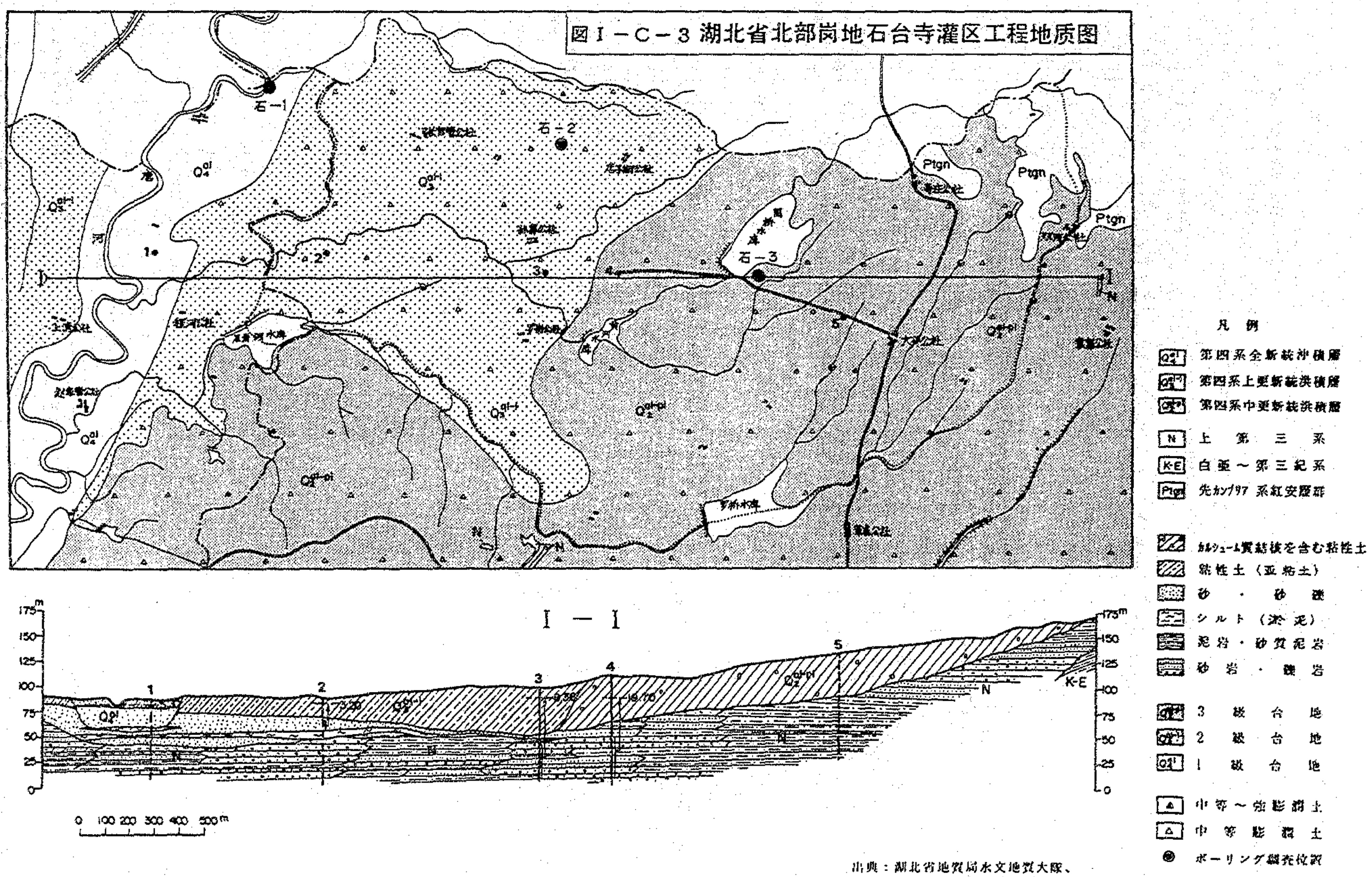
図I－C－3 湖北省北部岗地石台寺灌区工程地质图



出典：湖北省地質局水文地質大隊、
石台寺灌区工程地質図、1987.8

図I－C－4 (1/3)　土質柱状図

報告用紙

調査名	湖北省北部農業水利開発計画実施調査
調査地点	湖北省襄陽県程河石台寺村
ボーリング孔 No.	石－1
機種	YSO－1
調査年月日	1987年11月11日～1987年11月16日
標高	80.29 m
孔内水位（自然・泥）	7.99 m
調査責任者	陳 国金

観察記録

標高 m	深さ m	層厚 m	土質名	色調	記事
77.29	3.00	3.00	粘土質シルト	淡黄褐	所々に少量の微細砂を含む。含水比が低く硬く乾燥すると固結する。
73.29	7.00	4.00	シルト質粘土	淡黄褐 ～ 淡黄褐 ～ 淡黄灰	上部ほど粘土が卓越し下部にしかたいシルト主体となる 含水量が少なく硬く乾燥すると固結する。下部に鉄マンガンの黒色斑が点在する。
72.39	7.90	0.90	シルト質粘土	淡茶褐	所々にシルトの薄層を挟む。含水量が少なく硬い。
71.02	9.27	1.37	粘土質シルト	暗青灰	やや含水量多く、軟弱で掘進中の孔壁の押し出しがある。
67.67	12.62	3.35	中～粗砂	淡茶褐	やや細砂も含む。粒子はほぼ丸い。掘進中孔壁の崩壊が著しい。
66.59	13.70	1.08	粘質礫	淡褐灰	礫はφ0.3～0.6cmの硬質円礫。基質は粘土質シルト。やや礫分が優勢。
65.39	14.90	1.20	粘土質シルトと砂の互層	淡茶灰	粘土質シルトは少量の粗砂とφ0.2～0.5cmの硬質円礫を含み硬い。砂は細～粗砂と不均一。ほぼ1cm内外で互層。
63.69	16.60	1.70	粗砂	淡茶褐	中～細砂を含む粗砂で少量の小礫を含む。粒子は亜円～亜角。
62.79	17.50	0.90	砂礫	淡茶褐	礫はφ0.2～0.5cm(最大3cm)の硬質円礫。基質は中～粗砂。
62.16	18.13	0.63	中～細砂	淡茶褐	やや粗砂を含む中～細砂。粒子は亜円～亜角。

標準貫入試験

深さ m	打撃回数／貫入量 回/cm	N値
3.37～3.68	20/31	21
5.37～5.66	14/29	14
12.83～12.98	12/15	24
14.07～14.39	42/32	39
15.52～15.71	28/19	44
16.57～16.85	50/28	54
17.79～18.13	65/34	57

採取試料・原位置試験

試料番号	深さ m	方法
O－1	3.68～4.55	O
O－2	8.11～9.20	O
P－1	12.83～12.98	P
P－2	14.07～14.39	P
P－3	15.52～15.71	P
P－4	16.57～16.85	P

備考

注1）試料採取方法の記号
T：シンウォールサンプラー　F：フォイルサンプラー
P：標準貫入試験用サンプラー　O：オーガー
D：デニソン型サンプラー

注2）原位置試験方法の記号

(社)土質工学会 [不許複製] 1101

土質柱状図

報告用紙

調査名：湖北省北部農業水利開発計画実施調査

調査年月日：1987年11月19日 ～1987年11月20日

調査地点：湖北省枣陽県舎庄郷東陳村

標高：96.10 m

ボーリング孔No.：石－2

機種：YSO－1

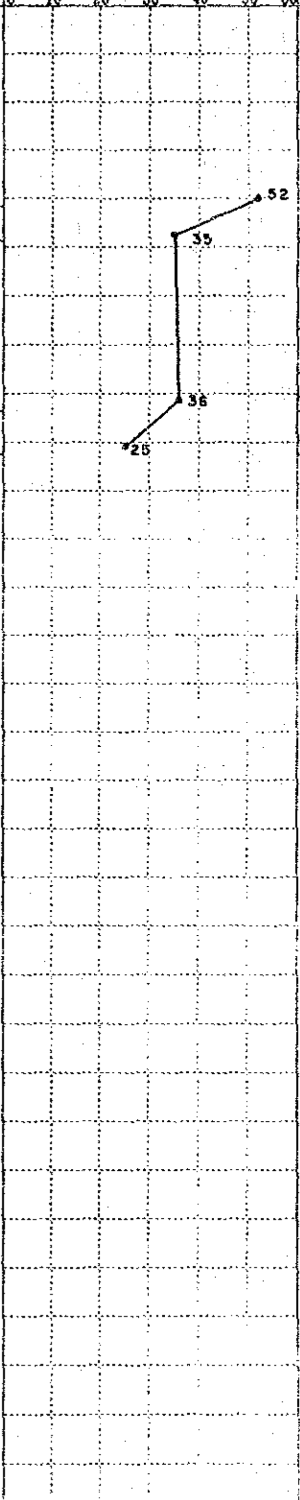
孔内水位(自然)：1.25 m

調査責任者：陳 国金

標高 m	深さ m	層厚 m	土質名	色調	記事
93.61	2.49	2.49	ｼﾙﾄ質粘土	暗茶・灰	耕作土～風化帯 φ0.1～0.2cmのカルシウム砂を含む。少量の鉄マンガンの小斑を点在。全体に含水量少なく硬い。
87.60	8.50	6.01	礫混り粘土	淡灰黄	カルシウム結核からなる礫を含むｼﾙﾄ質粘土。礫は最大9cm：全般に0.2～5cm程度の亜角～生姜の塊状を呈し硬質である。礫分は上部及び下部で少ないが、一般には2～3割を占める。鉄マンガンの結核（φ0.2cm)及び斑塵を点在する。全体に含水量が少なく非常に硬い。
86.85	9.25	0.75	ｼﾙﾄ質粘土	淡灰黄	少量のカルシウム結核と鉄マンガン黒斑を含む。非常に硬い。

標準貫入試験

深さ m	打撃回数／貫入量	N値
3.89～4.17	50/28	52
4.62～4.88	30/26	35
8.06～8.35	35/29	36
8.96～9.25	24/29	25



採取試料・原位置試験

試料番号	深さ m	方法
D－1	1.73～2.54	D
P－1	4.62～4.88	P
D－2	6.64～7.54	D
P－2	8.05～8.35	P
P－3	8.96～9.25	P

備考

注1）試料採取方法の記号
T：シンウォールサンプラー　F：フォイルサンプラー
P：標準貫入試験用サンプラー　O：オーガー
D：デニソン型サンプラー

注2）原位置試験方法の記号

(社)土質工学会 [不許複製] 1101

(3/3)	土 質 柱 状 図	報 告 用 紙

調 査 名　湖北省北部農業水利開発計画実施調査

調査年月日 1987 年 11 月 21 日 ～1987年 11 月 23 日

調 査 地 点　湖北省棗陽県湖河郷明水庫

標 高　126.60 m

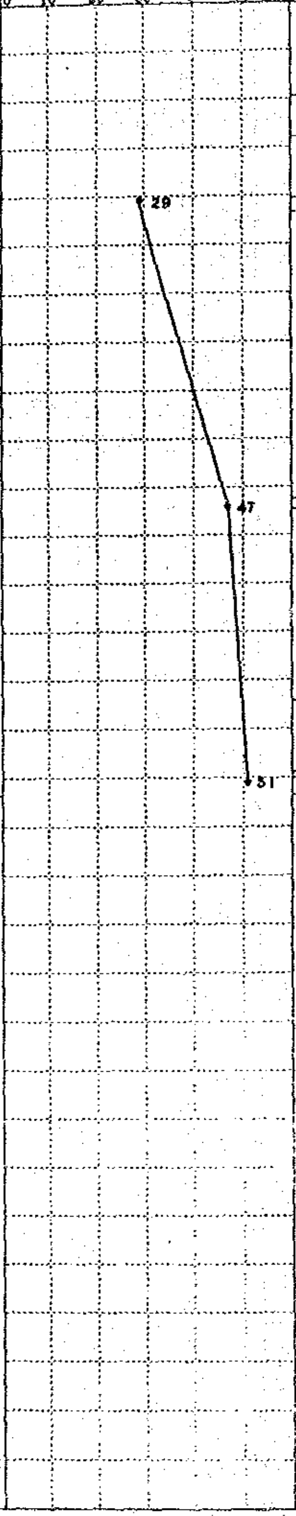
ボーリング孔：No.　石－3　機種　YSO－1　孔内水位(自然)　1.33 m　調査責任者　陳 国金

観察記録

標高 m	深さ m	層厚 m	土質名	色調	記事
126.20	0.40	0.40	表 土	暗茶黄	粘土からなる耕作土
125.40	1.20	0.80	シルト質粘土	暗茶黄	少量のカルシウム結核(φ1cm)鉄マンガン小礫(φ0.2cm)点在。硬い。
121.50	5.10	3.90	礫混り粘土	淡黄灰	カルシウム質結核を混るシルト質粘土。カルシウム質結核は最大3.5cm、ほぼ0.5～1.0cmの生姜の根状結核である。特に4.5～5.1mに多い。また、φ0.2～0.3cmの鉄マンガン結核を含む。特に4.5～5.1mに多い。全体に含水量は少なく非常に硬い。
110.25	16.35	12.45	シルト質粘土	淡黄灰 ～ 赤褐	5.1～7.1mは淡黄灰色のシルト質粘土。7.1m以深は灰色を脈状に挟む赤褐色シルト質粘土。7.1m付近は所々にdip 30°の鏡肌が見られる。8～9m付近にやや多い。他カルシウム質結核(φ0.5cm)及び鉄マンガン結核(φ0.2cm)を少量含む。全体に非常に硬い。

標準貫入試験

深さ m	打撃回数/貫入量 N/cm	N値
4.02～4.33	30/31	29
10.27～10.46	30/19	47
16.01～16.36	60/35	51



採取試料・原位置試験

試料番号	深さ m	方法
D-1	1.95～2.78	O
P-1	4.02～4.33	P
P-2	10.27～10.46	P
D-2	14.34～15.88	O
P-2	16.01～16.36	P

備考

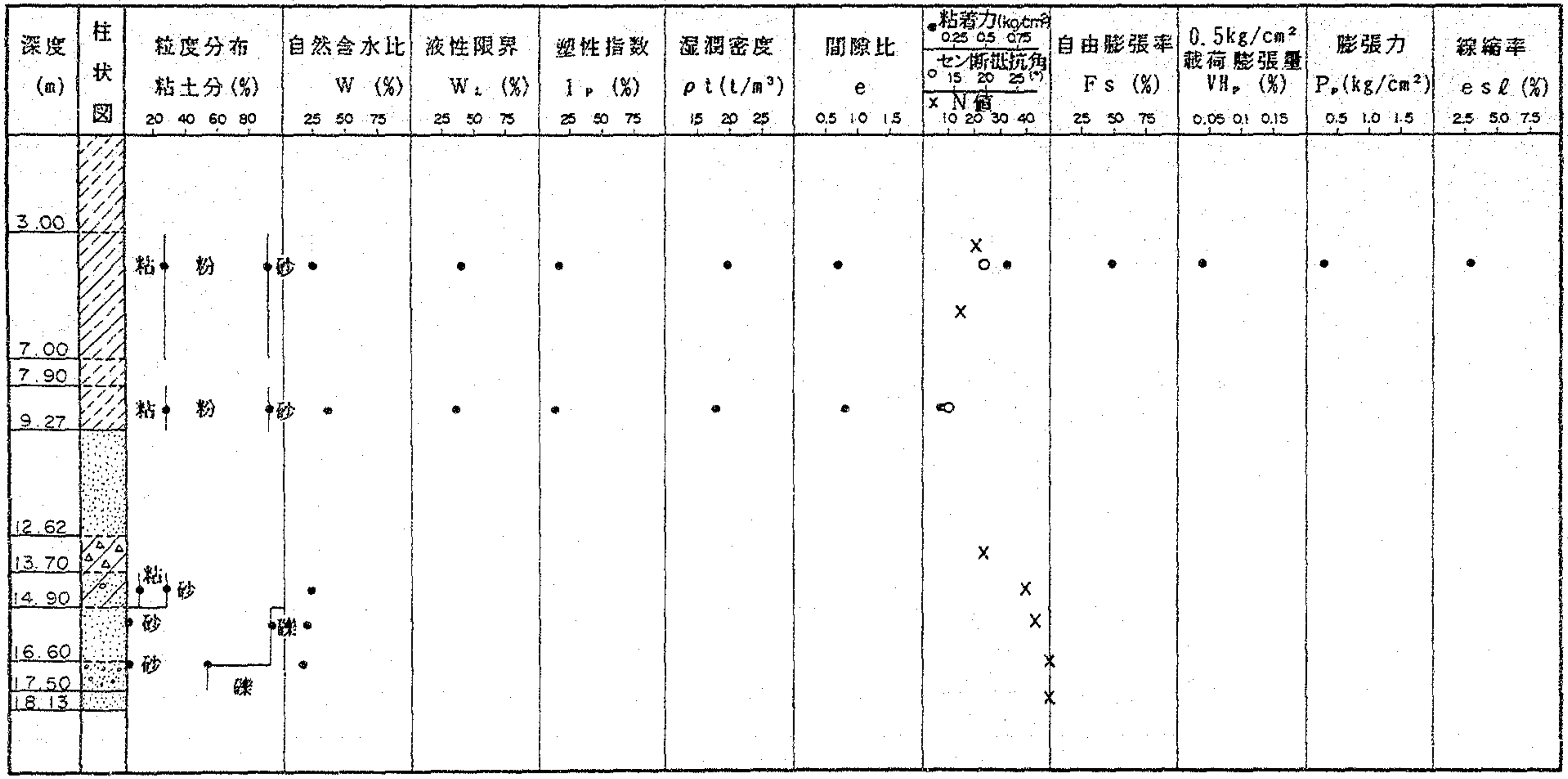
注1）試料採取方法の記号
T：シンウォールサンプラー　F：フォイルサンプラー
P：標準貫入試験用サンプラー　O：オーガー
D：デニソン型サンプラー

