然植生が残存するのは山岳地帯だけである。

自然的に分布する樹種をみると、標高の高い地帯ではトウヒ(雲杉)・モミ(冷杉)及びカラマツ(落葉松)などの針葉樹も存在するが、一般的な優占種はナラ・カンバ・ハンノキ類などの広葉樹である。

そして、標高が低くなるにつれてタカネゴヨウ(華山松)・マンシュウクロマツ(油松)の出現度が高くなり、上記広葉樹と混交する。なお、尾根筋などの乾燥地や表土の少ない斜面では、ハクシヨウ(白皮松)・コノデガシワ(側柏)なども成立する。

② 森林草原地域

落葉広葉樹林地域に比較すると、植被が貧弱で、土砂の流失も激しい地域である。主要樹種はナラ・ハンノキ類で、下木にはバラ科などの灌木が成育するが、その天然林型はほとんど消滅し、現状では、一部の山地に極度に衰退したものが残存するのみで、大部分は草原化しているとされている。

③ 乾草原地域

半乾燥気候区に分布する草原植生であり、主としてイネ科の草本類によって占められている。

なお、標高2,000m以上の高山においては、マンシュウクロマツ・トウヒ・カンバ・ヤナギ類の存在も確認されている。

前述のように、本対象域は地理的には落葉広葉樹林地域に属するが、現地においてみられた植生、とくに下層植生は、バラ科などトゲのある灌木や乾燥系の草本類が多い。

それに加え、植被も貧弱で、土砂の流失も激しいことから、むしろ森林草原地域に位置付けるほうが適切であるとみることもしる。

Ⅲ. 全体施設配置計画

Ⅲ-1 施設計画についての基本方針

黄河の下流域は、古来より河川の決壊が相次ぎ、その治水対策は重要な政治・経済課題であった。そして決壊の原因が、河床における土砂の堆積によるものであり、かつそれは中～上流から生産・流送されたものであることから“水を治めるにはまず源から治めなければならない”などの主張がなされてきた。

また、河川の氾濫は食糧の生産地である農耕地を壊滅させる元凶ではあるが、その一方で、水がなければ、農耕地とはならない。そして、中国は国土は広大ではあるが、人々の生活に不可欠な農耕地や森林の面積、及びその生産性等を人口に対比させると、量的にも質的にも、世界の水準よりかなり低い。

このことから、近年においては、治山・治水事業は、単に防災面の機能や効果の発揮のみでなく、それを耕地・林地の拡大化に結び付ける理論や方式が提案され、実施されつつある。すなわち、現在中国各地で実施されている『小流域治山』は、多くの場合植栽施業と施設工とを併用した方式によっている。

例えば、山腹面や傾斜地においては、造林・植草・階段畑の造成等によって、土砂の流出防止を図るとともに、土地利用区域の拡大化や生産性の向上を高めることに努めている。溝谷等の場合は、上流では砂防ダムを設置し、それによって留止・堆積した土砂の区域を耕地に変換させてその拡大を図り、下流域では水資源の総合的な利用を意図した貯水ダムを設置する等の方式をとっている。

本プロジェクトが行う基盤整備事業も、原則的はこの方式に沿い、わが国の技術や知見を投入しながら、黄土高原に適應した技術体系を開発していくことになるであろうから、全体施設配置計画においても、それを基本的な方針とする。それは、このような考え方が極めて合理的であることによる。

ただし一面、実行方式・過程やその効果等について、若干の問題点や懸念もある。それに関し、計画策定の参考とするため、モデル流域の荒廃や土地利用状況、及び住民の生活等を観察し、さらに類似した流域における事業実施方式等を視察・検討したが、その結果を要約すると次のようである。

- ・住民のほとんどは農耕によって生計を立てているが、耕地面積が少ないことから、

その生産基盤は不安定かつ生産性が低い。地元農民の生活を安定・向上させるために、農耕地の拡大化は絶対条件である。

- ・農耕地の拡大化が可能な地点・区域は、急峻な山腹斜面や河川・沢地の沿線に限られている。
- ・一面、住民の生活域や農耕地を洪水や崩壊から守るには、山腹斜面や河川に治山・治水的な施設の設置が必要である。このことは、拡大すべき耕地と施設の設置箇所とが同一であり、競合することを意味している。
- ・設置する施設の資材として、コンクリートや鋼材等強固のものをふんだんに使用することが可能であれば、設置のための土地を縮小しうることがある。しかしそれには、多大な経費を要する点で問題が生ずる。
- ・結局のところ、現在の中国においては、少ない経費で施設が築設でき、しかもその施設自体が直接・間接に地元農民の生活や生産性の向上に結びつくものでなければならぬ。そうでないと、地元住民が関心を寄せず、事業の実施に不可欠な土地や労力の提供等の協力を受けられないし、施工後の維持管理もできない。

土砂流出の防止という面を第一義に考えるならば、わが国における治山・砂防事業のように、必要な地点に必要な工事を行い、あるいは防災効果の高い樹種による森林の造成を推し進めていくことが好ましい。しかしながら、農民の生活や農地等の存在という中国の現実や経済事情を考えると、防災効果を主目的とするわが国の方式によって、全ての事業を強力に事業を進めていくことはできない。

すなわち、このような二律背反的な制限のある中で、所期の命題を実行していくためには、施工後の防災機能の発揮等が確実・完全でないとしても、当面はある程度割り切った考え方による計画としていかざるを得ないと思われる。それとともに、わが国における方式のうちにも、黄土高原に適用できるもの、あるいはそれによらなければ、所期の目的を果たせないものが、当然ながらかなりある。

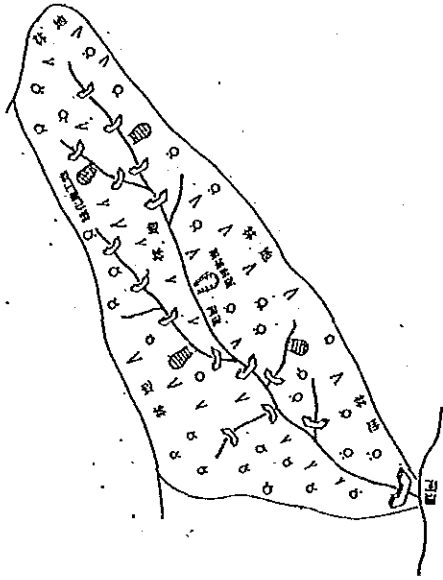
わが国の山地地域における土地利用・地表状況および治山事業の実施状況と、中国黄土高原におけるそれとの対比、およびそれを組み合わせ総合化した形態による計画方式の構想を、簡略化して模式的に描くと、図-5のようである。

