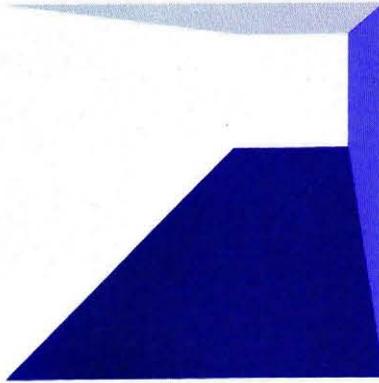
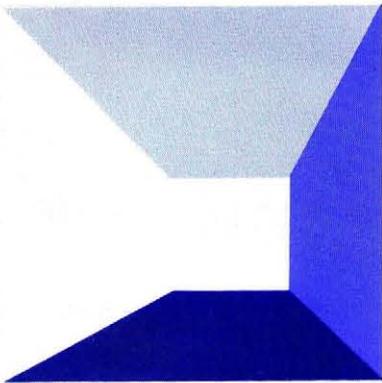
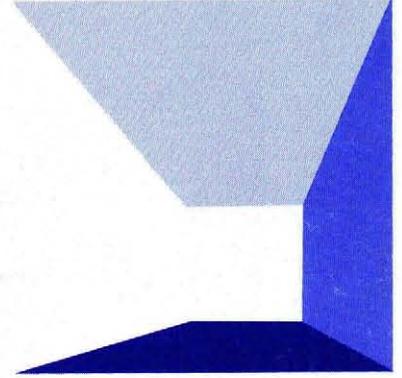
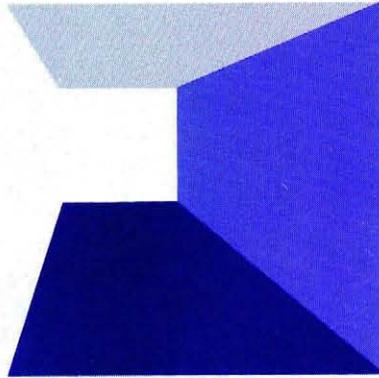
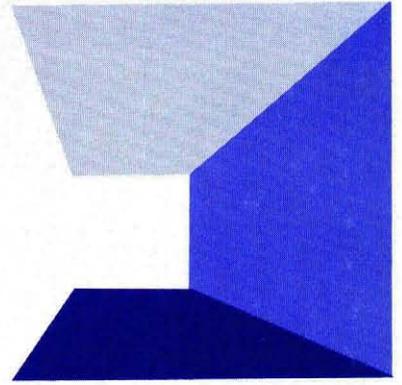


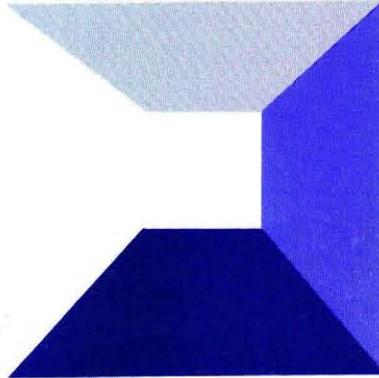
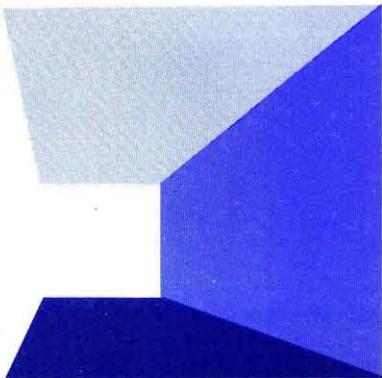
# 水 と 土

第 48 号

昭和57年 6 月号  
農業土木技術研究会

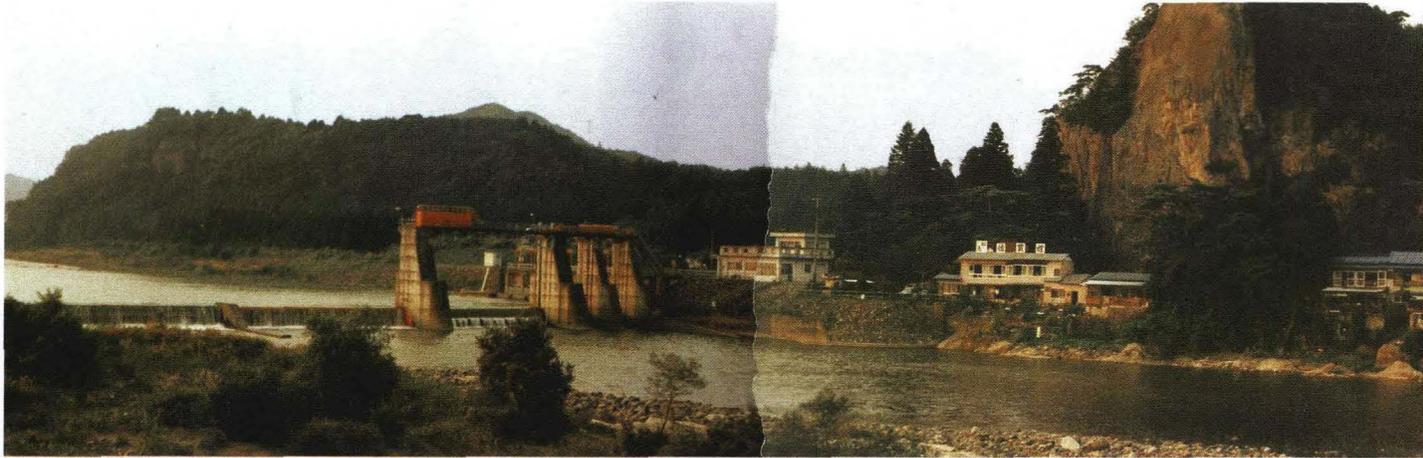


Japanese Association for  
the Study of Irrigation,  
Drainage and Reclamation  
Engineering

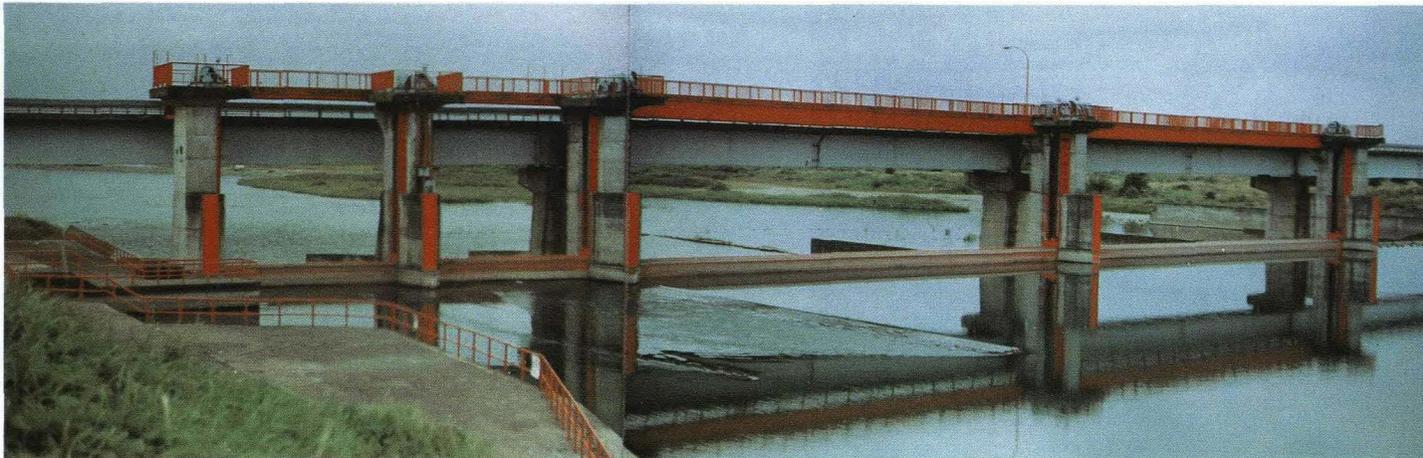


# 鬼怒川水系における水利調整と水利組織について

(本文21ページ参照)



佐 貫 頭 首 工



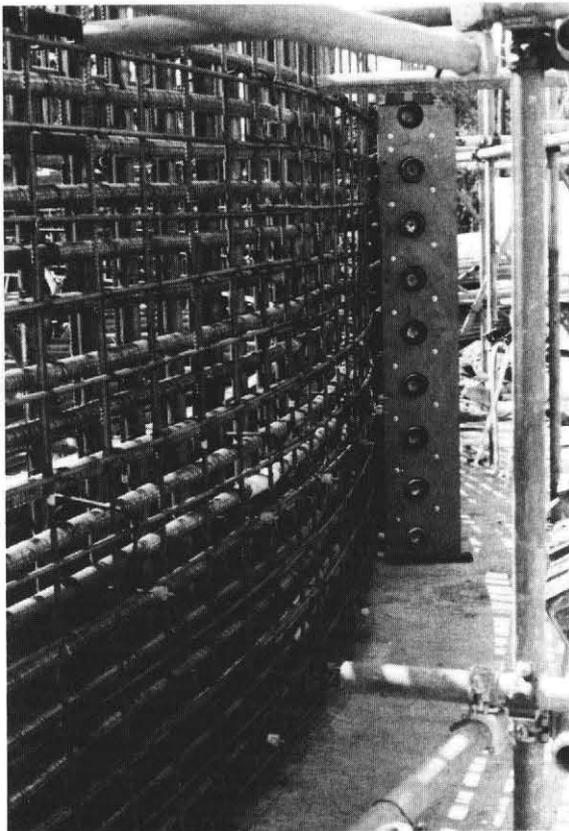
勝 瓜 頭 首 工

# 飯岡調整水槽の設計・施工について

(本文2ページ参照)



▲ 全 景



◀ 側壁部の状況

目 次

グラビア

鬼怒川水系における水利調整と水利組織について  
飯岡調整水槽の設計・施工について

第11回農業土木技術研究会会賞発表 ……目次裏

巻頭文

広い意味での農業土木工学の必要性

中 島 保 治……(1)

報 文

報文内容紹介

……(1)

飯岡調整水槽の設計・施工について

次 田 勝 栄  
山 根 俊 茂……(2)  
曾 我 美 一

重回帰モデルを用いた降雪・融雪期の流出解析について  
——岩手県胆沢地区石沢ダム流域を例として——

高 橋 正 和……(12)

鬼怒川水系における水利調整と水利組織について

協 坂 銃 三  
角 田 政 明……(21)  
北 尾 輝 夫

改良山成工設計システムについて

福 田 守  
本 田 賢 三……(32)

将来計画河床高に敷高を合わせた頭首工の河床掘削計画  
——S用水O頭首工の事例——

三 輪 式……(39)

八郎瀧干拓の管理について

石 川 計 二……(45)

中国四国地方に於ける老朽ため池堤体盛土の鋼土について

高 橋 博……(62)

講 座

農業土木技術者のためのリモートセンシング入門(その2)

増 本 新  
瀧 本 正 隆……(72)

会告・編集後記

……(91)

# 第11回農業土木技術研究会々賞発表（編集委員会）

第11回農業土木技術研究会賞は、第41号～44号に掲載された論文のうちから、任意に全国から抽出された150名の会員のアンケートを基に編集委員会で選考した結果、下記の3点に決定されました。

●東総用水農業専用区間の送水方式について（41号）

水資源開発公団東総用水建設所 奥村昭博  
同 上 次田勝栄

●吞吐ダム崖錐部抑止工事について（42号）

——フレキシブル鉄筋コンクリート杭工——

近畿農政局東播用水農業水利事業所 山下克己  
同 上 百濟輝久  
同 上 重森篤  
同 上 浜坂英雄

●水田パイプラインにおける流量調節（44号）

茨城県農地建設課 稲葉忠  
土浦測量設計㈱ 海老原一司

## 受賞論文の選考にあたって

「東総用水農業専用区間の送水方式について」は、通水実績も少なく、まだまだ技術的に解明されていない問題も多いポンプパイプラインによる丘陵地帯の大規模畑地かんがい計画に於ける送水方式を紹介したものである。

この事業の特徴として、ポンプ総揚程が高くなることが予想されたため、末端でのかんがい安全で満足に実施できて、ポンプ動力費を始めとした維持管理費の軽減を考慮した結果、直結二段送水方式を採用し、一括ポンプ台数制御を実施することになった。本論文は、その合理的な施設の設計と電力消費量等の検討方法が分かり易く説明されている。石油危機に始まって、資源節約が叫ばれる昨今、自然流下水路によるかんがい事業に比べ、大容量高揚程のポンプパイプライン方式によるかんがいは、畑作振興政策とあいまって今後ますます増加する方向にあり、建設事業を担う我々技術者にとって、維持費の軽減は真先に考慮する必要が生じている。こうした要請に本報告は有力な参考事例となるものであり、読者から高い評価を得たものといえよう。

本論文では十分に記載できなかった本事業のパイプライン送水システムのキポイントでもある調整水槽の設計、施工については、今回の「水と土」48号に詳しく載っているので参照して戴きたい。

「吞吐ダム崖錐部抑止工事について」は、吞吐ダム貯水池流入部の地すべり対策工事に採用した、フレキシブル鉄筋コンクリート杭（鋼管付）工法の設計、施工について報告したものである。

崖錐部抑止工事として、農林水産省関係では初めての工法であり、特にフレキシブル鉄筋コンクリート杭は地山を掘削しないで実施出来る無公害・高効率・高精度を有する場所打杭で、今後の斜面安定及び地すべり抑止工事に採用されて行くものと注目されているものであり、論文では、工法の特性や設計、施工が詳しく説明されている。本工法は、現場状況等でさまざまな制約を受ける地区にも適用し得る工法として、今後施工が増えていくと共に、設計資料が整備され、一般的でより経済的な工法として採用されてゆくものと思われる。

「水田パイプラインにおける流量調節」は、「水と土」第44号の水田パイプライン特集号に掲載された論文であり、茨城県で数多く施工され、順調な成果をあげている分水計画についての手法の報告である。

パイプライン方式については、用水量とその配分を如何におこなうかが計画のポイントであり、特にポンプ場周辺の有効水頭の高い区域に水が出過ぎて、末端高位水田に水が不足する区域が出るような現象を解消するために、水足先へ先へと末端に持って行くよう工夫した結果、各取水地点の有効水頭を均等にしている方法として、管路にオリフィスを挿入し、減圧をおこなうことによって用水配分の適正化に成功した例であり、今後パイプライン方式に切り換えを計画しているほ場整備事業等の担当者の良き参考となる優れた論文である。

今回の受賞論文は、いずれも現場からの論文であり、3編中2編がパイプラインに関するものとなったが、農業土木の技術者が時代の要請に答え、科学的な分析、研究を基に本誌へ投稿された論文には、他にも沢山の優秀なものがあった。今後も、現場に根ざした農業土木技術者の技術の研鑽と発表の場として「水と土」を大切に育ててゆくために、現場からの本誌への投稿をお願いするものである。

# 水と土 第48号 報文内容紹介

## 飯岡調整水槽の設計・施工について

次田勝栄 山根俊茂 曾我美一

東総用水事業では、農業用水の経済的、効率的な送水ができるように、送水管路途中に調整水槽を設け、ポンプの運転制御を行う送水方式を取り入れた。

制御水深等により決定された水槽の規模は、内径20m、高さ30mとなり、検討の結果、上水の配水塔として実績の多いP・C構造を採用した。

本報告では、飯岡調整水槽の設計、施工をとおして、P Cタンクを紹介するものである。

(水と土 第48号 1982 P. 2)

## 将来計画河床高に敷高を合わせた頭首工の河床掘削計画

### —S用水0頭首工の事例—

三輪 弼

河川管理施設等構造令の施行に伴って、新たに生じるようになった堆砂問題がある。この問題の最も現実的な対策と考えられる頭首工上下流の河床掘削について、具体的な頭首工の事例をとりあげ、掘削後の洪水による埋め戻り過程を解析するとともに、掘削計画について検討を加えた。その結果、埋め戻り過程は現地の砂レキ堆形状の復元であり、今回とりあげた事例についての掘削計画概略検討を行った。(水と土 第48号 1982 P. 39)

## 重回帰モデルを用いた降雪・融雪期の流出解析について

### —岩手県胆沢地区石淵ダム流域を例として—

高橋 正和

積雪地帯における広域水収支を検査する場合は降雪・融雪の影響を無視することはできない。本報文は、普通期の流出還元機構の検討に対し非常に有効な成果を納めている重回帰モデルを用いて、融雪流出機構をシステム化する方法について検討を行なったところ有用な結果を得たと思われるので、会員諸氏の参考となるようにここに報告するものである。

(水と土 第48号 1982 P. 12)

## 八郎瀧干拓の管理について

石川 計二

国営八郎瀧干拓事業は昭和52年3月31日事業団事業が竣工し、引き続き秋田県(農政部)が管理受託した。本稿では八郎瀧干拓地の施設管理区分と管理方法、及び干拓地の現況を紹介し、これからの干拓事業の参考にしていただきたく報告する。

(水と土 第48号 1982 P. 45)

## 鬼怒川水系における水利調整と水利組織について

脇阪銃三 角田政明 北尾輝夫

鬼怒川水系の農業用水は常に濁水に悩まされ、発電との調整、新規ダムの建設要請等戦前から活発な動きをして来た。戦後農業用水は三つの国営事業で整備され、又上流に多目的ダムが建設される過程で種々の紛争水利調整が行われて来た。ここでは鬼怒川水系における農業用水相互の水利調整、水源開発と農業水利組織との調整実態を明らかにし、今後の農業用水をとりまき発生するであろう種々の水利調整問題を探ろうとするものである。

(水と土 第48号 1982 P. 21)

## 中国四国地方に於ける老朽ため池堤体

### 盛土の鋼土について

高橋 博

堤体盛土の鋼土材料(粘性土)が、レキを混入することによって、その材料の力学的特性の改良に、どのような効果があるか、さらに中国、四国地方における施工管理の実例を報告するものである。

(水と土 第48号 1982 P. 62)