注2）原位置試験方法の記号

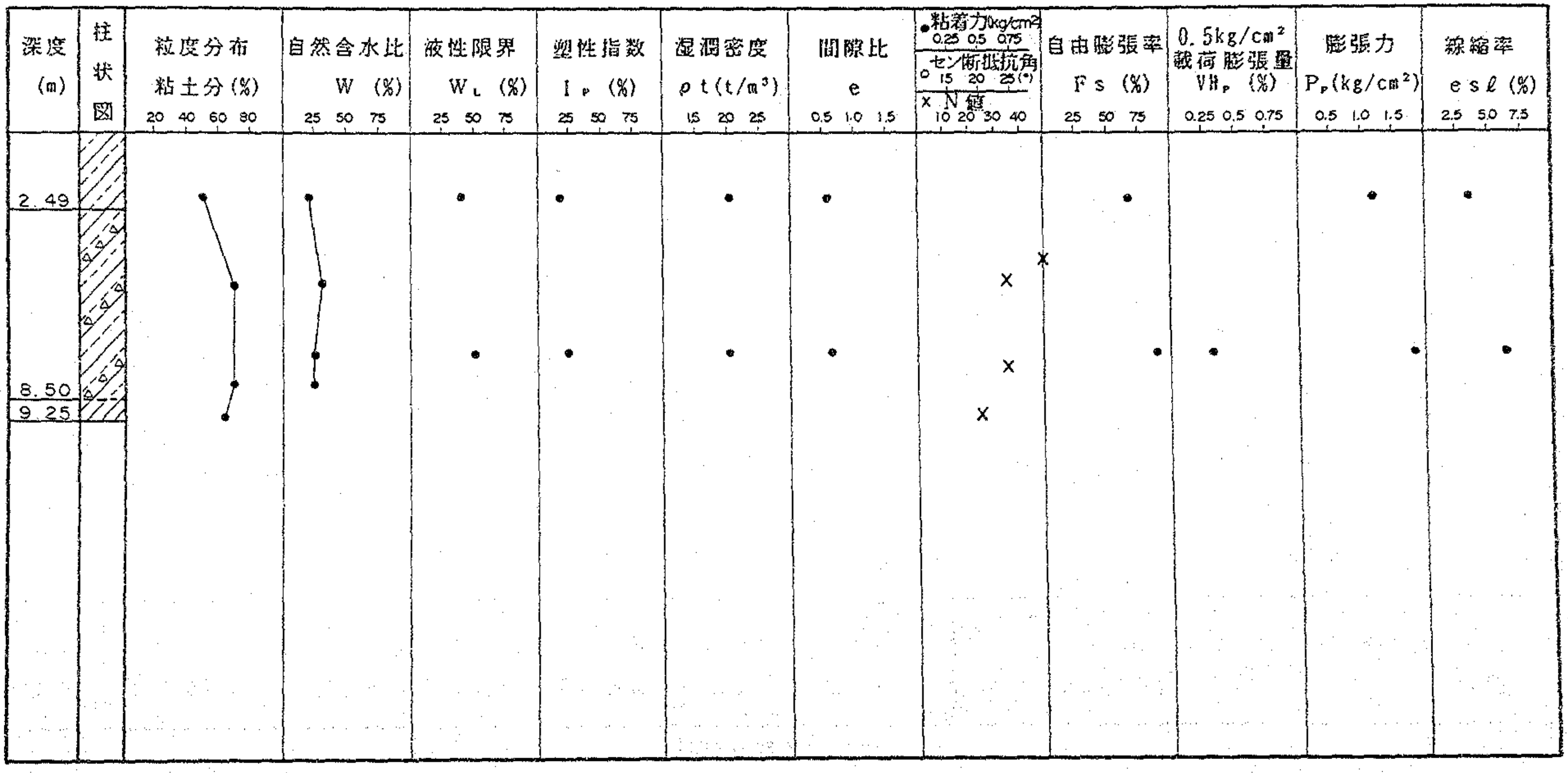
(社)土質工学会 [不許複製] 1101

図Ⅰ－C－５　土性図

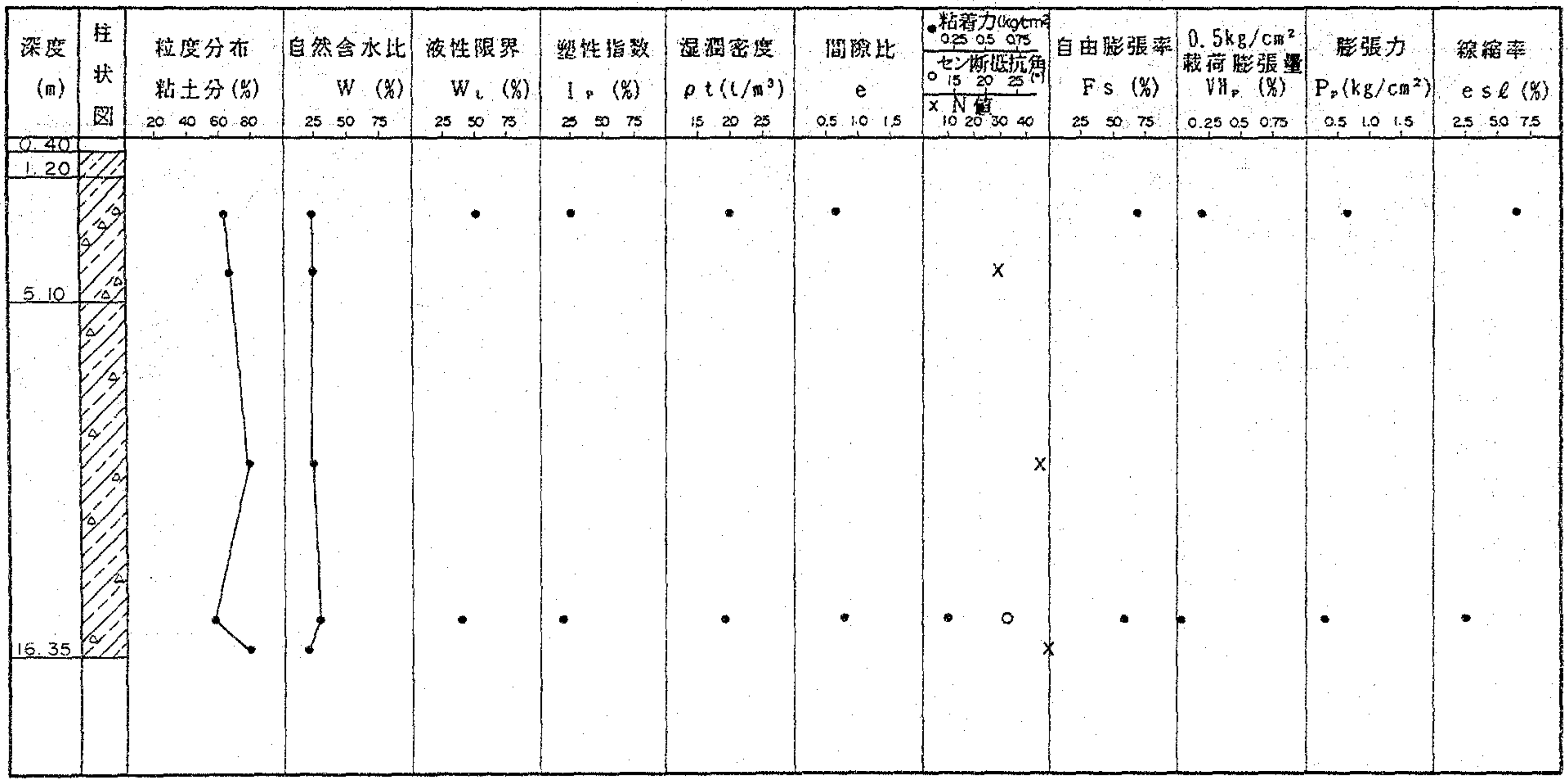
一級揚水機場の土性図（1）

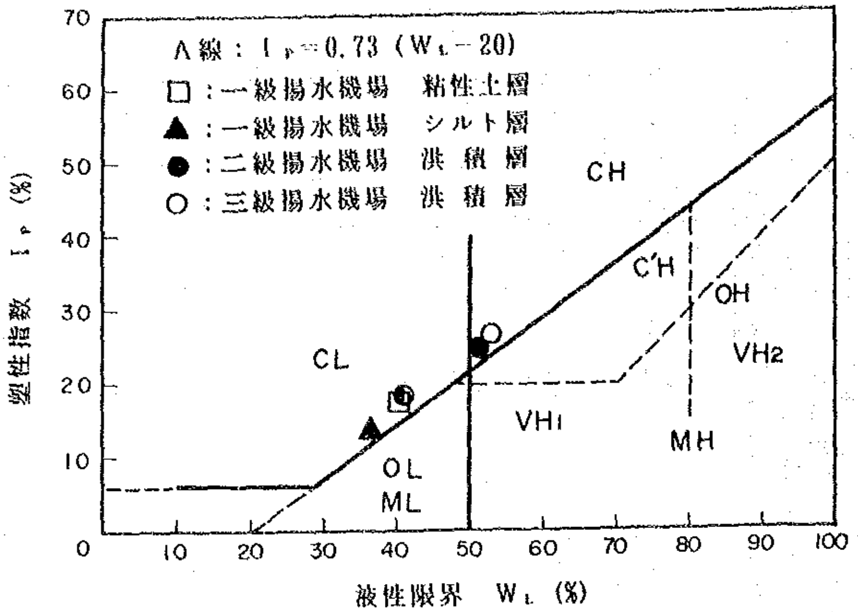


二級揚水機場の土性図（2）

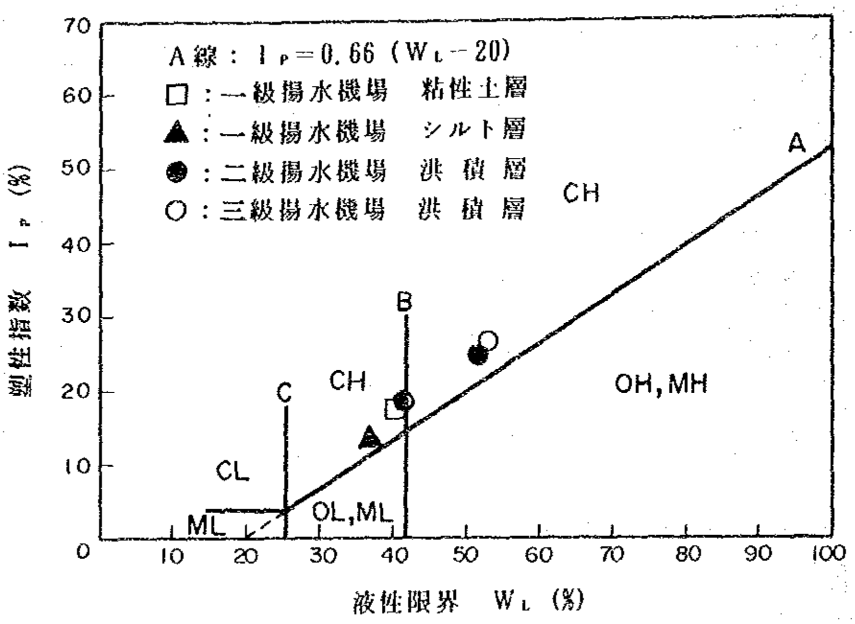


三級揚水機場の土性図（3）

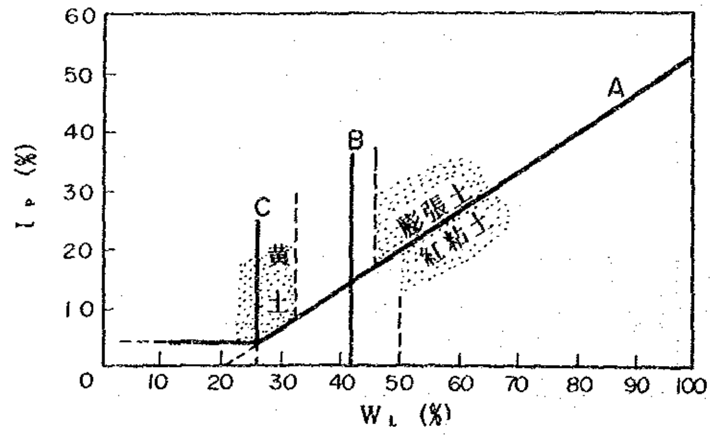




a）日本統一土質分類に基づく塑性図

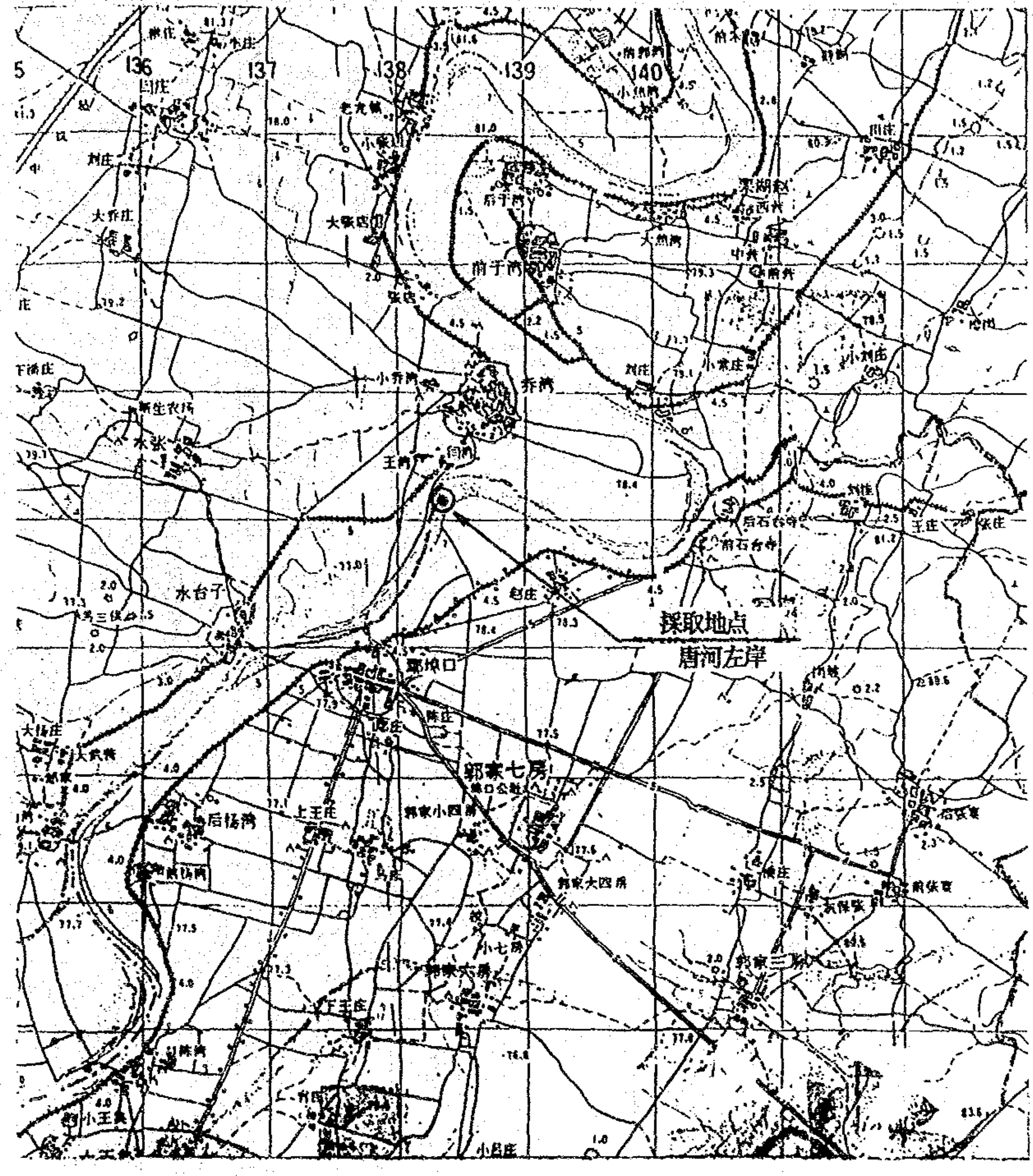


b）中国（土－001－78）に基づく塑性図



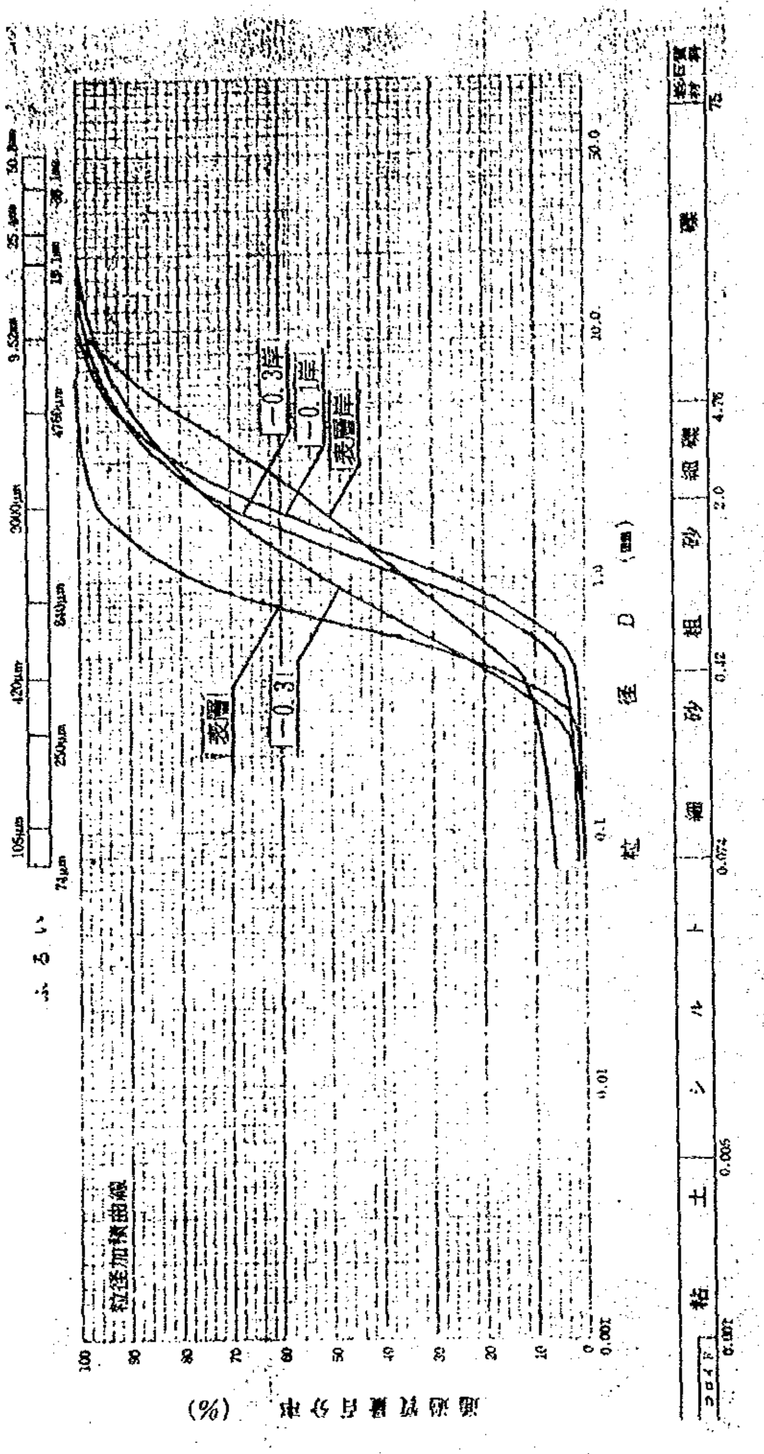
図I－C－6　塑性図

c）特殊土分布



図Ｉ－Ｃ－７　河床材料採取地点位置図

(石台寺下流)　1:50,000



図I−C−8 [illegible]河河床砂の粒土分布

D.　土壌・土地利用

目　次

	頁
第1章　鄂北崗地の土壌	I－D－1
1.1　概況	I－D－1
(1)　山地	I－D－1
(2)　低山丘陵	I－D－1
(3)　崗地	I－D－1
(4)　平原河地	I－D－1
1.2　土壌形成の条件と灌漑計画	I－D－2
1.3　石台寺地区の主な土壌とその理化学性	I－D－5
(1)　土壌分布図	I－D－5
(2)　主な土壌の理化学性	I－D－5
(3)　石台寺地区に分布する黄褐土	I－D－6
1.4　考察	I－D－9
第2章　土地利用計画	I－D－12
2.1　土地・土壌の評価	I－D－12
2.2　鄂北崗地の土地利用計画	I－D－14
(1)　既往の土壌調査分類	I－D－14
(2)　襄樊市第二次土壌普査にあたって取られた方法	I－D－14
(3)　調査地区の土地分級	I－D－16
2.3　土壌改良計画	I－D－17

表の目録

頁

表Ⅰ－D－1　石台寺地区の主な土壌の理化学性 .... Ⅰ－D－18

表Ⅰ－D－2　石台寺地区の土壌区分と分布面積 .... Ⅰ－D－19

表Ⅰ－D－3　崗黄土の土壌分析の例 .... Ⅰ－D－20

表Ⅰ－D－4　黒土の土壌分析の例 .... Ⅰ－D－21

表Ⅰ－D－5　白土の土壌分析の例 .... Ⅰ－D－21

表Ⅰ－D－6　日本における施肥改善試験 .... Ⅰ－D－22

表Ⅰ－D－7　自然立地的土地分級に用いられる評価因子の種類 .... Ⅰ－D－23

表Ⅰ－D－8　地目別、カテゴリー別分級評価基準 .... Ⅰ－D－24

表Ⅰ－D－9　調査地区土壌の基準因子の評価 .... Ⅰ－D－25

表Ⅰ－D－10　土壌種の地目別土地分級 .... Ⅰ－D－25

図の目録

頁

図Ⅰ－D－1　土壌区分図 .... Ⅰ－D－26

第1章　鄂北崗地の土壌

1.1 概　況

鄂北崗地域は湖北省北部に位置し、隣省の河南省の南陽盆地の南線に当たる丘陵地で、その南は漢江、滾河が境となり、東部に桐柏山、大洪山脈、西部は武当山の山脈が境界を作って、大襄樊市の轄下だけでも 265.67km² を占める。鄂北崗地域のほぼ中央を河南省に源をもつ唐河、白河が南流して、襄樊市付近で漢江に合流している。地勢は、中央部がやや高く、南北には低くなっている。山地に属する部分に 10,386km² (総面積の 39.1%)、丘陵地 10,572km² (39.8%)、平原地 5,605km² (21.1%)、などとなっている。

それぞれの地形特性は次のとおりである。

(1)　山地

南漳、谷城、保康などの県、すなわち鄂西に一部にあって、荊山脈および武当山脈などである。山脈は西から東、西北から東向に走っている。これらの山脈は凡そ 400m 以上であり、主峰は 1,000m を越す高さである。

(2)　低山丘陵

この地域の東部は大洪山と桐柏山、鄂中部の隋州の北部と共に 200～500m の低い山が西北から東南に走っている。この丘陵はほゞ南向きとなっているので、雨による風化作用を受け易い反面、冬は暖かな陽光を受けている。

(3)　崗地

大襄樊市内の襄陽、棗陽と老河口市の北部には、それぞれ崗があって三北崗地、あるいは鄂北崗地と呼ばれている。その土壌の母材は第4紀の黄褐色粘土の沈積物から成り、その深さは最大 170m 以上を示している。崗地は全体の 17.8% を示していて、ほとんどが耕地化している。

(4)　平原河地

襄樊市内に一部と漢江などの河川の 沖積平地である。岩石はこの地域の中、東部

には炭酸石灰が広く分布し、加えて紅砂岩、輝緑岩、雲母片岩などの風化残滓が存在する。

襄樊市に亜熱帯湿潤気候帯と干魃気候帯への移行点に当たり、その両者を兼ねた気候を持っている。すなわち、太陽の総輻射熱量は10.5～11.6万cal/cm²、年間日照時間は1,800～2,100時間前後で、年間平均気温は15.46℃、1月の最低気温は－1.63℃、7月の最高気温は32.51℃であり、無霜期間は226～240日などとなっている。

年平均降雨量は916.4mm、但し、場所によって異り600～1,400mmの間にあるとみられる。年平均蒸発量は1,413.8mmを越える。従って、この地域は明らかに蒸発量が大きい地域である。年間降雨はその54%が、6、7、8、9の4ヶ月に集中して、洪水、冠水などの害もある。

鄂北崗地域には河川が数多く流れ、それぞれ最終的には漢江に注いでいる。古来この豊富な水量を潅漑に利用していて、現在ダム(水庫)、溜池(堰塘)、その他で利用している水量は47億トン、有効潅漑面積は443.7万亩(27.7万ha)に達している。

このような気候帯に属し植生は活発で、その種類は数多く雑多である。加えて、栽培作物の種類も多く、当面は水稲、小麦、棉(棉花)、ごま(芝麻)、とうもろこし(玉米)、粟、煙草、大豆などが広く栽培されている。

1.2 土壌形成の条件と潅漑計画

前述のように土壌はその母岩と風化作用の産物である。FAOの前土地開発部長R. Dudal氏は、土壌をこのように表現している。

“土壌は自然の書物と同様で読むことが出来る。土壌はその創成期からどのように変遷したかを語り、また人がどのように栽培管理をしたかを見せる。また、その性質を興味深く学ぶ者には、どのように処理し、利用すべきかについて教えるであろう。疑問に対する解答は風に聞くのでなく大地にて見付けるものである。”

武昌にある華中農業大学の王慶雲氏によれば(湖北省土壌地理分布的衛星図象解訳与験証、土壌学報 Vol. 21, 351～357)、例えば省内の咸寧(武昌に近く長江の南岸)では、降雨量は蒸発量より多い上に年平均気温16.9℃などの条件下で、土壌は溶脱され、表層はアルミ化作用が強く、結果としてラテライト系の紅壌が形成されている。また、鄂北崗地域の

東側の随県では、蒸発量は降雨量より多く年平均気温は15.9°Cであり、この為土壌の溶脱とアルミ化作用は比較的弱く、黄棕壌が発達している。

これらの土壌形成の影響は、その物理、化学性にも現れている。例えば、土壌のpHは南部の土壌のそれよりはるかに高く、塩基飽和度は当然ながら非常に高いものである。塩基置換容量の大きさは風化産物の粘土の量による所が大きく、南部土壌との間にかなりの差が見られる。粘土は主としてイライト、バーミキユライト、カオリン等であろうが、紅壌はカオリンを主としイライトが少量あるのみである。