また、それをダム工等に関連させて描くと、図-6のようになる。

図-5 黄土高原モデル流域における総合治山事業計画の基本的な構想

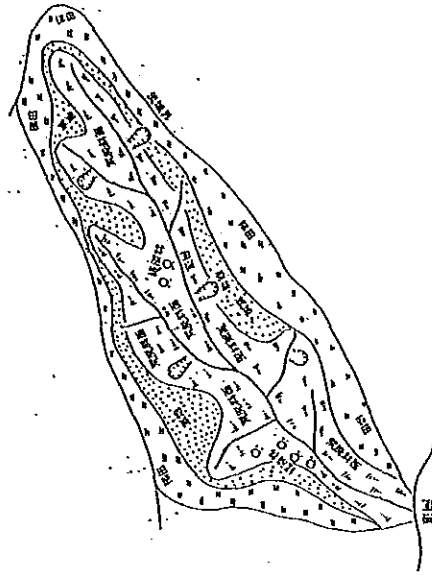
1. 日本の山地小流域の治山模型図

- 条件; 1. 土地利用は単純で森林地である。
 2. 地表は浅い土壌層で被覆される。
 3. 下層には基岩層がある。



2. 中国黄土高原丘陵区小流域現状模型図

- 条件; 1. 土地利用は農・草・林地と多様。
 2. 地表はかなり厚い黄土で被覆される



3. 小流域総合治理モデル流域
 1と2の総合化方式

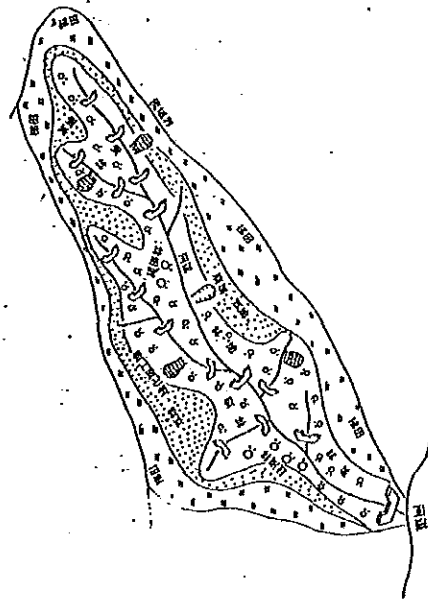
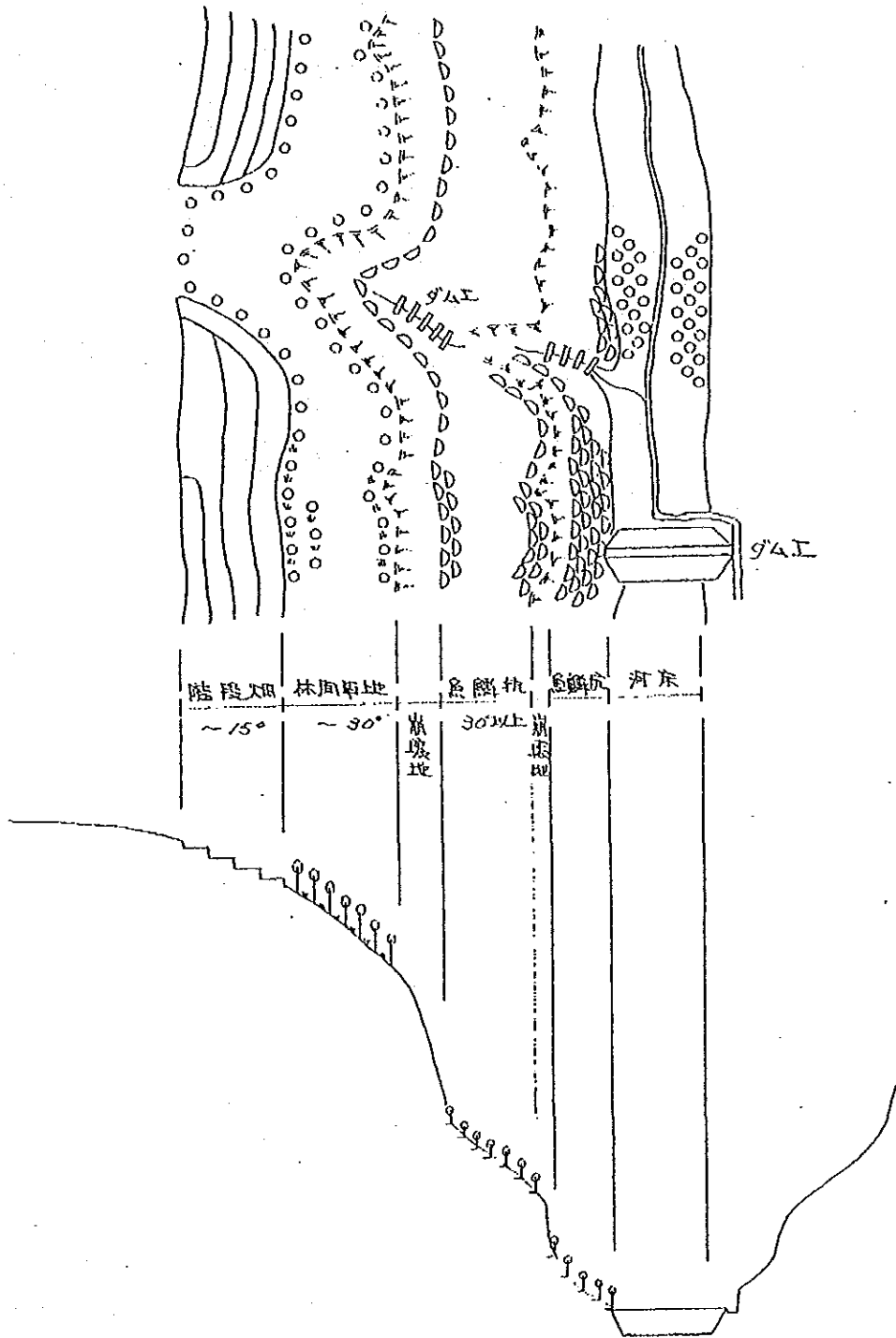


図-6

総合化構想方式による工種配置の概略模式図



基本方針に関し、考えなければならない問題の一つとして、技術協力の項目・内容がある。『中国黄土高原治山技術訓練計画プロジェクトにおいて現段階で協力または適用が考えられる技術の項目』については先にふれたが、その内容としては、次のような事柄が挙げられている。

① 水土保持面からみた山地の土地利用技術

土地利用の原則は、ある程度定められているとは云うものの、現実の問題として様々な荒廃現象が発生しているため、主として地形条件・水土保持上からみた林地・草地・農地等の土地利用区分の方法

② 山地における水土保持技術

粗悪林分の改良，荒廃林地やガリーなどの復旧(緑化工事及び土木工事)，斜面畑の階段化と排水処理法

③ 森林水文調査技術

各種の水土保持対策を計画する際やそれらを実行した場合の，効果判定に資するための基礎データの取り方や整理など，種々の条件下における水文調査技術

このうち，モデルインフラ整備事業として，日本側が行う施設の計画・設置とは，②と③に関するものであり，①については，中国側が水土保持を前提とした林地・草地・階段畑等の土地利用計画を立てることになっている。すなわち，『小流域総合治山』の対象域について，中国側が①を行い，日本側はそれに基づいて造林事業を実施し，あるいは階段畑・溪間工・山腹工等の配置及び設計について，技術協力を行うこととなっている。実施の大要を位置的に云うと，上流域の約50%の範囲には主として造林を実施し，中・下流部の約50%は階段畑の造成や各種の治山構造物を配置する。なお，造林事業は，本計画とは別なプロジェクト計画にしたがって，既に実施されている。

土地利用に関して付言すると，中国の山地地域においては，林地・果樹園・草地・農耕地が混在しており，しかも，それらの利用区分が流動的である。すなわち，現状においては，土地利用は斜面の安定性，土地の生産性，耕作者の意向等によって，適宜変更されているようであるが，上記土地利用計画の策定と施設配置計画とが定めれば，土地利用も自ずから確定することになる。