## 改良山成工設計システムについて

福田 守 本田賢三

改良山成工の土工量の算定は、メッシュ法による電算処理化が推進され、これまでに各種の改良がなされ、昭和54年より全国標準システムとして運用されている。本報文は、農林水産省構造改善局が開発し、現在各地方農政局土地改良技術事務所で運用している標準システムについて、東海農政局管内の実績をふまえて紹介するものである。

(水と土 第48号 1982 P. 32)

## 広い意味での農業土木工学の必要性

中 島 保 治\*

生命は大地，すなわち土と水の永続的な交換を通して，はぐくまれている。そこに生物と自然との環境が存在し，我が国特有の資源保存型農業が，長い歴史的な時間をかけて発達し持続してきている。日本の国土は，このような農業を営むに，ふさわしい条件を備えている。つまり，水資源と森林と，しっかりした土壌の永続性の問題である。ここで私が何故このようなことを述べるかというと，最近の国際情勢下において，日本農業が極めてきびしい状況下におかれて，とかくの論議がとび交わされているからである。まず，本年度の農林水産行政の重点施策における骨子を見てみよう。それは，「経済の安定成長，高齢化社会の到来，資源エネルギーの制約の強まり等の事態の中で，活力ある経済社会の持続と国民生活の安定を図るためには，農林水産業の分野においても，食糧の安定供給，健全な地域社会の形成，国土自然環境の保全等の役割が，一層着実かつ効率的に果たされるようにする必要がある。」ということである。このためにまず第一に生産性の向上を基本とする地域農業の展開があげられている。そこで巷における論議であるが，生産性の向上を強調する余り冒頭に述べた永久に持続すべき農業を見失った，土地収奪型の農業論をいう人が多い。たとえば国土，環境を保全するという日本農業本来の性格を見失って，水資源を乱用し自然環境を悪化させ，国土から生産物を略奪するような企業的な農業論である。これは悪しき側面をもつ代表的なもので，このような農業は，永続性がないのみならず幾多の欠陥を有する危険をはらむものである。例えば，大企業が種子から小売までを支配するという動勢，土壌の塩分集積による荒廃，あるいは，少数の人間が広い土地を専有することによって巷には失業者が増加するなどの現象等々である。農業というものは，非常に多義的な面をもっているので，これらを有効に生かしていかなければならない。そこで私は，常に文化としての農業の価値論を強調すると共に，従来経済的価値におきかえられなかった農業の側面からの，見かたを重視し，それらの中でも，現在では経済的価値におきかえられるものも，多々あるのであるから，このことを考えに入れることが重要であると言っているのである。例えば水田の貯留機能は，洪水調節等にも役立つし，その他地下水涵養機能，都市周辺気象の調整機能，長大な水路や水田の水質改善機能，自全保全機能，精神的な生活環境機能など多種の機能効果である。平安朝の昔からずっと続いてきている日本農業の特色は，豊

かな人間性を育む農林地域社会の発達である。安定した農村社会基盤の維持強化こそを忘れてはならないものであり，食糧生産の場と最も安定した社会基盤の創出こそ大切なのである。そこで考えられることは，個別農家創設による生産力向上の道，また各種農業を社会的複合経営体に組織し，地域農業を規模拡大し全体として発展させる道等である。ここで我々に土地改良による基盤整備と農地の自主的利用管理への技術提供が要求される。行政の重点施策の第二に，技術の開発，普及と農業情報等の整備があげられている所以でもある。重点施策の終りの方にあげられていた技術の問題が本年度では二番目にあげられているということも画期的なことである。

高度成長期に数々の犠牲を払ってきている農業の側面的に果してきた役割を重視し，それまでに達成された経済成長の成果を享受しながら生命の価値の創出を図る永続性のある日本農業を守らねばならない。日米貿易問題で市場の開放が言われているが，たとえ日本の市場を全部自由化したとしても，アメリカは約250億ドルの赤字の中で5億ドルの補填にしかならないのである。このようなことで，我が国の農業が滅亡に導かれては困るのであって，今や食糧も戦略的物質であるから，この意味からも，食糧の自給自足ということは大切なのである。また健全な土を子々孫々に伝えないと農業は三，四世代程度で滅び人類の文化は滅びてしまうのである。

これから，我々農業土木に求められてくるものは，農業生産と人間の文化的で豊かな生存空間の回復のための工学的技術として，国民生活の安定に寄与することであり，人間として多様な生きがい求められる活力のある農村社会の建設である。農業土木はこれまでの学問体系に加えて地域社会を総体としてとらえる総合的な工学体系へと発展する必要がある，これなくしては，日本農業が本来有してきた国土の保全機能を発展させていくことは出来ないものであって，ここに産業としての農業と文化としての農業との調和のとれた農業のために，必要とする農業地域総合学としての，広い意味での総合力をもった農業土木工学が必要となるのである。すなわち農業地域工学，農業基幹施設工学，農業生産施設工学，農業自然エネルギー工学，等々を総合した新しい農業工学の形成の必要性である。現在，我が国の農林業・農村社会の位置づけが経済社会近代化への跳躍台，基盤として見直されているが，多にそれらの技術が利用され，研究の成果も発揮されていくことを期待して止まない。

\* 農業土木試験場長

# 飯岡調整水槽の設計・施工について

次田 勝 栄\* 山 根 俊 茂\*  
曾 我 美 一\*

## 目 次

1. はじめに……………(2)	3・4 円周方向P. C. 鋼材の配置……………(5)
2. 基本事項の決定……………(3)	3・5 鉛直方向P. C. 鋼材の配置……………(5)
2・1 水槽の設置位置……………(3)	3・6 各荷重条件時の合成応力度の検討……………(7)
2・2 水槽形状の決定……………(3)	4. 施 工……………(7)
2・3 水槽構造の決定……………(4)	4・1 仮 設 備……………(7)
3. 水槽の設計……………(4)	4・2 床版工事……………(7)
3・1 P Cタンクの原理……………(4)	4・3 側壁工事……………(8)
3・2 設計条件……………(4)	5. おわりに……………(11)
3・3 P C鋼材の有効緊張力の算定……………(4)	

### 1. はじめに

東総用水農業専用区間は、図一1、図一2の通り、実揚程約60m、幹線延長約22kmあり、ポンプ総揚程が高くなることが予想され、経済的な管理運営を行うには、ポンプ動力費をいかに軽減するかが、問題となった。このため、主機場と増圧機場を設ける直結二段送水方式を採用し、消費水量が計画流量の2/3以下となる時期(年に8ヶ月を想定している。)には、増圧機場を休止させ、電力量を軽減させる計画としたが、直結二段送水を実施するには、送水制御が単純明確になっていないと、トラブルが生じやすく、この対策に迫られた。

東総用水では、幹線途中に水槽を設け、その水位によって、直結二段送水における主機場並びに増圧機場の一括ポンプ台数制御を実施することにした。

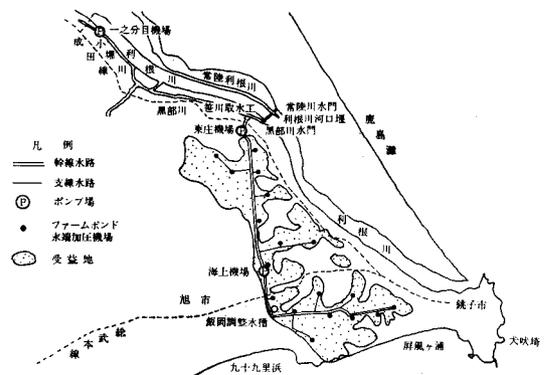
水槽水位で制御することにより次のような利点がある。

- (1) 給水量に近いポンプ台数で送水すれば、給水量を越えるような場合には、水槽に貯水される。逆に、給水量を下回るような場合には、不足分は水槽から補給される。そして、設定水位に達した時にポンプを1台ずつON-OFFすれば良いので、ポンプは常に設計点に近い点での断続運転となり、消費量に合せた送水の必要がなく、効率の良い送水が行える。
- (2) 直結二段送水を管内圧一定制御で行う場合には、水撃圧を取り除いた管内圧で制御しなければなら

い。東総用水では最大の分水量が、全体の10%もあり、急激な水量変化があるので、水撃圧との区別が困難であり、ポンプのON-OFF 1サイクルタイムの確保がむづかしくなる恐れがある。しかし、水槽水位によるポンプON-OFF制御の場合には、水位だけに支配されるので、非常に簡単な制御機構となっており、トラブルが少なくなる。

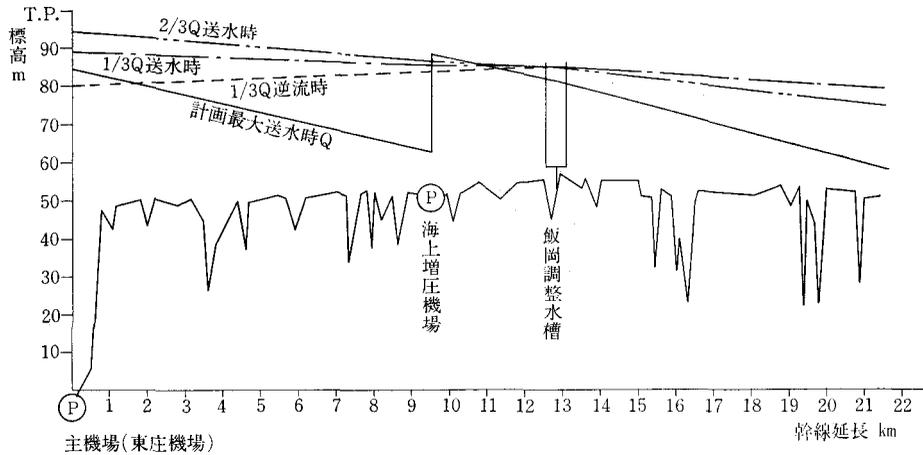
- (3) 管路に自由水面が設けられることで、水撃圧を低く抑えることができる。

以上のように本水槽は、従来の受益始点に設けた吐出水槽としての役割から一歩進んで受益地中央に水槽を設けることにより、低い水位で制御することができ、しかも必要水量が減少した場合、増圧ポンプの休止が可能となる機能を持ち合せているので、調整水槽という名称となった。



図一1 東総用水事業概要図

\* 水資源開発公団東総用水事業所



図一 2 東総用水幹線縦断と動水圧図

## 2. 基本事項の決定

### 2・1 水槽の設置位置

図一 2 の幹線管路縦断から検討すると、水槽を増圧機場の上流側に設けた場合には、増圧機場の制御を別の方法で行わなければならない、水槽を設けるメリットが少ない。また、水槽を幹線の末端に近づければそれだけ、動水位が低くなり、水槽の高さを低くできるが、支線が多い場合、末端に行くに従い、幹線管径がしだいに細くなるのを水槽地点まで管径を太くする必要が生じ、さらにポンプが停止した場合、上流受益地への水槽からの給水が困難になるなど問題がある。以上のことから、増圧機場の下流で、受益地の中央に近く、しかも地形的に高い図の位置に決定した。

### 2・2 水槽形状の決定

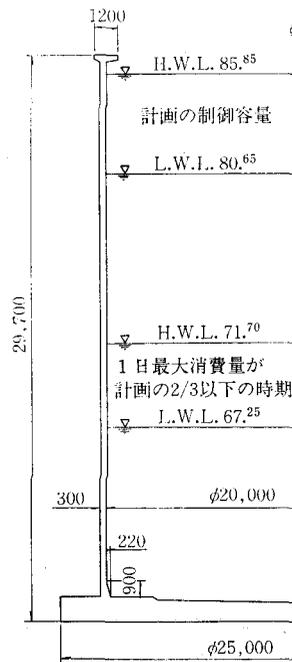
送水制御を水位で行うための水槽であるので、計画送

水時の動水位上に制御容量を持つ高架水槽とする事も考えられるが、夏、冬による消費水量の差、送水休止期間がある等の農業用水の特殊性を考慮し、下記の計画があるため、底版上面から天端まで同一断面の水槽とした。

- (1) 1日最大消費量が、計画最大水量の2/3以下となる夏季以外の時期は、計画水量を送る制御水位を取る必要がないので、増圧ポンプを止め電力量を軽減するために、ポンプ制御水深を約68mに下げる。
- (2) 農水であることから、降雨等によって送水が休止されている期間中に、漏水等によりパイプラインへの空気の侵入が考えられる。そこで、再通水時に水槽より徐々に充水し、満水確認後、ポンプ運転を再

表一 1 飯岡調整水槽諸元

施工場所		千葉県海上郡飯岡町大字三川
内径		20m
壁厚		30cm
定着柱		4本
高さ		29.7m
水深		27.6m
貯水容量		8,700m <sup>3</sup>
工事数量		
基礎杭	鋼管杭φ600 t = 12m/m	144本
底版コンクリート	210—8—40	580m <sup>3</sup>
側壁コンクリート	400—8—25	600m <sup>3</sup>
P. C. 鋼線	37 ply—φ26.8	64段
	19 ply—φ21.8	122段
P. C. 鋼棒	φ32B種1号	288~96本
流出入管	φ900	1式
越流管	φ450	1式



図一 3 水槽断面図

表-2 材 料 強 度

P. C. 鋼 材

種 別	P. C. 鋼 棒	シングルストランド	安部ストランド
	φ32 B種1号 (SBPR 95/110)	19 ply φ21.8	37 ply φ26.8
引 張 荷 重	88,460kg	58,400kg	75,900
降 伏 点 荷 重	76,400kg	50,500kg	60,700
定 着 後	61,120(59,980)	40,400kg	48,560
導 入 時	64,940(63,730)	42,920kg	51,590
弾性係数 $E_P$	$2.0 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$	$1.95 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$	$1.84 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$
断 面 積 $A_P$	8,042(7,893) $\text{cm}^2$	3,129 $\text{cm}^2$	4,200 $\text{cm}^2$

プレストレストコンクリート

荷 重 条 件	長 期 荷 重 時	短 期 荷 重 時	施 工 時
設 計 基 準 強 度	400kg/ $\text{cm}^2$	400kg/ $\text{cm}^2$	400kg/ $\text{cm}^2$
許 容 曲 げ 圧 縮 応 力 度	133	190	180
許 容 曲 げ 引 張 応 力 度	0	-25	-12
許 容 せん 断 応 力 度	9.3	13.3	12.6

開する計画した。

2・3 水槽構造の決定

内径20m, 高さ30m程度の水槽の構造としては, RC構造, PC構造, 鋼構造の3種類が考えられるが, 各構造を比較した結果, 耐震性, 耐久性, 水密性が高く維持管理が容易であり, 上水道の配水塔としての実績が多いPC構造を採用した。

3. 水槽の設計

3・1 PCタンクの原理

円型水槽の場合, 水圧によって側壁に円周方向の引張力が生じる。そこで, あらかじめ水圧に対抗するプレストレスを与えておき, 側壁に引張力を生じさせないようにしたものである。(図-4)

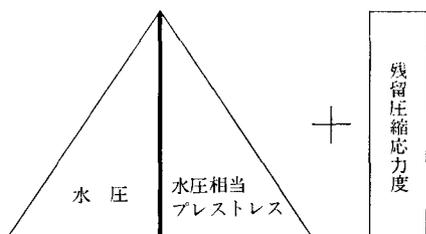


図-4 荷重概念図

実際には, まず円周方向において, 満水時にもいらかの圧縮応力度(残留圧縮応力度)が, 残るようにさらに図-4のような長方形荷重を加えた円周方向プレストレスを設定する。このため, 満水時には, 水圧と円周方

- ・ ( ) は, 有効径に対する値
- ・ 導入時  
規格引張強度×0.75  
規格降伏点強度×0.85
- ・ 定着完了時  
規格引張強度×0.70  
規格降伏点強度×0.80
- の小さい値が許容引張応力度
- シングルストランド: 楔式定着
- 安部ストランド: ネジ式定着
- ・ 弾性係数  $E_c = 3.2 \times 10^5 \text{kg/cm}^2$

向プレストレスが打ち消し合う。しかし, 空水時には, 円周方向のプレストレスにより, 側壁と底盤との間で, 鉛直方向曲げモーメントが生じる。このモーメントによる引張力を打ち消す目的で, 鉛直方向にプレストレスを与えるようにしている。結局, 側壁に, 円周方向と鉛直方向の二方向に配置したPC鋼材にプレストレスを加えることによって, 引張力が発生しない壁とし, 水圧に抵抗させるため, 壁厚は20~30cm程度となる。

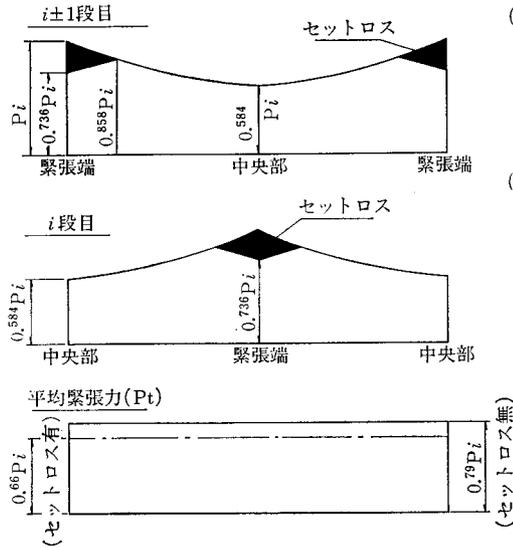
3・2 設計条件

- 長期荷重時 フルプレストレス\*
- 短期荷重時 パーシャルプレストレス\*\*
- 側壁下端固定円筒シェル構造 (固定支承)
- 材料強度

3・3 PC鋼材の有効緊張力の算定

PC鋼材とシーブ間における摩擦損失が生じるため, 緊張端で所定の緊張力を導入しても, 部材中央断面では所定の値より小さい緊張力となる。特に横締め(円周方向)においては, 曲線配置となるため, P. C. 鋼材として, PC鋼線が用いられるが, 角変化による損失が大きくなる。このため, 今回は側壁に4本の定着柱を設け, 上下2段を考えた場合, 端部と中央部が同じ位置になるように配置し, 平均的な緊張力となるようにする。又, P. C. 鋼線のシングルストランドの定着方式は楔式定着であり, 楔式定着の場合, 定着時にすべりが生じるので, その分の損失(セットロス)も考慮し, 定着完了時における平均緊張力を求める。