この現象を詳細に見れば、降雨によってその作用などに大小の規模の差異はあっても、次のような作用がおこる。

① 可溶性塩類が水によって土壌本体から溶脱する。

② 水分を得て土壌微生物の活動は高まり、有機物は分解されて、窒素、燐酸、カリなどが産出し遊離される。

③ 塩類を溶解した土壌溶液中には、粘土成分が懸濁状態となって溶液と共に下へ運ばれる(コロイド状)。

④ この際溶液は土壌の細隙や割れ目を通り、毛管を通ることは少ない。次いで適当な距離まで下がると溶液は止まり、運んできた粘土粒子を細隙の表面などに残して去る(下層土の粘土化)。

⑤ 表層土壌では有機物の分解が土壌溶液の還元状態を作り、鉄、マンガン(時には硅酸も)溶出され、表層はアルミニューム成分が残り、土壌は酸性化してくる。

⑥ 下層土は鉄、マンガンが増してくる為、その土色は赤褐色となる。

⑦ 蒸発量の方が降雨量より多い場合は、土壌表層では水分の蒸発がはげしくなる。

⑧ この為土壌溶液へ毛管上昇の圧力がかかり、下方より上方へ移動する。この溶液には可溶性塩類(ソーダ、カリ、苦土、石灰)が多く含まれ、表層にて水分は去り塩類は残る。

⑨ ここで鉄、マンガンなどの移動はない為、下層土の土色はそのままの状態である黄色を主とするものである。

鄂北崗地の土壌は正に上記反応を、夏の雨期と冬の乾期との間で繰りかえしている。鄂北崗地より北はすべて蒸発量が降雨量に優る地域である。特に黄河と推河の間の平野に、所々でアルカリ土や塩類土が出現しているのは上記の理由である。

今後、灌漑農業の実施によって、畑地土壌にはかなりの物理、化学的性質の変化が起るであろう。その第1は、畑地から水田への変化である。

水田は年間常時水を溜めることはないので、夏期湛水、冬期乾田とする酸化型水田である。夏期高温時に湛水している為、有機物の分解は畑地に較べて緩慢である。しかし、湛水下では土壌は一時的に還元状態となり、鉄、マンガンなどは還元態となり、水は重力下向に伴って下層土へ流れ、その場所で残存する酸素と結合して、酸化態となって沈積する。上層土の内ではアンモニア態窒素が安定する。還元がより進めば硫化水素(H_2S)の発生が考えられ、水稲根は障害を受ける。

要約すれば、湛水によって前出のように、塩類の溶出、粘土粒子の下方移動、可溶性塩類、鉄やマンガンなどの下方への流出などがあり、表土の有機物は多少分解する。従って、土壌の酸素は畑地の場合より早く酸性に傾くものである。

畑地では上記反応の規模、程度が小さいが、畑地のみの場合よりははげしい。有機物の消耗も畑地のみより大きいものである。

灌漑が長年続く場合、恐らく作土の土性は重粘から中粘程度に移るであろう。一般に、堆厩肥の施用は冬作の小麦に行い、水稲は残存有機物で充分である。施用すべき肥料は、水稲には尿素、アンモニア態を主とし、硝酸態は畑地の場合に施すべきであろう。

1.3 石台寺地区の主な土壌とその理化学性

石台寺地区の主な土壌について、襄樊市農牧局の連少光氏は以下のように報告している。

(1) 土壌分布図

地区及びこの周辺には8つの土壌属があり、崗地黄棕土、結晶岩黄棕壌、黄棕壌性黄褐土、沙土型潮土などである。この中で圧倒的に広大な面積をもつのは崗地黄褐土(崗黄土)である。この内、地区内には図I－D－1に示すように4種の土壌属が中心である。

(2) 主な土壌の理化学性

上記8種の土壌の一般的な理化学性の分析結果を表I－D－1に示す。作土の深さは一般には14～15cmであるが、崗地黄褐土と結晶岩黄棕土は17～18cmと深い。

有機物は予想以上に少なく、特に沙土型潮土、結晶岩黄棕壌は1%以下である。有機物は土壌の物理性、特に、孔隙、耕耘などに関連する上、分解することによって窒素、燐酸、カリなどを放出する。この為、有機物の施用は農業上最も大切なことである。

全窒素は有機物含量とほゞ同様な増減となるはずであるが、かならずしもそうでない場合もある。例えば、黄棕壌性黄褐土泥土では有機物がかなりあるにもかゝわらず、その全窒素の量は少量であり、このような土では堆厩肥の施用が望ましい。

一般にこの地域の土壌の全燐含量は低い。作物のうちでも子実をとることを目的としているもの、例えば、水稲、小麦、ゴマ、とうもろこしなどは燐酸の吸収量は高く、従って施肥量を多くする必要がある。特に0.03%台の土壌は注意すべきである。

全カリは他の必要成分に較べて含量は一般に高い。この原因についてはわからないが、鉱物資源から来ているのであろう。

土壌の水浸液のpHはほとんどの土壌で中性を示している。これは多くの場合炭酸石灰が土壌中に存在することによる。

塩基(ソーダ、カリ、石灰、苦土、アンモニアなど)類を吸着して、必要に応じて置換放出する量の大きさを示す。従って、この量が大きな場合は、養成の吸着量も大き

く、小さければ僅かしか保持出来ない。土地そのものの生産力を示す一指標である。重粘な土壌であってもカオリンが多い故か、容量は小さい。塩基置換容量を増すには、有機物含量を増すことすなわち、堆厩肥、その他の有機質のものを施用することである。

(3) 石台寺地区に分布する黄褐土

石台寺地区の土壌分布図にも明らかな様に、広大な面積を占めるのは黄褐土である。この土属は前出のように北亜熱半湿潤気候帯に分布し、黄棕壌(黄褐色土)から褐土(肉桂色土)への過渡的土壌である。特に、この石台寺黄褐土は河南省南陽盆地の南端を形成し、その母材は黄土(Loess)である。世界的に著名な黄土といささか異る性質をもつが、本質的には似たものである。すなわち、土壌は深く中粘から重粘質の粒径がそろったもので、生産力は高い。

石台寺地区の黄褐土には崗黄土、黒土、白土の3種の土壌があり、分布面積は表I－D－2のとおりである。

耕地面積中ほぼ半分近くが崗黄土で占められ、残りを黒土3、白土2の割で分布している。崗黄土は石台寺地区の東側の山手に分布し、黒土は西側の平坦地を主とし、白土は中間に散在する。

羅崗区では丘陵地の斜面が多い故か、白土40%、崗黄土47%となっている。後述するが、白土は一部で言われているような軽壌土ではなく、シルトが多い埴壌土である。

楊垱鎮は平坦地が広い為、黒土が5割以上と圧倒的に広い。黒土は非常に粘質であるから水田には適している。また、土壌のpHが中性であり、土壌有機物の含量はさして高くないのに、土色が著しく暗色である点などから、黒色棉花土(Black cotton soil)を想像させる。これは棉の栽培に好適なことからも了解される。

太平鎮は崗地の上なので、崗黄土が圧倒的に広い(76%)。この土壌は重粘質であり耕作は容易でないが、保水性が高く透水性が低いことから、灌漑畑あるいは水田として使用すれば極めて有利であろう。

1) 崗黄土

主要分布地は平らな崗の上、なだらかな崗の頂きおよびその坂の部分などである。土層は深いが耕作層は浅い。襄陽県太平鎮での断面を示す。

耕作層 Ap ： 0～20cm、波状境界、2.5YR 4/2、炭酸石灰の細粒あり、埴土、非常に固い、硬度 50kg/cm^2、pH 6.5

B_1 ： 20～44cm、境界漸変、2.5YR 3/2、Fe と Mn の結核はかなり大きなものあり、埴土、角塊状粗大、非常に固い、硬度 41kg/cm^2、孔隙率 46.9%、亀裂の表面に粘土あり

B_2 ： 44～93cm,2.5YR 3/1、Fe と Mn 結核あり、埴土、角塊状粗大、粘性大、硬度 55kg/cm^2、孔隙率 44.0%、亀裂の表土に粘土あり

C ： 93cm 以下、2.5YR 3/1、結核あり、埴土、硬度 18kg/cm^2、植物根は 80cm 程度まで分布

このように鉄、マンガンの上方からの移動と結核形成は顕著であり、粘土の下方移動も判然としている。また、重粘質でよくしまっており、適当な水分の時のみ耕作可能である。孔隙度は小で一般に 45% 前後である。土壌の毛管作用は強く、水分蒸発は良好であり、塩類の上昇も行われているが排水は不良である。

表 I －D－3 は他の地区で得た崗黄土の理化学的性質の分析値を示したもので、既出の一般的性質の項と相似しているが、全燐の含量が少なく、全カリが多いこと、また塩基置換容量は多少前者より低いが大差はない。粒径組成で顕著なことは、微細な粘土粒子が下方へ移動していることである。しかし、置換容量上にはその影響は現れていない。

2) 黒 土

分布地は崗の低地、くぼ地または平坦地である。土層は極めて深いが、粘質の

ため耕作層は一般に浅く、15cm前後となっている。通常耕作層の下に粘土富化層が16cm前後に出現するが、これがこの土壌の障害の層位である。孔隙度は極めて少なく、毛管作用は非常に強い。通気性は乏しいが場所によって差がある。分布している地勢は低地の耕水不良地であり、加えて耕作層下の粘土富化層が不透水層となり、内部が水に漬つて土全体が冷涼となり易い。

棗陽県楊垱鎮で得られた断面の例を示す。

耕作層 Ap ： 0～12cm、不明瞭な境界、2.5YR 3/2、Fe と Mn の結核あり、炭酸石灰の細粒あり、埴土

F_B ： 12～23cm、2.5YR 3/3、粘土膜多し、孔隙少、埴土、9.5kg/cm^2、Fe と Mn 結核あり、炭酸石灰の細粒あり

B ： 23 + a、2.5YR 4/2、FeとMnおよび炭酸石灰の細粒あり

この状況は地下水位が地表下1m近くにある由である。

表Ⅰ－D－4に示す他の地区の黒土の土壌分布試料からみれば、有機物と全窒素の量が崗黄土より若干高く、塩基置換容量もやゝ高い。また、燐の含有量が低く、粘土富化層の特徴がこの分析値でははっきりしない。従って、このような土壌では物理性、特に排水不良となる点にのみ集中して改良すべきであろう。

3) 白　土

主要分布地に平らな崗およびなだらかな崗の中腹部と、丘陵上に散在する。

棗陽県鄂王庄郷で得られた断面の例を示す。

耕作層 Ap ： 0～19cm、2.5Y 5/3、炭酸石灰の細粒あり、Fe とMn の結核あり、埴壌土、角塊状、硬度 19kg/cm^2

B_1　：　19～34cm、2.5Y 3/3、Fe と Mn の結核あり、埴壌土、大きな角塊状、粘性強、11kg/cm²

B_2　：　34cm 以下、2.5Y 3/2、Fe と Mn 結核あり、埴壌土、10kg/cm²

この例では長期耕作によると思われる粘土粒子が下層へ移動している所が多い。この土壌の特徴である白い表土は、黄土の何らかの原因による溶脱によるものであろう。表土が埴壌土となっているのもこの為と考えられる。

他の地区で得た白土の化学分析結果は表 I－D－5 のとおりで、A層と B_E 層(漂洗層)の置換容量が著しく低いのが特徴であり、この状態は細砂質のものであると思われる。いづれにしても前2土種よりは著しく地力が劣ると言えよう。

4)　石台寺地区の水田土壌について

石台寺地区内の既存の水田は、灌漑に容易な平坦地が選ばれている。恐らく大部分の水田が、潴育型(酸化還元型)水稲土と見られる。2～3の断面を見た結果によれば、水田としてから数年しか経たないのもあり、B層への Fe と Mn の斑紋すら出ていなかった。また、50cm 程度下方にグライ層が出ているものの、斑紋は判然としなかった。一様に土性が重粘の為、透水性が悪いことから斑紋の出現も少ないものと思われる。このように、水田は基の畑の土壌の性質がそのまゝ残っていて、判然とした水田断面となっていないようである。

1.4 考　察

石台寺地区に分布する土壌は、世界的に著名な黄土と同質のもので、風化作用がやゝ異るものの、黄土の性質を充分に残しているものである。その特徴は以下のとおりである。

1)　気候上蒸発量が降雨量より多いために、土壌からの塩基類、硅酸などの溶出は比較的少ない。

2)　風積作用による集積土壌の為と、その後土壌侵食はあまり受けていない為、土層は深く 30m 以上もある。

3) この気候帯の元始森林は混交林であって、その生育は旺盛であったようだが、深い有機層を残すには至らなかった。その上、その滞積腐植による腐植酸漂白層、例えばポドソール、白漿層などの形成はなかった。

4) 土地はゆるやかな傾斜で上下し、高い崗地は崗黄土、低い平坦地には黒土、中間に白土が散在している。水田土壌は唐河、白河その他の小渓流の沖積地にあるが、もともと黄褐土の性質が残っていて、鉄、マンガンなどのB層での結核形成は微弱のようである。

5) 畑地土壌は上述のような性質である為、極めて重粘であると云う欠点を除くと、非常に優秀な生産力の高い土壌である。重粘であることは農作業の可能日数を短くし、作物播種などの適期を逸する場合もあるであろう。しかし、有機物の多施用、特に堆厩肥の多量施用によって、この被害をとめることができる。

6) 水田土壌についても同様なことが言えるが、代掻(泡田)を多くしないように努める必要がある。元来保水力が良い土なので、土壌を分散させることは好ましくない。

7) 石台寺地区の灌漑計画が実行に移された場合最も注意すべき点は、結果的には蒸発量よりも降雨と灌漑水量の方が多くなり、現在までの風化の方向が変わることであろう。この為、可溶性塩類の流出も起り易く、土壌有機物の消耗も著しい。従って、消耗した有機物の補給は第一に考えねばならないことである。

8) 施肥については、一般に水稲は他の作物とはかなり異った性質を持っている。日本における多くの施肥改善試験の結果から、典型的な水稲の反当収量を示すと表I－D－6に示すとおりである。

この表からいえることは、第一に、水稲は無肥料でもかなり高い収量があげられる作物であり、すなわち、完全区の約8割の収量を上げうる。これが陸稲になると、約4割の収量しかあげられない。

第2に、窒素の肥効は高く、水稲で1割、陸稲で2～3割の差を招いている。裸麦

又は小麦も陸稲の場合とほゞ同様である。

第3に、窒素の次に効果があるのは燐酸であり、次いでカリとなっている。しかし、土壌にもよるが、カリの肥効にはほとんど無い場合すらある。

この試験結果から、窒素肥料の施用量とその方法などが、最も大切なものである。通常籾(もみ)5トンを収穫した場合、その水稲は全体として窒素を約100kg前後吸収しているとされている。窒素100kgは尿素ではゞ200kg以上となる。この吸収量の約7～8割は地力窒素から来ていると考えられているので、残りの2～3割、すなわち、100kg中の20～30kgを化学肥料か何かで補給しなくてはならない。

施肥技術がいかに改善されても、窒素施肥の効率はせいぜい30～50%と言われる。従って、前記不足量の2～3倍量が、最低必要量となり、実用段階では恐らく40~90kg/ha程度を、有機質、化学質の肥料で補うこととなろう。

農民が道路の横などに積んでいる"土糞"は、その製造者、成分等は明らかではないが、このようなものも役立つので大いに生産すべきである。

第2章　土地利用計画

2.1 土地·土壌の評価

一般に土地の評価には目的として作物生産か、牧畜生産か、林業か、リクリエイション向か、あるいは野生動植物保護かの設定を厳格に定めねばならない。次に方法論的に取扱う計量を定めるが、これには、経済指標(市場動向、資本強度、労働強度など)、工業技術の水準(エネルギー源、なども含める)、インフラストラクチャーの発達の程度、土地所有制の詳細、社会的条件などがある。

作物生産を目的とした場合の例として、土地の特性のみを抽出すると次のような項目がある(FAO,1976)。

- 作物生産量(以下に述べる各種の特性の総合的結果として表われる)
- 有効水分量
- 有効植物養分量
- 根圏での酵素供給能
- 根の在立基礎
- 発芽条件の適否
- 土地の耕耘性(耕耘に便か不便か)
- 塩類またはアルカリ性
- 土壌毒性の有無
- 土壌侵食への抵抗性
- 土地に派生する病害虫の発生
- 洪、冠水の害(面数、冠水の期間の長さなど)
- 地温、気温関係
- 太陽副射エネルギーと日長周期
- 作物生長に及ぼす気候障害、(風、たつ巻、霜、など)
- 大気中の湿度
- 成熟期間中の旱天期間

通常上記分別特性の各々について、その適否の判定を次の基準で区分する。

S_1 ― 高度に適当、制限性は皆無か、あっても無視される。

S_2 ― 中度に適当、軽度の制限性あり(高コスト/低利益)。

S_3 ― 厳しい制限性あり(非常に高いコスト/極端に低い利益)。

N_1 ― 現況では不適、厳しい制限があるが、少額の支出による改良で好転する可能性をもつ。

N_2 ― 永久に不適、投資しても無駄である。

これらの分級もS_1を除いて、更に細かい分級も可能である。

このような適応性の評価は単に定性的なものであって、これに投資/利益の実数が加われば、初めて定量的な分級となる。各特性についての分級評価を行って、重ね合わせて最後の評価にもって行く。

日本の農林水産省は1964年土地利用計画の為の、自然立地的土地分級に用いられる評価因子の種類を、表I－D－7のように示している。この表の主たる特徴は、分級の総合的特性として耕作性、生育性、あるいは管理性などをあげ、この中を耕耘、地力発現、侵食防止の難易性、また根圏、同化生産の制限性に分けて、それぞれについて各種の評価因子による評価を行うもので前出のFAOと同様な方法である。

更に地目別、カテゴリー別の分級評価基準を定めているが、4例をあげると表I－D－8に示すものとしている。土地評価の最大の焦点は、評価因子のうちの分級評価基準をどのように置くかである。例えば土壌深度では25cm以下が水田では1級位とされ、畑地では反対に3級位で1級位は100cm以上である。

このように分級の評価基準は、その土地環境を調整した後に、あらゆる方面から検討して決めるべきで、この基準の取り方ひとつで、分級の効果のみならず土地利用計画そのものが、変わってくる場合がある。たとえば、FAO/LINESCO, "Guide lines for Soil Survey and Land Evaluation in Ecological Research, 1987."によると、土壌侵食の検討因子として、ケニヤの場合傾斜、表土の土性、植物による表面被覆をあげている。更にその評価基準として、

①傾斜:A－0~2%,B－2~5%,C－5~8%,D－8~16%,E－16~30%.

②表土の土性:1－砂土、砂壌土、2－砂質埴壌土、3－壌土、埴壌土、埴土

③表面被覆率:1－50%以上、3－20~50%,5－0~2%をあげている。これらは現地にのみ適応出来る基準例であって、他の地域には応用できるとは限らない。

2.2 鄂北崗地の土地利用計画

(1) 既往の土壌調査分類

襄樊市第二次土壌普査、土壌志简編(襄樊市土壌普査弁公室、1985年9月)によれば、土地および土壌資源の概況は次のようであった。

襄樊市の土壌資源は実に豊富で、土壌の種類は多様であり、全市を通じて6土類、13亜類、57土属、226土種に及んでいる。大面積を占める地帯性のものは黄棕土類(黄褐色土)と、地帯性をもたない水稲土類がある。この他、豊富な石灰岩に由来する石灰土類(石灰質土)、紫色土類(紫色土)、または潮土類(耕作河成土)などがある。

全市を便宜上山地、丘陵、崗地、平原(河原などを含む)に分けると次のとおりである。

山地土壌面積 ····· 194,873.7ha(総版図の7.3%)

丘陵土壌面積 ····· 705,402.7ha(同62.6%)

崗地土壌面積 ····· 435,306.8ha(同20.9%)

平原土壌面積 ······140,879.9ha(同6.8%)

襄樊市は丘陵土壌と崗地土壌を自然資源の重要部分とし、農、林、牧、副、漁の各業の総合的発展を計っている。地勢は凡ね平滑で、土層は深く、太陽熱エネルギーの獲得には条件が良いので、食料、棉、油などの生産基地に適している。但し、1人当たりの耕地面積は狭く、82年人口センサスによる人口でみると、1人当たり土地面積は0.49ha、同耕地面積は0.13ha程度であるから、この狭小な面積を充分に活用することが必要である。

森林被覆率は32%程度で低率であり、林は各地に散在している。保康県は68%で最大で、襄陽県は7.7%で最低である。水域面積は狭く、全版図の僅か8.5%を占めるに過ぎない。またダム、溜池の面積は7,113.9haで、水域面積の47.3%に過ぎない。

(2) 襄樊市第二次土壌普査にあたって取られた方法

中国においてその当時確乎たる土地利用分析の方法論ができていなっかたので、襄樊市の第二次普査に当たっては、この調査に限って、“土壌の生産力に土壌資源評価の根拠を置く”とした。土壌生産力の高低、その量と質などを包括して、農、林、牧業の発展に対して、どのような適応性と制限性を見出すことができるかにあった。その上で土壌の生産力は土地、土壌の属性と地力、その他による総合的な反応であるか

ら、これを土壌利用の評価の根拠にしたと云う。この基準の設定で次の2つの疑点が提出されよう。

①数多くの影響因子によって代表される作物生産量をその変量自体を分級し、評価するパラメターに用いられるか。

②土壌の生産力をどの状況下でつかまえるか。例えば、無肥料の場合の地力なのか、良い経営下の生産量をとるのかなど疑点が多い。

唯、市の実際事情、土壌肥力の情況、地形、水文、地質、気候条件などを結合させ、総合評価を行ったと記してある。その結果、土壌の評価を9級に分け、同様に土地生産の性質、管理方法などについても、次の8級に分別している。

1~4級　耕地土壌である。正常な栽培管理の下では、比較的好収量が期待される。

5~7級　林地と牧草地に適する。農業生産には不適当である。

9　級　一般に農、林、牧畜業に不適当。裸の岩山である。

上記の1~8級までの土壌の主な基準として:

1級地;土地利用の方式に一般的に制限がない。広く農林牧畜の生産に適している。気候条件も良好で、適作物が多く、旱魃や洪水にもかかりりにくい。

2級地;土地利用についていささかの基本的な制限がある、例えば地質がやや不適当であったり、軽度の土壌侵食があったり、降雨が均等でなかったり、灌漑排水に大差があったり、土壌中に有害成分が含まれていたりする場合である。