次に，施設計画の策定や施設の設計に関する全般的な配意点等について記す。

前述したように、わが国において実施されており、かつ現地への適応性も高いと思われる溪間工や山腹工等の施設工は数多くあるが、その多くは防災機能や耐久性が高い一面、使用資材の質に制限がある。現地の実情を調査した結果、そのような工種による場合、現地付近で資材が容易に得られないことや、資材運搬手段の整備が十分でないこと等と併せ、その実行に多額の経費を要し、あるいは施工に困難を伴うことが想定されることから、技術の導入・施工の普遍化や経費の低廉化を図るため、施設工は必要最小限度にとどめることとする。

ここで必要最小限度の施設工とは、この事業が「モデルインフラ」という、展示的な意義や効果を目的としていることに配慮したものである。

そして、それらに代えて、努めて植生を使用する工種・工法を考えた。例えば、侵食の激しい溝谷の復旧施工において、小規模な谷止工・堰堤工の代替として、周辺にも自生しているような植生を導入した柵工の併用や樹林帯の造成等を検討する。導入樹種は、砂に埋没しても上長成長を続ける可能性の高い沙柳(*Saalix psammophylla*)や小葉楊(*Populus simonii*)等楊柳科のものを主体とする。

上記を含め、林地・草地の造成やある種の山腹工においても、植生の人為的な導入を伴うことになるが、その定着や生育には気候的な要因が大きく関係する。

吉県の北東に位置する太原と南の运城における気象データから、ケッペンの“乾燥限界指数”及び“温量指数”を算出すると、乾燥限界指数は両地域とも10前後であるので、乾燥地と半乾燥地との境界付近に、温量指数からは太原が冷温帯、运城は暖温帯に属していることが判る。この状況から、本対象地は植物に好適な条件下にあるとは言えないが、しかし実際問題として、種類に限定はあるが、自然的にも植物が分布・生育しているので、導入植生が生育する可能性は十分あると判断される。

以上、この地域における施設の配置計画や施設の設計、言い替えば、治山的な観点による工種の配置及び工法の選択や適用は、わが国と中国との各種事情の相違・現在の土地利用状況・荒廃化の可能性、今後の利用や取扱い方法、植物立地的条件、資材の入手の難易、施工経費、展示的效果等を総合的に勘案・検討して行うこととする。

III-2 各種施設の計画

対象地において設置を計画した各種施設ごとに、その主目的と配置位置・箇所数・規模等の事柄について、以下に記す。ただし、ここに掲げる工種や箇所数等は、本業務契約の時点において示されたものを基とし、これを現地で検討しながら必要に応じて変更・加除して設定したものである。

すなわち、この段階では、設計・積算額や予算等の事柄までを考慮していないことを付記しておく。

A. 水平階段工

稜線域に近いやや緩斜面の区域を対象地とするものである。その大部分は、これまで開拓され、現在でも耕作地として利用されている土地である。しかしその現状は、地形なりの斜面のままになっているため、土壌侵食の危険性が高い。

そこで、斜面をいくつかの水平面に分け、その間に土手を設け、全体として階段状になるような造成を行うことによって、耕地の確保と併せ保水力の向上と侵食の防止とを図る。

その対象面積は、約17haである。

B. 林間草地造成工

水平階段工と実施区域と垂直に近い崖地との中間に位置する、かなり急峻な区域を対象として、その緑地化の確保を図るものである。

わが国においては、このような区域に植生を導入する場合、経済性つまり植生の生産物としての価値や利用性よりも、耐瘠悪性・耐乾性等の現地への適応性や、生存年限・植被量等、治山的な機能・効果や永続性を重視して、導入植物の種類を選択するが、この国では、前述のように治山的観点以上に、土地の生産性の向上を通じて農民の生活の安定・向上に資することを重要視する必要がある。そして、そうでないと、導入後の維持管理を地元民に委任することができない。

このことから、果樹や牧草等、農民が活用しうる植物を主体に導入する。

この工種を適用する面積は、10.8haとなった。

C. 貯砂ダム

対象域の中央を流れる岳家沢に計画したもので、その箇所数は5箇所・種類として

は3タイプのもを設置する計画となった。

第一のタイプは粗石コンクリート造のもので、原計画においては純コンクリート造を想定していたが、規模がかなり大きくなるために経費が高くなること、資材運搬が容易でないこと、付近に石材が存在すること等を勘案し、粗石を混入することにした。

なお、このような構造物の場合、アーチ式・三次元式・重力式の3つの型式が考えられるが、基盤条件を調査したところ、底部には堅硬な岩盤が露呈しているが、両側部は軟弱な黄土の堆積物であるので、重力式以外は採用できないと判断した。

第二のタイプは現地の土(黄土)を活用するアースダムで、中国においては、この方式がもっとも一般的である。

第三はロックフィルダム方式である。ただしロックフィルダムと云っても、それはわが国において発電ダム等に用いられるような、転石等を大規模に積み上げるものでなく、適当な大きさに加工した石材をモルタルで固定する、いわば『練石積ダム工』である。

上記それぞれのダム工の配置位置や計画規模等について記すと、粗石コンクリート造のものは5個所のうちもっとも上部に設置することとした。これを計画した地点は、それより上流300mの間は溪床勾配が緩やかであるが、それを超えると急になるので、貯砂ダムの適地はない。それとともに、当該地点のすぐ上流は、溪流が大きく2つに分岐しているので、貯砂効率に優れている。このことから、なるべく大きな貯砂量のものとしたいが、あまり大きくすると断面が大きくなる等構造上の問題もあり、現地材料の強度も心配である。さらに堆砂勾配の関係もあるので、ダム高を10m(有効高9m)とする計画とした。

アースダムは、粗石コンクリート造と練石積造のものの中に、3基続けて配列する。この型式のダムは放水路(余水吐き)が必要であり、設計にあたっては、その位置や構造・強度等が問題になるが、堆砂後の土地利用(耕地化)を考え、左右岸の何れかに寄せて山腹面に布設する。また、洪水調節や水利用のために水抜き(導水路)を設けることとするが、展示的意味を勘案し、箇所によって取付け位置やタイプを変える。ダムの高さは洪水水量や堆砂勾配を勘案し、8~12mとする。

練石積ダムは、流域の最下流部に配置する。すなわち、このダムは他の貯砂ダムの基礎となるものであるとともに、他の施設が破壊されたり、さらには不特定な区域や

箇所に崩壊等が発生した場合、そこから流出してきた土石類をこの流域内で抑止する、いわゆる予防治山工的な役割までを果たす、いわば流域管理上『要』となる構造物である。その高さは兩岸の状態から10m程度のものとし、アースダムと同様、洪水調節を目的とした水抜き孔を設ける。

ちなみに、当該地点より約300m上流には、地元民の飲料水となっている湧水地がある。そしてこの流水は、農耕その他にも不可欠なものであるので、上記水抜き孔は貯水・取水施設としても使える。

D. 治山ダム

本流(岳家沢)より分岐する4つの支溪(下流からA～D支溪と名付ける)において、溪床の洗掘と岸部の崩落とを防止するために設置する谷止工で、それに適したものとして、ロックフィル構造とアースダム構造のものを考えた。

ロックフィル構造のものは、『ふとん籠』とし、アースダム構造のもの基礎となる地点、つまり各支溪の最下部(例外もある)に1箇所ずつ計画した。その標準的な規模は、高さ4m・長さ15m程度とする。ちなみに、『ふとん籠』構造のものは、中国では実施されていない