\* フルプレストレス : 断面に引張力が生じてはならない。  
\*\* パーシャルプレストレス: 引張応力は生じてよいがひびわれは発生しない。



- (1) PC鋼線とシース間の摩擦損失  
 $P_x = P_i \cdot e^{-(\alpha + \lambda)x}$   
 $P_x$ : 設計断面における緊張力  
 $P_i$ : プレストレス導入時の緊張力  
 $\alpha$ : 角変化  
 $x$ : 緊張端からの距離  
 $\mu \cdot \lambda$ : 係数
- (2) セットロスによる損失  
 $P_i' = P_i \cdot e^{-2(\mu + \lambda R)\beta}$   
 $P = P_i' \cdot e^{-(\mu + \lambda R)\beta}$   
 $P_i'$ : すべりを生じた後の端部緊張力  
 $P$ : すべりの影響のなくなる緊張力  
 $R$ : P.C.鋼材の曲げ半径  
 $\beta$ : すべりの影響範囲を示す角度

図-5 緊張力の損失

壁高	平均水圧	水圧	残留応力	$F_0$	P.C.ストランド	n	ストランド
H(m)	$P_w(t/m^2)$	$F_1(t/m)$	$F_2(t/m)$	$F_1 + F_2$	種別	$F_0/P_w$	段数
28.25 ~ 25.2	1.2	29.2	91.5	120.7	19- $\phi$ 21.8	23.3	5.2
25.2 ~ 21.6	4.2	153.5	108	261.5	〃	〃	12
21.6 ~ 18.0	7.8	285.0	108	393.0	〃	〃	18
18.0 ~ 14.4	11.4	416.6	108	524.6	〃	〃	23
14.4 ~ 10.8	15.0	548.1	108	656.1	〃	〃	29
10.8 ~ 7.2	18.6	679.6	108	787.6	〃	〃	34
7.2 ~ 3.6	22.2	811.2	108	919.2	37- $\phi$ 26.8	32.6	30
3.6 ~ 0	25.8	942.7	108	1,050.7	〃	〃	34

表-3 PC鋼材の配置

また、P.C.コンクリート部材においては、緊張力導入以後、長期設計荷重が持続して作用すると、コンクリートは乾燥収縮と同時にクリープを起し、時間の経過とともに、曲げ変形および軸方向縮みが増大する。またP.C.鋼材は、許容引張応力度以下の引張応力が、常時作用するので、リラクゼーションを起す。これらの原因によって、導入緊張力は時間の経過とともに減少する。このため、最終的な有効緊張力としては、定着完了時の緊張力の85%程度と考える。

$$\therefore P_n = P_t \times 0.85$$

$$P_n = 0.66 \times 41.50 \times 0.85 = 23.3t$$

$$P_n = 0.79 \times 48.5 \times 0.85 = 32.6t$$

### 3・4 円周方向P.C.鋼材の配置

満水時において、壁に10 kg/cm<sup>2</sup>の残留圧縮応力度が生じるようにプレストレスを与える。なお、導入力は水深3.6m毎に階段状に変化させるものとする。(表-3)

### 3・5 鉛直方向P.C.鋼材の配置

PC鋼棒は、角変化による損失はなく、しかもネジ式定着であるので、シースとの摩擦損失とクリープ等の影響を考慮すればよい。

$$P_n = \frac{n P_{at}}{1 + \lambda L} = \frac{0.85 \times 59.98}{1 + 0.003 \times 28.5} = 46.9(t)$$

$P_{at}$ : PC鋼棒の定着完了後の許容引張力(59.98ton)

$\lambda$ : PC鋼棒の長さ1m当り摩擦係数(0.003)

$L$ : PC鋼棒の長さ(28.5m)

$n$ : コンクリート及び鋼材等のクリープ、乾燥収縮、リラクゼーション等を考えた有効係数(0.85)

空水時及び満水時に、壁下端で引張力が生じない様に鋼棒本数を決定する。

(1)空水時に引張力が生じないP

$$\sigma_G + \sigma_H + P \cdot \bar{\sigma}_P = 4.15 - 93.64 + P \times 0.436 \geq 0$$

(2)満水時に引張力が生じないP

$$\sigma_G + \sigma_H + \sigma_W + P \cdot \bar{\sigma}_P = 4.15 + 93.64 - 85.21 + P(-0.052) \geq 0$$

表-4 荷重の組合せ

	A	B	C+10°	C-10°	D	E	F
(1) 円周方向プレストレス	○	○	○	○	○	○	○
(2) 水 圧		○	○	○	○	○	
(3) 温 度 荷 重			○	○			
(4) 風 荷 重					○		○
(5) 地 震 時 動 水 圧						○	
(6) 地 震 時 壁 慣 性 力						○	
荷 重 状 態	空水時	満水時	満 水 + 温 度	満 水 - 温 度	満 水 風	満 地 水 震	空 水 風

表-5 側壁下部鉛直方向応力度

荷 重 組 合 せ		A	B	C+10°C	C-10°C	D	E	F
設 計 断 面		0	0	0	0	0	0	0
設計合成断面応力	M (t・m)	42.2	3.8	-0.6	8.3	7.7	-9.7	46.0
	N (t)	2.7	0.3	0.1	0.1	-26.4	77.2	-23.9
応 力 度 σ <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	壁 内 側	94.1	8.5	-1.3	18.4	12.0	-6.7	97.5
	壁 外 側	-93.1	-8.4	1.4	-18.4	-22.2	36.4	-106.7
応 力 度 σ <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	壁 内 側	-6.9	-6.9	-6.9	-6.9	-6.9	-6.9	-6.9
	壁 外 側	96.7	96.7	96.7	96.7	96.7	96.7	96.7
合 成 応 力 度 Σσ=σ <sub>1</sub> +σ <sub>2</sub>	壁 内 側	87.2	1.6	-8.2	11.5	5.1	-13.6	90.6
	壁 外 側	3.6	88.3	98.1	78.3	74.5	133.1	-10.0
許 容 応 力 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧 縮	133	133	190	190	190	190	190
	引 張	0	0	-25	-25	-25	-25	-25
検 討		O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} \pm \frac{N}{Z}$$

$$A = 5,200 \text{ cm}^2, Z = 45,067 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \text{自重} + \text{鉛直プレストレス} \\ &= 4.15 + 212.2 \times (0.436 \text{ or } -0.052) \\ &= 96.7, -6.9 (\text{kg/cm}^2) \end{aligned}$$

表-6 側壁中間部鉛直方向応力度

荷 重 組 合 せ		A	B	C+10°C	C-10°C	D	E	F
設 計 断 面		2.7m	2.7m	2.7m	0.9m	2.7m	4.5m	2.7m
設計合成断面応力	M (t・m)	-5.6	-0.8	-3.7	4.8	-1.0	0.4	-5.7
	N (t)	-0.4	0.1	0.1	-0.1	-21.1	50.4	-20.8
応 力 度 σ <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	壁 内 側	-37.2	-5.3	-24.6	32.0	-13.7	19.5	-44.9
	壁 外 側	37.5	5.4	24.7	-32.0	-0.4	14.1	31.1
応 力 度 σ <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	壁 内 側	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7
	壁 外 側	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7
合 成 応 力 度 Σσ=σ <sub>1</sub> +σ <sub>2</sub>	壁 内 側	33.5	65.4	46.1	102.7	57.0	90.2	25.8
	壁 外 側	108.2	76.1	95.4	38.7	70.3	84.8	102.6
許 容 応 力 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧 縮	133	133	190	190	190	190	190
	引 張	0	0	-25	-25	-25	-25	-25
検 討		O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.

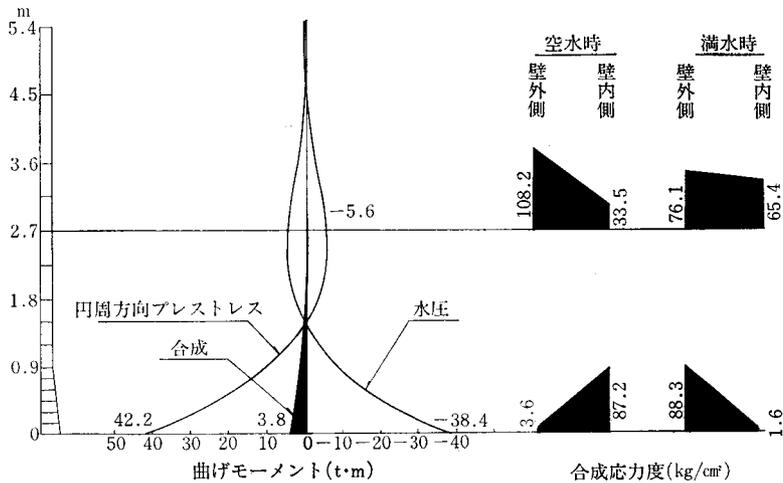
$$\sigma_1 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

$$A = 3,000 \text{ cm}^2, Z = 15,000 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \text{鉛直プレストレス} \\ &= 46,900 / 22.1 \times 30 = 70.7 (\text{kg/cm}^2) \\ &(\text{自重無視, 偏心なし}) \end{aligned}$$

表一 7 円周方向最大応力度

荷 重 組 合 せ		A	B	C +10°C	C -10°C	D	E	F
設 計 断 面		4.5m	4.5m	4.5m	4.5m	4.5m	4.5m	4.5m
設計合成断面応力	M (t・m)	-0.1	0.0	-2.8	2.9	0.0	0.1	-0.1
	N (t)	277.2	28.9	28.9	28.8	32.5	3.6	280.8
合成応力度 Σσ (kg/cm <sup>2</sup> )	壁内側	91.7	9.6	-9.0	28.9	10.8	1.9	92.9
	壁外側	93.1	9.6	28.3	-9.7	10.8	0.5	94.3
許 容 応 力 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧 縮	133	133	190	190	190	190	190
	引 張	0	0	-25	-25	-25	-25	-25
検 討		O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.



図一 6 合成応力度の変化

- $\sigma_G$ : 壁自重による下端応力度
  - $\sigma_H$ : 円周方向プレストレスによる壁下端応力度
  - $\sigma_W$ : 水圧による壁下端応力度
  - $\bar{\sigma}_P$ : 壁下端のハンチによって生じるプレストレス
- $P=1$  tの場合の1 m幅当りの応力度

上記2条件を満たすように、P C鋼棒の配置を行えば常時において、側壁に引張力が生じない。

$$205 \leq P \leq 242$$

$$N = \frac{P}{P_n} \times \pi D = \frac{205}{46.9} \times \pi \times 20.3 = 279(\text{本})$$

P C鋼棒の本数は、配置上288本とする。

側壁上部では、発生曲げモーメントが、極めて小さくなるので、96本とする。

### 3・6 各荷重条件時の合成応力度の検討

前章で求めたP C鋼材の配置における合成応力度の検討を表一4の荷重組合せによって行った。

なお、設計合成断面応力は、有限要素法を用いて求めている。

検討の結果、すべて許容応力度以内であった。短期荷

重時に生じる許容値以内の引張応力に対しては、鉄筋にて補強する。

## 4. 施 工

### 4・1 仮設備

この工事は、高層のP Cコンクリート構造物を築造するもので、P Cの加工場、仮置場(型枠、支保工、鉄筋P C材)および生コンクリート車の進入路が確保できるよう図一7のよう配置した。

また、工事は長期間に及ぶことから、高層部への資材吊上げは、簡易な機械の使用が望まれ、外足場にユニックレーン(0.5 t吊)を併設した。特に重量の大きな資材の吊上げには、トラッククレーン(35 t吊)を使用した。

### 4・2 床版工事

水槽底版コンクリートには、床版用異形鉄筋の外に、側壁部のP C鋼棒( $\phi 32$ mm,  $l=11$ m, 100kg/本)が、配置される。この鋼棒の配置が正確でなかったり、コンクリート打設中に移動すると、修正が不可能で、緊張

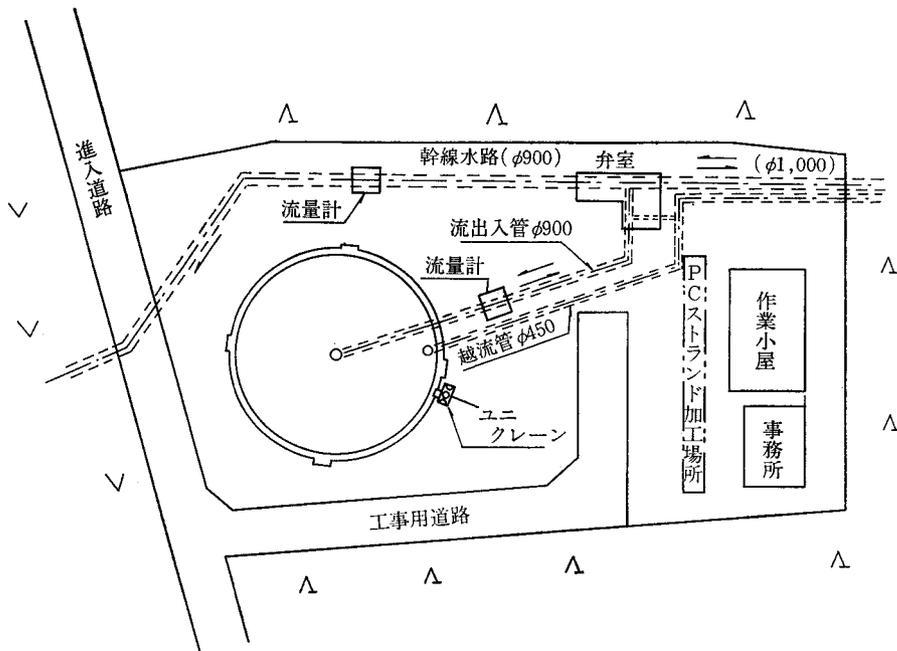


図-7 仮設平面図

時、鋼棒とシースとの摩擦が大きくなり、所定の緊張力が得られなかったり、壁体へ均等に圧縮力を与えられない恐れがある。このため、P C鋼棒の立て込みは、位置および鉛直を確め入念に行い、床版用鉄筋に頑丈に固定した。

#### 4・3 側壁工事

P C水槽は、側壁部にP C鋼材を入れることにより、薄い壁厚で大きな水圧に耐えられるよう設計された水槽である。この工事の特徴は、壁厚30cmで30mの水圧に耐えられるようコンクリートの品質管理が充分出来る施工法、および高さ30mにおよぶ高所作業の安全確保に留意した。

大まかな施工順序としては、次の繰り返し作業である。

- ① 内外足場の組立て
- ② P C鋼線の配置、および補強鉄筋の組立
- ③ 型枠の組立て
- ④ コンクリート打設、および養生(レイトランス除去)

##### 4・3・1 足場

側壁工事のコンクリート打設、型枠建込み、鉄筋およびP C鋼線鋼棒の配置等の作業足場に単管パイプ(S T K-51-3種)を使用した。

組立ては、側壁両側に設けた。

外足場は、足場巾に対して高い高所足場となるため、横揺れが心配となり、9m毎にインサートを使って出来上がった側壁に固定し、安定を計った。さらに高所作業となるので、外周と水平三段にネットを張って作業の安全を計った。

##### 4・3・2 P C鋼線(ストランド)の組立

この工事のP C鋼線は、床版から7.2mまでは、引張力が大きく、P C鋼線が太くなることから、ネジ式定着(安部ストランド)を、他はシングルストランドを使用した。

安部ストランドの組立は、所定の長さに現場で切断し、シースに入れ、定着装置(トランペットシース)を付けたストランドと一体とした1本33.3m、120kgのものを設計通りの位置に固定した。

シングルストランドは、シース、および定着装置をあらかじめ側壁の所定の位置に固定し、その後、現地でP Cストランドをシース内に押込む方法で施工した。

##### 4・3・3 型枠工

内径20mの水槽であり、鋼製型枠を使用した。型枠は、内側に設けた単管足場を使って取り付けられた。

この足場は、図-8のように単管を使って、さらに内部を切り梁状に組み立て、側壁の支保工としての役割を果たすよう計画された。(一般のP C水槽は、ドームがあることから、このドームを支える頑丈な支保工が配置されている。これを使って、側壁の支保工を組立てている。)簡単な支保工になった。さらに、水槽中心から側壁までの施工誤差は、±15mm程度に収まり、良好な施工となった。これも、1回当りの打設高さが1.8mと低く、打設ごとに修正を繰り返しながら施工した結果と思われる。

次に、型枠はセパレーターを使って固定した。

普通、水圧の加わるコンクリート構造物には、壁を貫

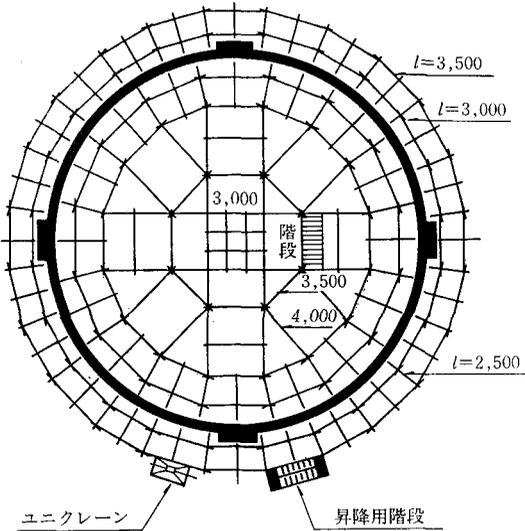


図-8 平面足場図

通するセパレーターは、漏水の発生する恐れがあることから使用されていない。

しかし、PC水槽では、一般にセパレーターを使用していることから、この工事でも使用することになったが、セパレーターには、図-9で示す通り、止水リング、揺れ止め、エポキシを使ったコーキングを施した。漏水試験の結果、問題となる漏水は無く、漏水試験後、さらに内面防蝕が行われることから、他のPC水槽と同様に、セパレーターを使ったことによる問題はないと思われる。