3級地;土地利用には比較的多くの制限がある。例えば、土層の深さが80cmにも達しなかったり、傾斜が比較的急(>10度)であるなどで、灌漑排水の施設が必須である場合が多く、作物の選定がむつかしい。

4級地;土地の農業への利用には大きな制限がある。主に牧畜と林業の発展を期すべきである。その原因は土層が浅く、有害物質が含まれていたり、傾斜が急(<15度)で侵食を受け易い。土壌の構造が悪く、通気透水性が悪い、旱魃冠水も多い、などの制限がある。

5級地;農業に適せず、主として牧畜、林業に適している。その制限因子は土層が薄く、礫が多く、傾斜が15度以上もあり、土壌侵食が厳しい。寒冷、旱魃、風砂を受け易く、排水不良である。

6級地;牧畜、林業にのみ利用可能。傾斜は25度以上で、石礫多く、侵食が甚しい。

7級地;野草、牧草を栽培するのみである。放牧と造林は困難である。

8級地;多くは不毛の地、岩石崩れなど、農林牧業に利用不可。

(3) 調査地区の土地分級

前記したごとく、現在中国では、全国的な土地分級の基準が策定されていない。これは、おそらく耕地化された農地の土地分級は、土地利用面から大した意味を持ち合わせず、農民に直接利益をもたらさないことに依るものと思われる。しかし、現状の農地に新たな生産手段(例えば灌漑施設、機械化導入など)のインパクトを与える場合、その土地の農地適性度を判定して適切な土地利用計画の策定を行う必要がある。このような視点から、調査対象地区の土地分級を、前述の日本国農林水産省土地分級基準に準じて試みてみた。

本調査の地区の大半を占める主要な土壌タイプは、黄土(レス)を母材とする黄褐色土である。この黄褐色土の中には、地勢の影響を強く受けて生成された3つの土壌種が含まれる。

① 崗黄土; 崗地、緩傾斜地、(羅崗、太平に多い)

② 黒土; 平坦地、(楊垱に多い)

③ 白土; 丘陵地、急傾斜地(羅崗に多い)

上記の土壌種の分級因子の強度を評価すると、表I-D-9のとおりである。この基準因子の評価は、土壌断面形態調査、地形条件、土壌肥沃度(地力)などを勘案し、各因子の強度に着目した表現をとった。この表から、土地利用に当たっての土壌管理の主要課題が提示されている。

つぎに、これら土壌種の地目別の土地分級を、日本の土地分級基準に従って評価した。結果は、表I-D-10のとおりである。基準因子の中の耕作性では、耕耘の難易性(傾斜度、硬さ)、地力、耐蝕性などが考慮され、生育性では根圏の制限性(有効土層、土性)が主に考慮された。これらの基準因子をもとに総合等級の評価をすると、水田利用では、崗黄土と黒土は、II等級の適性、白土はIII等級のやや適性の類型に分級される。畑地利用では、崗黄土はII等級、黒土と白土はIII等級に格付けされる。(表I-D-10)

一方、中国の土壌区分図によれば、石台寺地区の土壌は、8つの土壌属より構成さ

れている。これらの土地分級は、各土壌属の土壌断面特性、地形条件、地力等の調査及び関連資料の収集･解析の上に立って行われる必要がある。現状では、これを満たす資料に乏しく各土壌属を対象とした土地分級は今後に持ち越された。既に、調査対象地域の土壌は、古くから耕地として利用され、農民自身の長い間の経験によりそれぞれの土地の良否判定がなされているものと思われる。したがって、今後の土地評価は、土地生産性の向上を目指した、技術導入に関連した評価法が期待されているものと考えられる。

2.3 土壌改良計画

既に記述したように、黄棕壌土は土層が深く、石灰岩粒を含み、中粘から重粘の良質の土壌である。土壌改良としては次の点が考えられる。

①土壌の物理性の改良すなわち、孔隙を増し通気性、保水性を増す方法をとること。

②土壌中に有効態の燐を増すこと。

③排水をよくすること。

具体的には、厩堆肥その他有機物を増施し、土壌と充分に混合することであろう。この際厩堆肥に燐肥を混合して置くのも有効であろう。

燐酸の施肥は、市内に燐酸肥料工場があるので、比較的容易に入手できると思われる。

排水改良のためには土壌が中粘から重粘である為、灌漑施設と共に排水溝の完備が必要である。

表Ⅰ－D－1 石台寺地区の主な土壌の理化学性 (平均値)

項　目	紅砂岩黄棕壌性土	浅黄棕壌性結晶岩泥田	潴育型水稲土	沙　土型潮土	崗　地黄褐土	結晶岩黄棕土	黄棕壌性黄褐土泥土	潮土田
表層(A)深度cm	14.8	14.8	14.0	16.1	17.6	18.1	14.7	15.0
有機物 %	1.905	1.755	1.850	0.702	1.370	0.863	1.495	1.490
全窒素 %	0.123	0.123	0.148	0.047	0.077	0.092	0.098	0.100
全燐 %	0.038	0.044	0.067	0.037	0.031	0.084	0.034	0.051
全カリ %	1.799	1.102	1.796	1.425	1.758	0.415	1.642	1.772
pH 値	7.2	6.7	7.1	7.2	7.2	6.9	7.0	6.8
置換容量 me/100g	10.30	17.14	18.26	10.26	26.25	15.99	19.95	16.15

注：分析法は中国農業化学常規分析方法編委会 (土壌農業化学常規分析方法) による。

表Ⅰ－D－2 石台寺地区の土壌区分と分布面積

区・鎮	総耕地面積 ha（%）	白 土 ha（%）	黒 土 ha（%）	崗 黄 土 ha（%）
羅 崗	6,638.3 (100.0)	2,658.8 (40.0)	833.3 (12.6)	3,146.2 (47.4)
楊 垱	8,069.1 (100.0)	1,632.6 (20.2)	4,459.8 (55.3)	1,976.7 (24.5)
太 平	7,206.1 (100.0)	412.1 (5.7)	1,350.0 (18.7)	5,444.0 (75.5)
合 計	21,913.5 (100.0)	4,703.5 (21.5)	6,643.1 (30.3)	10,566.9 (48.2)

表Ⅰ－D－3　崗黄土の土壌分析の例

深さ cm	層位	有機物 %	全窒素 %	全燐 %	全カリ %	置換容量 me/100g	pH	土性	容積重 g/cm³
0～17	A	1.445	0.0723	0.0354	1.98	24.90	6.9	中壌	1.44
17～40	B	1.163	0.0239	0.0262	2.42	23.70	6.8	粘土	1.50
40～100	C	0.995	0.0435	0.0264	2.43	25.08	6.9	粘土	1.58

深さ cm	粒径組成（%）				
	>0.05 mm	0.05～0.01 mm	0.01～0.005 mm	0.005～0.001 mm	<0.001 mm
0～17	18.35	19.74	12.36	19.67	29.88
17～40	8.63	26.18	14.66	11.51	39.02
40～100	12.29	23.62	14.64	12.56	36.89

注：分析法は“土壌理化分析”中国科学院南京土壌研究所1977年による。

表Ｉ－Ｄ－４　黒土の土壌分析の例

深さ cm	層位	有機物 %	全窒素 %	全　燐 %	全カリ %	置換容量 me/100g	pH
0～10	A	1.763	0.1040	0.0347	1.75	39.3	6.8
10～23	Fb	1.705	0.0959	0.0359	1.73	35.3	6.9
23～60	B_1	1.201	0.0507	0.0171	1.59	29.7	6.9
60～100	B_2	0.699	0.0400	0.0261	1.87	37.5	6.8

注：Fbは粘度富化層を示す。

表Ｉ－Ｄ－５　白土の土壌分析の例

層位	深さ cm	有機物 %	全窒素 %	全　燐 %	全カリ %	置換容量 me/100g	pH
A	0～21	1.144	0.0682	0.0407	1.45	4.8	6.8
B_E	21～35	0.976	0.0462	0.0371	1.56	8.1	6.9
B_2	35～100	0.992	0.0450	0.0231	1.61	30.1	6.9

注：B_Eは漂洗層

表Ⅰ－D－6　日本における施肥改善試験

作物	堆肥	収量指数（NPK区を100とする）				試料の数
		無肥料	PK	NK	NP	
水稲	無施用	78	83	95	96	1,161～1,155
	施用	80	84	96	96	456～466
陸稲	無施用	38	51	84	75	117～126
	施用	58	70	91	95	18
裸麦または	無施用	39	50	69	78	822～841
小麦	施用	48	59	88	95	392～408

注：今井、今泉、1956年
収量指数は施肥完全区（NPK）の収量を100として、各区の比較をしたものである。

表I－D－7　自然立地的土地分級に用いられる評価因子の種類（農水省）

分級の種類	耕地としての分級					草地としての分級 人工草地					草地としての分級 自然草地				林地としての分級				
評価の側面	耕作性			生育性		管理性			生育性		管理性		生育性		育林性		生育性		
評価因子の種類	耕転の難易性	地力発現の難易性	侵食防止の難易性	根圏の制限性	同化生産の制限性	管理作業の制限性	地力発現の難易性	侵食防止の難易性	根圏の制限性	養水分吸収の制限性	管理作業の難易性	侵食防止の難易性	根圏の制限性	養水分吸収の制限性	育林作業の難易性	地力保全の難易性	根圏の制限性	養水分吸収の制限性	同化生産の制限性
気温					◎														
降水			△					△				△							
風の強さ			○																
積雪					◎														
気象災害					◎														
傾斜角度	○		○		○	○		○			◎	○			◎	◎			
斜面の方位			△		○			△			◎								
起伏量	△					◎						△							
斜面形			△					△				△				△			
斜面の長さ			△					△				△							
斜面上の位置			△					△											
露岩	△					◎					◎△								
海抜高																			◎
有効土層の深さ	◎		△	◎		◎		△	○			△	○				○		
有効土層の構造																	△		
有効土層の粗密度																	△		
表土の厚さ		△		△			△		○				○				○		
表土の構造																	△		
表土の粗密度																	△		
表土の土性		△	○				△	○	△			○	△			△			
表土の礫含性	◎△			◎		◎△											△		
表土の凍結性	○△		○			○△													
表土の腐植含量																	△		
土壌の乾湿	○		△	◎		◎				◎				◎				○	
透水性			△					△		△		△		△				○	
保水力										△				△				○	
塩基置換容量		○					○												
燐酸吸収係数		○					○												
表土のpH		△					△											△	
表土の炭素率																		△	
表土の石灰飽和度																		△	
その他（植生因子）										△									

注）◎印は基準因子（独立）、○印は基準因子（相対）、△印は補正因子をしめす。

＊この表では、土地の安全性に関する評価は考慮されていない。

表Ｉ－Ｄ－８ 地目別、カテゴリー別分級評価基準

(1) 傾斜

地目 級位	水　田	畑　地	果樹園
1 級 位	3° 未満	3° 未満	3~8°
2 〃	3° 未満	3~15°	8~20°
3 〃	3~8°	15~30°	20~30°

(2) 土壌深度

地目 級位	水　田	畑　地	果樹園
1 級 位	25cm以下	100cm以上	50~100cm以上
2 〃	25~100cm	50~100cm	25~50cm
3 〃	100cm以上	25~50cm 25cm以下	25cm以下

(3) 表土の土性

地目 級位	水　田	畑　地	果樹園
1 級 位	粘性土	砂質粘土	砂質土
2 〃	砂質粘土	砂質土	砂質粘土
3 〃	粘質土	砂礫表土･粘性土	粘性土

(4) 土壌の乾湿

地目 級位	水　田	畑　地	果樹園
1 級 位	多湿～過湿	潤	潤
2 〃	湿	乾	乾
3 〃	潤	湿	湿

表Ⅰ－D－9 調査地区土壌の基準因子の評価

制限因子 ＼ 土壌種	硬・土 (主に表土)	制限土層 (主に根)	傾斜度	排水性	侵食性	自然肥沃度			地 力	土壌管理
						N	P	K		
崗黄土	大＊	有	緩傾斜地	不良	中	少	少	多	中	土層改良 (深耕)
黒土	中	有＊	平坦地	不良	少い	中	少	多	中	排水改良
白土	中	無	急傾斜地＊	良	大	少	少	多	低*	施肥改善

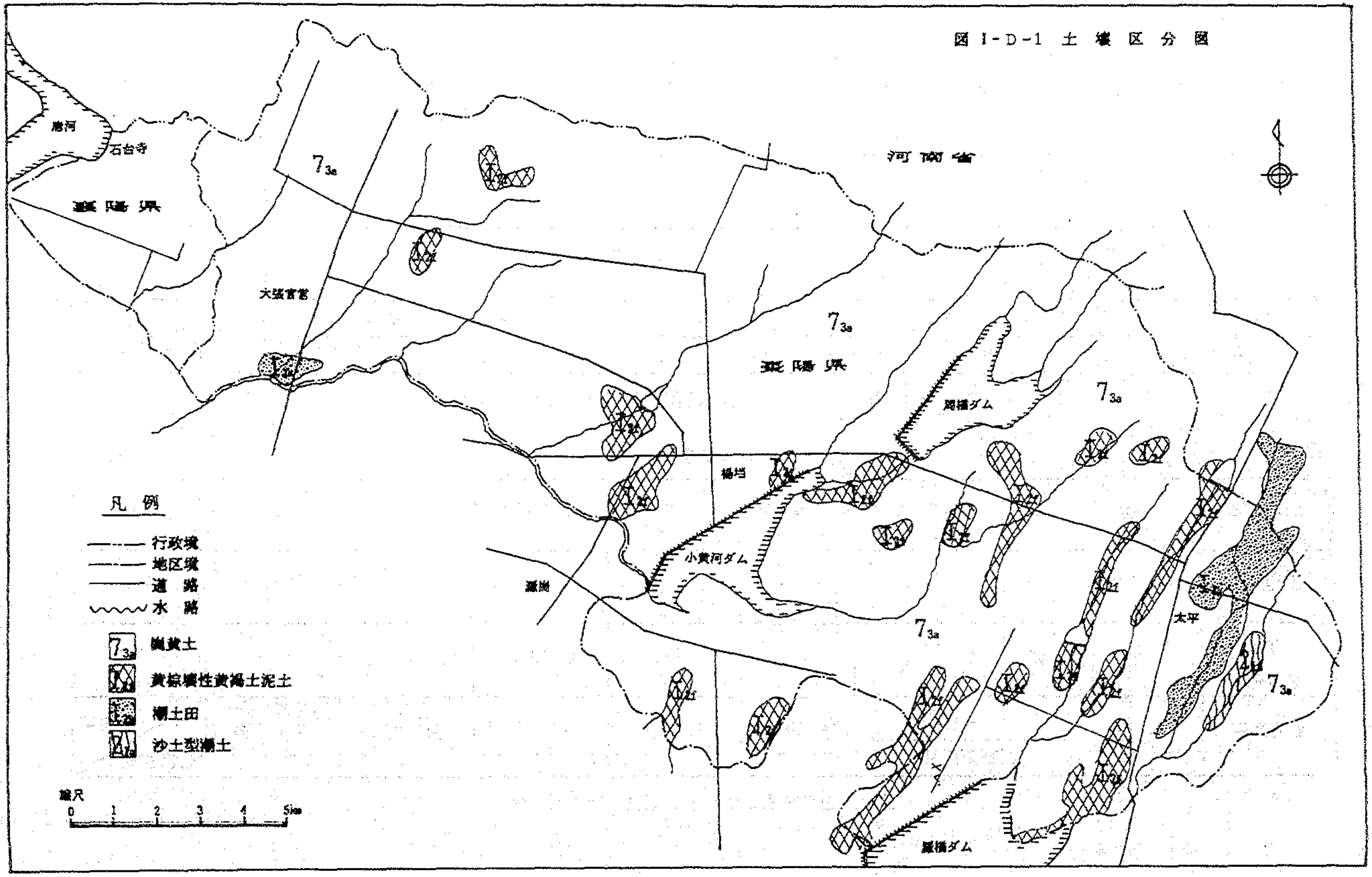
＊ 強度因子

表Ⅰ－D－10 土壌種の地目別土地分級(日本国農林水産省分級基準による)

因子 ＼ 地目 ＼ 土壌種	有効土層		地力		耕作性		生産性		総合等級	
	水田	畑地	水田	畑地	水田	畑地	水田	畑地	水田	畑地
崗黄土	2*	3*	2	2	3	3	2*	2*	II **	II
黒土	2*	3*	2	2	2*	3	2	3*	II	III
白土	3*	2	3*	3*	3	4	3*	3*	III ***	III

＊ 主要基準因子, **II：適性, ***III：やや適性

図 I-D-1 土壌区分図



E.　営農・栽培

目　次

頁

第1章　石台寺地区の農業の現状 .... Ⅰ－E－ 1

1.1　畑作農業の現状と問題 .... Ⅰ－E－ 1

(1)　個別承包小規模農業 .... Ⅰ－E－ 1

(2)　不安定な水稲作 .... Ⅰ－E－ 1

(3)　耕種一辺倒の農業 .... Ⅰ－E－ 2

(4)　耕種の技術水準 .... Ⅰ－E－ 3

(5)　生産水準と旱害 .... Ⅰ－E－ 4

(6)　有機物の循環 .... Ⅰ－E－ 5

(7)　農業総生産 .... Ⅰ－E－ 5

1.2　灌漑農業の進展 .... Ⅰ－E－ 6

(1)　水田及び用水施設の整備 .... Ⅰ－E－ 6

(2)　水稲作の発展 .... Ⅰ－E－ 6

(3)　畑作物の変化 .... Ⅰ－E－ 7

(4)　旱害の回避 .... Ⅰ－E－ 7

(5)　その他の変化 .... Ⅰ－E－ 8

第2章　農業計画 .... Ⅰ－E－ 9

2.1　計画化の前提 .... Ⅰ－E－ 9

2.2　計画の基本方針 .... Ⅰ－E－10

(1)　作付の配置 .... Ⅰ－E－10

(2)　栽培技術 .... Ⅰ－E－11

(3)　生産物 .... Ⅰ－E－11

2.3 農業計画 .... Ⅰ－E－12
(1) 計画面積 .... Ⅰ－E－12
(2) 作付計画 .... Ⅰ－E－12
(3) 生産量と収益 .... Ⅰ－E－12
(4) 溜池を利用した漁業 .... Ⅰ－E－13
2.4 水利用開発による農業の便益 .... Ⅰ－E－13

表の目録

		頁
表 I －E－1	調査5郷の耕地と戸口	I －E－15
表 I －E－2	5郷の水田率	I －E－15
表 I －E－3	5郷の主要作物の作付面積	I －E－16
表 I －E－4	店子郷の農業概況	I －E－17
表 I －E－5	有機物生産量の試算	I －E－18
表 I －E－6	生産有機物の用途	I －E－18
表 I －E－7	農業収益の概算 (店子郷)	I －E－19
表 I －E－8	七方鎮の作物生産統計	I －E－20
表 I －E－9	大崗坡及び石台寺地区の農業概況	I －E－21
表 I －E－10	受益耕地面積と水田面積	I －E－22
表 I －E－11	作付面態	I －E－22
表 I －E－12	農業総生産 (計画)	I －E－23
表 I －E－13	農業純生産 (計画)	I －E－24
表 I －E－14	農業総生産 (現状)	I －E－25
表 I －E－15	農業純生産 (現状)	I －E－26

図の目録

		頁
図 I －E－1	七方鎮の食料 (糧食) と水稲の作付の変遷	I －E－27
図 I －E－2	棉と油料作物の単収と7～8月雨量の関係	I －E－27

第1章　石台寺地区の農業の現状

石台寺地区には襄陽県の楊垱鎮(5郷)全域と太平鎮(4郷)の大部分、羅崗区の1郷と姚崗鎮の一部及び襄陽県程河区の一部が含まれる。このうち、楊垱鎮の店子郷についてやや詳しい調査と、楊垱鎮の2郷と太平鎮の2郷について概査を行った。他方、将来計画の参考として大崗坡灌区の七方鎮の大店について調査を行った。これらの結果を前者を畑(旱)作農業、後者を溜漑農業として、夫々の特徴について整理すれば以下のとおりである。

1.1 畑作農業の現状と問題

(1) 個別承包小規模農業

調査した5郷の村構成、戸口及び耕地の概要は表Ⅰ－E－1のとおりである。

各郷共1982年に承包制となり、主として家族数に応じて耕地の貸付が行われたが、1戸当りの耕地は概して10亩(0.67ha)前後である。また、1戸当りの労働力は2.0人が通例である。労働手段は水田が少ないので耕牛として黄牛を2.0～2.5戸に1頭の割合で飼養する。また、深耕用として村単位で1～2台の大中型トラクタを保有して機械専業戸に委託して賃耕に当らせ、中小型は個人有として、賃耕方式によって随時耕耘や運搬の用に供している。しかしながら、公社時代の生産隊と異なり、耕地は細長な形で各戸に細分化されているので、特に数種の作物を作付する夏作の各作付地は更に細長となり、勢い畜力や人力に依存することが多くなっている。また、承包制の実施後まだ日が浅いので、各戸は小規模農業に適した機械器具を整備するに至らず、特に収穫調整作業では人力に頼る場面が少なくない。要するに、承包制によって各戸は最大の利潤の追求を目指して小規模ながら自己完結的な農業を営んでいる。

(2) 不安定な水稲作

この地区の農民の主食は小麦粉と大米(米)であり、また、稲桿は家畜の飼料に適し、且つ近年は稲作技術が急上昇して多くの単収が得られるので稲作への志向が強い。しかし楊垱鎮は地形が平担で、天水を溜池(堰塘)に貯留する適地に乏しい。また、太平鎮は多少の起伏があって若干の適地があるがその面積は限られる。このため、楊垱地区では中型の周橋ダム(水庫)や小黄河ダム(水庫)に望みを託し、更に店子

郷では2つの小(二)型ダムを造成しているが、工事の不備でその機能を発揮するに至っていない。表Ｉ－Ｅ－2に示す5郷の水田率は、店子0.7%、張管営6.3%、孫寨35.5%、湖河5.8%、韓崗12.9%であって、既設のダムの恩恵を享けているのは孫寨だけである。店子郷では1965年の周橋ダムの完成と共に水稲作を開始し、その後2つの小(二)型ダム(五坊と揚田)が完成した1978年頃には4,000畝に作付を増したが、その後はダムの破損等のため殆ど皆無状態で調査年には僅か140畝に過ぎなかった。張管営は1974年に50mの深井戸を建設し、これを溜池に補給しての稲作であり、湖河は天水を溜池に溜めての稲作、羅崗は水田の半分は羅橋ダムからポンプ揚水、他は小(二)型ダムと天水溜池によるもので、1986年は大崗坡灌区の羅橋ダムの水位が下り揚水不能であったと云う。僅かに孫寨のみが小黄河ダムの流出水を安定的に受けている。