アースダム構造のものは、谷止効果を期待するものと、他のダム工の補助的な機能を果たすものに分け、『ふとん籠』谷止工の上部に、合わせて20個ほど計画した。対象支溪は、谷幅が狭く勾配も急であることから、その規模はごく小さく、谷止効果を期待するものであっても高さ4m未満、補助的ダムは高2m程度、長さは何れも10m未満のものである。この工種もA～D支溪に設置するが、D支溪は他の支溪に比して流程が長いことから、そこに多くの個数を計画する。

なお、計画原案では『空積ダム』が掲上されていたが、現地への適応性やメリット等の点で疑問があり、展示的な効果もあまりないことから、これを除外した。

E. 斜面安定工及び緑化工

原案によれば、擁壁工(石張)、階段工、緑化工(法勾配1:1、吹き付け工)が挙げられている。これらについて、現地への適応性やモデル施工効果等に関連させて検討したが、擁壁工は類似の工法が中国においてもすでに実施されているし、斜面に階段を切りつけ、階段間の法勾配を1:1とし、そこに吹き付け緑化を行う方式も、黄土が形成する自然勾配や植生の定着・生育条件等を勘案すると、ほとんど意義がない。

このことから、原計画を変更し、早期緑化の手段として効果の高い種子吹付工を、本流に設置するアースダムの水裏面や兩岸の切土面に実施することとしたい。

F. 量水路工

本流の下部に計画したロックフィルダム地点よりさらに200m下がった地点に、この施設の設置に好適な条件の箇所がある。

また、この施設は、施業条件等の異なる流域にも設置し、それとの比較・対照を行う必要があるが、その対象として本流域の西側に隣接する流域が適切と思われる。

その最下流部に、上記地点と同様底部に岩盤が露呈している箇所があるので、そこを候補地とした。

量水路工の型式は、フリユーム型とする。

G. 道 路

計画した各種施設を施工し、あるいは以後の管理等に必要な施設であり、それには車道・作業道・歩道の3種がある。

車道は既設の公道等より分岐して、本流域の要所に達するもので、主として本流域の境界でもある稜線域を通過する。この路線は自動車の通行を予定するもので、原則として幅員4mとする。延長は約15kmになる。

作業道は、端的には車道と歩道とを結ぶものであり、その敷設区域はかなり急峻な山腹斜面、及び本流の溪岸・溪床部である。この道路は主としてブルドーザ等作業・運搬用機械の運行に供することを目的とするものなので、幅員規格を3mとした。

延長は5km程度になると想定している。

歩道は、車道または作業道から各工事現場へ到達するためのもので、その幅員は労務者の通行が可能な1.5mとする。計画延長は10km前後とする。

以上の施設計画地点や区域を示したものが、図-7である。

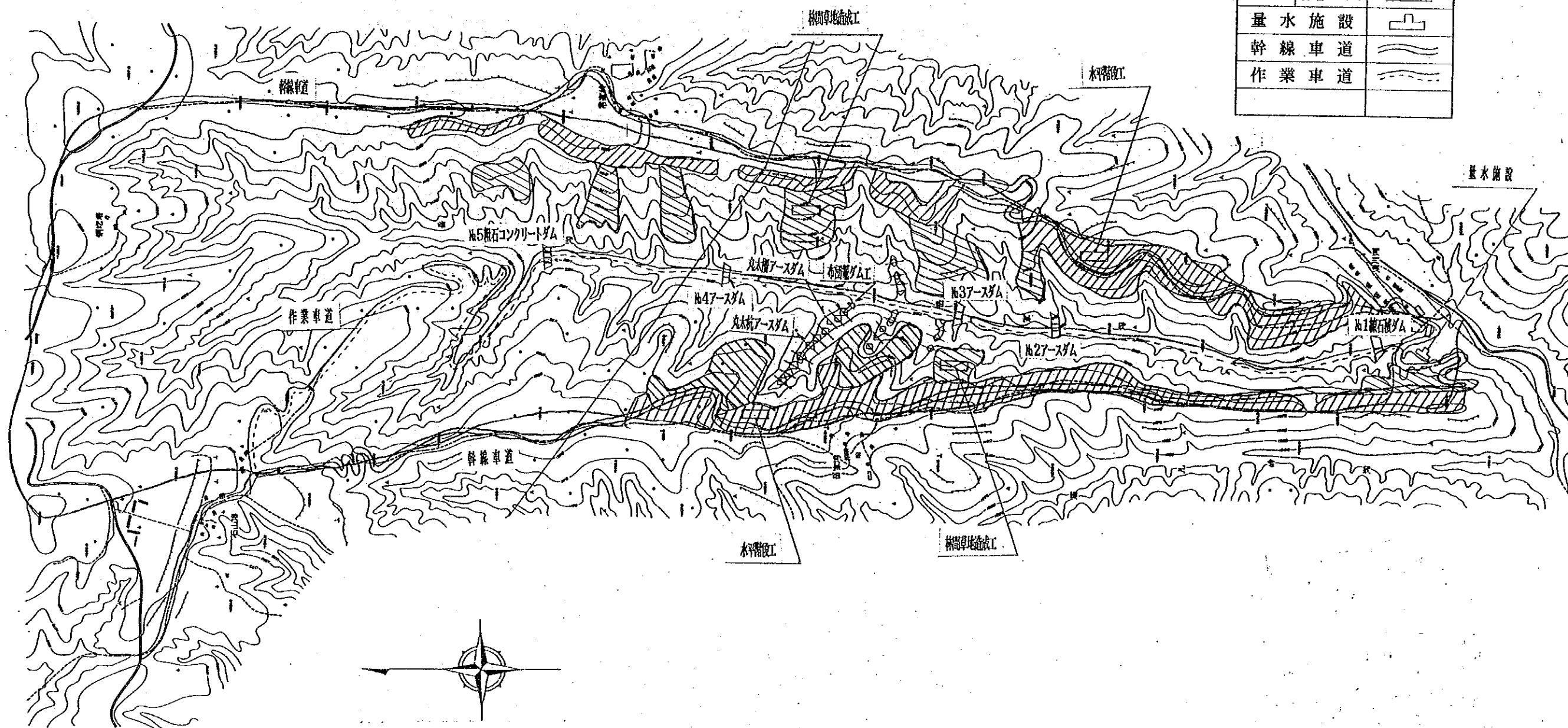
なお、図-7を縮尺1:5,000とした『施設計画配置図』を、資料1-(15)-1として別添した。

図-7

施設計画配置図

縮尺 1:12,600

凡 例		
流域界		~~~~~
水平階段工		▨
林間草地造成工		▨
貯砂 ダム工	礫石積ダム	▽
	アースダム	▽
	礫石コンクリート	▽
治山 ダム工	布目籠ダム	▽
	丸太杭アースダム	◇
	丸太積アースダム	△
量水施設		□
幹線車道		~~~~~
作業車道		~~~~~