#### 4・3・4 コンクリート打設

水槽の側壁コンクリートとしては、水密性の高いコン

クリート打設を行わなければならない。

側壁は壁厚30cmの中に、縦縮PC鋼棒（シース径43mm）横縮PC鋼線（シース径38mm）、および補強鉄筋（D13）が二重に配置されている。

こうした埋設物の多い部分で、水密性の高いコンクリートを打つには、シースに当たらないよう、振動機をかけ過ぎにならないように、1回の打設高さを1.8mとした。打込みは、ポンプ車と棒状の内部振動機を使って行った。

コンクリート打継目は、レイタンスを除去しやすくするため、継手部のコンクリートを型枠より盛り上げるように仕上げ、硬化が始まってから、ワイヤブラシで入念にレイタンスを取り除き、さらに高圧水で洗浄した。

壁厚30cmで30mもの水圧がかかる所もあり、幾分不安であったが、漏水試験で調べた結果、打継目長さ、200mに1ヶ所程度の漏水しか認められなかった。

試験後、漏水ヶ所はVカットし、コーキングした。さらに、全内面をエポキシ樹脂による防蝕工を施し、完全を期した。

#### 4・3・5 PC工事

この工事で横縮用PCストランドの定着方法として、安部式ストランド定着を使用したもので、その特徴を紹介する。

安部式ストランド定着法は、ストランドの端部をほぐし、ソケットと亜鉛で融着し、ナットにより定着するものであり、次の利点がある。

- (1) ストランドの各素線を溶融亜鉛を使って固めるから、ピアノ線の定着時に生じるセットロスがなく、引張力の低下がない。

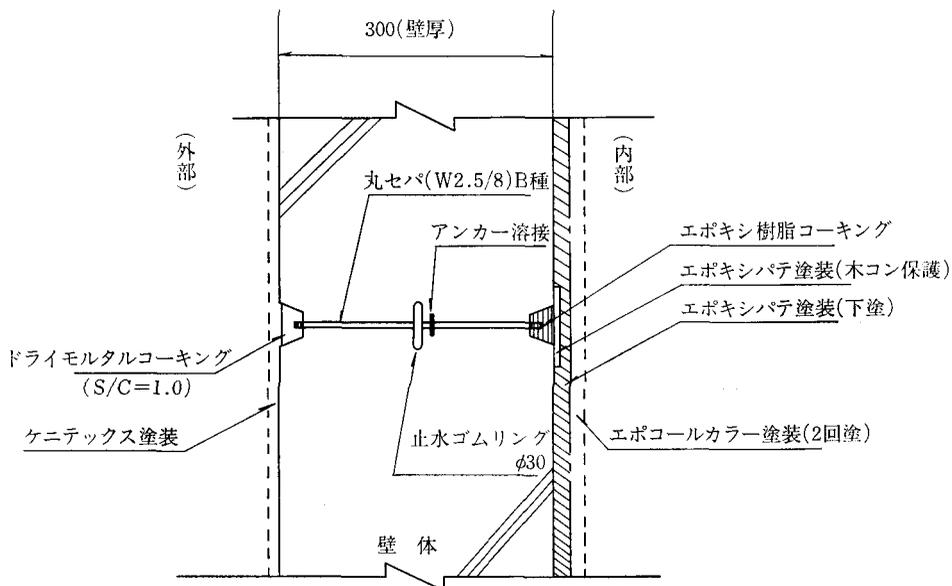


図-9 セパレーターの防水処理

- (2) ネジを使った定着方式であり、締めつけ力を容易に調整することができ、しかも、導入した応力を確認することが出来る。

加工方法は、次の順序で行う。

- (1) ストランドの切断、およびシースの取付け。  
 ストランドを必要長に切断し、シース、トランベツトシース、ソケットの順にストランドに通す。
- (2) シーリングと塩酸洗浄。  
 ストランドのよりが戻らないよう、ストランドの末端を20~30cm程度残し、針金を巻きつける。(シーリングと言う)  
 ストランドの末端を茶セン状に解き、素線同志がより合わないようバラバラにし、塩酸で油や錆などを洗浄し、ストランド素線をきれいにする。
- (3) 酸処理と亜鉛合金。

シーリングした付近は、塩酸の影響で亜鉛の付着が心配されるので、熱湯で洗い、ドライヤーで乾燥させる。

茶セン状になった部分にソケットをはめ込み、垂直にして固定台に取付し、480°C前後に溶解した亜鉛を流し込み、亜鉛が固まれば完了する。

プレストレスング (P C緊張)

- (1) 縦方向P C鋼棒の緊張、緊張装置として60 t ジャッキ 2台を使用した。P C鋼棒は円形に配置されていて、対角線上の2本を同時に緊張し、所定の最終伸びと、理論上の計算値を照合し、日本建築学会の基準により5%以内であれば、ナットを締付けて、定着させる。

実際の作業は、理論上の緊張力と伸びの関係をグラフ(図-10)にし、さらに±5%の許容範囲を与え実際の緊張力と伸び関係が許容範囲にあるかを確認しながら定着した。

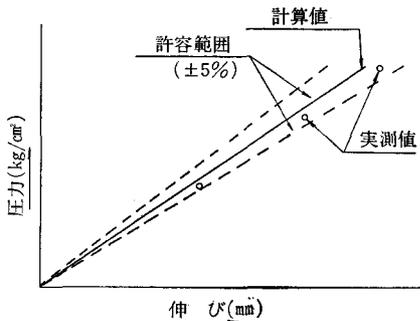


図-10 緊張管理

- (2) 横方向P Cストランドの緊張、横方向の緊張は、図-11の通り4本の定着柱があり、最初にNo. 1, No. 3の定着柱を、側壁上端より下端に向け①②, ③④の組み合わせで60 t ジャッキ 4台を使って、一斉に

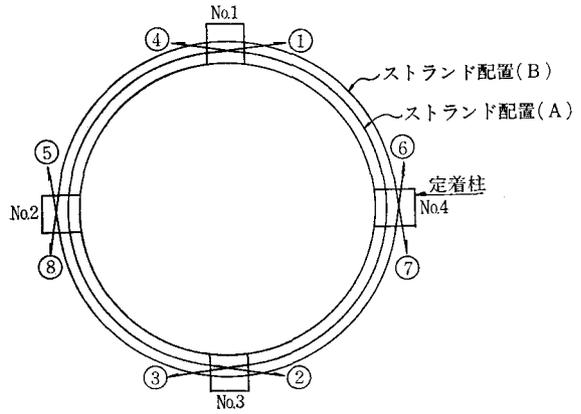


図-11 横締めP C

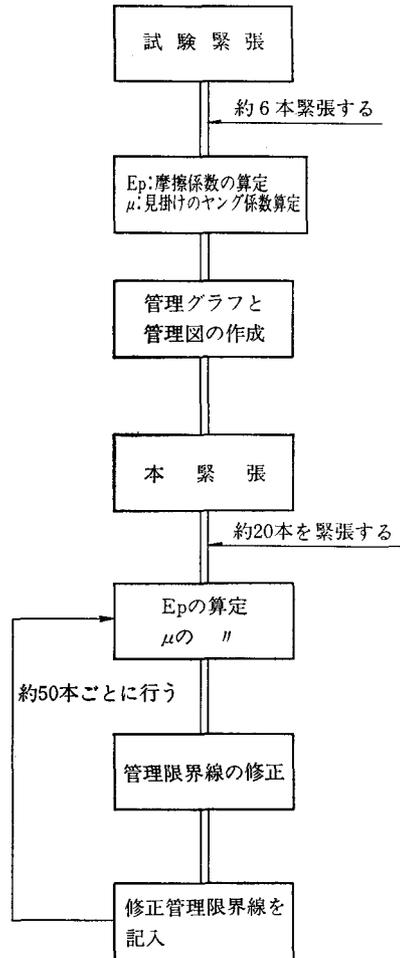


図-12 緊張管理手順図

緊張を行った。この定着柱が完了してから、次のNo. 2, No. 4の定着柱を緊張した。特に横方向の緊張は、シースとストランドの摩擦が把握できないので、試験緊張を行い、摩擦係数および見掛のヤング

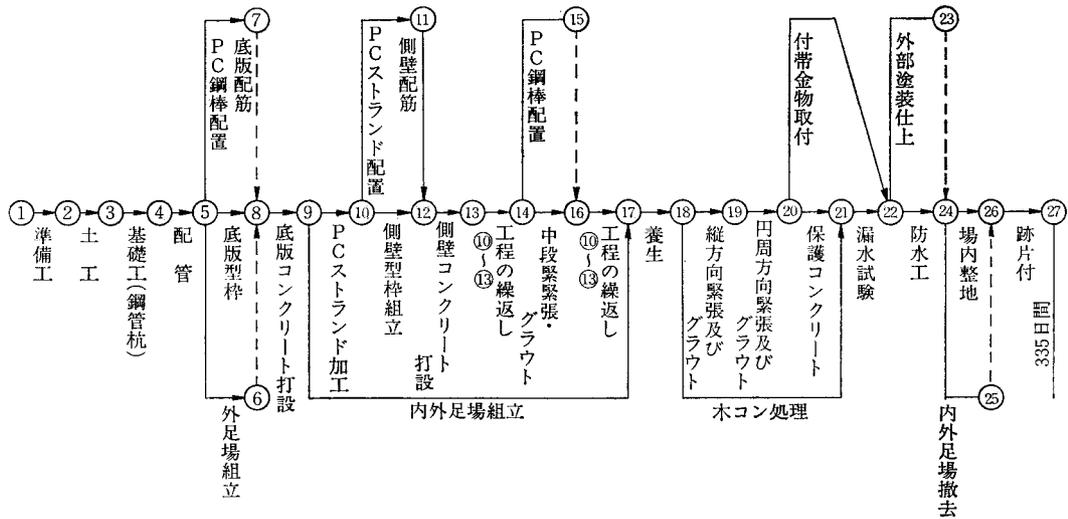


図-13 工 程 表

係数を求め、管理限界および最終緊張力を算定し、管理図を作成し、縦締めと同じように管理した。

管理手順を示せば、図-12の通りとなる。

なお、緊張が終ると、シースにグラウトを行い、緊張作業は完了する。

#### 4・3・6 施工工程

この工事の作業工程は、図-13の通りであり、11ヶ月を必要とした。

PC水槽という特殊な工事であり、専門業者が熟練した作業員を使って作業を進めたので、工期はもとより、必要な品質管理された水槽を、予定通りに完成させることが出来た。

### 5. おわりに

最近、各所でポンプパイプラインを使った大規模畑地かんがい事業が実施されるようになった。これは新しい分野での仕事であり、技術的な蓄積がないうえ、エネルギー資源に不安があり、事業に直接携わる立場の者として、心配の種が多い。

高揚程ポンプの使用となる東総用水でも、特にこの問題に頭を悩ました。そこで、動力使用量の軽減を計り、さらに送水制御の簡素化を計るため、色々工夫をこらし、計画を立てた。

今度、動力量の軽減と、送水制御の簡素化を計る要となる調整水槽が竣工する運びとなったので、ここに概要を報告した。

さらに付け加えれば、この水槽は、PCで造られ、経済的でも耐久性に優れた構造となった。

また、一般土木技術者では、一見不安と思われる構造を確実に施工していく専門業者の手慣れた作業を見て、薄い壁厚が、かえって安全に思われるようになった。

最後に、早く受益効果が上り、受益農民に喜んでいただけの施設となるよう努力する心構えです。

今後一層、皆様のご指導、ご協力をお願い致します。

#### 参 考 文 献

- 1) 奥村・次田：東総用水農業専用区間の送水方式について、水と土第41号。

# 重回帰モデルを用いた降雪・融雪期の流出解析について

——岩手県胆沢地区石沢ダム流域を例として——

高橋正和\*

## 目 次

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1. はじめに……………(12)    | 4. 解析結果……………(16) |
| 2. 解析地区の概要……………(12) | 5. 考 察……………(18)  |
| 3. 解析方法の概要……………(12) | 6. おわりに……………(20) |

### 1. はじめに

重回帰モデルを用いた流出解析システムは、広域水収支システムの研究の一環として開発され、その流出還元機構の検討に対し非常に有効な成果をあげている。

これまで流出機構の検討には、主として降雨流出の応答関係が比較的明確である降雨期をのぞいた普通期が対象とされている。

しかしながら積雪地帯においては、降水と流出との関係が必ずしも明確ではなく、降雪期間には降水に対し流出量が少なく、融雪期間では逆に降水に対し多くの流出量がみられる。しかしながら積雪地帯における広域水収支を検討する場合は降雪・融雪の影響を無視することはできない。

時に融雪による流出は、その時期が代カキ期に重なることが多いので、用水計画を樹立する上で極めて重要な意味をもつ。

融雪流出に対しては従来より種々の提案がなされているが、それぞれの方法はきめてとなる手法とはいえない。筆者は、構造改善局のシステム上級研修に参加し普通期の流出について成功をおさめている重回帰モデルを用いて融雪流出機構を、システム化する方法について検討を行った。その結果として有用な結果を得たと思われるので、会員諸氏の参考になるように、ここで報告するものである。

### 2. 解析地区の概要

#### (1) 解析対象地区と対象年度

解析対象地区として、岩手県南西部の石沢ダム流域を選定した(図一1)。当流域は、胆沢平野を流れる北上川水系、胆沢川の上流部に位置し、流域面積は154km<sup>2</sup>の地域である。水文資料は表一1に示すように、降水量、流量は石沢ダム地点のものを、気温、降雪量、積雪

表一1 水丈データ一覧表

データ名	観測所名	データの年度
降 水 量	石 沢 ダ ム	1953～1977
	若 柳	1940～1978
流 量	石 沢 ダ ム	1954～1976
降 雪 量	若 柳	1975～1977
積 雪 量	〃	〃
平均気温	〃	〃

量については、石沢ダム地点にないので、近傍の若柳地点のものを用いた。本報告での解析には、1975、1976年の2ヶ年分を使用している。

#### (2) 解析地区の降雪、融雪期の水文資料

石沢ダム地点の降雪、融雪期の降水量、流量並びに若柳地点の平均気温は図一2に示すとおりである。図一2から明らかのように、降雪期においては降水があるにもかかわらず、気温が0°以下の日が多いため流量が少なく、逆に融雪期には気温の上昇に伴ない降水に比して流量が大きくなる傾向を呈している。

#### (3) 解析地区の降水量、流量の比較

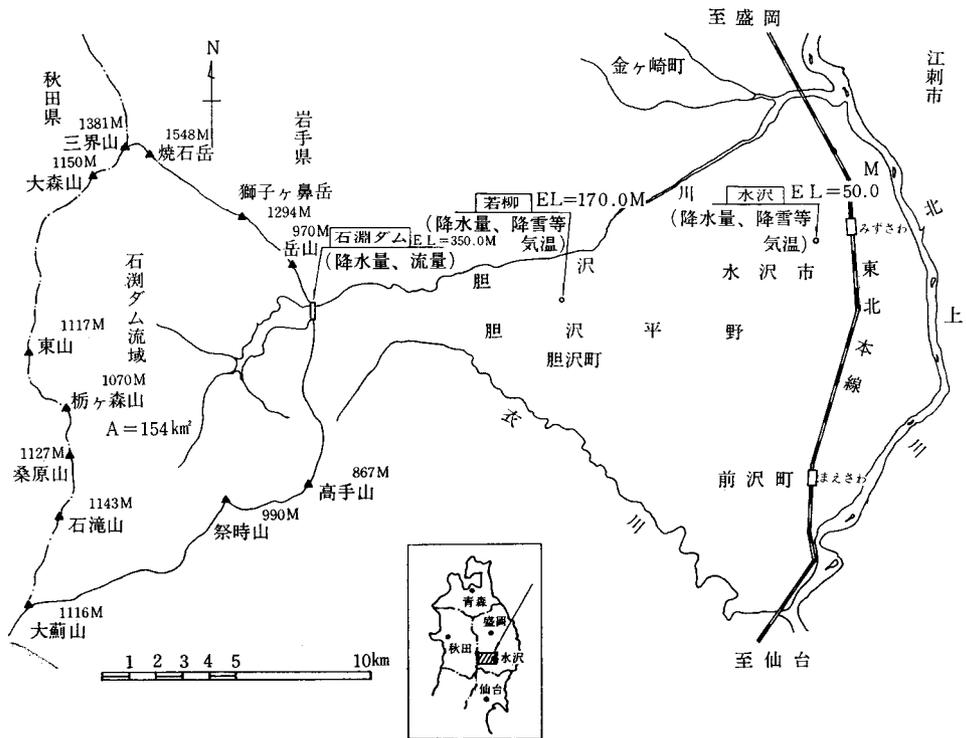
石沢ダム地点の月別の降水量と流量から流出率を求めると表一2のようになる。流出率が1.0以上となっている場合があるが、この原因は、用いた降水量データと流量データの地点がことなっているためと考えられる。一般にダム地点における流量はダム流域の降水に基づくものとして把握できるとよいのであるが、この場合はダム地点流量をダムより下流の平地部と臨接した降水量と対比しているためである。