(3) 耕種一辺倒の農業

この地区は消費地から遠く離れ、且つ各村に至るまで全天候道路となっていないので、都市近郊的な商品的農業は成立し難く、その上地形が良好で全面が耕地化され、草場や林場を欠くために草食畜の飼料基盤に乏しい。このため、古くから耕種農業に偏り、半自給的、半商品生産的農業を余儀なくされている。従って、畜牧は耕牛その他、豚を1～2頭、鶏を10羽程度飼養する程度で母豚と育成豚とに分化しているものの、養豚専業戸が成立する段階には至っていない。他方、これらの養畜は特定の畜舎はあるものの半ば放飼状態であって、有機質肥料の生産畜(糞畜)としての役割も半減されている。また、農閑期には村営企業の煉瓦製造を共同で行って副収入を得ているが、作物桿をその燃料の一部に供するなど農業生産にマイナスの作用をしている。各郷の作物の栽培面積は表Ｉ－Ｅ－3のとおりである。

この表は各郷長からの聞取り調査によるもので不完全な統計であるが、大略、1)耕地利用率は高く、2毛作(両熟制)に近い作付が行われ、2)夏作は耐旱性の作物種が多く、3)経済作物は30～35%、4)自家用の飼料作物が殆んどなく、5)地力維持に有効な豆科作物は少なく、且つ緑肥作物は全くなく、6)果樹等の永年作物は極めて少ない。このことは、小規模の経営であるため、少量の耕地を出来るだけ集約的に利

用し、自給を満足させ、且つ危険を分散させながら短期的に多くの収入を得ようとしていることを示している。

(4) 耕種の技術水準

1) 新品種の導入

解放後専門の研究機関ばかりでなく、各段階(級)で新品種の開発が行われ、郷村段階では開発の都度これらを積極的に導入している。店子郷での現行のものは次のとおりである。

水稲 .... 雑交稲(汕優63号、汕優2号)

小麦 .... 宜賓1号、鄂恩1号

棉(棉花)........ 鄂荊92、鄂荊102

菜種(油菜) 農林43号

ごま(芝麻) 襄芝1号

この外、とうもろこし(玉米)についても雑交種の試作を始めている。

2) 移植(移栽)技術の適用

棉については1950年代から移植を適用し、小麦との間作(裏作)による2毛作(両熟制)を成立させている。また、石台寺地区では水田が少ないために、高単収を目指して、前記の雑交稲に2段移植(両段育秧)法を適用している。

3) ビニールマルチ(地膜覆蓋栽培)の導入

1985年から本格的に棉にビニールマルチを採用し、このため単収は50%程度上昇している。地温上昇による播種期の繰上げ、旱害防止、更に排水を促進することによる湿害(落蕾、落花、落鈴)の防止に役立っているものと思われる。今後とうもろこしやごま等への適用が期待されている。

4) 肥 培

既に化学肥料の施用は一般化し、各農家の土壌及び期待収量に応じた施肥が行われている。まだ単肥の施用で配合肥への移行は今後の課題となっている。小麦

の場合は基肥を基本としながら成育に応じて年5回に分けて施し、冬作は殆んど小麦一色となることもあって、3月5日頃には硫安$(NH_4)_2SO_4$の空中からの散布が行われている。

5) 深　耕

根圏を拡げ、保水力及び保肥力を増すために粘壌土では深耕が必須の要件となっており、このため深耕用の大中型トラクタが不充分ながら配備されている。耕深は畜力では14cm程度であるが、大中型の4連装のプラウでは25cm程度となり、時期は各作物の播種前である。少なくとも、畑地については年1回の深耕が行われる。

6) 機械作業

人民公社時代には共同耕作が行われていたので、作付地は団地となり、このため機械作業が容易で小麦の播種も機械によっていた。しかし、承包後に耕地や作付が細分され、小麦やごまは散播が通例で機械化の面では一歩後退の観を免れない。今後の戸別の資本畜積の進展によって、小型機械を補って行くものと思われる。

(5) 生産水準と旱害

前記の諸改善技術の導入や承包制による農民の生産意欲の向上によって、生産水準は急上昇したと云われるが、現在の状況を店子郷を中心に主な作物について調査した結果は、それぞれ次のとおりである。なお、店子郷の農業概況は表I－E－4のとおりである。

1) 水　稲

店子郷では1986年に1,200亩を作付したが、水不足で600亩は枯死し残りの600亩の単収は165kgに過ぎなかった。張官営はポンプ揚水により500kgの単収を維持、孫寨は525kg、しかし羅崗は1986年は水稲の作付は零であった。地区全体では、平年は500kg程度の様である。

2) 小麦

旱魃の影響は少なく、本年産については店子郷では250～275kg、孫寨は293kg、韓崗は条播を行い350kgの単収をあげている。

3) 棉

1986年産については店子郷では、地膜棉は75kg、移植棉は40kg、張管営は地膜55kg、移植45kg、孫寨は地膜75kg、湖河では地膜55kg、移植38kg、韓崗は地膜75kg、移植40kgの単収があり、栽培法による差は大である。

4) その他の作物

その他の作物は、平年では菜種は150kg前後、ごまは50～60kg、甘藷(紅薯)は1,500～1,700kg(生)、とうもろこしは300～350kg、大豆120～130kg、煙草100g(乾)程度の単収である。このうち、特にとうもろこしとごまは旱害を受け易く、1986年は平年作に対しとうもろこしは30%、ごまは50%に減少している。

(6) 有機物の循環

土壌の保水力や保肥力を増し、更に土壌微生物の活性化を図るには、深耕や化肥の施用に加えて有機肥の多投が不可欠である。しかし、畑作物中心のこの地区では有機肥の製造に適した作物が少なく、その上農家の燃料源に乏しいため、有機肥の量質共に不足を免れない。表I－E－5、6に示す店子郷の例では、直接及び飼料を通じて間接的に有機肥となる作物稈は、少量の水稲の他にとうもろこし、菜種、及び甘藷の稈蔓だけで、それ以外は全て燃料に供されている。

(7) 農業総生産

店子郷における農業収益の概算は表I－E－7に示すとおりである。耕地は2.1万畝で、作付面積に対する畝当り総生産は147元であるが、耕地当りでは258元となる。また、生産費の物財費分を15%とすれば、総純生産は461.0万元で、耕地畝当りは219.5元である。なお、人口1人当りの純生産額は567元と計算される。上記の数値

は本年に収穫した夏収作物と、収穫予定の秋収作物についてのものであり、平年作よりも良好な条件下のものである。

1.2 灌漑農業の進展

石台寺地区の南側約5～6kmの処に年代の古い洪積(洪積)層の台地があり、頂上の高さは約140mである。この台地上に7郷から成る七方鎮があり、大崗坡揚水場が建設される前は貧困で知られた農村であった。しかし、1972年に唐河の水が来てからは様相は一変し、今では灌漑開発の好事例として広く紹介されるに至っている。

この台地は黄棕壌土(黄褐色土)類の粘壌土で、黄土とも呼ばれる土層の深い処で、地形は一見平担であるが、或る程度侵食が進み四方に浅谷面が発達してる。かつては、畑作(旱作物)が中心であったが、ポンプ揚水以後は一転して稲作中心となり、安定的な農業に移行するに至った。

以下、同鎮の大店郷での調査、七方鎮の農業統計、県の引唐灌区管理所の資料等を総合して、灌漑農業への発展の様相の概略を追ってみることとする。

(1) 水田及び用水施設の整備

旧来の溜池(堰塘)は集落の周辺の生活雑用水用と浅谷面の谷頭部に設けられた水稲作用のものとがあったが、ポンプ用水(以下揚水)の利用のため、新たに配水に便利な高所部に新溜池を設置し、水田や畑地への給水の調整池の役割を持たせることとなった。この他、重力(自流)灌漑の困難な箇処には小揚水場を配置した。大店郷では、全耕地3.1万亩のうち5千亩しかなかった水田は1.5万亩となり、新造田は田越し灌漑(串灌)から脱却し、また、畑地の大部分が旱魃時に灌漑できる態勢となった。

(2) 水稲作の発展

揚水導入前の10年間の七方鎮の水稲面積は平均では3.1万亩であるが、最低は1967年の1.9万亩、最高は1965年の3.9万亩と、この間を大きく変動し、単収も172~369斤の間を往復する状態であった。ところが、揚水導入後はそれに力を得て水稲の2期作(双季稲)を試み、作付面積は最高9.2万亩(1976年)に上昇した。しかし双季晩稲の収穫が不安定なため、雑交稲の普及と共に1983年頃から現行の雑交稲と

小麦の両熟制に移り、作付面積は5.5万亩程度で安定することになった。単収は、双季稲時代は300～500斤であり、雑交稲時代に入ると一転して900斤以上を確保できるようになった。(図Ⅰ－E－1)

(3) 畑作物の変化

上述のように水稲作の拡大とその単産の増大によって畑作物、特に食料(糧食)用畑作物に大きな変化が生ずることとなった。図Ⅰ－E－1にみるように天水時代の1963~72年は、食料作物全体の作付面積のうち水稲は13%、総生産量のうち30%を占めるに過ぎなかった。それが揚水時代の双季稲の最盛時の1976年には作付面積で45%、生産量で61%を占めるようになった。しかし、雑交稲時代に入ると水稲と小麦の2毛作が可能となったために小麦作が増え、1986年には水稲は作付面積で30%へ、生産量で47%へと相対的に減少を示し、食料生産は水稲と小麦の2本立の態勢を確立することとなった。

食料の総作付面積は天水時代は23万亩であったが、近年は19万亩程度へと約4万亩減少し、食料の総生産高は天水時代の3千万斤から1億1千万斤へと約4倍に増えている。このことは雑種の減少と経済作物の増加を反映している。即ち、天水時代の粟(谷子)、高粱、蕎麦は姿を消し、甘藷は大幅に減反(大店では5,000亩から1,000亩へ)、棉は同等であるが油料作は倍加するに至っている。勿論この要因は揚水の導入と水稲技術の向上との相乗効果があろうが、その根底には水利の開発があることに間違いはない。

(4) 旱害の回避

水利開発によって確かに稲作は拡大し、安定(穏定)多収となり、更に耕地全体の作付配置(布局)は改善されている。問題は畑作物の安定化である。棉とごまは特に7~8月の降水の如何に左右され易いと言われるが、七方鎮全体の両作物の単収と7~8月の雨量の関係を、気象データの得られた最近20年間についてみれば図Ⅰ－E－2のとおりである。

棉とごまは旱害も受けるが湿害も受け易い。このため、7～8月の寡雨の年と多雨の年には単収は激減し、1972年の寡雨の年には単収は棉花19斤、油料(ごま)20斤、

1982年の多雨の年は棉9斤、ごま13斤に低下している。しかし、1963～72年の10年を天水時代、1973～82年の10年を揚水時代、1983年以降の4年間を揚水に地膜棉を加えた時代としてみれば、棉は天水時代の32斤から、揚水時代は37斤に上昇し、最近4年間は70斤に急増している。ごまは天水時代は37斤であったが、揚水時代は45斤となった(最近4年間に新たに菜種が導入され、合算されているので除外)。畑作物については必ずしも潅漑法が確立している訳でもないので、単収効果は顕著でなく、むしろ地膜の効果が大きい(特に、1985年の棉)とみられるが、今後、地膜と潅漑の併用によって一層の効果が期待できる。

(5) その他の変化

人口1人当りの収入は、天水時代には83～116元の間を上下し、平均100元に過ぎなかったが、1973年からは安定的に伸び、1981年からは200元台、1983年は400元、1986年には788元へと急上昇するに至った。勿論これは1982年の承包制への移行が関係しているものと思われる。

また、大店郷では水田率が16%から48%に増加したことによって、有機物の循環が有利に展開したものとみられ、稲稈の20%は煉瓦製造に充当する余裕を生じている。更に、ここでは作付の調整上、新造水田のうち約1,000畝程度を田畑輪換(水旱輪作)とし、地力保持の上でも好効果を得ているようである。これらに関連する資料は表Ⅰ－E－8、9に示す。

第2章　農業計画

2.1 計画化の前提

1) 耕　地

計画地の耕地面積は21.08万畝とし、これには、自給用の野菜用地(旧自留地)での生産計画を含まない。

2) 戸　口

既に計画地の郷村では戸口数が漸減する兆候があり、今後、襄樊市区、棗陽城関での商工業及び集鎮での企業の発展によって、加速的に減少することが見込まれ、計画でもこれを考慮する。

3) 耕作規模

現在の農戸当りの平均耕地規模は約10畝であるが、今後の戸口数の減少によって、紀元2000年には12畝程度に拡大することが期待される。なお、現行の承包制は更に継続する。

4) 営農形態

現在の営農形態は食料(糧食)、油料、棉(棉花)を中軸とした単一な耕種農業であって、将来、養猪、養禽、水産に関して若干専業化、更に作物では西瓜や胡瓜等の導入による多様化が進むものと思われるが、計画地の資源の存在状態や、個体化した農戸の資本の蓄積状態からみて、紀元2000年にはなお耕種単一農業が支配的であることが想定される。

5) 機械化

現在は、深耕用及び運搬用の大中型トラクタと各戸の諸作業用に耕牛が中心であり、他方、小型トラクタが漸増の傾向にある。将来は、耕牛は順次小型トラクタに代わり、耕牛は乳牛や肉専門牛に代わり、農家経営での耕種に次ぐ副部門となり、或る

いは専業戸による飼養となることが予想される。しかし、この計画では、水利の開発改善の第1次効果を主眼とし、機械化や畜産拡大について将来計画を前提にしない。

6) 価格条件

価格、流通については現在もなお、改革が進行中であって、将来の状態を予測するのは極めて困難である。現在は食料、棉について一定の生産責任量に対する所定の価格による定購の制度があるが、その責任量の実生産量に占める割合は、実例では水稲は僅か4%、小麦は23%、油料は21%、とうもろこし(玉米)は22%で、また、棉は殆ど全量が綿花公司に納入されている。従って、ここでは、水稲については4%、その他の食料と油料については今後の改善による増収を勘案して20%を定購価、残りを議購価により、棉については全量を定購価による。

7) 収入目標

大襄樊市の紀元1990年の人口当り平均収入は1,000元とされているので、この地区でも水利開発後はこの金額に達し、以後総合効果によって増大する。

2.2 計画の基本方針

(1) 作付の配置

1) 耕地利用は2毛作(両熟制)を基本とし、耕地の集約的な利用を図る。

2) 地力の維持増進には有機肥の投入、深耕の他に緑肥や飼料作物の導入が望ましいが、小規模の承包経営の現行の条件下では、遠利よりも近利に走り易いので、その志向を満足し且つ地力の増進を図る代替的方途として収益性が高く、しかも耕地生態系の中での有機物の循環に有利に作用する水稲田の拡大を図る。現状の水田率は12~13%であるが、用水条件で変動し易く、実質的には10%程度とみられる水田率を少なくとも40%以上に引き上げることとする。

3) 現行の作物は、水稲、小麦、とうもろこし(玉米)、菜種(油菜)甘藷(紅薯)、豆類(大豆、緑豆、花生等)、棉、麻類、ごま(芝麻)、煙草、苹果等があるが、計画に

当っての代表作物として、水稲、小麦、とうもろこし、大豆、棉、ごま、菜種の7作物とする。

4) 冬作物の小麦と菜種の比率は7:3とし、菜種は全ての水田の冬作とする。棉は大襄樊市の工業用原料作物であるので、現行水準を下廻らないこととし、耕地面積に対して30%程度を確保する。油料作物は菜種を主体とするが、地方特産物であるごまを耕地の10%程度残す。水稲の拡大によってとうもろこしの作付は大幅に圧縮する。

(2) 栽培技術

1) 各作物の品種は最新の良質多収且つ耐旱、耐病性の高いものを採用する。水稲の他、とうもろこしも雑交種とする。

2) 栽培にあたっては、水稲は両段育秧法によって更に増収を図る。棉は全面に地膜覆蓋栽培を採用し、順次とうもろこしやごまにも及ぶ。

3) 施肥は化肥の施用の適正化の他、水稲の拡大によって得られた稲稈によって堆肥の質の改善を図る。

4) 深耕は、全耕地について少なくとも年1回行われる。

5) 潅漑は水稲に対しては完全に確保すると共に、畑作については、旱魃時に臨時的に行うものとする。圃場内水路(農渠や毛渠)は応急に掘られるであろうが、予め一次支線(斗渠)段階までの整備が行われている。

(3) 生産物

1) 各作物の単収については、現状でも高収例はあるが、農民大衆の平均水準ではそれ程の高収は期待できないので、現状の中の上の水準に潅漑による安定効果を加味した程度のものとする。

2) 水稲は籾(稲谷)、小麦は玄麦、大豆ととうもろこしは子実で販売するが、ごまと菜種は搾油し、それらの搾り粕(麻油餅と菜油餅)は飼肥料として自家で使用することとする。搾油率はごま45%、菜種30%とする。棉は実綿または繰綿として納入するが(衣分率35%)、棉実は搾油(12%)、粕(餅)は自家用とする。なお、自家消費の水稲の糠及び小麦の麸は自家飼料とする。これらの副産物は畜産物に転化されて収入源となるがこの計画では算入しない。

2.3 農業計画

(1) 計画面積

石台寺地区の計画受益耕地面積は表I－E－10に示すとおりで、棗陽県では19.28万亩、襄陽県1.80万亩であり、合計21.08万亩である。

(2) 作付計画

作物別作付計画と作付形態は表I－E－11に示すとおりで、6つの作付形態に分かれる。

(3) 生産量と収益

水利開発後の耕種農業の総生産量及び総生産額は、表I－E－12に、また、農業純生産は表I－E－13に示すとおりである。計画面積に対する年間の総生産額は、8,165.2万元と推定される。また、総物財費を差し引いた総純生産額は、6,624.5万元である。

これを耕地亩当りでみれば総生産は387.3元、純生産は314.3元となる。また、農家1戸当りの耕地規模を10亩とすれば純生産は3,143元、12亩に拡大したものとすれば3,772元となり、1戸当りの家族数を4.0人とすれば、10亩規模の場合は1人当り786元、12亩の場合は943元となる。勿論、この計算には畜産や水産を除外し、耕耘農業についても煙草や果樹、野菜等の発展、家庭副業、更に郷営や村営の共同企業の進展を見込んでいないので、これらを加えれば農民の収入は更に多くなるはずである。なお、農業税は亩当り5～6元になるものと推算される。

(4) 溜池を利用した漁業

灌漑を円滑に行うためには、調整池的な役割を果す溜池の開設が必要となる。その面積は水田1畝当り50m³を貯留する規模を標準としている。有効水深を2m(水深3mであるが、底層の1mは水産用)として計算すれば水田の27畝に対して1畝の溜池の配置、全地区では3,122畝が必要となる。しかし、この溜池で順調な給水で養殖を行うとすれば、年産少なくとも250kg(1985の年産費調査の全国平均で287kg)とし、販売価を3元/kgとすれば750元/畝の生産額となり、物財費を250元としても約500元の純生産(3,122畝では156.1万元)が挙げられる。つまり、耕地1畝当りの純生産額以上の生産が期待できる。従って、ここでは、今後農民独自で施工されることが予想される、溜池や圃場内の水路などによる水利開発に伴う、耕地減少のマイナスの便益は考慮しないものとする。なお、主な魚種は鯉、れん魚、草魚等である。

2.4 水利開発による農業の便益

石台寺地区の5郷の117,408畝(全地区の55.1%)の耕地の生産概況の調査結果から、農業総生産及び純生産を推計すれば表I-E-14、15のとおりである。この農業総生産は地区の55.1%に対するもので、これを全地区に換算すれば5,514.9万元となる。この総生産は耕地(21.29万畝)畝当りでは259元となる。勿論、この総生産は平常年を前提としたものであって、旱魃年には、水稲の或る部分(30%程度)は作付不能、或るいは収穫皆無となり、とうもろこしやごまの単収は半減し、豆類、棉等も影響を受ける。

上記の純生産額を全耕地(21.29万畝)に換算すれば4,507.6万元となり、耕地1畝当り211.7元となる。これを水利開発後の状態と比較すれば次の効果が得られる。

	開発前	開発後	増加
総生産	5,514.9 万元	8,165.2 万元	2,650.3 万元
純生産	4,507.6 万元	6,624.5 万元	2,116.9 万元
畝当り総生産	259.0 元	387.3 元	128.3 元
畝当り純生産	211.7 元	314.3 元	102.6 元

仮りに、農戸当り耕地10畝、家族員4人とすれば、農戸当りの収入(可処分所得)は2,117元から3,143元となり、人口1人当りは529元から786元になる。農戸当り12畝に拡大すれば、人口当りの収入は943元に増加する計算となる。

表Ⅰ－E－1　調査5郷の耕地と戸口

郷　名	村数	戸　数	人　口	耕地面積	1戸当り耕地	1戸当り家族
		戸	人	畝	畝	人
店　子	7	1,975	8,180	21,000	10.6	4.1
張官営	8	2,900	12,000	32,000	11.0	4.1
孫　寨	4	1,456	5,883	14,377	9.9	4.0
湖　河	8	2,418	10,048	19,031	7.8	4.2
韓　崗	11	2,870	13,000	31,000	10.8	4.5

表Ⅰ－E－2　5郷の水田率（1987年）

単位：畝

郷　名	店　子	張官営	孫　寨	湖　河	韓　崗	計・平均
耕地面積　(畝)	21,000	32,000	14,377	19,031	31,000	117,408
水稲面積　(畝)	140	2,000	5,105	1,100	4,000	12,345
水田率　(%)	0.7	6.3	35.5	5.8	12.9	10.5