IV. 各施設の設計・積算

IV-1 設計上の特記事項・計算諸元等

前章に掲げた各計画施設ごとに、現地において必要な範囲・種類の測量等を実施した。また、その結果をもとに設計図の作成や、各種の計算を行った。

ここでは、設計に当って留意した事柄や特記事項、あるいは設計に必要な各種計算の諸元・因子と計算結果等について記述する。

A. 水平階段工

- ・この工種は、一定以上の広がりをもつ区域を対象とするが、その区域は散在し、かつ面積も広い。このため、定められた期間内に直接的な現地測量を行うことはできなかったが、詳細な地形図(縮尺; 1/1,000, 等高線表示 1 m)を提供されたので、踏査によって対象区域を決定し、図面によって面積を算出した。
その結果、対象ブロック数14区域、総面積16.85haとなった。
ちなみに、設計段階においては、上記図面があれば實際上測量を要しない。
- ・この工種は多量の土砂移動を伴うことから、ブルドーザ等の土工機械によって施工することになる。それとともに、造成後は農地として利用することになるので、平面部をなるべく広くすることがのぞましい。このことから、平均幅が13m程度となるよう設計した。この結果、もっとも狭い部分で10m、広い部分は30mが確保できる見透しである。また、施工対象地は斜面であるので、平面部を確保するためには、その上下に土手を造成することが必要である。
- ・上記の設計を土工量でみると、切土88千 m^3 、盛土(土手の造成)18千 m^3 となった。
すなわち、1ha当りでは約6.4千 m^3 の土砂を移動させることになる。なお、土手の延長は13,020mとなる。
- ・切土は機械施工、土手の造成は人力施工とする。
- ・造成の際には、土の理化学性(主として保水力の増大)を改善させることを目的として、土壌改良材(FeSO^4)を使用する。
- ・標準的な断面による設計・施工方式は、別添資料2-(24)-2 『水平階段工定規図』のようである。

B. 林間草地造成工

- ・施工対象域の設定及び面積の測定は、水平階段工に準じた方式をとった。
対象ブロック数は11箇所、その面積は10.8haとなった。
- ・この工種は、他の工種以上に施工後の維持・管理が重要な課題であるが、それを施工主体が継続的に行うことは、実際問題として困難である。そして現実にも、中国ではそれを地元民に無償でさせている。
- ・管理施業を自主的・積極的に行わせるには、地元民自身の利益にもなることが必要であり、その方策として、中国では樹木は果樹、草本は牧草を主体に導入している。本設計においても、この方式を踏襲する。
- ・樹木の導入方法は、1ha当り1,000m(水平長間隔10mごと)の溝を切り、そこに植栽する。溝の規格は高0.8m・幅0.8mとし、植栽木の横間隔は3.3mとする。
すなわち、施工対象地10.8haにおける溝の延長は10,800m、所要苗木本数は3,585本となる。ただし、この事業においては、苗木代及び植栽の経費は見込まない。
- ・草本の導入は播種による。播種面積の比率は対象区域面積の90%(残余の区域は樹木導入部)とする。したがって、播種対象面積は9.72haとなる。
播種に際しては、地表面を耕運するが、それは役牛によって行う設計とした。
- ・標準的な断面による設計・施工の方式を、別添資料2-(24)-3『林・草地造成工定規図』に示した。

C. 貯砂ダム

- ・設計に先だって、まず現地を踏査し、次いで縦断測量を行った。そして、その結果からダムサイトを決定し、それぞれのサイトについて横断測量を実施し、構造図その他の図面を作成した。
- ・作成した図面は『平面図』『溪床縦断図』『構造図』等であり、それらは、後記VIに該当する箇所(モデルインフラ整備事業の対象)のものは、資料2-(24)-4~17、該当しないものは資料1-(15)-2~12として別添した。
- ・各タイプごとの設計上の留意点、特記事項等は以下のようである。

a 粗石コンクリートダム

- ・粗石とコンクリートとの配比率は7:3とした。粗石は現地付近で採取する。
- ・コンクリートの配合は、中国で制定し、実施しているものによった。その詳細は、

別添別添資料 2-C『設計書』に掲げてある。

- ・堤体断面の決定、つまり安定性の検討は『全水圧型』によった。
 - ・放水路断面は、流域面積等を基礎とする洪水流量の計算結果によって決定した。
- 他のダム工を併せ、それを決定した因子や計算諸数値は次表のようである。
- なお、これも中国で行われている方式によっている。

表-3 降雨量・流出量の計算

確 率 P % (年)	5 (20)	2 (50)	1 (100)
最大降雨量 mm/24時間	146	179	204
最大流出量 mm/24時間	37	60	80

表-4 ダム No. 別放水路関連計算

ダ ム No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
*対象流域面積 (km ²)	0.2633	0.3029	0.5791	0.3468	1.6686
ダム高=設計貯水高 H (m)	8.0	8.0	8.8	5.5	9.0
**洪水時の 水位高 H' (m)	5 % 2 % 1 %	0 1.5 2.3	1 1.7	0.9 1.9	1.4 2.1
***放水路余裕高 ΔH (m)	1.1	0.5	0.3	0.6	0.4
ダム全高 H+H'+ΔH (m)	11.4	10.0	12.0	8.0	11.5
放水路下幅 B (m)	4.0	3.0	3.0	4.0	5.0
洪水時の流量 Q (m ³ /s)	5 % 2 % 1 %	8.72 37.90	8.60 17.50	19.25 30.60	16.38 27.05
放水路による 最大通水流量 q (m ³ /s)	5 % 2 % 1 %	0 21.10	4.62 8.78	4.10 10.70	10.73 17.34
使用(満砂)年限 T (年)	18.5	11.4	13.8	8.1	3.3

注-1 *対象流域面積とは各ダムの流域面積-上流ダムの対象面積を云う。

2 **洪水時の水位高とは洪水時にダムの導水路を超える高さを云う。

3 ***放水路余裕高とは放水路高-洪水時の水位高を云う。

- ・設計の結果、ダムの高さ(放水路高)10.0m、延長(天端長)は31.0m、敷幅(堤底幅)7.5m、体積は683m³になった。

b アースダム

- ・この型式のダムは、中国においてもっとも普及しており、設計・施工のための基準や方式が確立されている。このことから、設計手法はそれらを参考とした。

- ・設計した3箇所の規模は下表のようである。なお、ダムNo.は下流より2～4の順である。

表-5 アースダムの箇所別規模等

ダムNo.	高さ(m)	延長(m)	底幅(m)	天幅(m)	体積(m ³)	備 考
No. 2	10.0	27.2	54.1	3.0	3,998	導水路・放水路
No. 3	12.0	39.7	64.1	3.0	7,055	導水路・放水路
No. 4	8.0	27.8	38.5	2.5	2,587	放水路のみ

(注) 設計図・設計書においては、導水路を『排水施設』放水路を『余水吐き』としている。

- ・後記VIに含まれるNo.3ダムの水裏面の処理は、設計・積算に掲上してある。
- ・No.3ダム以外の水裏面には、早期緑化の手段として意義・効果のある『種子吹付工』を実施する。使用機械は本プロジェクトが保有する『可運式ジェットシーダー』資材は携行品の一部または別途購入したものを使用することし、プロジェクトの試験・研究の一環として行う。したがってここでは、それに関する設計・積算を掲上しない。

c ロックフィルダム

- ・計画の項において述べたように、このダムは実質的には『練石積ダム工』であるので、設計図・設計書においては『練石積ダム』としている。
- ・石材は、現地の下流清川河等で採取が可能である。ただしあまり良質のものとは云えない。
- ・中国においては、高さ10m程度の場合天端厚を3m、上流側の法勾配1.5分、下流側の法勾配を7.5分としている。しかしこのダムも重方式であることを勘案すると、これほど大きな断面の必要はないと思われ、中国側のダム工の専門家(カウンターパート)と協議・検討し、下流側の法勾配を4.5分として設計した。その結果、延長(天端長)38.0m、堤底幅7.8m、天端幅3.0m、体積1,337m³となった。
- ・この天端幅は、わが国におけるものよりも若干厚いが、それは、セメント・骨材・石材の質がわが国のものよりも劣悪で、これを薄くすると破壊される懸念があるためである。
- ・ダムの安定性の検討は『全水圧型』とし、上記の懸念を加味した断面とした。