### 3. 解析方法の概要

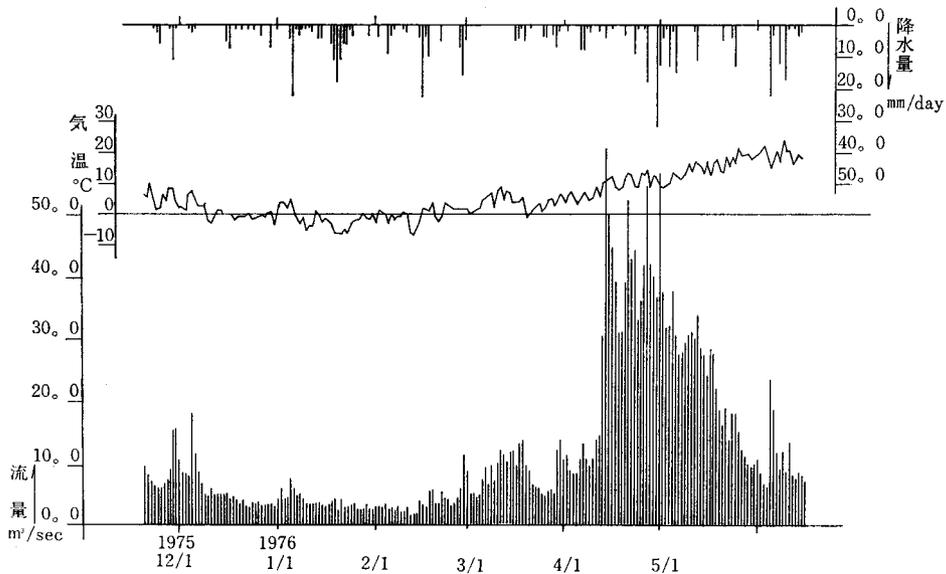
#### (1) 降雨流出モデル

一般に実測した河川流量と降雨量を用いて、タンクモ

\* 東北農政局矢吹開拓建設事業所



図一 地区概要図



図二 石淵ダム降水量・流量と若柳平均気温

デルや統計的流出予測モデルを作成し、降雨量しか測定されていない基準年などの流量推定が行われることが多い。この流出モデルの一つに流域をブラックボックスと考へて、流域の統計的単位関を求める重回帰モデル手法が農業土木試験場において開発されている。本報告で

は、この重回帰モデル手法を、ダム流域への降雨と流出の関係式を推定するのに採用する。重回帰モデル手法については参考文献にゆずることにし、ここでは、この降雨流出モデルをどのように融雪解析に応用するかを述べる。基本的な考え方は、降雨と流出の関係を積雪期以外

表—2 石瀾ダム地点の月別降水量, 流量

年度	項 目	月 単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			1972	降 水 量	mm・月	78.0	164.0	58.0	89.0	154.0	110.0	281.0	280.0	334.0
	総 量	m <sup>3</sup> ・月/s	139.03	292.31	103.38	158.63	274.49	196.06	500.86	499.07	595.32	128.33	463.43	160.42
	流 量	"	214.42	278.16	372.32	855.39	510.37	139.53	513.99	377.69	642.98	175.26	502.38	370.02
	流 出 率		1.542	0.952	3.601	5.392	1.859	0.712	1.026	0.757	1.080	1.366	1.084	2.306
1973	降 水 量	mm・月	51.0	42.0	62.0	101.0	116.0	69.0	27.0	76.0	227.0	128.0	136.0	85.0
	総 量	m <sup>3</sup> ・月/s	90.90	74.86	110.51	180.02	206.76	122.99	48.12	135.46	404.61	228.15	242.41	151.50
	流 量	"	187.92	145.97	145.52	1,165.97	744.17	234.25	91.36	82.94	251.98	259.06	356.43	202.64
	流 出 率		2.067	1.950	1.317	6.477	3.744	1.905	1.899	0.612	0.622	1.135	1.470	1.338
1974	降 水 量	mm・月	99.0	54.0	—	159.0	92.0	314.0	346.0	145.0	242.0	141.0	129.0	61.0
	総 量	m <sup>3</sup> ・月/s	176.46	96.25	—	283.40	163.98	559.68	616.72	258.45	431.34	251.32	229.93	108.73
	流 量	"	107.06	77.21	91.34	1,308.25	1,522.15	1,023.87	470.61	274.99	357.65	268.72	467.31	150.66
	流 出 率		0.609	0.803	—	4.616	9.283	1.823	0.763	1.064	0.829	1.069	2.032	1.386
1975	降 水 量	mm・月	53.0	42.0	142.0	68.0	87.0	110.0	159.0	133.0	81.0	171.0	270.0	30.0
	総 量	m <sup>3</sup> ・月/s	94.47	74.86	253.10	121.20	155.07	196.06	283.40	237.06	144.37	304.79	481.25	53.47
	流 量	"	93.68	66.62	229.92	1,155.91	942.62	291.22	291.09	136.90	100.46	183.39	444.54	172.52
	流 出 率		0.991	0.890	0.908	9.537	6.079	1.485	1.027	0.577	0.695	0.602	0.924	3.226
1976	降 水 量	mm・月	109.0	69.0	41.0	92.0	83.0	107.0	84.0	227.0	186.0	309.0	93.0	147.0
	総 量	m <sup>3</sup> ・月/s	194.28	122.99	73.08	163.98	147.94	190.72	149.72	404.61	331.53	550.76	165.76	262.01
	流 量	"	114.13	95.80	251.18	875.04	762.44	243.76	128.60	315.97	372.55	426.30	362.76	154.74
	流 出 率		0.587	0.778	3.437	5.336	5.154	1.278	0.859	0.781	1.127	0.774	2.188	0.591
	平均流出率		1.159	1.075	2.316	6.272	5.224	1.441	1.115	0.754	0.871	0.989	1.540	1.769

降水量：石瀾ダム地点の降水量の月合計

総 量： " ×154km<sup>2</sup>/86.4 (単位をm<sup>3</sup>/sk)

流 量：石瀾ダム流量の月合計

流出率：流量/総量

のデータから求めておき、冬期には、降雪を降雨として換算し前述のモデルへの入力とする方式である。この降雪、積雪、融雪の取り扱いに特色があり、これは次節に述べるような扱い方をとる。

(2) 降雪、融雪、積雪の扱い方

一般に降雪、融雪期の流出形態は、降雪期は気温が低くなり降水が雪等の固体となりすぐ流出されず、積雪となって山地部に残される。また融雪期には山地部にある積雪は気温の上昇に伴ない、融雪水となって流出されると考えることができる。

したがって、降雪、融雪期の流出形態は、降雪期には降水が降雪となり積雪として貯留され、融雪期には融雪の流出水に降雨を加えたものが流出されるものとして扱うものとする。まずはじめに降雪がその日のうちに水となり流出されるとして、降雪流出率的なものの存在について、気温等の実測データとの相関を検討したが、相関々係は見いだせなかったため、降水が0°C以下の気温のときは降雪となると考える。また融雪は、図-3に示すように当日の積雪量にその日の降雪量を加えた値から1日後の積雪量を差し引いた値を融雪量とする。いうまでもなく降雪のない日については積雪量の差だけが融雪量となる。つぎに降水量を降雪量に換算、また融雪量が流出水量となるときの降雪換算係数を実測降水量と実測

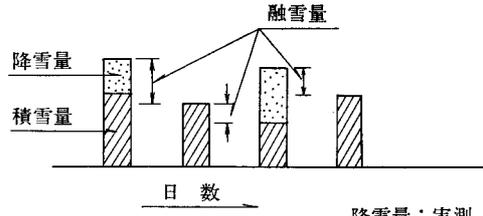


図-3 融雪量の算定

表-3 降雪換算係数の検討

(°C以下) 気温	全デー タ数	平均値	標準 偏差	2σ検 定後の 平均値	2σ検 定後の デー タ数
2.5	63	15.593	12.631	14.392	62
0.0	49	15.958	13.045	14.415	48
-2.5	36	14.881	7.053	13.991	34
-5.0	16	15.709	8.008	15.709	16

降雪量の比により求める。ここでは平均気温が2.5, 0.0, -2.5, -5.0°C以下のデータに分けて算出し、2σ検定でデータチェックを行ない平均値を求めると表-3のようになる。この結果、標準偏差値のもっとも小さい-2.5°C以下の係数を採用し、1mmの降水が14mmの雪となることとした。

表-4 融雪量算定式の検討

関係 番号	関係式	回帰式	相関 係数	F	F(0.05)	デー タ数	備 考
A	$y = a + b \cdot T_1$	$y = 35.164 + 2.792 \cdot T_1$	0.243	5.50	3.09	97	y: 融雪量 (mm/day)
B	$y = a + b \cdot T_1 \cdot X$	$y = 2.067 + 0.030 \cdot T_1 \cdot X$	0.565	21.98	3.17	53	a, b, c, d: 定数
C	$y = a + b \cdot T_1 + c \cdot X$	$y = 4.076 + 6.664 \cdot T_1 + 0.087 \cdot X$	0.556	22.34	3.17	53	T <sub>1</sub> : 当日の気温
D	$y = a + b \cdot T_1 + c \cdot T_2$	$y = 22.220 + 4.813 \cdot T_1 + 2.293 \cdot X$	0.248	3.29	3.17	53	T <sub>2</sub> : 1日前の気温
E	$y = a + b \cdot T_1 + c \cdot T_2 + d \cdot X$	$y = 10.574 + 3.894 \cdot T_1 + 1.740 \cdot T_2 + 0.06 \cdot X$	0.515	14.25	2.78	53	X: 積雪量

表-5 石淵ダム流域の雪の考え方

月	日	降 水 量 (R)	気 温 (T)	降 雪 量 (R×14)	積 雪 量 (X)	融 雪 量 ( $Y = 2.067 + 0.03 \cdot T \cdot X$ )	降 水 換 算 ( $Y \div 14 + R$ )
3.	11	0.0	2.3	—	8,597.1	181.0	12.9
	12	0.0	4.0	—	8,029.0	568.1	40.6
	13	0.0	-0.1	—	8,029.0	—	—
	14	0.0	2.6	—	7,841.9	187.1	13.4
	15	0.0	1.8	—	7,607.7	234.2	16.7
	16	0.0	-1.2	—	7,607.7	—	—
	17	14.8	-1.2	207.2	7,814.9	—	—
	18	11.9	-0.7	166.6	7,981.5	—	—
	19	3.0	0.4	—	7,971.1	10.4	(0.7+3.0) 3.7
	20	14.8	-5.5	207.2	8,178.3	—	—

さて、積雪に基づく流出解析では、融雪量を算定する方法を考えなくてはならない。これまでの融雪の研究では、融雪量には気温がもっとも大きく影響するといわれているので、融雪と気温の関係を5つの考え方で示すことを考えた。その式並びに結果は表-4のとおりである。

検討の結果、5つの式の中でB、C、Eは相関係数が0.5以上となっているが、積雪時期をみるとB、Eは5月上～中旬まで積雪があるのに対し、Cについては4月下旬で積雪がなくなっているため、現地との積雪の適合等を考慮した結果、B、Eの融雪量算定式を用いて流出を推定することとした。このB、Eの考え方により石淵ダム流域での推定を行った一例を上げると表-5のとおりである。この推定にあたっては石淵ダム流域に、気温の実測データがないので、若柳の気温をもとに両地点の標高差に気温通減率を勘案して求めた。

このとき、気温通減率は標高差100m当り $0.6^{\circ}\text{C}$ として計算を行う。

#### 4. 解析結果

##### (1) 石淵ダム流域の降雨流出モデル

石淵ダム流域の降雨流出モデルは、降雪、融雪に関係のない6～11月のデータで重回帰モデルにより、図-4のような統計的単位図を求めて、降雪、融雪期に適用した。

時間おくれについては、5日、10日、15日、20日、25日、29日について検討したが、15日のものが偏回帰係数(流出核：統計的単位図)がマイナスとならなかったのので、これを使用した。この計算を行う場合の石淵ダム流

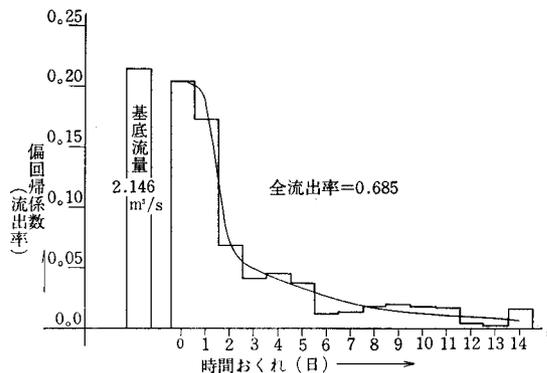


図-4 降雪・融雪期を含まない石淵の流出モデル

域の降水量データは前述したように直接はかられていないので降水量については、2-(3)の流出率を降雪、融雪期に分けて平均値を求め、その値を若柳地点の実測値に乗じて降水量の推定を行なっている。この降水量推定のための係数はつぎのとおりである。

降雪、融雪期(12～5月) = 2.969

降雪、融雪期以外(6～11月) = 1.118

##### (2) 降雪、融雪を考えないときの推定結果

降雪、融雪を考えないで降雨流出を推定した結果は、図-5のとおりで、降雪期には推定値が多く、逆に融雪期には推定値が少なく、融雪現象を表わすことはできない。

##### (3) 降雪、融雪を考慮した推定結果

降雪、融雪を考慮して降雨流出を推定すると図-6～9のとおりで、融雪期の融雪現象を表わすことができ

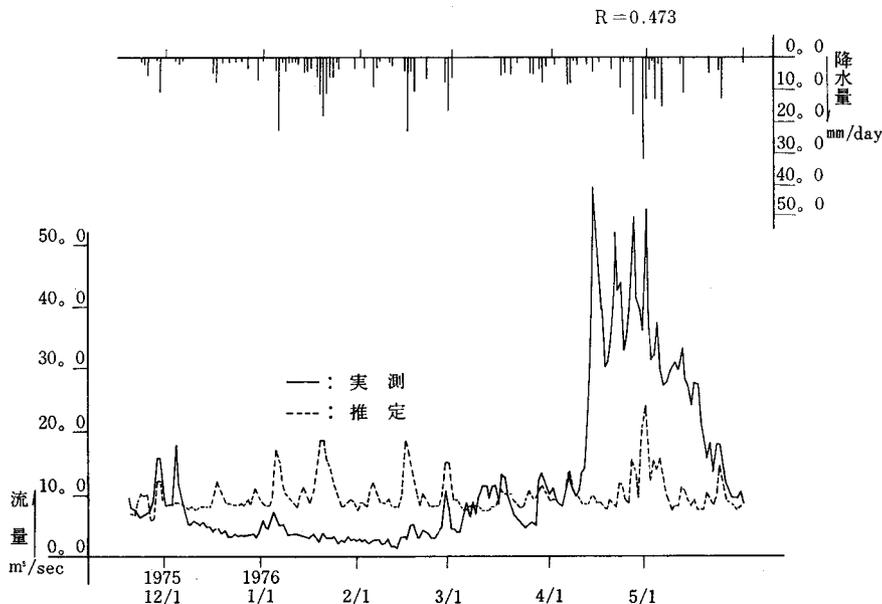


図-5 降雪融雪を考慮しない流出解析

る。このとき、12～2月は降水がほとんどないようになっているが、実際には降水（降雪）があり、積雪として石淵ダム流域に貯留され、3～5月に融雪として流出水が降水に加わり流出されている。

尚、図6～9の融雪量の考え方は以下のとおりである。

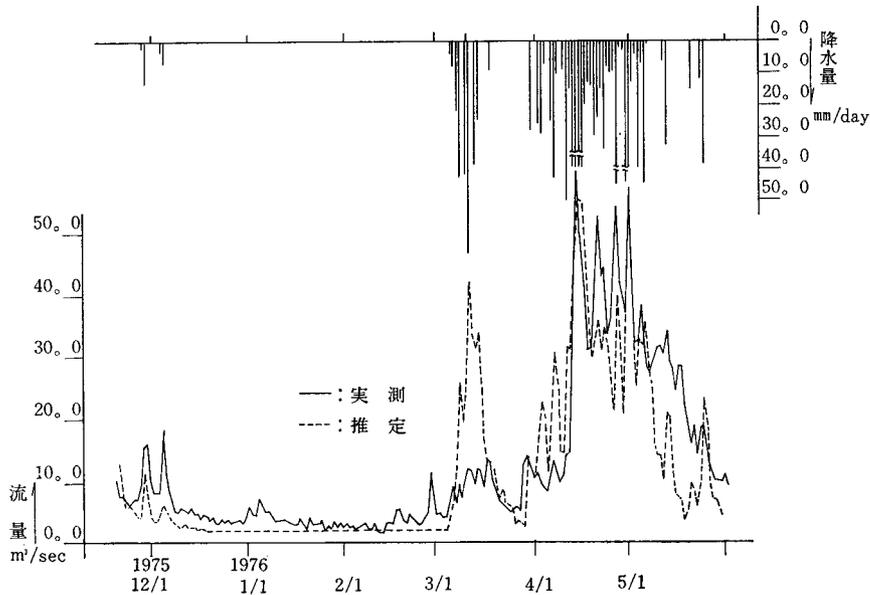
図一六：表一四のBの考え方による。

図一七：表一四のEの考え方による。

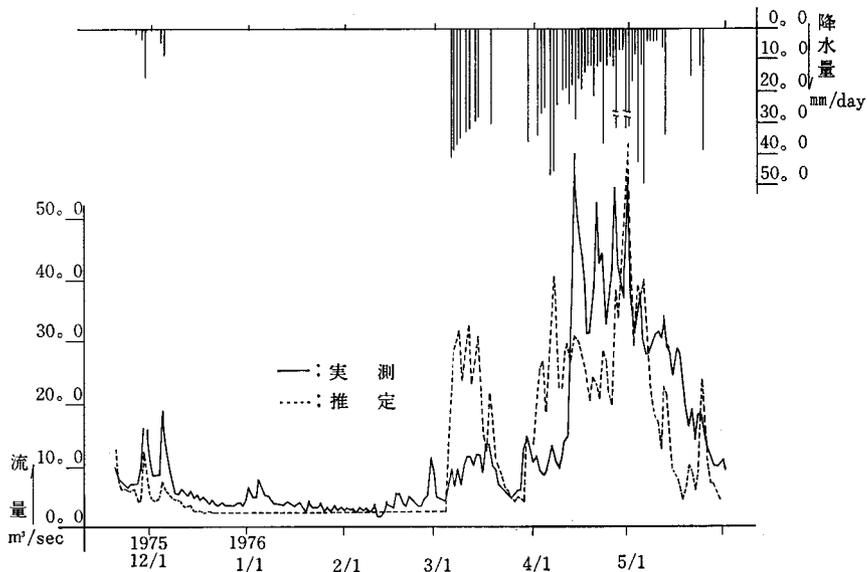
図一八：表一四のBの考え方で再凍結を考えたとき。

図一九：表一四のEの考え方で再凍結を考えたとき。

ここで再凍結とは、融雪の流出水が翌日以降に気温が $0^{\circ}\text{C}$ 以下になったときに、 $0^{\circ}\text{C}$ 以上の日までは降雨流出モデルにより流出されるが、 $0^{\circ}\text{C}$ 以下の日以降の流出分は再凍結するものとし、積雪に加えるものとした。この結果、推定方式はかなりの改善が行われているものと判断される。