表Ⅰ－E－3　5郷の主要作物の作付面積（1987年度）

単位：畝，%

作物	店子	張官営	孫 寨	湖河	韓崗	計・平均
水稲	140	2,000	5,105	1,100	4,000	12,345
小麦	15,000	20,000	8,600	15,000	26,000	84,600
棉（棉花）	6,300	9,000	4,380	5,000	10,000	34,680
とうもろこし（玉米）	4,000	7,500	1,000	4,000	5,000	21,500
ごま（芝麻）	3,000	5,000	1,100	3,000	5,000	17,100
甘藷（紅薯）	4,000	1,000	1,400	3,000	2,000	11,400
菜種（油菜）	3,500	1,500	1,000	1,500	1,000	8,500
豆類	1,000	1,500	800	1,500	1,000	5,800
煙草	500	400	400	600	2,000	3,900
果樹	——	——	——	400	350	750
麻類	——	——	——	——	——	500
計	37,440	47,900	47,900	35,300	56,700	201,075
冬作/耕地	88.1	67.1	66.8	88.8	88.2	79.3
小麦/冬作	81.1	93.0	89.6	88.8	93.9	90.1
経済作/総作付	35.6	33.2	29.2	30.9	33.0	32.5
耕地利用率	178	150	176	185	183	171

注：1）経済作物は棉、油料、煙草、果樹、麻類とした。
2）果樹の作付は2倍して計算した。
3）とうもろこしと豆類は間作（套作）となる部分があるが、上表ではその分を差引いていない。

表Ⅰ－E－4 店子郷の農業概況

(1) 戸口及び耕地

村 名	組数	戸数	人口	耕地	計画水田	水田率
店 子	10	483	2,001	4,821 畝	2,300 畝	47.7 %
季志方	6	255	1,047	2,885	1,400	48.5
五 坊	5	240	894	2,092	1,000	47.8
楊 田	7	327	1,260	3,538	1,600	45.2
杜 崗	4	147	748	2,029	1,000	49.3
杜 廟	6	223	950	2,829	1,400	49.5
前 王	6	293	1,273	2,850	1,000	35.1
計	44	1,968	8,173	21,044	9,700	46.1

注：計画水田面積は郷の期待面積である。

(2) 溜池 (現有)

村 名	生活用		潅漑用	
	箇所数	面積 (畝)	箇所数	面積 (畝)
店 子	18	90	2	180
季志方	6	12	-	-
五 坊	4	10	2	10
楊 田	9	30	2	10
杜 崗	6	20	2	100
杜 廟	4	10	-	-
前 王	10	120	3	100
計	57	292	11	400

表Ⅰ－E－5 有機物生産量(畜産)の試算

作　物	主産物 kg	谷草比	桿量 kg
水　稲	600	1:1	600
小　麦	350	1:1.5	385
とうもろこし(玉　米)	350	1:1.25	438
大　豆	175	1:1.2	210
棉(棉　花)	80	1:4.4	352
ごま(芝　麻)	75	1:2.5	188
菜種(油　菜)	175	1:1.5	263
煙　草	100	1:0.6	60
棉油餅	(80)	1:0.48	38
麻油餅	(75)	1:0.55	41
菜油餅	(175)	1:0.70	123
甘諸(紅　薯)	250(戸)	1:1.5	375

注： 1) 自家用米麦の残渣は、籾糠は籾(稲谷)の30～35%
　　 麩は玄麦の25%である。
　 2) 主産物生産量は将来の期待生産量を示した。
　 3) 谷草比は主産物と桿類又は粕類との比である。

表Ⅰ－E－6 生産有機物の用途

桿と粕	畑地農業(店子郷)	谷草比	
水　稲	飼料(100%)	飼料(80%)	煉瓦燃料(20%)
小　麦	燃料(100)	燃料(80)	堆肥(20)
とうもろこし	堆肥(100)	燃料(100)	
大　豆	燃料(100)	燃料(100)	
棉	燃料(100)	燃料(100)	
ごま	燃料(100)	燃料(100)	
菜種	堆肥(100)	燃料(100)	
煙　草	燃料(100)	燃料(100)	
棉油餅	堆肥(100)	飼料(50)	堆肥(50)
麻油餅	堆肥(100)	飼料(50)	堆肥(50)
菜油餅	堆肥(100)	飼料(50)	堆肥(50)
甘　諸	飼料(100)	飼料(100)	
籾　糠	飼料(100)	飼料(100)	
麩	飼料(100)	飼料(100)	

表Ⅰ-E-7 農業収益の概算 (店子郷)

作物	面積 (亩)	単収 (斤)	総生産 (万斤)	定購 (万斤)	議購 (万元)	定価 (元)	議価 (元)	総生産 (万元)	亩当り (元)
小麦	15,000	500	750.0	180.0	570.0	0.23	0.26	189.6	126
棉	6,300	120	75.6	75.6	——	2.00	——	151.2	266
			(5.4)	(1.1)	(4.3)	(0.72)	(1.80)	(15.3)	
ごま	3,000	110	33.0						100
			(14.9)	(3.0)	(11.9)	(0.87)	(2.30)	(30.0)	
菜種	3,500	350	122.5						135
			(36.8)	(7.9)	(28.9)	(0.52)	(1.50)	(47.4)	
とうもろこし	4,000	450	180.0	40.0	140.0	0.18	0.20	35.2	88
甘藷	4,000	600	240.0	——	240.0	——	0.22	52.8	132
大豆	700	250	17.5	——	17.5	——	0.50	8.8	126
煙草	500	200	10.0	10.0	——	1.20	——	12.0	240
計	37,000	——	——	——	——	——	——	542.3	147

注: 1) (　　) は油料

2) 甘藷の生産量は乾片を示す。

表I－E－8 七方鎮（大崗坡灌区）の作物生産統計

単位：面積；万畝、単収；斤、総生産；万斤

年次	食料（糧食）計			水稲			棉（棉花）			菜種（油菜）			総収入（万元）	1人平均（元）	総費用（万元）
	面積	単収	総生産	面積	単収	総生産	面積	単収	総生産	面積	単収	総生産			
1963	25.38	118	2,986	3.34	295	987	5.73	15	83	0.91	16	15.9	369.0	83	148.7
64	25.14	102	2,571	3.44	231	794	6.15	21	127	1.16	29	33.3	385.0	86	152.0
65	23.89	127	3,041	2.88	234	675	3.69	23	84	0.19	17	3.2	399.5	88	102.0
66	22.14	116	2,570	2.44	275	672	4.08	48	196	1.29	34	43.3	533.4	113	144.9
67	23.08	128	2,971	1.92	172	332	4.54	56	254	1.24	45	56.2	595.1	126	187.7
68	21.22	159	3,705	3.39	330	1,120	4.38	30	134	0.97	24	23.2	520.9	104	140.9
69	24.36	140	3,420	3.91	343	1,343	4.84	42	205	1.84	51	94.0	566.6	110	156.8
70	20.91	133	2,789	2.86	280	801	4.50	38	173	1.46	52	76.0	527.3	99	145.1
71	20.73	173	3,579	3.37	367	1,236	4.44	34	153	1.39	48	67.4	607.2	112	109.8
72	20.70	150	3,096	3.35	369	1,236	4.35	19	84	1.48	20	29.1	469.2	85	128.5
小計	229.75	134	30,727	30.90	297	9,193	46.70	32	1,493	11.99	37	441.5	4,973.1	100	1,416.4
73	23.34	185	4,315	5.18	380	1,967	4.51	41	186	1.52	33	50.2	740.0	132	252.1
74	22.64	199	4,505	7.50	337	2,530	4.54	52	237	1.24	45	56.0	833.3	148	304.4
75	22.20	225	4,993	8.72	315	2,747	4.56	46	211	1.19	37	44.1	880.0	153	342.9
76	20.62	266	5,484	9.18	366	3,363	4.58	44	200	1.33	41	55.0	891.6	154	353.3
77	21.41	224	4,796	8.98	314	2,823	4.39	24	112	1.18	37	43.2	764.3	131	308.8
78	20.63	251	5,229	7.75	338	2,622	4.52	32	146	1.42	64	91.9	897.0	153	344.8
79	19.72	285	5,614	6.73	371	2,503	4.57	34	155	1.56	84	130.9	1,097.4	187	405.3
80	19.02	309	5,886	6.86	422	2,898	4.54	38	173	1.40	33	46.5	1,169.3	198	480.2
81	18.34	339	6,222	5.94	526	3,124	4.10	47	194	1.85	60	111.8	1,343.7	226	524.7
82	18.51	401	7,420	5.95	575	3,421	4.32	9	41	2.09	13	27.9	1,450.4	239	501.9
83	18.40	574	10,562	5.81	727	4,225	4.30	71	305	2.05	68	140.2	2,457.9	395	862.7
84	18.61	610	11,352	5.49	761	4,176	4.40	69	304	1.80	86	156.7	3,497.9	566	1,117.2
85	19.01	660	12,547	5.06	958	4,852	4.50	68	304	2.18	90	347.6	4,113.0	485	1,504.8
86	18.75	580	10.881	5.62	920	5,069	2.97	76	224	2.86	158	453.2	4,853.6	788	1,915.3
小計	263.2	365	99,806	94.79	522	46,318	60.8	46.5	2,792	23.67	61	1,754.8	24,089.2		5,734.0

表 I－E－9 大崗坡及び石台寺地区の農業概況（1986年）

灌区	区鎮	郷数	村数	人口 万	戸数 万	農業人口 万	耕地面積（万畝） 耕地計	水田	畑地	作付面積（万畝） 水稲	小麦	棉	ごま	煙草	其他
大崗坡	七方	6	37	6	1.4	5.9	16.8	6.0	10.8	6.0	8.4	2.0	1.9	0.5	1.5
	羅崗	4	33	4	0.9	3.6	10.0	5.0	5.0	5.0	5.6	2.6	0.9	0.8	1.0
	居湾	5	7	5	1.0	4.2	11.0	4.0	7.0	4.0	6.0	2.0	0.7	0.2	1.2
	環白	2	7	2	0.4	2.9	6.0	2.0	4.0	2.0	2.5	1.0	0.2	0.1	0.6
	姚崗	1	6	0.9	0.2	0.9	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	0.1	0.1	0.8
	合計	18	98	17.9	3.9	17.5	45.8	18.0	27.8	18.0	23.5	7.9	3.8	1.7	5.1
石台寺	楊垱	6	38	5.2	1.2	4.8	11.0	1.5	9.5	1.5	7.5	3.5	1.0	0.6	1.5
	太平	4	40	5.4	1.2	5.0	8.0	1.3	6.7	1.3	7.5	3.0	0.9	0.7	0.2
	襄陽県	-	-	-	-	-	3.0	2.1	0.9	2.1	0.6	0.2	0.1	-	-
	合計	(7)	(78)	(10.6)	(2.4)	(9.8)	22.0	4.9	17.1	4.9	15.6	6.7	2.0	(1.3)	(1.7)

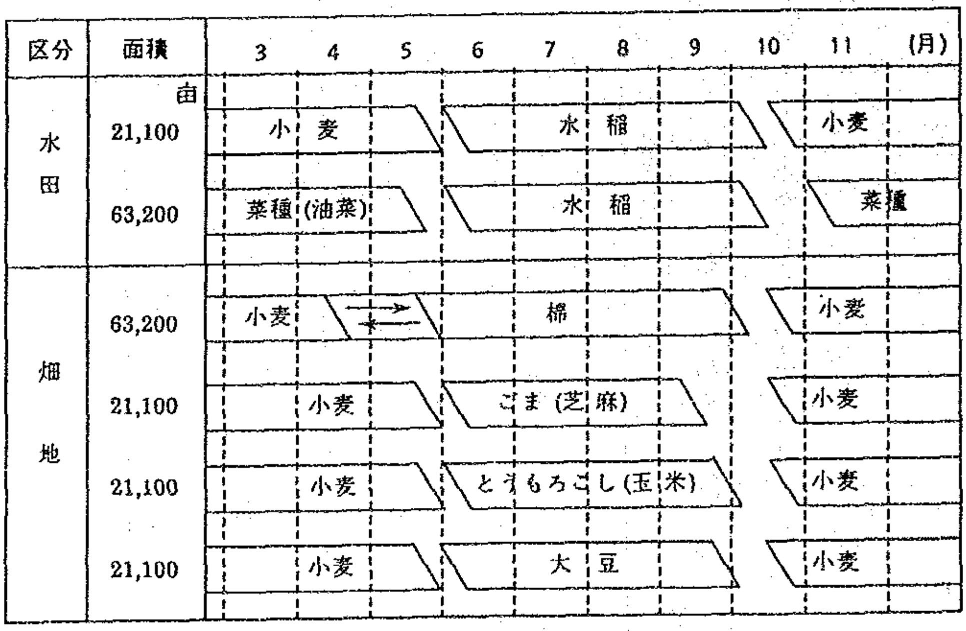
表Ⅰ-E-10 受益耕地面積と水田面積

単位：万亩

県別	区鎮	対象耕地	新造溜池・水路	水田面積	畑地面積	受益実面積
棗陽県	楊垱鎮	11.89	0.12	4.70	7.07	11.77
	太平鎮	5.52	0.05	2.19	3.28	5.47
	羅崗区	1.23	0.01	0.49	0.73	1.22
	姚崗区	0.82	0.01	0.33	0.49	0.82
	小　計	19.47	0.19	7.71	11.57	19.28
襄陽県	埠　口	1.82	0.002	0.72	1.08	1.80
	合　計	21.29	0.210	8.43	12.65	21.08
						(14,053 ha)

注：新規計画水路敷等、今後耕地より他に転用される耕地面積を平均1%見込んだ。

表Ⅰ-E-11 作付面態



表Ｉ－Ｅ－12 農業総生産 （計画）

作物		面積 (畝)	単収 (kg)	総生産 (t)	定購 (t)	議購 (t)	定価 (元/kg)	議価 (元/kg)	総生産額 (万元)
水稲		84,300	600	50,580	2,023	48,557	0.25	0.40	1,992.9
小麦		84,400 (63,200)	350 (150)	39,020	7,804	31,216	0.46	0.52	1,982.2
棉	(棉花)	63,200	80	5,056 (330)	5,056 (225)	— (400)	4.00 (1.44)	— (3.60)	2,022.4 (356.4)
ごま	(芝麻)	21,100	75	1,583 (712)	(142)	(570)	(1.74)	(4.60)	(286.9)
菜種	(油菜)	63,200	175	11,060 (3,318)	(662)	(2,656)	(1.04)	(3.00)	(865.6)
とうもろこし	(玉米)	21,100	350	7,385	1,477	5,908	0.36	0.40	289.5
大豆		21,100	175	3,693	—	3,693	—	1.00	3,693.3
計		421,600	—	—	—	—	—	—	8,165.2

注： 1) 小麦、棉との間作分 (63,200畝) の単収は150kgとする。
2) 棉、ごま、菜種の（　　）は油脂生産量を示す。

表I－E－13 農業純生産 （計画）

作物	亩当り物財費 (元)							1985年湖北省亩当り物財費 (元)	総物財費 (万元)	総純生産額 (万元)
	種苗	肥料	農業	資材	耕耘	水費	計			
水稲	3.00	20.00	5.00	─	2.00	22.00	54.00	38.37	455.2	1,533.7
小麦	5.00	20.00	0.50	─	5.00	4.4	34.90	21.32	515.1	1,467.1
棉	2.50	20.00	5.00	20.00	3.00	4.4	54.90	44.05	347.0	2,031.8
ごま	1.00	5.00	─	─	3.00	4.4	13.40	─	28.3	258.6
菜種	0.50	8.00	─	─	3.00	4.4	15.90	20.90	100.5	765.1
とうもろこし	3.00	10.00	1.00	─	3.00	4.4	21.40	23.56	45.2	244.3
大豆	10.00	5.00	1.00	─	3.00	4.4	23.40	10.81	49.4	319.9
計	─	─	─	─	─	─	─	─	1,540.7	6,624.5

注：1) 1985年の湖北省の物財費は、1986年「農業年鑑」の生産費調査の結果を参考として示した。
2) 純生産は、総生産から物財費のみを差引いたもので、利潤、労働費、地代、資本利子の合計である。
3) 水費は 0.044元/m^3、水稲へは年500m^3、その他は年に1回100m^3とした。

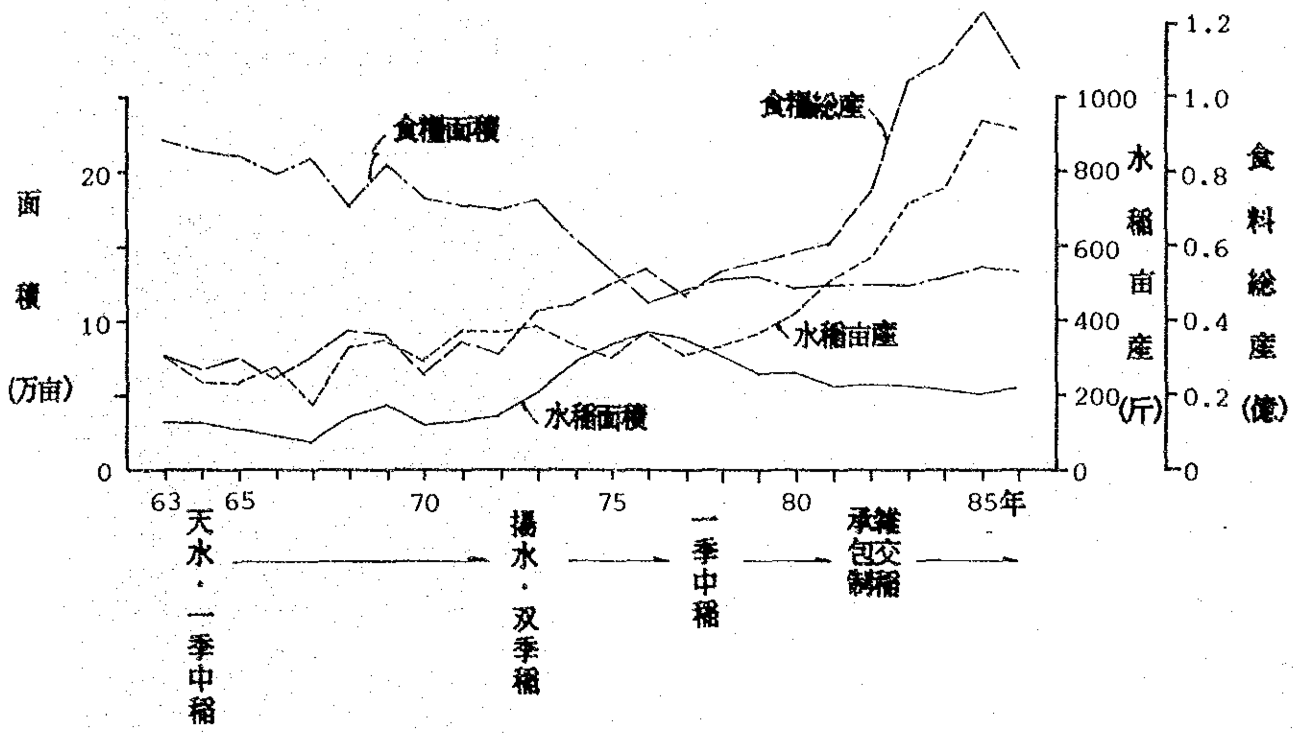
表Ⅰ－E－14 農業総生産 （現状）

作物		面積 (畝)	単収 (kg)	生産高 (t)	定購 (t)	讓購 (t)	定価 (元/kg)	讓価 (元/kg)	総生産 (万元)
水稲		12,345	500	6,172.5	246.9	5,925.6	0.25	0.40	243.2
小麦		84,600	260	21,996.0	4,399.2	17,596.8	0.46	0.52	1,117.4
棉	(棉花)	34,680	55	1,907.4 (137.3)	1,907.4 (27.5)	— (109.8)	4.00 (1.44)	(3.60)	763.0 (43.5)
ごま	(芝麻)	17,100	55	940.5 (423.2)	(84.6)	(338.6)	(1.74)	(4.60)	(170.5)
菜種	(油菜)	8,500	150	1,275.0 (382.5)	(76.5)	(306.0)	(1.04)	(3.00)	(99.8)
とうもろこし	(玉米)	21,550	300	6,450.0	1,290.0	5,160.0	0.36	0.40	252.8
甘藷	(紅薯)	11,400	250	2,850.0	—	2,850.0	—	0.44	125.4
豆類		5,800	125	725.0	—	725.0	—	1.00	72.5
煙草		3,900	100	390.0	390.0	—	2.40	—	93.6
麻類		500	80	40.0	—	40.0	—	3.00	12.0
果樹		750	2,000	1,500.0	—	1,500.0	—	0.30	45.0
計		201,125							3,038.7

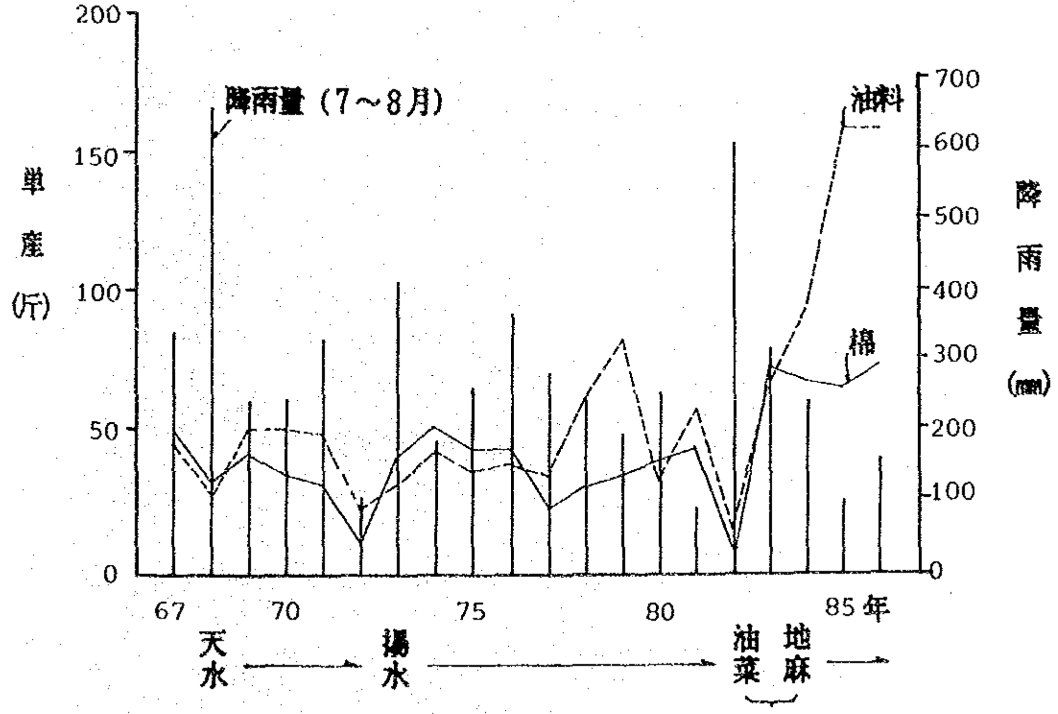
注：1) 豆類は大豆、麻類は苧麻として計算した。
2) 棉、ごま、菜種の（ ）は油料を示す。
3) 寒薯の生産量は乾片量を示す。