- ・このダムにおいても、洪水調節のための水抜孔＝排水施設を設ける。

D. 治山ダム

- ・治山ダムには、ロックフィル構造のもの、アースダム構造のものがある。
- ・前者は、金網の枠の中に石を充填するもので、わが国では『ふとん籠』ダムと称する。後者は、本質的には本流に設計したものと変わらないが、規模が異なることと使用材料に若干の相違がある。
- ・後者はさらに2つのタイプに分けられる。1つは、ダム本体の大部分を土砂の集積によって造成し、それに補助的に杭を使用するものであり、他はダム本体の半分程度を杭と柵によって築設する。ここではそれを『丸太杭アースダム』『丸太柵アースダム』と名付けた。前項において、谷止効果を期待するものとは前者であり、他のダム工の補助的なものとは後者のことを差す。
- ・ダムは、A、B、C、Dの4つの小支溪に、合わせて24個築設する。溪床勾配・幅・兩岸の状況等は、何れの支溪とも類似しているため、その構造をダム種別ごとに同一として設計した。
- ・ダム種別ごとの個数及び規模等は下表のようである。なお備考欄に支溪ごとの個数を記した。

表-6 タイプ別治山ダムの規模等 (1箇当り)

種別	個数	高さ(m)	延長(m)	底幅(m)	体積(m ³)	主要資材	備考
ふとん籠ダム	4	3.5	14.5	8.4	189	石材189m ³ 籠材	各支溪1箇所
丸太杭アースダム	15	3.5	9.5	12.0	150	土石150m ³ , 杭44m	D8, C3, その他各2
丸太柵アースダム	5	1.5	6.5	4.5	27	土石18m ³ , 杭66m, 組束500kg	D支溪2, その他各1

- ・種別ごとの基準的な構造等を示した『構造図』は、資料2-(24)-18~21として別添してある。

E. 斜面安定工及び緑化工

- ・早期緑化の手段として効果の高い種子吹付工を、本流に設置するNo.2及びNo.4アースダムの水裏面や兩岸切土面等において実施する。
- ・この施業は、C-bに記したように、プロジェクトの試験・研究の一環として行う。

F. 量水路工

- ・設計・製図を行った結果、水路の長さは10.4m、高さ2.5m、幅2.0~2.8m、体積

65㎡となった。ちなみに、観測は幅2.0mの地点で行う。

- ・水路の構築材料は、粗石コンクリートを主体とし、表面をモルタルで仕上げる。
なお、基盤は岩盤であるが、その掘削量はおおむね20㎡である。
- ・上記の形状・数量等は、2箇所とも同様である。その設計図・配筋図は、別添資料 2-(24)-22および1-(15)-13に示した。

G. 道 路

- ・幹線車道及び作業車道の敷設位置・線形(平面形)は『施設計画配置図』に示した。
作業歩道は、工事箇所の決定や作業の進捗等に応じて敷設するものとし、その線形を記入しなかった。
- ・路線の縦断図・横断図・土工量計算表は、幹線車道のものは資料1-(15)-14~15に、及び作業車道資料2-(24)-23~24及び2-Bとして添付した。しかし、歩道に関するものは、その作成を省略した。

a. 幹線車道

- ・この路線の敷設予定地の大部分は、狭い幅員かつ不安定・急勾配な状態で敷設されている現道を利用・改良する設計としている。
- ・計画線形・計画勾配・計画横断面は、現道の線形・地盤状況・縦断勾配・横断面形の測量・製図及び現地の観察を基礎として設計した。その結果、延長14,832m、切土量51,548㎡、盛土量2,685㎡、敷砂利量1,344㎡が算出された。
- ・計画路線の平均勾配は3.1%である。なお、最大勾配は13%としたが、その区間の長さは95mとなった。
- ・土工はブルドーザを主体とする設計とした。敷砂利は現地採取が可能である。

b. 作業車道

- ・この路線は、ほとんどの部分が新設であり、その延長は4,710mとなる。
- ・幹線車道と同様な方式によって土工量を算出したところ、切土量18,465㎡、盛土量291㎡となった。なおこの道路には敷砂利を見込まない。
- ・路線の平均勾配は4%とした。
- ・土工はブルドーザによる設計とした。

c. 作業歩道

- ・作業歩道は6,000mの設計とした。

- ・施工は人力による。
- ・この工種はごく簡易な作業種なので、上述のように図面を省略し、設計書の作成のみにとどめた。

IV-2 設計・積算

これまで記した計画・設計方式によって、事業を実施する場合の所要経費を、設計書としてまとめると、次ページ以下のようなになる。

なお、設計書は『施業経費内訳書』『明細書』『単価表』によって構成され、『明細書』は『単価表』を基に『施業経費内訳書』は『明細書』を基に作成される。すなわち、積算の基礎は『単価表』であるが、工種が多いことから、その作成枚数はごく多いものとなった。

ここでは、積算の経過よりも積算の結果を掲げることが目的であるので、『単価表』の掲載を省略する。

全体施設設計・積算書

施 業 経 費 内 訳 書

工 種	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	明細書及び 単価表番号	備 考
水平階段築造成工	16.6	ha	8,580	142,428	1	
林間草地造成工	10.8	ha	1,427	15,412	2	
小 計				157,840		
No.1線石積ダム工	(10基) 1,336.6	m ³	割出し 383	512,209	3	
排水施設	(10基) 12.10	m	902	10,916	4	
小 計				523,125		
No.2アースダム	(10基) 3,998.4	m ³	19	76,159	5	
余水吐き工	(10基) 43.3	m	2,214	95,857	6	
排水施設	(10基) 44.5	m	339	15,075	7	
小 計				187,091		
No.3アースダム	(10基) 7,055.2	m ³	14	98,946	8	
余水吐き工	(10基) 43.3	m	2,214	95,857	6	
排水施設	(10基) 82.7	m	478	39,518	9	
小 計				234,321		
No.4アースダム	(10基) 2,586.7	m ³	割出し 20	51,552	10	
余水吐き工	(10基) 39.1	m	3,615	141,328	11	
小 計				192,880		
No.5粗石コンクリートダム	(10基) 682.7	m ³	360	246,068	12	
小 計						
布団籠ダム	(40基) 757.6	m ³	1基あたり 24,139	96,556	13	
丸太杭アースダム	(150基) 2,253.0	m ³	5,312	79,680	14	

施業経費内訳書

工 種	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	明細書及び 単価表番号	備 考
丸太橋アースダム	(50基) 136.0	m ²	1,095	5,475	15	
小 計				181,711		
量 水 堰	(20基) 20.8		1基当たり 22,884	45,768	16	
観 測 施 設	(20基) 14.9	m ²	1基当たり 5,353	10,706	17	
小 計				56,474		
幹 線 車 道	14,832.0	m	割出し 14	204,399	18	
作 業 車 道	4,710.0	m	4	18,655	19	
作 業 歩 道	6,000.0	m	100m 52	3,120	19	
小 計				226,174		
計				2,005,684		50,142,000
共 通 仮 設 費	1.0	式		94,035	20	
現 場 管 理 費	1.0	式		104,986	21	
計				199,021		
一 般 管 理 費 等	1.0	式		22,047	22	
計						
合 計				2,226,752		55,668,800円

水平階段畑造成工明細書

No. 1

(構造) A = 16.63 ha						
ブル借上げ						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
階 段 畑	16.6	ha	8,850	142,428		ha 当たり