図一六 降雪・融雪を考慮した流出解析  
(融雪が気温と積雪量の相乗相関のとき)



図一七 降雪・融雪を考慮した流出解析  $R=0.741$   
(融雪が気温(当日)と気温(1日前)と積雪量の重相関のとき)

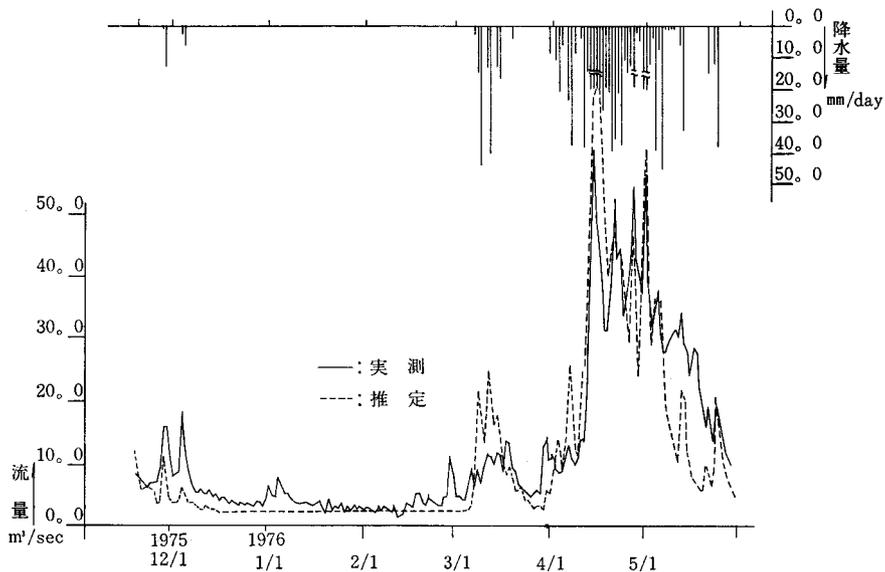


図-8 降雪・融雪を考慮した流出解析  $R=0.832$   
 (融雪が気温と積雪量の相乗相関で再凍結を考えたとき)

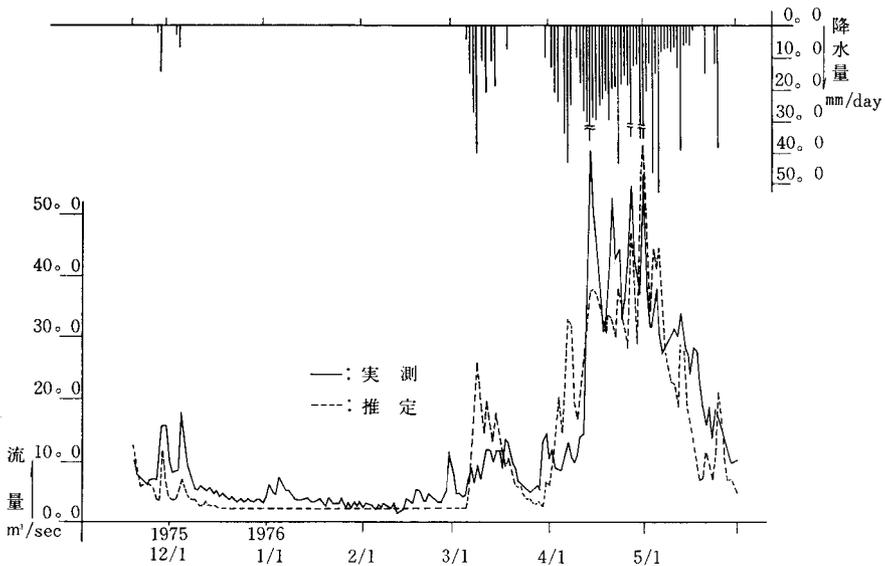


図-9 降雪・融雪を考慮した流出解析  $R=0.856$   
 (融雪が気温(当日)と気温(1日前)と積雪量の重相関で再凍結を考えたとき)

#### (4) 石測ダム流域の雪の変化

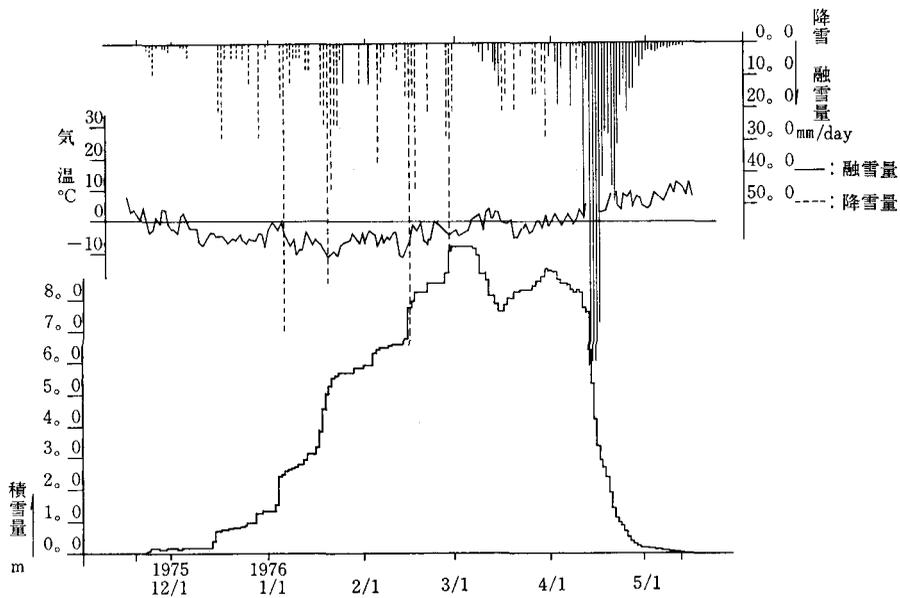
前述の融雪量算定式のうちでB、Eの考え方で再凍結を考えたときの石測ダム流域の雪の変化は図-10、11に示すとおりである。

気温が $0^{\circ}\text{C}$ 以下の日の降水は降雪として積雪に加えられ、気温が $0^{\circ}\text{C}$ 以上の日は各々の融雪量算定式で求めた融雪を積雪より差し引き、融雪水と降雨を加えたものを流出させている。

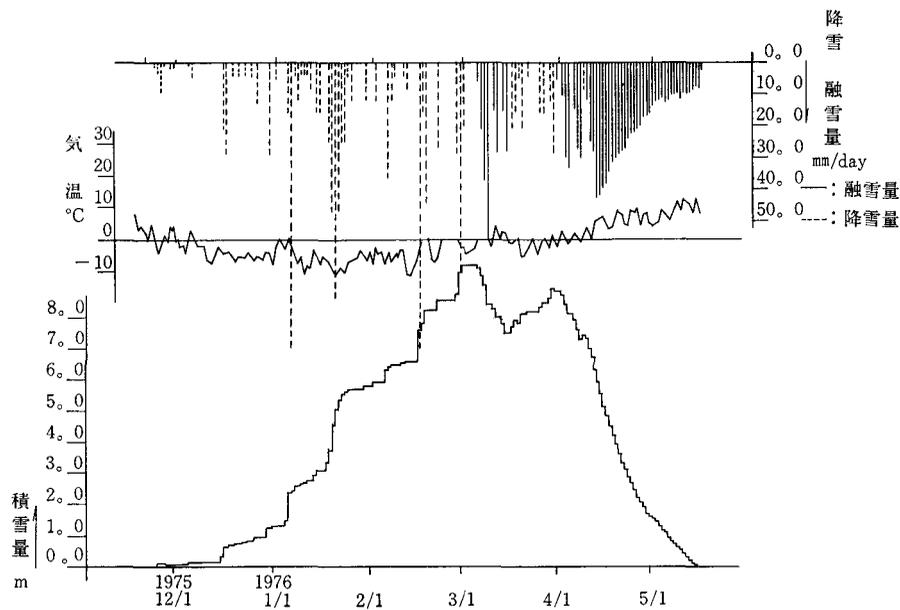
## 5. 考 察

### (1) 石測ダム流域の降雨流出モデル

重回帰モデルによる統計的単位図の算定は、一般的には解析対象期間の全データを使用して求めるが、石測ダム流域のような積雪地帯で降雪、融雪期の流出を推定する場合には、解析対象全期間ではなく、降雪、融雪期以外の降雨と流出の関係が短時間で応答する時期をモデル



図一10 石淵流域の降雪，融雪，積雪及び気温  
融雪が気温と積雪量の相乗相関



図一11 石淵流域の降雪，融雪，積雪及び気温  
融雪が気温（当日，1日前）と積雪量の重相関

として考えなければならない。これはいうまでもなく、降雪、融雪期によりモデルを算定すると、降雪、融雪の影響により、降水の流出が変化し正確な統計的単位図を求めることができないからである。

(2) 降雪，融雪，積雪

降雪については、気温  $0^{\circ}\text{C}$  以下のとき降水が全部降雪となると想定したので降雪期の流出は基底流出のみで

あった。気温等とのデータにより降雪流出率の存在についての検討が今後も必要と思われる。

また、融雪については、若柳地点の気温、積雪量により算定しているが、石淵ダム流域地点とは標高差があり、また地形の違い等により気温の適用並びに、降雪、積雪、融雪の形態が異なると思われるので、石淵ダム流域地点と同じような地形、標高等のデータの検討も今後

必要と考えられる。

また、一般的に融雪量の解析では、雪の高さが問題とされることが多い。しかし、この積雪は融雪量に対する流出水量ではない。流出を推定するために必要なのは、融雪量がいくらの流出水となるかであるから、本報告で用いている降雪換算係数（1mmの降水=14mmの降雪）を求め、これを利用する方式は有効であると判断される。

積雪は、雪の貯留の目安であるから、計算結果をもとに積雪の変化をグラフ化した。その結果、本解析に於いては積雪のなくなるのは5月中旬であった。現地では5月下旬頃まで雪が見られるので、融雪量算定式をさらに検討し、積雪期を延ばすことにより、融雪流出がもっと実測に近づくものと思われる。

### (3) 降雪、融雪を考慮した流出

図-6～図-9より明らかな様に降雪期における推定流出量は実測流出量に比べて小さく計算されている。この理由は降雪期の流出は基底流出のみと考えたことによるものである。従って、今後石洞ダム流域における、より正確な気温の推定法や、 $0^{\circ}\text{C}$ 以下の状態における降水の表面流出、中間流出の存在についての検討を深めることにより、降雪期の推定流出量は、より一層実測流出量に近づくものと推察される。

また、融雪初期には相当量の推定流出量がみられる。これは、融雪は積雪深に対しての融雪深と考えているためであるが、今後融雪量算定式を検討することにより、融雪期の推定流出量がより一層実測流出量に近づくものと推察される。

## 6. おわりに

今回、重回帰モデルを用いて降雪、融雪を考慮した流

出量の推定を行ない、融雪流出現象を一応表わすことができた。

しかしながら、本研究は降雪の検討並びに融雪量算定式の改良等、種々の課題をかかえており、今後この手法をより多くの地区で検討し汎用化を図りたいと考えている。このテーマは農林水産省構造改善局主催、昭和55年度技術管理システム化研修上級コース（第1回）で研修中に検討したものである。

本報告のとりまとめにおいては、農林水産省構造改善局建設部設計課並びに、農林水産省農業土木試験場関係者の皆様には、丁寧なる御指導をいただいた。特に故伊藤喜一先生には御多忙中にもかかわらず、懇切丁寧なる御指導を賜わり深く謝意を表すとともに、御冥福をいります。また、東北農政局土地改良技術事務所システム開発課、東北農政局計画部地域計画課高橋修一氏（現東海農政局計画部）、東北農政局北上地域総合開発調査事務所川村正次氏（現東北農政局相坂川事業所）には、水文資料収集等に多大なる御協力をいただいた。ここに厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 白石英彦, 大西亮一, 伊藤喜一, 重回帰を用いた水系解析のシステムの解析法—農土技法, B—37
- 2) 電算標準例題集—農林省構造改善局建設部設計課監修
- 3) 気象学ハンドブック
- 4) 農業土木ハンドブック
- 5) 昭和56年度農業土木学会大会講習会, 講演要旨集—重回帰モデルを用いた融雪流出解析について—農業土木試験場, 白石英彦, 大西亮一, 伊藤喜一, 東北農政局土地改良技術事務所, 高橋正和

# 鬼怒川水系における水利調整と水利組織について

脇 阪 銃 三\* 角 田 政 明\*\*  
北 尾 輝 夫\*\*

## 目 次

1. はじめに……………(21)	(1) 戦前の鬼怒川における農業水利団体の組織……………(26)
2. 鬼怒川水系の概要……………(22)	(2) 農業用水間の水利調整……………(27)
(1) 河川地形概要……………(22)	(3) 鬼怒川中部地区水利使用計画変更に伴う発電との調整について……………(28)
(2) 農業水利及び水源概要……………(22)	(4) 鬼怒川中央地区着工に伴う水利調整問題……………(28)
3. 鬼怒川水系の農業水利……………(22)	(5) 川治ダム完成に伴う多目的ダムと既得農業用水の問題について……………(30)
(1) 鬼怒川水系の農業水利開発の歴史……………(22)	5. 鬼怒川水系における水利調整上の今後の問題……………(31)
(2) 戦後の国営事業……………(22)	6. まとめ……………(31)
① 鬼怒川中部地区……………(23)	
② 鬼怒川南部地区……………(23)	
③ 鬼怒川中央区……………(24)	
(3) 水源開発……………(25)	
4. 鬼怒川水系の水利調整……………(26)	

## 1. はじめに

鬼怒川は現在、農業利水のみで極めて高度に利用されているという特色を持つとともに、利根川下流の利水に与える影響の大きい河川である。

利根川水系は従来農業用水が水利用の殆どであったが、周知のごとく近年水道用水、工業用水の需要増加等により水資源の逼迫にはかなり厳しいものがある。利根川水系の中心となる流量基準地点は中流部の栗橋地点であり、ごく近年までこの地点の基準流量(140m<sup>3</sup>/sec)を目安に上流の水資源を的確に調整することで十分であったと言える。しかし最近上流部の水資源は既に開発し尽された感があり、開発の焦点は利根川広域導水事業(北千葉導水)や霞ヶ浦開発等に見られるように利根川下流域に移行されて来たと言えるだろう。

そのような情勢の中で鬼怒川水系は利根川水系で最も大きな支川であると同時に、利根川下流流況へ直接、影響を与えることから利根川水系全体として、或るいは関東平野全体の水資源問題に占める役割は大きくなりつつある。

鬼怒川は江戸時代以前から平野部の水田開発が進み流域の水田面積が多く、たびたび洪水にみまわれ、上下流

の取水堰間の水利紛争が絶え間なかった。このため早くも昭和15年に鬼怒川、小貝川関係の水利組合が茨城県鬼怒川小貝川沿岸利水同盟会を結成して上流にダム建設の要求を関係機関に強く働きかけるとともに洪水調整を行ったと言う実績がある。この運動の結果が戦後初めての多目的ダムである五十里ダム(昭和32年完成)及び川俣ダム(昭和41年完成)の建設へとつながったわけである。この両ダムの建設で鬼怒川水系の洪水は一応なくなる計画であったが、実態は昭和42年を始めなお洪水状態また新たに発電と農業用水との紛争が生じている。

戦後ダム建設と合わせて数十ヶ所で取水していた農業用の取水施設を上流から鬼怒川中部地区佐貫頭首工、鬼怒川中央地区岡本頭首工、鬼怒川南部地区勝瓜頭首工へと大きく三地域に合流する動きが始まった。それぞれは農林水産省の国営農業水利事業として実施されたが、合口に当たって下流水利権者特に鬼怒川南部地域が上流鬼怒川中部、鬼怒川中央地区に反対意向が出され、関係者による長い調整の結果、下流からの厳しい条件付でやっと解決したと言う経過がある。

更に昭和43年より新規の都市用水、農業用水開発を目的とする川治ダムの建設が開始され、昭和58年度完成が予定されている。他に思川開発(大谷川の流域変更による南摩ダム計画)や湯西川ダムが計画されている。鬼怒川沿岸の既得農業用水は五十里、川俣ダムにより一応充

\* 構造改善局建設部整備課  
\*\* 関東農政局計画部地域計画課

足されていることとなっていると言え、未だ湯水問題をかかえており既得用水とこれら新規水源開発と完全に競合関係が生まれることになる。

ここでは鬼怒川水系における既得農業用水相互の水利調整及び水源開発事業と農業水利との調整の実態を明らかにし、今後の鬼怒川農業用水を取りまき発生するであろう種々の水利調整問題について探らうとするものである。

## 2. 鬼怒川水系の概要

### (1) 河川、地形の概要

鬼怒川は、むかし毛野川或は絹川とも書き独立した河川で、利根川には無関係であった。天正18年(1590年)徳川家康が江戸に入った頃の関東は、各地が洪水の危険にさらされていたため、寛永6年(1629年)三代将軍家光のとき、小貝川沿岸の開拓が計画され、従来鬼怒川の支流であった小貝川を分離することとなり鬼怒川は大野村(現茨城県守谷町)の高台を掘り割って、現在の流路になった。

鬼怒川は日光国立公園内にある標高2,000m前後の山々に囲まれた鬼怒沼を水源とし、川治地先で男鹿川を合流し峡谷を南下し、板穴川を合流させ佐貫地先において中禅寺湖を源とする大谷川を合流して、茨城県北相馬郡守谷町大木で利根川に合流する利根川の一大支川である。