表Ｉ－Ｅ－15　農業純生産（現状）

作物	面積 (亩)	総生産 (万元)	亩当り物財費 (元)	総費用 (万元)	純生産 (万元)
水稲	12,345	243.2	40.00	49.4	193.8
小麦	84,600	1,117.4	31.50	266.5	850.9
棉	34,680	763.0 (43.5)	42.50	147.4	659.1
ごま	17,100	(170.5)	8.00	13.7	156.8
菜種	8,500	(99.8)	10.50	8.9	90.9
とうもろこし	21,550	252.8	16.00	34.4	218.4
甘藷	11,400	125.4	10.00	11.4	114.0
豆類	5,800	72.5	18.00	10.4	62.1
煙草	3,900	93.6	16.20	6.3	87.3
麻類	500	12.0	19.60	1.0	11.0
果樹	750	45.0	16.60	1.3	43.7
計	201,125	3,038.7	－	555.0	2,483.7



図Ⅰ－Ｅ－１　七方鎮の食料（糧食）と水稲の作付の変遷



図Ⅰ－Ｅ－２　棉と油料作物の単収と７～８月の雨量の関係

F. 淮 滙

目　次

頁

第1章　用水量 .... I－F－ 1

1.1　計画保証年 .... I－F－ 1

1.2　作物の要水量 .... I－F－ 2

(1)　蒸発散量の計算 .... I－F－ 2

(2)　作物別要水量 .... I－F－ 6

1.3　灌漑用水量 .... I－F－ 8

(1)　純用水量 .... I－F－ 8

(2)　有効雨量 .... I－F－ 8

(3)　灌漑効率 .... I－F－ 9

(4)　灌漑用水量 .... I－F－10

第2章　水収支計算 .... I－F－11

2.1　計算の方法 .... I－F－11

(1)　唐河からの取水可能量 .... I－F－11

(2)　地区内の水収支 .... I－F－12

2.2　計算の条件 .... I－F－13

2.3　水収支計算 .... I－F－15

(1)　襄陽県の単年度の水収支 .... I－F－15

(2)　襄陽県の水収支 .... I－F－15

(3)　襄陽県の多年度の水収支 .... I－F－16

第3章　配水計画 .... I－F－18

3.1　灌区 .... I－F－18

(1)　大灌区 .... I－F－18

(2)　小灌区 .... I－F－18

3.2　灌区内への配水 .... I－F－19

(1) 唐河からのダムへの送水 .... Ⅰ－F－19
(2) ダムからの取水 .... Ⅰ－F－19
(3) 小灌区への送水 .... Ⅰ－F－19

表の目録

頁

表Ⅰ－F－1 気象記録と頻率 .... Ⅰ－F－20
表Ⅰ－F－2 頻率85%に対する該当年 .... Ⅰ－F－20
表Ⅰ－F－3 EToの計算表(ブラネイ・クリドル法) .... Ⅰ－F－21
表Ⅰ－F－4 EToの計算表(放射法) .... Ⅰ－F－22
表Ⅰ－F－5 EToの計算表(ペンマン法) .... Ⅰ－F－23
表Ⅰ－F－6 作物別作物係数 .... Ⅰ－F－25
表Ⅰ－F－7 水稲の苗床用水量の計算 .... Ⅰ－F－25
表Ⅰ－F－8 水面からの蒸発量 .... Ⅰ－F－25
表Ⅰ－F－9 水稲の要水量 .... Ⅰ－F－26
表Ⅰ－F－10 畑作物の要水量 .... Ⅰ－F－26
表Ⅰ－F－11 要水量の確認 .... Ⅰ－F－27
表Ⅰ－F－12 純用水量と無降雨時の粗用水量 .... Ⅰ－F－28
表Ⅰ－F－13 大崗坡灌区の計画取水量 .... Ⅰ－F－29
表Ⅰ－F－14 陳湾及び石台寺の既存ポンプの計画取水量 .... Ⅰ－F－29
表Ⅰ－F－15 計画区域内のダムと溜池 .... Ⅰ－F－30
表Ⅰ－F－16 棗陽県の水収支計算 .... Ⅰ－F－31
表Ⅰ－F－17 襄陽県の水収支計算 .... Ⅰ－F－32
表Ⅰ－F－18 棗陽県の多年度の水収支計算の総括表 .... Ⅰ－F－33
表Ⅰ－F－19 ポンプの運転時間 .... Ⅰ－F－34
表Ⅰ－F－20 周橋ダムの水収支計算 .... Ⅰ－F－35
表Ⅰ－F－21 小黄河ダムの水収支計算 .... Ⅰ－F－36
表Ⅰ－F－22 ダムからの取水量 .... Ⅰ－F－37

図の目録

頁

図Ⅰ－F－1　月別蒸発散量の比較 …… Ⅰ－F－38

図Ⅰ－F－2　作物係数 …… Ⅰ－F－39

図Ⅰ－F－3　ポンプ容量決定のための水収支 …… Ⅰ－F－41

図Ⅰ－F－4　ダム取水門流量曲線 …… Ⅰ－F－42

図Ⅰ－F－5　ダム及び溜池の貯水量変化 …… Ⅰ－F－44

図Ⅰ－F－6　潅区割り平面図 …… Ⅰ－F－45

図Ⅰ－F－7　計画用水系統図 …… Ⅰ－F－46

第1章　用水量

1.1 計画保証年

灌漑施設の規模を決定する基になる設計保証率は、鄂北崗地では4月から10月までの夏作の灌漑期間における降雨量について、ピアソンⅢ型曲線により求めた頻率が、85%の値を採用している。計画保証年(計画基準年)は、この頻率に近い実年を採用する。

頻率は次式で計算される。

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100$$

P ：頻率 (保証率)
m ：順位
n ：全資料数

なお、確率年(T)はT=1/(1−p)で計算され、頻率85％は6.7年確率に相当する。

襄陽における過去20年間の気象資料から、4月から10月の降雨量の他、年降雨量、有効雨量及び唐河の流量について、それぞれの頻率を求めた資料は表Ⅰ−F−1のようになる。また、頻率85％に最も近い年は表Ⅰ−F−2に示すとおりである。

以上の結果、4月から10月の降雨量のみからみれば、1986年または1972年が設計保証年に該当するが、この地区は水が十分にないことから、頻率85%以上を適用する必要はない。頻率85%以下で最もこれに近い年は、4月から10月の降雨量では1972年であるが、他の全ての要素では1974年がこれに最も近いことから、1974年を設計保証年とする。

1.2 作物の要水量

(1) 蒸発散量の計算

作物の要水量は試験や実績資料から求めることが望ましいが、これらの資料が少ないため理論式から求めるものとする。作物の蒸発散量または要水量を求めるには次の理論式がある。

ブラネイ・クリドル法 (Blaney - Criddle Method)
放射法 (Radiation Method)
ペンマン法 (Penman Method)
パン蒸発計法 (Pan Evaporation Method)
蒸発計法 (α法)
生産量法 (k値法)
積温法
β値法

これらの中から既存の気象資料で算出できるブラネイ・クリドル法、放射法、ペンマン法について蒸発散量を算出し、この中から本地区に適した値を採用する。

計算方法及び保数等は「FAO Irrigation and Drainag Paper No. 24」を参考にした。

1) ブラネイ・クリドル法 (Blaney - Criddle Method)

この方法は月平均気温と、年可照時間に対する月可照時間の割合から算出するもので、主に乾燥畑や半乾燥地区に適用できる。

計算で求まる蒸発散量は次のとおりである。

$$ETo = c[P(0.46T + 8)]$$

ETo : 蒸発散量 (mm/日)
T : 日平均気温 (°C)
P : 月別日平均昼間時間が年平均昼間時間に対する割合
c : 最低相対湿度、日照時間、昼間の風速 (H = 2.0m) による修正係数

計算の結果は表Ⅰ－F－3に示すとおりである。ただし、計算に当っては、次の諸条件によるものとした。

① 気象資料は棗陽市の1967～1986年の月別平均値

② 位置は北緯32°

③ 最低相対湿度は日平均湿度を使用

④ 風速は日平均で高さ10mの位置で観測されているため、これを、日中の風速で高さ2mの位置の風速に次の係数で修正する。

- 日中の風速は夜の約2倍であり、この係数を1.33とする。

日中/夜	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
日中への修正	1.0	1.2	1.33	1.43	1.5	1.56	1.6

- 高さによる修正は次から0.8とする。

観測高さ	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
2mへの修正	1.35	1.15	1.06	1.00	0.93	0.88	0.85	0.83

- 総合修正値は 1.33 × 0.8 = 1.1

2) 放射法 (Radiation Method)

この方法は太陽からの放射量の他、気温、湿度、風などの気象条件から求まる。

蒸発散量の計算式は以下のとおりである。

$$ETo = C(W \cdot Rs)$$

ETo : 蒸発散量 (mm/日)

Rs : 蒸発に相当する太陽からの放射量 (mm/日)

$$Rs = (0.18 + 0.55 \frac{n}{N})Ra \quad \text{(温帯地域)}$$

n : 日照時間の実績 (時間)

N : 最大可能日照時間 (時間)

Ra : 大気上で受ける放射量 (mm/日)

W : 気温と標高によって決まる要素

C : 補正係数

この計算の結果は表I－F－4に示すとおりである。ただし、計算に当っては、次の条件によるものとした。

① 気象資料は棗陽市の1967～1986年の月平均値

② 位置は北緯32°

③ 地形標高は平均100m

④ 風速は高さ2.0m及び日中の風速に修正

3)　ペンマン法　(Penman Method)

この方法は、熱収支平衡と大気中における水蒸気の拡散を組合せた複合法で、一般気象資料と純放射観測から蒸発散量を推定する。

計算式は次のとおりである。

$$ETo = C[W \cdot Rn + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (ea - ed)]$$

ETo：蒸発散量 (mm/日)

W：気温と標高によって決まる要素

Rn：蒸発に相当する純放射量 (mm/日)

$$Rn = Rns - Rn\ell$$

$$Rns = 0.75\,Rs$$

$$Rn\ell = f(T) \cdot f(ed) \cdot f(n/N)$$

$$Rs = (0.18 + 0.55\frac{n}{N})Ra$$ (温帯区域)

Rs：蒸発に相当する太陽からの放射量 (mm/日)

n：日照時間の実績　(時間)

N：最大可能日照時間　(時間)

Ra：大気上で受ける放射量　(mm/日)

f(T)：長波長における気温による係数

f(ed)：長波長における蒸気圧による係数

$$f(ed) = 0.34 - 0.044\sqrt{ed}$$

f(n/N)：長波長における n/N による係数

$$f(n/N) = 0.1 + 0.9\,n/N$$

f(u)：風による要素

$$f(u) = 0.27(1 + \frac{u}{100})$$

u：高さ2.0mにおける24時間当り風速 (km/日)

ea：平均気温に対する飽和蒸気圧 (mbar)

ed：空気中の実際の蒸気圧 (mbar)

c：昼と夜の気象条件による補正係数

以上の計算式による結果は表Ｉ－Ｆ－５のとおりである。

4) 月別蒸発散量

以上の3つの理論式による月別蒸発散量(ETo)は図I－F－1に示すように、1月から8月はペンマン法が最も大きい値を示し、ブラネイ・クリドル法は小さく、放射法はこの中間の値である。8月以降はいずれもほゞ同じ値である。

計画ではこれから求まる要水量と試験資料を対比すると、中間的な値である放射法が最も適合しており、この値を採用する。

放射法による蒸発散量 (ETo)

(mm/日)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETo	1.0	1.3	1.9	3.1	3.9	4.4	4.6	4.6	3.1	2.3	1.3	1.0

(2) 作物別要水量

作物別要水量は、蒸発散量と作物ごとの係数から次式で決まる。

ETcrop = Kc・ETo

ETcorp ： 作物別要水量 (mm/日)
Kc ： 作物の種類と生育状況から決まる係数
ETo ： 蒸発散量 (mm/日)

1) 作物係数 (Kc) の計算

作物別の作物係数は「FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24」を参考にして求める。対象作物は夏作では水稲、棉(棉花)、とうもろこし(玉米)、大豆、ごま(芝麻)、冬作では小麦と菜種(油菜)であるが、大豆とごまは現況ではほとんど潅漑していないため、要水量の計画から除くものとした。

作物別作物係数の計算は図I－F－2に、結果は表I－F－6に示すとおりである。

2) 水田の代掻(泡田)用水量

水田の代掻用水量は、播種前の灌水量を求める次式を使用する。

$$M = 6.67H(\beta max - \beta o)\gamma$$

M : 播種前の灌水量 (m^3/亩)

H : 湿潤層土壌の計画最大深度 (m)
幼苗期を想定して H = 0.4m

γ : 平均土壌容積重量 (t/m^3)
中粘土として $\gamma = 1.4\ t/m^3$

βmax : 圃場内の土壌の最大容水量 (容積%)
中粘土として $\beta max = 40\%$

βo : 播種前の圃場内の土壌含水量 (容積%)
資料がないので一般的に使用されている $\beta o = 0.6\beta max$ から求めると $\beta o = 24\%$ (水工設計手冊 No.8 P.8-13 及び農田水利、上、P.94参照)、これは作物の萎縮が始まる水分状態である。

$$\therefore M = 6.67 \times 0.4 \times (40 - 24) \times 1.4 = 59.8 \doteqdot 60\ m^3/亩$$

$$\doteqdot 90\ mm$$

水稲では土中への充水の他地表面への湛水を5cm見込むものとすると、代掻用水量は93.2 m^3/亩 (140mm) となる。

$$M = 6.67 \times 0.4 \times (40 - 24) \times 1.4 + 6.67 \times 5 = 93.2\ m^3/亩$$

$$= 140\ mm$$

なお、水田の代掻期間は5/26～6/5とする。

3) 水田の地下浸透

水田の灌漑中の地下透量は、「水工設計手冊 No.8(水利電力出版社)」によれば、湖北省では粘壌土と中壌土では1.35mm/日から2.00mm/日とされている。この地区においては土壌が粘性で、地形が平坦であることから、地下浸透量は比較的少ないものと思われるため、平均的な値である1.5mm/日を採用する。

4)　水稲の苗代用水

苗床の面積は本田の 1/7、期間は 4 月下旬から 35 日間とし、苗床のための代掻用水、生育のための用水及び地下浸透を見込むものとする。計算は表Ⅰ－F－7に示すとおりである。

5)　作物別要水量

蒸発散量及び作物係数から求めた作物の要水量は、表Ⅰ－F－9、10に示すとおりである。

理論式で求めた要水量と試験値等の既存の資料を対比した結果は表Ⅰ－F－11のようになり、両者の値はほぼ一到している。

1.3 灌漑用水量

(1) 純用水量

計画地区では地形や土壌条件がほぼ同じであり、地域により特定の作物を栽培する予定がないので、作物別の植付け比率はどの場所でも同じであるとして、平均用水量を求める。

水稲の栽培面積を 40%、棉(棉花)30%、とうもろこし(玉米)10%、小麦 70%、菜種(油菜)30% とした総合純用水量は表Ⅰ－F－12 に示すとおりで最大時には 6.7mm/日である。

(2) 有効雨量

作物に利用される有効雨量は、日降雨量に次表に示す有効利用率を剰じて算出する。

日降雨量 (mm)	＜5	5～30	30～50	50～100	＞100
有効利用率 (%)	0	80	60	30	15

(資料：水工設計手冊 No. 8)

(3) 灌漑効率

灌漑効率(水利用係数)は水工設計手冊 No. 8 に基づいて求める。

用水路の送水損失(水路系水利用係数)は次式より求まる。

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 + \eta_2 + \eta_3$$

η : 水路系水利用係数

$\eta_{1\sim3}$: 各段階ごとの水利用係数

各々の水素の損失は水路からの浸透によって見積ることができる。

$$\Delta Q = SL$$

$$S = 10AQ^{1-m}$$

ΔQ : 全損失水量 (ℓ/sec)

S : 1km当り損失水量 (ℓ/sec/km)

L : 水路の延長 (km)

Q : 水路の純流量 (m3/sec)

A, m : 土性により求まる係数

重粘壌土の場合 A = 1.3, m = 0.35

以上の算式を基に、地区内の最も長い水路において水路系水利用係数を求めると、概略次のようになる。

幹線 (一・二級)	Q = 5.5 m^3/sec	L = 15 km (土水路)	ΔQ = 591 ℓ/sec
幹線 (太平)	= 4.0	= 6	= 192
支線 (四号)	= 0.9	= 4	= 49
末端	= 0.3	= 7	= 42

$$\eta = \frac{5.5}{5.5 + 0.59} \times \frac{4.0}{4.0 + 0.19} \times \frac{0.9}{0.9 + 0.05} \times \frac{0.3}{0.3 + 0.04}$$

$$= 0.90 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.88$$

$$= 0.71$$

なお、水路系水利用係数は「水利水電工程水利エネルギー設計規範」によれば、次の表に示す値より低くてはならないこととされており、ここでは0.65以上の係数を採用する必要がある。

水路系水利用係数

灌漑面積 (万畝)	< 30	30 ~ 100	> 100
水路系水利用係数	0.65	0.6	0.55

また、圃場内では、水田余水の放水、田の畔浸透、畑地の深層へのしみ出し等として、0.95から0.98の水利用係数を見込むものとされている。

以上の水路系及び圃場における水利用係数から、総合の水利用係数を求めると0.65になる。この地区は地形が平坦な場所が多いこと、幹線の一部には管路が含まれていること、大崗坡灌区の例からみて水管理が十分になされる可能性があることなどにより0.65を採用する。

$$\eta = 0.71 \times 0.95 = 0.67 \fallingdotseq 0.65$$

(4) 灌漑用水量

粗灌漑用水量は作物の要水量、有効雨量及び灌漑効率から、次式より求める。

$$E = \frac{ET - R}{\eta}$$

E : 粗用水量 (mm/日)
ET : 作物の要水量 (mm/日)
R : 有効雨量 (mm/日)
η : 灌漑効率 (0.65)

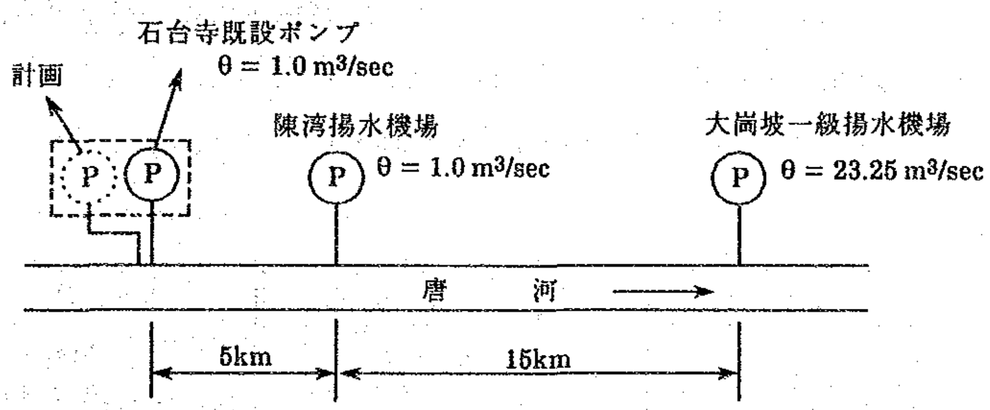
有効雨量が零の場合の粗用水量は表I－F－12に示すとおりである。旬平均最大用水量は6月1日から6月10日の間に発生し、10.3 mm/日である。

第2章　水収支計算

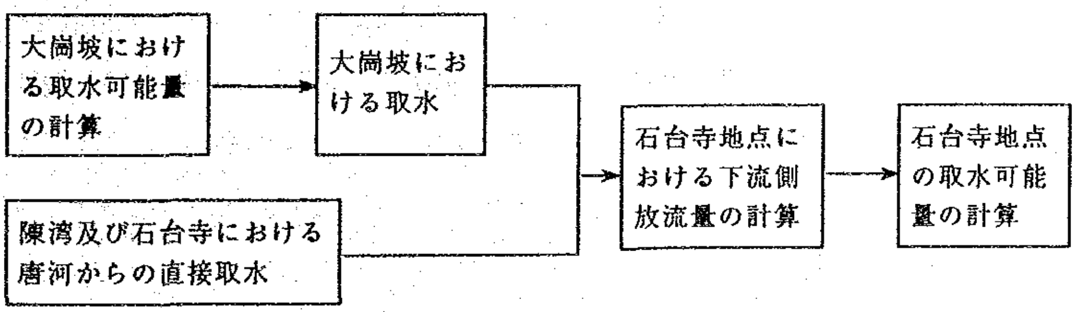
2.1　計算の方法

(1)　唐河からの取水可能量

唐河の石台寺地点の下流には大崗坡一級揚水機場と陳湾揚水機場があり、最大取水量はそれぞれ 23.25 m^3/sec (棗陽県 : 15.6 m^3/sec、φ800 - 12 台、襄陽県 : 7.65 m^3/sec、φ800 - 5 台) と 1.0 m^3/sec である。また、計画地区内の石台寺地点には既に 1.0 m^3/sec のポンプが設けられている。ただしこの施設は今計画に含めて改修する予定である。石台寺地区のための取水は、これらを優先して取水した後の水を利用する。