林間草地造成工明細書

No. 2

(構造) A = 1,080 ha						
役畜(牛)						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
草 地 造 成	10.8	ha	1ha当り 1,427	15,412		

No. 1 練石積ダム工明細書

No. 3

(構造) H = 10.00 m L = 38.00 m V = 1,336.59 m ³						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
練石積(A)	46.6	m ²	10m ² 当り 5,466	25,472		放水路, 袖天端
練石積(B)	209.7	m ²	4,803	100,719		下流面, 堤底
練石積(C)	1,080.3	m ²	3,102	335,109		積石モルタル配比=6:4
軟岩(Ⅱ)掘削	412.0	m ³	26	10,712		
砂質土掘削	695.8	m ³	10m ³ 当り 34	2,366		
コンクリート間詰	75.7	m ³	369	27,933		
土砂埋戻し	129.0	m ³	10	1,290		
練積土留	54.0	m ³	10m ³ 当り 677	3,656		
岩盤清掃	309.5	m ²	16	4,952		
計				512,209		

No. 1 練石積ダム・排水施設明細書

No. 4

(構造)						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
練石積(B)	9.4	m ²	10m ² 当り 4,803	4,515		
練石積(C)	7.4	m ²	3,102	2,295		
コンクリート	1.7	m ²	640	1,088		盖板
コンクリート	4.2	m ³	369	1,550		
左官仕上げ	32.0	m ²	10m ² 当り 212	678		壁面
基礎礫	1.6	m ³	98	157		
アスファルト目地	100.0	kg	10kg当り 15	150		
砂質土掘削	142.0	m ³	10m ³ 当り 34	483		
計				10,916		

No. 2 アースダム明細書

No. 5

(構造) H = 10.00 m L = 27.20 m V = 3,998.41 m ³						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
盛 土	3,998.4	m ³	10m ³ 当たり 92	36,785		
練 石 積 (C)	61.2	m ³	10m ³ 当たり 3,102	18,984		止水壁
空 石 張	305.5	m ³	10m ³ 当たり 274	8,371		
中 積 石	79.0	m ³	94	7,426		フィルター
裏 込 礫	5.7	m ³	98	559		フィルター
裏 込 砂	5.7	m ³	93	530		フィルター
砂 質 土 掘 削	306.0	m ³	10m ³ 当たり 34	1,040		
軟 岩 (II) 掘 削	94.3	m ³	26	2,452		
緑 化 工	149.4	m ²	10,000m ² 当たり 777	12		
計				76,159		

No. 2 及び 3 アースダム・余水吐き施設明細書

No. 6

(構造)						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
練 石 積 (C)	255.2	m ³	10m ³ 当たり 3,102	79,163		
コンクリート	19.6	m ³	369	7,232		
左 官 仕 上 げ	298.6	m ²	10m ² 当たり 212	6,330		
砂 質 土 掘 削	632.2	m ³	34	2,149		
基 礎 礫	8.5	m ³	98	833		
アスファルト目地	100.0	kg	10kg当たり 15	150		
計				95,857		

No. 2 アースダム・排水施設明細書

No. 7

(構造) 排水塔 配水管						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
レンガ積	2,400.0	ヶ	10ヶ当たり 40.0	960		排水塔
配水管布設	43.0	m	10m当たり 1,090	4,687		
練石積(C)	24.4	m ³	10m ³ 当たり 3,102	7,569		
左官仕上げ	23.0	m ²	10m ² 当たり 212	488		
コンクリート	2.7	m ³	369	996		
基礎礫	2.3	m ³	98	225		
アスファルト目地	100.0	kg	10kg当たり 15	150		
計				15,075		

No. 3 アースダム明細書

No. 8

(構造) H = 12.00 m L = 39.70 m V = 7,055.20 m ³						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
盛 土	7,055.2	m ³	10m ³ 当たり 92	64,908		
練石積(C)	30.3	m ³	10m ³ 当たり 3,102	9,399		止水壁
空石張	573.0	m ²	10m ² 当たり 274	15,700		
中詰石	49.7	m ³	94	4,672		フィルター
裏込礫	3.3	m ³	98	323		フィルター
裏込砂	3.3	m ³	93	307		フィルター
砂質土掘削	417.6	m ³	10m ³ 当たり 34	1,420		
軟岩(II)掘削	84.5	m ³	26	2,197		
緑化工	257.3	m ²	10,000m ² 当たり 777	20		
計				98,946		

No. 3 アースダム・排水施設明細書

No. 9

(構造)						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
練 石 積(B)	50.2	m ³	10m ³ 当り 4,803	24,111		
練 石 積(C)	27.6	m ³	3,102	8,562		
コンクリート	2.9	m ³	640	1,856		蓋板
コンクリート	3.1	m ³	369	1,144		
左官仕上げ	131.0	m ²	10m ² 当り 212	2,777		壁面
基礎礫	3.2	m ³	98	314		
アスファルト目地	100.0	kg	10kg当り 15	150		
土質土掘削	177.7	m ³	10m ³ 当り 34	604		
計				39,518		

No. 4 アースダム明細書

No. 10

(構造) H = 8.00 m L = 27.80 m V = 2,586.73 m ³						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
盛 土	2,586.7	m ³	10m ³ 当り 92	23,798		
練 石 積(C)	62.2	m ³	10m ³ 当り 3,102	19,294		
空 石 張	227.0	m ³	10m ³ 当り 274	6,220		
砂質土掘削	182.5	m ³	10m ³ 当り 34	621		
軟岩(Ⅱ)掘削	61.9	m ³	26	1,609		
緑 化 工	125.8	m ²	10,000m ² 当り 777	10		
計				51,552		

No. 4 アースダム・余水吐き施設明細書

No. 11

(構造)						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
練 石 積(C)	404.9	m ³	10m ³ 当たり 3,102	125,600		
コンクリート	2.2	m ³	369	812		
左官仕上げ	345.0	m ²	10m ² 当たり 212	7,314		
砂質土掘削	1,938.3	m ³	10m ³ 当たり 34	6,590		
基礎礫	8.8	m ³	98	862		
アスファルト目地	100.0	kg	10kg当たり 15	150		
計				141,328		

No. 5 粗石コンクリートダム明細書

No. 12

(構造) H=10.00m L=31.00m V=682.70m ³						
ブル・バック貸与						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
粗石コンクリート	682.7	m ³	310	211,637		
型 枠	439.1	m ²	10m ² 当たり 107	4,698		
軟岩(Ⅱ)掘削	255.9	m ³	26	6,653		
砂質土掘削	283.0	m ³	10m ³ 当たり 34	962		
コンクリート間詰	51.7	m ³	369	19,077		
土砂埋戻	97.1	m ³	10	971		
練積土留	25.6	m ³	10m ³ 当たり 677	1,733		
岩盤清掃	210.9	m ²	10m ² 当たり 16	337		
計				246,068		

布 団 籠 ダ ム 明 細 書

No. 13

(構造) H = 3.50 m L = 14.50 m V = 189.40 m ³						
						人 力
種 別	数 量	単 位	単 価	金 額	単価表 番 号	備 考
鉄 線 布 団 籠	164	m	10m当り 829	13,596		
丸 太 杭	84.0	本	10本当り 21	176		
中 詰 石	91.0	m ³	94	8,554		
吸 出 防 止 材	(62.0 775.0)	m ² 把	100把当り 15	116 1,163		ワラ
砂 質 土 掘 削	145.4	m ³	8	1,163		
土 砂 埋 戻	53.4	m ³	10	534		
計				24,139		