栃木、茨城両県にまたがるその流域面積は1,760 km<sup>2</sup> 流路延長176 kmで、沿岸には流域の34%(600km<sup>2</sup>)の平地に約22,000ヘクタールのかんがい耕地がある。

鬼怒川本川は概ね急流河川に属し、佐貫地点で大谷川を合流するまでは、峡谷をなし堤防護岸の工作物は稀であるが、発電用ダム、砂防ダム等は多く数えられる。合流してから扇状地、河岸段丘を形成しつつ南下する。佐貫より岡本(宇都宮市東北方)までの上流部は、河幅500~1,100m、河床勾配1/100~1/300で乱流が激しい。岡本以下より茨城県下館市までの中流部は、河幅700~1,100m、河床勾配1/300~1/1,000である。下館以下利根川合流までの途中支川田川を合わせた下流部は、河床勾配1/1,000~1/2,000、河幅は180~400mと狭い。

### (2) 農業水利及び水源の概要

鬼怒川水系の既存の農業用水は約22,000haで、大きくは佐貫頭首工までの上流部に舟生用水(670ha)、小林用水(303ha)など約1,150ha、佐貫頭首工で取水する鬼怒川中部地区8,940ha、現在工事中の鬼怒中央地区岡本頭首工で3,300ha、勝瓜頭首工で取水する鬼怒南部地区9,430ha及び利根川合流点までの鬼怒川下流部780haの5ブロックに分かれている。

水源施設としては、戦後間もなく着工され昭和32年に完成した五十里ダム(貯水量46,000千m<sup>3</sup>)、昭和41年に

完成した川俣ダム(貯水量73,100千m<sup>3</sup>)があり、いずれも発電、治水及び既得農業用水の補給を行っている。また、現在建設省が建設中で昭和58年度完成予定の多目的ダムである川治ダム(貯水量76,000千m<sup>3</sup>)があり、更に多目的ダムで現在計画中の湯西川ダムがある。他に中禅寺湖を利用した中禅寺ダム(22,800千m<sup>3</sup>)が昭和35年完成している。

## 3. 鬼怒川水系の農業水利

### (1) 鬼怒川水系の農業水利開発の歴史

鬼怒川における比較的大規模な水利開発は勝瓜用水(680年頃と言われている)と逆木用水(元和6年1620年)が最初といわれている。逆木用水は当初宇都宮城主本多正純の命により宇都宮城築城の木材運搬のために開さくされたもので、御用川とも呼ばれている。

徳川家の関東拓殖の一環として、利根川の変流と鬼怒川との合流が達成され、承応3年(1654年)赤堀川以下の完全通水によって、鬼怒川、小貝川もそれぞれ独立した利根川の支川となり、その頃から鬼怒川の利水開発は活発になった。

即ち、鬼怒川と利根川との合流工事にやや先立って、寛永12年(1635年)には下流部の江連用水の前身である中居指、本宗道、原、三坂の4用水が伊奈氏の指導で開疏され、明暦2年(1656年)には上流部左岸の市の堀用水の水路開さく工事が進められた。また、中流部の吉田用水は享保10年(1726年)着工、翌年竣工している。

開発が前述のような時期に集中しているが、なお水利開発は長期にわたって行われ、幕末の天保年間(1830~1843年)に真岡周辺にいくつかの小用水がひらかれ、明治以降にも御料地用水等小規模な用水が開疏されている。鬼怒川の特長性としては、度々の洪水による河況の変化により、多くの用水施設の模様替え、改良等がしばしば行われ取水条件は常に不安定であったことである。

### (2) 戦後の国営事業

戦後五十里ダム、川俣ダムの建設により、農業用水は一応確保される目途が立って来るとともに時を同じくして、常に取水が不安定であった各旧井堰の合口へと施設整備のための水利事業実施の動きが起ってきた。

まず、上流部で特に取水施設が洪水の毎に破壊され、その復旧に多大の労力と費用を費やし、又河床低下の著るしい市の堀用水、逆木用水など9用水約8,900haを対象に国営鬼怒川中部事業が、鬼怒川総合開発事業の一環として発電と共同で昭和32年に着手された。

次いで昭和40年には下流部の勝瓜用水、大井口用水、江連用水、吉田用水など7用水約9,400haを勝瓜頭首工に合口する国営鬼怒川南部地区が着工された。

更に、鬼怒川中流部に位置する石井用水など7用水の合口と、川治ダムを水源とした周辺高台への畑地かんが

いを含め約3,300haに補水する国営鬼怒中央農業水利事業が昭和53年度に着工された。

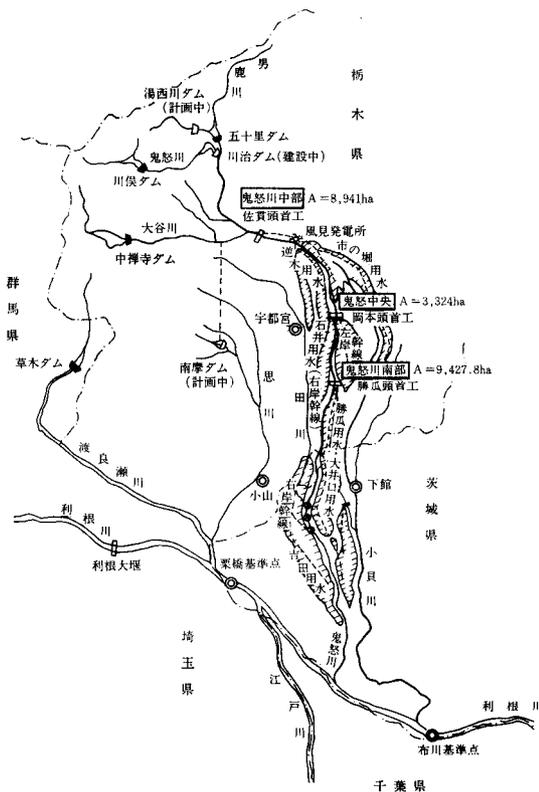
鬼怒川水系の農業用水の約9割がこれら3国営事業で整備統合されたことになる。

これら国営事業の概要は次のとおりである。

### ① 鬼怒川中部地区

この事業は鬼怒川から取水していた逆木取水堰外8堰を統合し、その水源を鬼怒川と大谷川との合流点下流佐貫観音岩地点に求め、地区に導水し、合理的な水利の統制をはかることを目的としている。この合口事業に県営発電事業が加わって共同事業として実施された。工事は昭和32年6月に着手され、昭和41年9月竣工した。受益地域は鬼怒川中流に展開する水田地帯で、宇都宮市、真岡市、塩谷郡、河内郡、芳賀郡の2市3郡にまたがる8,941haである。

図一 鬼怒川国営事業、水源施設位置図



計画の概要は佐貫地点にコンクリート堰堤(佐貫頭首工)を新設して、8,941haに対する用水量最大42m<sup>3</sup>/sを取水し、5,579mの導水路により風見山田地点まで導水する。ここで約30mの落差を利用して県営の風見発電所を建設して発電を行い、発電後右岸16.674m<sup>3</sup>/s、左岸23.449m<sup>3</sup>/sに分水する。この分水割合は旧慣により定められかんがい期を通じ一定で、右岸：左岸の比は42：58となっている。

右岸は1,834mの逆木幹線と鬼怒川を横断するサイホンにより旧水路に接続し、3,537haをかんがいでいる。途中サイホン下流1.8km附近に東電西鬼怒川発電所があり年間を通じて発電を行っている。

左岸は市の堀及び草川幹線13,104mを新設又は改修し、旧水路に接続し5,404haをかんがいでいる。

頭首工、導水幹線及び逆木幹線の鬼怒川放水工までは共同施設としてアロケートされた。発電の諸元は有効落差最大29.4m、常時30.9m、使用水量最大42m<sup>3</sup>/s、常時18.5m<sup>3</sup>/s、出力最大10,200kW、常時4,500kW、可能発電力量7,192万kWhである。

### ② 鬼怒川南部地区

この事業は昭和27年大井口、勝瓜の合口案が先ず討議され、昭和30年5月鬼怒川沿岸下流地区土地改良事業促進協議会の設立、昭和32年から昭和37年度まで国の直轄調査を経て、昭和40年10月に事業着手され、昭和50年度に竣工した。

本地区の用水現況として、水源は殆んどを鬼怒川に依存し勝瓜、大井口、江連の三用水は自然取入れ、伊讚美用水はポンプ用水によっている。右岸地区は南北に走る洪積台間に広がる谷地田からなり用水は鬼怒川より自然取水し、田川へ合流後絹、結城、吉田の各用水で取入れていた。各用水共取水施設は不完全かつ老朽化し、加えて急速な河床低下、水源のご濁と共に取水困難となり用水の不足をきたしている状況であった。

この事業は鬼怒川の治水並びに利水計画の一環として、栃木、茨城両県にまたがり鬼怒川左右に展開する下館市外7市5町1ヶ村の水田9,427.8haを受益対象としている。

事業計画としては次のとおりである。

#### i 地区内各用水の水源確保

各用水の必要水量を勝瓜頭首工、田川取水工及び補助ポンプ場により確保する。

#### ii 用排水系統の改善更新

各排水とも用水路を新設又は改修し、分水施設の統合及び更新、落差工、余水吐等を設置して用水施設の近代化を計る。

#### iii 以上の水利事業によって用水系統を改善すると共に、併行して県営かんがい排水事業、県営圃場整備事業を行い、農業経営の近代化の基盤を整備し、農業所得の向上と経営の安定を計るものである。

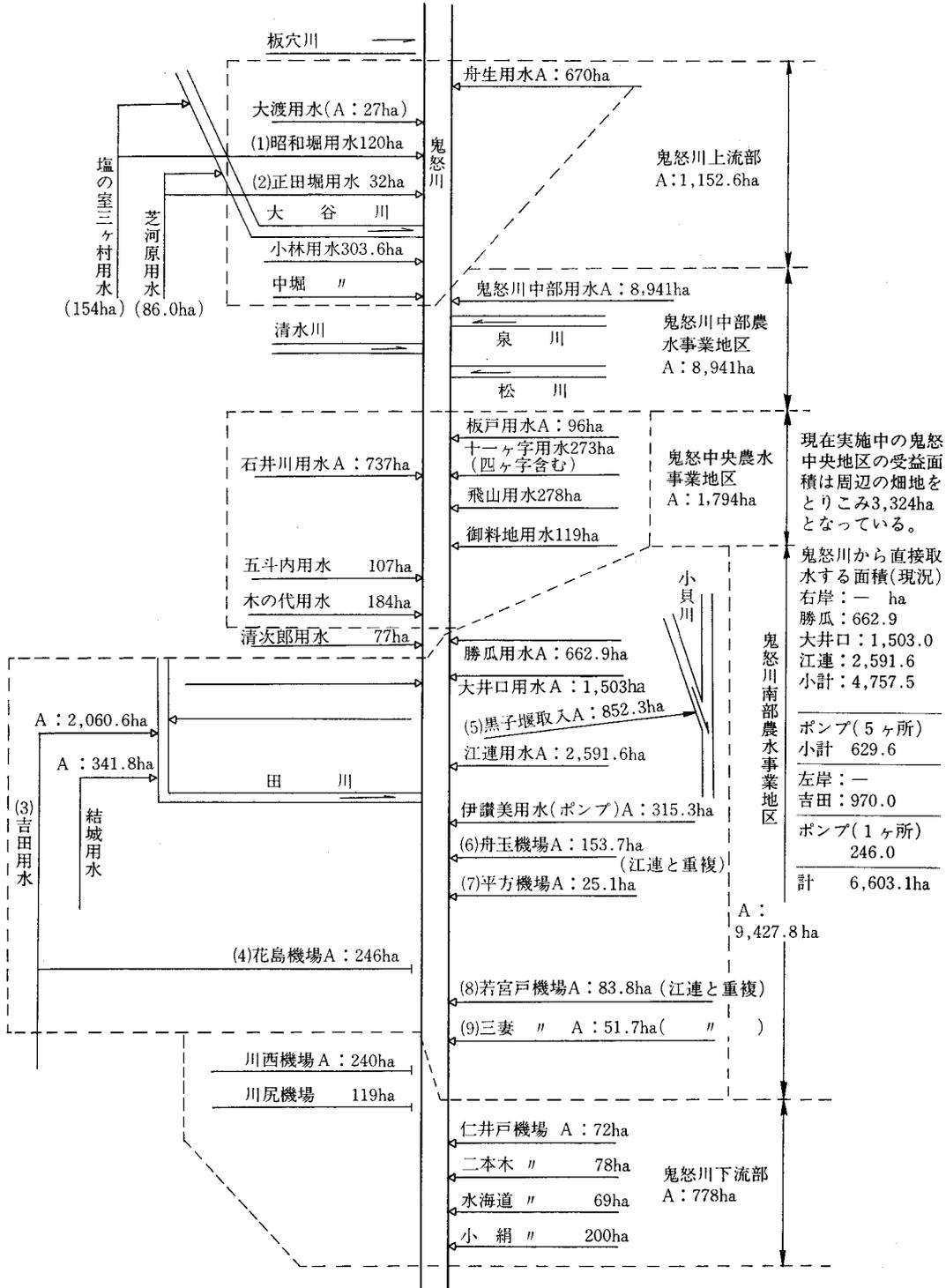
地区最上流部に設けた勝瓜頭首工で取入れ、勝瓜・大井口地区をかんがいがいしながら導水幹線を流下し、左右岸分水工にいたる。ここで左岸幹線と右岸幹線に分水される。左岸幹線は伊讚美地区及び江連地区をかんがいでいる。他方、右岸幹線は大道泉地点で鬼怒川を逆サイホンで横断し、内川並びに田川取水工からの水を合流して絹分水工で絹地区に分水する。分水後の右岸幹線はカニ、

カッパ川を合流し、結城・吉田地区をかんがいする。又、  
 渇水時の地区補給水源として勝瓜取入後の残水及び伏流  
 水の有効取水を計るため3機場（船玉第1、船玉第2、

川岸）を設ける。なお、国営事業末端以降は、県営及び  
 団体営事業等を施工し、用水系統の確立を計る。

③ 鬼怒中央地区

鬼怒川本川かんがい組織



本事業地域は栃木県のほぼ中央部に位置し、鬼怒川の中流部を挟んで展開する沖積低平地の水田地帯と左岸洪積台地の畑地帯で、宇都宮市外1市3町におよぶ受益面積3,324haの地域である。

この水田地帯の農業用水の取水は、現在8ヶ所の井堰に依るが、いずれの施設もその老朽化と河床変動の激しさで、多大の経費と労力を投入しながら確保されている現状にある、加えてその一部下流地域は、上流からの残水依存と言う極めて不安定な用水源でまかなわれている。又畑地帯は都市近郊にある首都圏農業の確立が期待されながら、用水源が全くなく低位生産性を余儀なくされ、その経営も不安定な実情にある。

本事業は鬼怒川下岡本地点に頭首工を新設して、旧井堰の合口による合理的な取水を図るとともに、川治ダムによって新たに開発される水資源の利用と相まって、受益地域内の農業基盤の整備を実施することにより、地域農業の確立とその振興に資することを目的とするもので、昭和53年10月国営事業として着手された。

主要基幹施設は岡本頭首工、右岸幹線水路及び左岸用水路等で、岡本頭首工は、旧井堰の既得用水と新規水田及び畑地かんがい用水を合せて最大12.3 m<sup>3</sup>/s を取水する。なお本頭首工は、栃木県企業局が実施する鬼怒左岸台地地区水道事業及び同地区工業用水道事業の用水(2.3 m<sup>3</sup>/s)を農業用水とともに取水するため、両者の共同施設として建設するものである。

地区内の幹線水路は総延長40kmを、路線の新設又は改修により整備する。

### (3) 水源開発

鬼怒川の水源開発施設としては、戦前から調査が行われ、昭和32年に完成した五十里ダム、昭和42年に完成した川俣ダムが既にあり、更に昭和58年度に完成予定されている特定多目的ダムの川治ダム、他に中禅寺ダムがある。それぞれのダムの概要は次のとおりである。

#### ① 五十里ダム

五十里ダムは、鬼怒川改修工事が開始された大正15年から、改修計画の一環として調査が行われ、現在の地点より約2km上流にダム設置が予定されたが、地質の関係で昭和8年計画は中止された。その後昭和13年に大出水があり、再び設置問題が検討され、昭和16年より再び調査が行われた。第二次大戦のため一時中止された。昭和22年のカスリン台風、23年のアイオン台風、24年のキティ台風が襲し、各地で大きな災害を生じたため早期ダム設置の要望が高まり、昭和25年見返資金の解除をまって、ようやく当時としては日本最大のダムとして支流男鹿川藤原地点に工事着手された。

ダムの諸元を見ると、流域面積271.2km<sup>2</sup>、型式、重力式コンクリートダム、ダム高112.0m、総貯水容量55,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、有効貯水容量46,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、発電及

びかんがい容量(洪水期)11,200×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、(非洪水期)32,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、工期昭和25～32年、事業者建設省、当ダムの目的は洪水調節、農業用水の補給と、発電を目的とした多目的ダムである。



写真一 五十里ダム

#### ② 川俣ダム

鬼怒沼の下流約15km地点の瀬戸合峽と呼ばれた景勝の地で石英粗面岩で形成される鬼怒川上流の狭く部に築造された。五十里ダムと同様に鬼怒川の洪水災害防止を目的とした洪水調節、農業用水の補給と、発電を目的とした多目的ダムである。

ダムの諸元は、流域面積17.4km<sup>2</sup>、型式アーチ式コンクリートダム、ダム高120.0m、総貯水容量87,600×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、有効貯水容量73,100×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、洪水調節容量(洪水期)20,600×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、(非洪水期)24,500×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、発電及びかんがい容量73,100×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、工期昭和32～41年、事業者建設省である。

#### ③ 川治ダム

川治ダムは、洪水調節、かんがい用水、都市用水の供給を目的とする多目的ダムで、鬼怒川本川の栃木県塩谷郡藤原町川治地点に建設省の直轄事業として、昭和48年事業に着手し、昭和58年度に完了する予定である。