これらの既存施設からの取水と、計画地点での取水可能量の計算は、次図の流れによって行う。



(2) 地区内の水収支

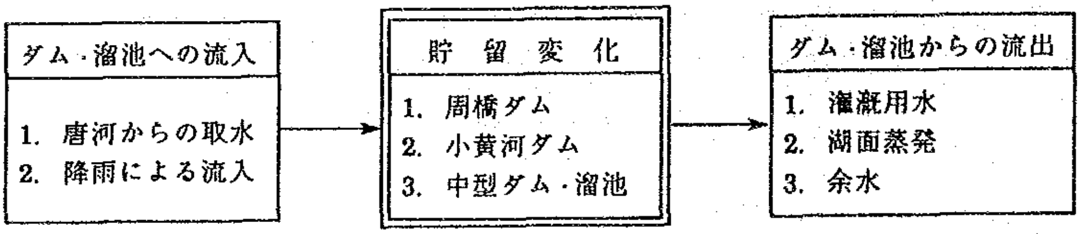
唐河からの取水施設の規模を決めるために、地区全体の水収支計算を行うには、次の2つの方法がある。

1案　：　唐河から取水された水を、一度ダム(水庫)及び溜池(堰塘)に貯留した後に圃場に送水する区域と、唐河から直接圃場に送水する区域に分けて計画する場合

2案　：　唐河からの取水された水を、全て一度ダム及び溜池に貯留した後に圃場に送水する場合

1案の場合は水源に水が十分にある場合には、年間のポンプの運転時間が少なくてすむが、実際には唐河の水は少なく、渇水時には取水できない時期があることから、ここでは、2案によるものとする。また、分水管理を容易にするために溜池への送水は周橋ダムと小黄河ダムを通して行うものとする。

水収支計算の基本的な流れは次図に示すとおりである。



水収支の計算は、設計保証年である1974年について行い、水田の代掻(泡田)が始まる前の5月20日にダムと溜池が満水状態であるとし、夏作の灌漑が終る9月30日前に、ダムと溜池が空になるようなポンプ容量を試算する。また、冬期間の取水により、翌年の5月20日までにダムと溜池を満水にできる能力を持つポンプが必要となる。計画取水量は夏期間または冬期間のうち、大きい方で決定する。

ポンプの運転時間は、運転管理の面から1日最大20時間とする。また、ポンプ及び水路の保守点検のため、農繁期後の11月の1ヵ月間はポンプの運転を休止する。これらの計算の流れは図Ⅰ－F－3に示すとおりである。

2.2 計算の条件

1) 唐河の既存施設の取水量

● 大崗坡一級揚水機場

最大期の取水量を 23.25 m³/sec とし、他の時期については、代表的な取水形態である 1981 年の取水実績から取水量を算出する。なお、この年は 10 月にも取水をしているが、これは棗陽市の上水に利用されたもので計画から除いた。この地点の計画用水量は表 I –F–13 に示すとおりである。

● 陳湾揚水機場

最大取水量は 1.0 m³/sec で、年間の取水形態は石台寺の既存ポンプと同じとする。

● 石台寺既存ポンプ

現在、最大 1.0 m³/sec の揚水能力を持つポンプがある。これは、新しく今回の地区に含まれるが、優先して取水する水量は、年間要水量の形態から算出する。計画用水量は表 I –F–14 のとおりとした。

2) 大崗坡での唐河からの取水可能量

石台寺と同様に横越流の式により、唐河の流量に対する取水可能量を算出する。

3) 石台寺での唐河からの取水可能量

唐河からの取水可能量は、取水口の巾を仮定して横越流の式より求める。取水口の標高は、唐河からの取水地点と唐河下流 350m 地点の河床標高及び土砂の流入防止を考慮して 72.00m として計算する。

4) ダム (水庫) 及び溜池 (堰塘)

既存のダムと溜池は、表 I –F–15 に示すように、2 ヵ所の中型ダムと 3 ヵ所の小型ダムの他、多くの溜池が散在している。中型ダムは周橋ダムと小黄河ダムで、それぞれ、2,041 万 m³ と 2,055 万 m³ の有効貯水量がある。3 つの小型ダムの有効貯水量は 296 万 m³ である。溜池は地区内には 1,300 ヶ所以上あるが、多くは生活用水として利用されている。ここでは、池面積が 1.0ha 以上の灌漑用溜池のみを計上し、貯水量は

617万m^3とした。これらのダムと溜池の総貯水量は棗陽県では4,993万m^3である。

周橋ダムにはダムの西側と南側に2ヵ所の取水口が、小黄河ダムには1ヵ所の取水口がある。これらの取水口の取水能力は図I-F-4に示すが、周橋ダムの南側の取水口はダムの低水位より高い位置にあるため、計画上使用しないものとした。

5) ダム及び溜池への降雨による流入

既存のダム及び溜池への降雨による背後地からの流入は、月降雨量に対して次表の流出係数を剰じて求めた。河川の平水流量は無降雨時にはほとんどないので、見込まないものとする。また、背後地からの降雨による流入は、溜池は背後地が少ないので見込まないものとし、ダムのみを見込むものとした。棗陽県での背後地の全面積は145.2 km^2である。

湖面への直接降雨の流出係数は1.0とする。棗陽県の湖面面積は16.8 km^2である。

月	7～3月		4～6月		
月降雨量 mm	30以下	30以上	100以下	100～200	200～500
流出係数	0.05	0.10	0.20	0.35	0.60

注：1) 資料：水工設計手冊 No. 8
河南省小河を対象
2) 地形は浅丘でこの資料の最小値を採用

6) ダム及び溜池からの蒸発

放射法から求めた湖面蒸発量を見込む。湖面の蒸発面積は、周橋ダムと小黄河ダムについては、平均水位に近い300ha及び500haを見込み、その他は全湖面面積を見込む。棗陽県では14.0 km^2である。

2.3 水収支計算

(1) 棗陽県の単年度の水収支

1974年における水収支計算結果は表Ｉ－Ｆ－16に示す。計算は日計算とし、唐河からの取水口の巾を8, 9, 10mの3つの案について行った。ポンプの規模は夏期と冬期において、、それぞれ最小の規模になるように試算をして求めた。

この結果、取水口の巾は9mの場合がポンプ能力が最も小さくてすみ、棗陽県の分として9.0mを採用する。このときのポンプの能力は最大時で5.50 m^3/secとなり、年間の取水時間は5,245時間である。

(2) 襄陽県の水収支

この地区は溜池が少ないため、夏期の水収支のみでポンプ容量を試算する。この結果は表Ｉ－Ｆ－17に示すとおりで、最大1.50 m^3/secの能力を持つポンプが必要である。

以上から、石台寺地点の計画最大取水量は、棗陽県分として5.50m^3/sec、襄陽県分として1.5m^3/sec、合計7.0m^3/secとなる。

なお、この石台寺地点では現在1.0 m^3/secの取水をしており、これを1.5 m^3/secにする場合には唐河からの水が取水できないことがありうるが、水源水量が少ない年には代掻時期をずらすか、または、大崗坡灌区との調整を計ることとして、ポンプは1.50 m^3/secの能力で計画する。

唐河からの取水口の巾は、概略次の式で求めることができ1.0mとする。したがって、棗陽県と合わせて10mの巾が必要である。

取水量　　$q = 1.5$ m^3/sec

唐河水位　　1974年の6月～8月の最少流量より

唐河流量　　$\theta = 24.86$ m^3/sec

唐河水位　　$H = 72.78$m

流入水深　　$h = 0.78$m

流入口の巾(B)は概略値として越流堰の式から求める。

$$q = CBh^{3/2}$$

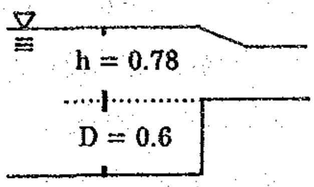
$$C = 1.778 + \left(\frac{0.00295}{h} + 0.237 \times \frac{h}{D} \right) \times 1.0$$

$$= 1.778 + \left(\frac{0.00295}{0.78} + 0.237 \times \frac{0.78}{0.6} \right) \times 1.0$$

$$= 2.08$$

$$\therefore 1.5 = 2.08 \times B \times 0.78^{3/2}$$

$$\therefore B = 1.0m$$



なお、参考として水を最も多く必要とする水稲の作付率を40、45、50%にした場合について概略の比較を行えば次表のようになる。この結果、地区内の必要な有機質の最少量から求められた水稲作付率の40%が最も有利であり、この時の流量7.0m^3/sec以上の取水量で計画しても経済的効果は少ない。

1年間当たり経費の比較

万元/年

水稲作付率	40%	45%	50%
ポンプ揚水量 m^3/sec ( )は襄陽県分	7.0 (5.5)	8.0 (6.5)	9.0 (7.5)
設備費 電力料金 計	158 292 450	183 384 567	207 424 631
差額(経費増加分)	0	+117	+184
総純生産額	3,809	3,897	3,984
差額(生産額増加分)	0	+88	+175

注：設備費及び電力料金は一級~三級揚水機場の比較に関連する施設を対象とし、四、五級揚水機場及び末端の水路はこれに含まない。

(3) 襄陽県の多年度の水収支

1974年度の単年度の水収支で決められた計画揚水量5.50m^3/secのポンプで、

1967年~1986年について、旬ごとの水収支計算を行った。この結果は表I-F-18及び図I-F-5に示すとおりである。これによれば、20年間にダム及び溜池の貯水量は、満水になるのが5回、余水吐からの流出が3回、ダム及び溜池が空で灌漑水が不足するのが2回ある。なお、水収支計算に当っては、余水吐からの流出とポンプ揚水を最少にするため、次のようなダム及び溜池の月ごとの貯水量の設定を行い、この貯水量以上の場合のポンプ揚水は行わないものとした。

月	設定貯水量	月	設定貯水量
1	29,400 千m^3	7	49,930 千m^3
2	32,400	8	35,000
3	34,500	9	6,000
4	47,500	10	15,300
5	49,930	11	16,200
6	49,930	12	27,000

注：この設定貯水量は1974年を基本とし、余水量が少なく、ダム及び溜池が空になる年が少なくなるように試算したものである。

この計算を基に各揚水機場の年平均揚水時間を求めると、表I-F-19のようになる。

第3章　配水計画

3.1 灌区

(1) 大灌区

大灌区は周橋ダム（水庫）及び小黄河ダム（水庫）からの分水掛りの区域で、次の4つの灌区に分けられる。(図Ⅰ－F－6)

i) 埠口郷灌区　(18,000畝)

襄陽県と棗陽県を境とした襄陽県側である。

ii) 張官営灌区　(68,800畝)

小黄河ダムの支配区域で、周橋ダム掛りとの境は自然圧で灌漑できるものとして、既存の小黄河幹線とする。

iii) 店子街灌区　(47,000畝)

周橋ダムの西側にある取水口から取水される区域で、小黄河幹線を境とする。

iv) 韓崗灌区　(35,400畝)

周橋ダムの東側の区域で、地形標高が約170mを支配する区域である。この標高はポンプの位置と運転経費などから決めたものである。

v) 太平灌区　(41,600畝)

韓崗灌区の北東にある標高127～145mの範囲を対象とする。

(2) 小灌区

小灌区は現況の河川や用水路、地形標高などによって分ける区域で、棗陽県では21灌区に分けられる。(図Ⅰ－F－6)

3.2 灌区内への配水

(1) 唐河からダムへの送水

唐河から取水した取大 5.5 m³/sec の水は、周橋ダムと小黄河ダムのそれぞれに送水され、表Ⅰ－F－20、21に示す水収支計算の結果、周橋ダムへは 4.62 m³/sec、小黄河ダムへは 0.88 m³/sec を分水する。

(2) ダムからの取水

ダムから各々の大灌区内への送水には、溜池に送水する水と末端の圃場に直接送水する水がある。しかし、最大取水時である水田の代掻(泡田)期には、大量の水が溜池から補給されることが可能であることから、この時期にはダムから直接圃場に送水する区域のみを対象として、ダムからの取水能力を決定する。この場合の1日の送水時間は、代掻が短期間であることから24時間を採用する。

代掻時の水田への送水量は、無降雨状態で 10.3 mm/日から求める。なお、溜池とダムからの直接掛りの面積は、溜池容量とダムへの依存容量との比によって求めた。(表Ⅰ－F－22)

(3) 小灌区への送水

小灌区への溜池の量とこの支配区域を詳細に調べ、各々の灌区の水収支を明らかにすることによって送水量を求めることができるが、ここでは、暫定的に全ての面積に対して1日24時間で 10.3 mm/日が送水できる流量を算出した。

灌区の面積及び送水量は、図Ⅰ－F－7の用水系統図に示す。

表I－F－1　気象記録と頻率

順位	年間雨量			灌漑期間降雨量			年有効雨量			灌漑期間有効雨量			連続旱天日数			唐河流量(50㎥/s以下)		
	年	雨量	頻率	年	雨量	頻率	年	雨量	頻率	年	雨量	頻率	年	日数	頻率	年	流量	頻率
1	1985	553.7	98%	1981	437.3	97%	1985	346.8	95%	1978	272.8	94%	1969	57		1986	16.0	99%
2	81	561.0	97	85	464.2	96	76	351.3	94	72	285.6	90	68	45		78	17.1	97
3	86	596.3	95	36	478.1	94	78	352.3	94	86	290.1	89	81	40		74	20.9	82
4	74	736.4	75	72	572.4	81	81	366.4	91	76	290.3	89	72	39		73	21.3	80
5	78	761.8	69	74	574.5	80	86	366.9	91	81	293.6	88	85	39		70	21.8	78
6	69	788.5	62	78	632.2	70	74	393.8	80	85	298.4	87	79	38		81	23.5	62
7	72	807.4	60	69	673.0	60	72	440.1	57	74	310.4	84	76	35		72	23.6	62
8	77	811.6	57	77	677.5	59	84	461.4	47	84	379.8	50	86	34		79	24.7	52
9	80	832.5	52	84	726.4	48	75	461.4	47	77	389.4	47	73	33		67	25.0	50
10	75	836.8	51	80	743.8	44	70	473.1	41	69	411.1	38	74	32		80	25.6	45
11	70	851.2	49	76	746.7	44	77	477.6	39	75	414.5	37	84	29		82	26.4	39
12	76	854.9	48	75	750.1	43	69	480.5	37	82	434.7	28	78	27		71	26.5	39
13	64	860.8	46	70	771.2	39	82	494.3	34	70	447.9	22	83	27		76	26.5	39
14	79	926.3	32	67	786.6	35	79	500.2	29	79	448.7	21	70	26		77	27.0	35
15	82	977.4	23	79	832.7	27	80	500.4	29	80	457.0	20	71	26		69	27.1	34
16	83	995.4	20	68	862.3	21	83	510.2	25	67	463.8	18	80	25		68	27.2	32
17	68	1004.1	20	82	867.3	20	73	523.4	20	83	471.4	16	67	25		85	28.3	25
18	67	1020.8	17	83	923.7	14	68	555.4	14	68	478.9	15	82	22		75	29.7	17
19	71	1071.0	11	71	939.9	12	71	581.7	7	73	482.3	13	77	20		83	31.4	10
20	73	1208.4	2.5	73	1129.2	2	67	602.1	5	71	498.3	9	75	19		84	36.6	

注：灌漑期間は４月～１０月を示す。

表I－F－2　頻率８５％に対する該当年

項目	P＝８５％以上		P＝８５％以下		備考
	年	頻率	年	頻率	
４－10月降雨量	年 １９８６	％ ９４	(１９７４)年 １９７２	(８０) ８１％	1972年と74年はほぼ同じ値
年降雨量	８６	９５	７４	７５	
年有効雨量	８６	９０	７４	８０	
４－10月有効雨量	８５	８８	７４	８０	
唐河流量	７８	７９	７４	８２	流量は最高50㎥/sとして平均

表I－F－3　ETo計算表（ブラネイ・クリドル法）

項目 ＼ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
T（月平均気温）℃	2.0	3.9	9.2	15.7	21.0	25.4	27.3	27.0	21.6	16.3	10.0	4.1	
P（昼間時間比率）	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	
f＝p(0.46T＋8)	2.1	2.4	3.3	4.4	5.5	6.3	6.4	6.1	5.0	4.0	3.0	2.3	
R（相対湿度）％	67	69	71	74	72	71	80	79	78	75	73	67	
n（日照時間の実績）時間	4.3	4.3	4.6	5.6	6.2	6.6	6.7	7.6	5.2	5.3	4.7	4.6	
N（最大可能日照時間）時間	10.3	11.1	12.0	13.0	13.8	14.2	14.1	13.3	12.4	11.4	10.5	10.0	
n／N	0.42	0.39	0.38	0.43	0.45	0.46	0.48	0.57	0.42	0.46	0.45	0.46	
U'（風速の実績）m/s	2.6	2.8	3.0	3.0	2.7	2.7	2.6	2.5	2.3	2.4	2.5	2.6	
U（風速の修正値）m/s	2.9	3.1	3.3	3.3	3.0	3.0	2.9	2.8	2.5	2.6	2.8	2.9	U'×1.1
ETo＝c．f　mm/日	0.4	0.7	1.6	2.7	3.8	4.5	4.6	4.3	3.3	2.3	1.3	0.6	

表I－F－4　ＥＴo計算表（放射法）

項目 ＼ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
Ｔ（月平均気温）℃	2.0	3.9	9.2	15.7	21.0	25.4	27.3	27.0	21.6	16.3	10.0	4.1	
n（日照時間の実測）時間	4.3	4.3	4.6	5.6	6.2	6.6	6.7	7.6	5.2	5.3	4.7	4.6	
Ｎ（最大可能日照時間）時間	10.3	11.1	12.0	13.0	13.8	14.2	14.1	13.3	12.4	11.4	10.5	10.0	
n／Ｎ	0.42	0.39	0.38	0.43	0.45	0.46	0.48	0.57	0.42	0.46	0.45	0.46	
Ｒa mm/日	8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	
Rs=(0.18+0.55n/N)Ra mm/日	3.4	4.0	5.0	6.2	7.1	7.4	7.5	7.7	5.6	4.8	3.8	3.4	
Ｗ	0.43	0.46	0.54	0.64	0.70	0.74	0.76	0.76	0.70	0.64	0.55	0.46	
Ｒ（月平均湿度）％	67	69	71	74	72	71	80	79	78	75	73	67	
Ｕ（日中の風速,H=2.0m）m/s	2.9	3.1	3.3	3.3	3.0	3.0	2.9	2.8	2.5	2.6	2.8	2.9	
Ｗ・Ｒs mm/日	1.46	1.84	2.70	3.97	4.97	5.48	5.70	5.85	3.92	3.07	2.09	1.56	
ＥＴo＝c(W・Rs)mm/日	1.0	1.3	1.9	3.1	3.9	4.4	4.6	4.6	3.1	2.3	1.3	1.0	

表Ｉ－Ｆ－５　ＥＴｏ計算表（ペンマン法）　（その１）

項目＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
Ｔ（月平均気温）℃	2.0	3.9	9.2	15.7	21.0	25.4	27.3	27.0	21.6	16.3	10.0	4.1	
Ｒ（月平均湿度）％	67	69	71	74	72	71	80	79	78	75	73	67	
ｅａ mbar	7.1	8.1	11.7	17.8	24.9	32.5	36.3	35.7	25.8	18.6	12.3	8.2	
ｅｄ＝ea×R/100 mbar	4.8	5.6	8.3	13.2	17.9	23.1	29.0	28.2	20.1	14.0	9.0	5.5	
(ea－ed) mbar	2.3	2.5	3.4	4.6	7.0	9.4	7.3	7.5	5.7	4.6	3.3	2.7	
Ｕ’(１日の風速の実測)m/秒	2.6	2.8	3.0	3.0	2.7	2.7	2.6	2.5	2.3	2.4	2.5	2.6	
(U’=2.0m) km/日 Ｕ＝Ｕ’×0.8×86.4	180	194	207	207	187	187	180	173	159	106	173	180	
(U’×1.1) m/秒 ｕ (H=2.0の日中の風速) m/秒	2.9	3.1	3.3	3.3	3.0	3.0	2.9	2.8	2.5	2.6	2.8	2.9	
ｆ(U)=0.27(1+U/100)	0.76	0.79	0.83	0.83	0.77	0.77	0.76	0.74	0.70	0.72	0.74	0.76	
Ｗ	0.43	0.46	0.54	0.64	0.70	0.74	0.76	0.76	0.70	0.64	0.55	0.46	
１－Ｗ	0.57	0.54	0.46	0.36	0.30	0.26	0.24	0.24	0.30	0.36	0.45	0.54	
Ｒａ mm/日	8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	
ｎ（日照時間の実測）時間	4.3	4.3	4.5	5.6	6.2	6.6	6.7	7.6	5.2	5.3	4.7	4.6	
Ｎ（最大可能日照時間）時間	10.3	11.1	12.0	13.0	13.8	14.2	14.1	13.3	12.4	11.4	10.5	10.0	
ｎ／Ｎ	0.42	0.39	0.38	0.43	0.45	0.46	0.48	0.57	0.42	0.46	0.45	0.46	

（その２）

項目 ＼ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
Rs=(0.18+0.55n/N)Ra mm/日	3.4	4.0	5.0	6.2	7.1	7.4	7.5	7.7	5.6	4.8	3.8	3.4	
Rns=0.75Rs mm/日	2.6	3.0	3.8	4.7	5.3	5.6	5.6	5.8	4.2	3.6	2.9	2.6	
f (T)	11.4	11.7	12.6	13.8	14.8	15.8	16.2	16.1	14.9	13.9	12.7	11.7	
f (ed)=0.34-0.044 ed	0.24	0.24	0.21	0.18	0.15	0.13	0.10	0.11	0.14	0.18	0.21	0.24	
f (n/N)=0.1+0.9n/N	0.48	0.45	0.44	0.49	0.51	0.51	0.53	0.61	0.48	0.51	0.51	0.51	
Rul=f(T),f(ed),f(n/N) mm/日	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	1.0	1.3	1.4	1.4	
Rn=Rns-Rnl	1.3	1.7	2.6	3.5	4.2	4.6	4.7	4.7	3.2	2.3	1.5	1.2	
c	0.85	0.78	0.90	0.95	0.97	0.97	1.01	1.01	0.94	0.92	0.88	0.85	
(1)=W・Rn	0.56	0.83	1.40	2.24	2.94	3.40	3.57	3.57	2.24	1.47	0.83	0.55	
(2)=(1-W)f(u)(ea-ed)	1.00	1.07	1.30	1.37	1.62	1.88	1.33	1.33	1.20	1.19	1.10	1.11	
(3)=(1)+(2)	1.56	1.90	2.70	3.61	4.56	5.28	4.90	4.90	3.44	2.66	1.93	1.66	
ETo= c [(1)+(2)]mm/日	1.3	1.5	2.4	3.4	4.4	5.1	4.9	4.9	3.2	2.4	1.7	1.4	