丸 太 杭 ・ ア ー ス ダ ム 細 書

No. 14

(構造) 治山 H = 3.50 m L = 9.50 m V = 150.19 m ³						
						人 力
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
盛 土	150.2	m ³	20	3,004		
土 留 杭	22.0	本	10本当り 21	46		
空 石 積 (A)	22.7	m ³	10m ³ 当り 157	356		
砂 質 土 掘 削	174.4	m ³	18	1,395		
土 砂 埋 戻	50.7	m ³	10	507		
緑 化 工	56.3	m ²	10m ² 当り 777	4		
計				5,312		

丸太柵アースダム明細書

No. 15

(構造) 治山 H=1.50m L=6.50m V=27.19m ³						
人 力						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
盛 土	21.0	m ³	20	420		
丸 太 柵 工	6.5	m	10m ³ 当り 132.0	86		
砂 質 土 掘 削	36.4	m ³	8	291		
土 砂 埋 戻	22.7	m ³	10	227		
空 石 積	4.5	m ³	10m ³ 当り 157	71		
計				1,095		

量水堰明細書

No. 16

(構造) L=10.40m B=2.00m H=2.50m						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
練 石 積 (C)	65.2	m ³	10m ³ 当り 3,102	20,225		
軟岩 (II) 掘削	21.5	m ³	26	559		
盛 土	23.4	m ³	20	468		
左官仕上げ	77.0	m ²	10m ² 当り 212	1,632		
計				22,884		

量水観測施設明細書

No. 17

(構造) 面積 7.44 m ²						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
レンガ積	6,000.0	ヶ	100ヶ当り 40	2,400		
コンクリート	3.9	m ²	369	1,439		
コンクリート	(9.0 2.1)	(枚) m ²	640	1,344		蓋
鉄筋コンクリート管	(2.0 2.0)	(m) 本	85	170		
計				5,353		

幹線車道明細書

No. 18

(構造) 幅員 4.0 m $\phi = 14,832$ m						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
砂質土切取り	51,534.7	m ³	10m ³ 当り 15	77,302		
盛 土	2,883.1	m ³	10m ³ 当り 14	4,036		
敷 砂 利	1,346.4	m ²	10m ² 当り 914	123,061		
計				204,399		

作業道明細書

No. 19

(構造) 車道幅員 3.0 m $l = 4,710$ 歩道幅員 2.0 m $l = 6,000$						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
砂 質 土 切 取	12,164.7	m ³	10m ³ 割 15	18,247		
盛 土	291.3	m ³	10m ³ 割 14	408		
小 計				18,655		
作 業 歩 道	6,000.0	m	10m ³ 割 52	3,120		
小 計						
計				21,775		

共通仮設費明細書

No. 20

(構造) 直接工事費 2,005,684 元						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
運 搬 費				579		
仮 設 費				3,200		
定率共通仮設費	4.50	%	2,005,684	90,256		運搬費,準備費,安全費 技術管理費,営繕経費
計				94,035		

現場管理費明細書

No. 21

(構造) 純工事費 $2,005,684 + 94,035 = 2,099,719$						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
現場管理費	5.0	%	2,099,719	104,986		
計						

一般管理費等明細書

No. 22

(構造) 工事原価 $2,099,719 + 104,986 = 2,204,705$						
種 別	数 量	単 位	単 価 元	金 額 元	単価表 番 号	備 考
一般管理費等	100.0	%	2,204,705	22,047		
計						

IV-3 積算資料

各施設を設計し、または工事費を積算するのに必要な資料・文献等は、主として北京林業大学・吉川県庁、及び施工現地周辺で収集・調査した。

北京林業大学は、中国における土地保全事業に関する計画や設計の指導・研究の中心的な機関である。そして、本プロジェクトの中国側の管理・運営機関でもあり、カウンターパートの全てはここから出ているので、資料が豊富で、かつ入手が容易である。

また、吉川県庁は、これまで類似の工事の実行を手掛けているので、労務・資材等の単価や施工歩掛等に詳しい。さらに現地の行政機関であるので、現地に関する様々な情報を得ることができた。

現地及びその周辺域において調査したものは、既設工作物の状況、石材・砂利・砂等の材質・採取可能量・資材運搬距離・運搬手段等の事柄である。

これら資料は、施設計画・施設設計に反映させ、また前項に掲げた設計・積算(設計書)に使用したが、このうち、労務や資材の価格に関するものを整理すると、表-7のようである。

労務・資材等単価表

名 称	規 格 等	単 価 (元)	単 位	摘 要
特殊作業員		25	人	土木一般番役, 大工, オバシ
				一タ, 石工, 坑手, 左官, 鉄筋工
普通作業員		13	人	
役 畜	牛	52	台	
セメント	325号	440	t	
洗 砂	細砂	100	m ³	
"	粗砂	80	m ³	
洗 砂 利	碎石 40mm	100	m ³	
裏 込 礫	" 80mm	85	m ³	
ガソリン		329	100ℓ	
軽 油		286	100ℓ	
鉄 筋	丸鋼 6~20mm	32	10kg	
鉄 線	6~10#	4	kg	
結 束 線	24#	5	kg	
鉄筋コンクリート管	φ200mm ℓ1.00m	68	本	
レ ン ガ		15	100ヶ	
ワ ラ		6	100把	
種 子	豆科, 禾本科	8	kg	
化 成 肥 料	N10 P3	9	10kg	
土 壤 改 良 材	FeSo4	430	t	

V. 施工のための資料

V-1 施工業者

中国においては、社会制度や経済的仕組みの特性等のことから、わが国のように土木・建築工事等を請け負う専門業者は、本来的には存在しない。

ただし、北京市等の都会における大規模な工事の場合、ある分野のみを部分的に請け負う者はいるようである。また、農村部においても、ある程度の資力・労働力を保有する者が、水土保持事業を請け負った実績があるようであるが、その場合は、例えば代償としてある期間土地を使用する権利を得て、農作物・果樹を植えたり、家畜を飼育したりする。

このような事例を、本工事の施工にあてはめて考えると、当該地域は都会地から離れたごく小さな農山村であるので、土木的な知識や経験を有する人材を、必要な人数だけ集めることは困難であり、したがって、工事の全体を請け負うことは勿論、部分的な分野だけでも請け負わせることは難しい。

また、農村部にあったケースについてみると、その実情は土木的工事を請負うことを専門する者が行うものでなく、上述のように土地を開拓して生産性を高め、それを借地することを通じて生計を立てることが主目的であるので、本工事のような大規模かつ多様な施設の造成を請け負わせるには無理がある。それに加え、仮にこの方式による施工が可能であったとしても、施工後の土地利用等が、工事を請け負った者の主導によって行われることになることとすれば、本工事の実施の目的である“水土保持事業のモデル地区の造成”と、それに関する研究等に支障を来し、問題が生ずる懸念がある。

このようにことから、現状ではこの工事を責任をもって請け負い、実行できるような民間組織＝施工業者はいないと云ってよいであろう。

ところで、本プロジェクトでは業務の一環として『造林事業』を、請負的な方式によって実施しているが、そこでは、請負業者的な立場に北京林業大学を、実際の施工を担当する者として吉県県庁を当てる契約によっている。わが国の視点から考えると、元請け的な立場に国立の教育・研究機関が当り、下請け的なそれを地方行政機関が担当するとは奇異であるが、しかし中国の現行の制度下では、やむを得ないのかもしれない。

そして実際問題として、この方式によって事業が円滑に行われていることから、本工