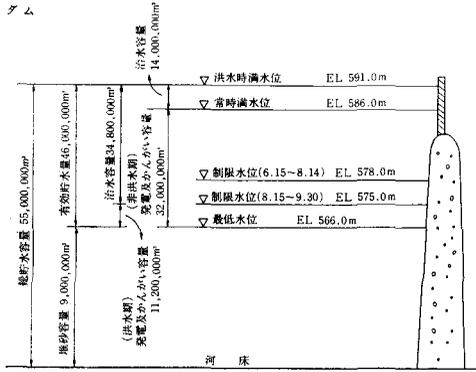
ダムの諸元は、流域面積323.6 km<sup>2</sup>、型式アーチ式コンクリートダム、ダム高140.0m、総貯水容量83,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、有効貯水容量76,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、洪水調節容量36,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、発電及びかんがい容量76,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、工期昭和43年4月～59年3月である。利水容量配分としては、洪水期利水容量40,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>(不特定用水1,500×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、特定かんがい17,100×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、上水7,900×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、工水13,500×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)、非洪水期利水容量76,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>(不特定用水2,100×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、特定かんがい25,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、上水17,800×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、工水30,400×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)となっている。

#### ④ 中禅寺ダム

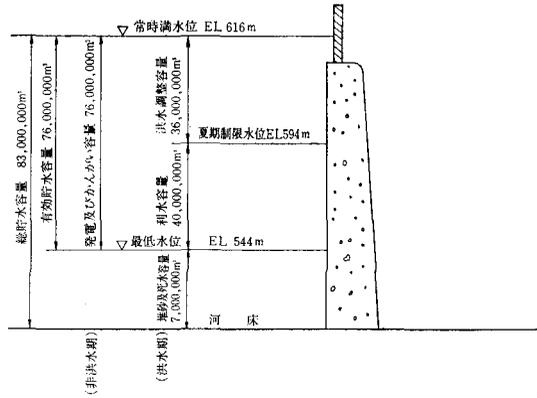
中禅寺湖の開発計画は古く明治43年より栃木県の課題として種々の調査を実施したが実施に至らなかった。そ

## 容量配分図

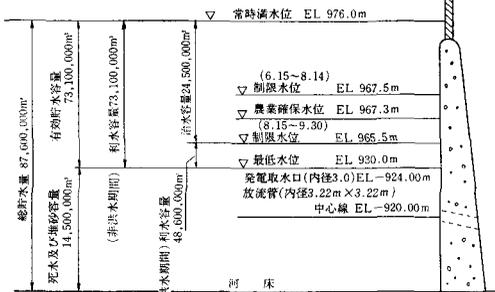
五十里ダム



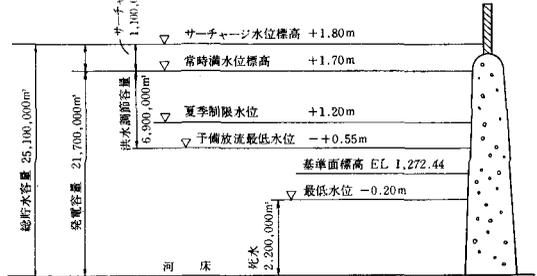
川治ダム



川俣ダム



中禅寺ダム



の後昭和29年11月鬼怒川総合開発の一環として実施する構想を明らかにし本格的調査に入った。地質水文等の基本調査と併せて仮堰により実質的に湖水位の調整を実施してその影響を確認し、事業に着工した。

この中禅寺ダムによって豊水期に貯水し、湖水の異常低下を防止するとともに華厳の滝の年間落水の安定、大谷川沿岸のかんがい用水の補給と、下流発電の発生電力量の増加をはかっている。

ダムの諸元は、流域面積125 km<sup>2</sup>、型式、重力式コンクリートダム（フローティング）、ダム高6.40m、総貯水容量25,000×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、有効貯水容量22,800×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、かんがい容量4,600×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、工期昭和32年4月～35年3月、事業者栃木県、目的洪水調節、かんがい、発電である。

### 4. 鬼怒川水系の水利調整および水利紛争

鬼怒川水系は前述のとおり、河川流量に比べ農業用水の取水が多く、又河床低下や洪水による取水施設破損などにより各農業用水は常に不安定な取水に悩んでいた。このため上流における取水施設の改善や、取水量の増減、発電を目的としたダムによる水使用の変化は直ちに下流取水者によって大きな影響を与えることになるので、重大な関心事であった。鬼怒川水系では戦後からその目的に応じ農業水利団体による組織が結成され、水源

施設の建設要望の運動や、上、下流の水利紛争及び調整が行われた。ここではその主なものを上げると①昭和15年に下流の茨城県の農業水利団体が集まって、茨城県鬼怒川、小貝川沿岸水利同盟会を結成し、関係機関に五十里ダム等の水源施設の建設を強く要請した運動、②鬼怒川中部佐貫頭首工建設に対する下流勝瓜用水他7団体との水利紛争、③佐貫頭首工の取水パターンの変更に伴う発電との水利協議、④鬼怒中央岡本頭首工建設に伴う下流鬼怒南部土地改良区連合との水利紛争、⑤多目的ダム建設に伴う既得農業用水との調整などで、これらをここに取り上げ、鬼怒川水系における水利調整の特色を述べることにする。

#### (1) 戦前の鬼怒川における農業水利団体の組織

鬼怒川の下流及び小貝川沿の農業用水は特に毎年取水量不足に悩まされていたが、河水統制調査が全国的に開始されると、下流の農業水利団体でも鬼怒川に貯水池建設を要請する動きが始まった。

昭和15年6月に鬼怒川下流と小貝川の江連用水、吉田用水、大井口用水、福岡堰など20の普通用水組管理者と茨城県耕地課で茨城県鬼怒川、小貝川沿岸水利同盟会を結成した。この同盟会は鬼怒川上流にダム（五十里ダム）を建設すること、鬼怒川と小貝川の連絡水路を建設することなど恒久的な対策を関係行政機関に要請するとともに応急的な渇水対策として、中禅寺湖の緊急利用、

農業用水間の番水、栃木県内農業用水との調整、発電との水利調整などを活動の目的とされている。

同盟会の結成の趣意書から目的及び事業の主なものを見ると次のとおりである。

「鬼怒川ノ水源ヲ潤沢ナラシメ稲作期ノ渇水ヲ増補シ併セテ小貝川本支流及田川ノ水量ヲ豊富ナラシムル業ノ遂行ニ邁進センコトヲ期ス

- ① 鬼怒川上流ニ大貯水池ノ築造ヲ主眼トシ之ガ実施ヲ政府並関係当局ニ要望スルコト
- ② 鬼怒川ト小貝川本支流トノ間ニ連絡水路及水門ヲ設ケ流水ノ有無相補フベキ施設ヲ行フコト
- ③ 旱魃応急対策トシテ鬼怒川、小貝全川ニ対シ交番分水ヲ行フコト  
尚中禅寺湖水ノ利用ヲ極力実現セシムルコト
- ④ 水力発電ノ放流ヲ農業用水ト可及的並行セシムル事ヲ関係電力会社ニ要望シ必要ナル施設ニ協力スルコト
- ⑤ 河水統制実現ニ協力シ水源涵養ヲ栃木県ニ要望シ開墾事業ヲ監視スルコト
- ⑥ 農業水利法ノ制定ヲ政府並関係当局ニ要望スルコト」

この時期五十里ダム建設に関係して上流栃木県男鹿川河水統制期成同盟会を結成し、下流の茨城県鬼怒川、小貝川沿岸水利同盟会と共同で各種の陳情等を行っており、渇水時には両同盟会が水利調整について話し合いの場ともなっていた。

五十里ダム建設の計画は戦争突入により宙に浮くことになったが、戦後まもなく調査が開始されたことにより茨城県鬼怒川、小貝川沿岸水利同盟会は濃淡はあったが、継続して活動を行い、昭和25年五十里ダムの建設着工、昭和32年川俣ダムの着工、中禅寺湖のダム利用のための改修着工とその成果を上げた。しかし川俣ダムの建設の目的がほぼ達成されたこと及び鬼怒川南部事業促進のための鬼怒川南部土地改良事業促進協議会が設立されたこともあり、同盟会は事実上自然消滅となったようである。

## (2) 鬼怒川中部の水利調整

鬼怒川中部地区は鬼怒川国営三堰のうちで最初に事業が行われた（着工昭和32年）。事業の実施に際して下流水利者である茨城県江連用水、大井口用水、吉田用水など6土地改良区から取水の影響を与えらるゝとして、鬼怒川中部合口事業に対し反対の強い意向が出された。

上流で漏水等が多い不完全な井堰が佐貫頭首工に合口され、現況の取水以上が取水されること、更に受益地の一部が小貝川水系になり、還元水が鬼怒川にもどらず小貝川に排水されることになるため、ただでさえ不安定な下流部の取水を更に不安定にするという反対理由であ

る。

事業主体である農林省東京農地事務局では早速下流農業水利団体への説得に努めたが、その調整には7年の歳月を要した。

解決を得る基本的な事項としては

- ① この水利調整問題を検討するため、昭和36年9月に、農林省、栃木県、茨城県及び地元土地改良区代表により鬼怒川水利協議会（規約第3条（目的）、この協議会は国営鬼怒川中部及び南部地区に関する用水量を把握し、常に円滑な水利運営を図ることを目的とする。同第4条、この協議会は国営鬼怒川中部及び南部の水利に関連する関係行政機関、地方公共団体の職員及び土地改良区の代表者をもって組織する。）を設置したこと。
- ② 下流7土地改良区取水口を統合し、水路を整備する。鬼怒川南部農業水利事業を国営で早急に実施し、下流土地改良区取水の不安定を解消すること。
- ③ 上流に建設された五十里ダム、川俣ダムの不特定用水は上、下流で折半の使用の権利とすること。
- ④ 下流勝瓜地点で基本流量13 m<sup>3</sup>/s を切る場合は佐貫頭首工では5 m<sup>3</sup>/s を限度として下流に放流し、そのための放流施設を設置すること。

など下流水利者が上流水利者の取水を制限する条件で初めて調整が付いたといえる。

この調整の結果、昭和37年2月20日に下流鬼怒川南部土地改良事業促進協議会が佐貫頭首工の設置に承諾を与えた。承諾の内容は次のとおりである。

### 承 諾 書

先般御申越のあった国営鬼怒川中部農業水利改良事業頭首工設置については、左記条件を附して承諾いたします。

#### 記

- 一、佐貫地点に新設する頭首工による取水は農業水利権を優先させること。
- 二、鬼怒川南部協議会地区（勝瓜、大井口、吉田用水、江連用水、伊讃美ヶ原、結城用水各土地改良区）への分水地点は発電テールとし、毎秒10トン余を送水出来る断面を有する専用水路より分水すること。
- 三、前記専用水路の管理は、鬼怒川南部協議会（仮称）が行うこと。
- 四、鬼怒川南部への分水量は、勝瓜地点において毎秒13トンを下る時は5.0トンを限度として分水し、中部地区時期別必要水量以外の水も前記専用水路より放流すること。
- 五、前記分水量は暫定配分量とし、工事完成後三年間の実績により本配分量を確定するが、実績調査

の都合によっては、暫定期間を延長すること。

六、南部分水口工事実施に当っては、着工前に構造図を示して茨城県の承認を得ること。

七、集水暗渠は、下流地区の同意を得なければ設置しないこと。

八、前記分水口以下勝瓜地点迄の間においての新たな取水は認めない。

九、今後の中部地区、南部地区との協定は委員会を設立して定めること。

以上

昭和三十七年二月二十日

鬼怒川南部土地改良事業促進協議会

### (3) 鬼怒川中部地区水利使用計画変更に伴う発電との調整について

鬼怒川中部地区は昭和42年6月29日付で次の内容の水利権を取得している。

5月15日から6月5日まで	35.0 m <sup>3</sup> /s
6月6日から6月15日まで	42.0 "
6月16日から7月20日まで	36.0 "
7月21日から8月10日まで	40.0 "
8月11日から8月31日まで	38.0 "

(期限は昭和66年3月31日)

この水利権量は国営の事業計画にもとづくもので、五十里ダム、川俣ダムを東京電力の発電と共同で使用するという貯水池計算を行った上で決定されたもので、昭和17年から26年までの10年間の計算により、渇水年と考えられる昭和17年を基準年として両ダムで確保される農業用水量である。

水利権取得と前後して田植機械の導入などにより水稻栽培様式が急激に変化し早期栽培が普及定着し、水利利用の開始が1ヶ月以上早まるようになった。農林省では水利利用の実態にマッチした水利権を確保するため、昭和44年11月に関東地方建設局に次の水使用内容の変更協議書を提出した。

4月1日から4月10日まで	18.0 m <sup>3</sup> /s
4月11日から4月20日まで	26.0 "
4月21日から4月25日まで	33.0 "
4月26日から4月30日まで	36.0 "
5月1日から5月20日まで	42.0 "
5月21日から6月30日まで	36.0 "
7月1日から8月20日まで	34.0 "
8月21日から8月31日まで	19.0 "
9月1日から3月31日まで	11.0 "

これに対し関東地方建設局は、鬼怒川中部地区の水源となっている川俣ダムの利水者である東京電力(発電)の同意が必要であるとして協議書の受理を拒否したため、関東農政局としては直ちに東京電力との交渉に入っ

た。東京電力ではかんがい期が1ヶ月前に来ることに より川俣ダム、五十里ダムの放流計画が変更されることは、4ヶ所(川俣発電所27,000 kW、栗山発電所42,000 kW、鬼怒川発電所127,000 kW、塩谷発電所9,200 kW)の発電価値が低下するとして減電補償を農林省に要求して来た。農林省、栃木県及び地元土地改良区としては、水使用の変化が必ずしも減電に結び付くことはないとし、また、鬼怒川の両ダムは本来農業用水確保を第一目的に建設されたものであると認識しており、更に事業完了後であり補償金のねん出は物理的に無理であったため交渉は長期に渡った。

鬼怒川中部地区の取水パターンについては既に述べたように水稻作期の早期化により変更を必要とし水利権変更の協議中であるが、水利使用の改定までの暫定期間について利水者間(東京電力と農業用水)の調整の要が生じ、特に昭和42年には完成間も無い川俣ダムの発電操作が、下流の農業用水の水使用の変化を把握せず、計画書による操作を行ったことに渇水が重なり、6月にはダムが空になると言う人為的な要素を含む異常事態を発生させ緊迫した空気が農業用水側に発生したこともあり「川俣及び五十里ダムの貯水の有効適切な利用によるダムの円滑な運用を図る」という目的で、昭和43年4月1日に鬼怒川上流水利調整連絡会(栃木県農業、電気、河川関係、建設省、東京電力、地元土地改良区)が設立された。以降毎年かんがい開始前にその年の取水パターンのとり決めを行っており今日までさほど問題は起きていない。

関東農政局はその後鬼怒川中部土地改良区連合と取水量等に対する調整に入り、取水実績(実態)、毎年かんがい期直前に行われている利水者間調整状況等を考慮に入れ下記のとおり必要水量、水利権設定量をもって、東京電力と調整した後関東地方建設局と水利権協議に入ることとし、現在東京電力と鋭意調整中であるが、かなりの減電が考えられ合意の見通しは立っていない状況である。

期別	期 間	必要水量	水利権設定
夏期	4月11日～4月15日	27m <sup>3</sup> /s	42m <sup>3</sup> /s
	4月16日～4月20日	32	
	4月21日～5月5日	42	
	5月6日～5月15日	37	37
	5月16日～5月25日	34	
	5月26日～7月10日	30	30
7月11日～8月10日	30		
8月11日～8月31日	30		
冬期	9月1日～4月10日	11	11

### (4) 鬼怒川中部地区着工に伴う水利調整問題

既に国営事業で建設された鬼怒川中部地区佐貫頭首工

と鬼怒川南部地区勝瓜頭首工の中間に位置する石井用水、飛山用水、木の代用水など7用水を合口する国営鬼怒中央農業水利事業が昭和53年着工することになったが、着工に先立ち下流水利権者である鬼怒川南部土地改良区連合から、鬼怒中央地区の合口事業は鬼怒川南部地区の取水に影響があるとして、事業主体である関東農政局に対し反対陳情が行われた（昭和53年7月）。

関東農政局はこれを受け鬼怒川南部土地改良区連合に対し、鬼怒中央地区の岡本頭首工は既得用水の合口で、取水量は変わらず、又新規の畑地かんがい等の用水は全量川治ダムで確保されていること。及び取水操作は勝瓜頭首工の取水に影響を与えないようにするなどの説明を行った結果、事業については次の4条件を前提として、工事着手前に鬼怒川南部土地改良区連合と内容協議を了すと言うことで、了解する旨回答がなされた。

4条件とは

- 「① 鬼怒川南部農業用水に係る水利使用に支障をきたさないこと。
- ② 鬼怒川に係る農業用水の調整を行うため、利水調整協議会並びに管理組織を設置すること。
- ③ 鬼怒川中部地区と鬼怒川南部地区との利水調整が円滑に行われるよう国も協力すること。
- ④ 田川水系の渇水対策について国は積極的に協力し、その解決に努力すること。」

この条件を受け、関東農政局、栃木県、茨城県の行政機関を中心に技術的問題を検討する鬼怒川水系農業水利検討委員会（規約第3条目的、委員会は、鬼怒川水系の関係農業水利団体等と連携し、鬼怒川水系に係る農業利水上の諸問題を専門的立場から検討することを目的とする。）が昭和54年5月に設置された。

4条件のうち、更に利水調整協議会の設立については、栃木県及び茨城県担当部局の関係農業水利団体に対する積極的な指導により関係水利団体の総意のもとに、昭和56年8月に鬼怒川水系農業水利協議会として発足をみている。

同協議会の規約の主なものを書くと次のとおりである。

鬼怒川水系農業水利協議会規約

- 第1条 本会は鬼怒川水系農業水利協議会（以下協議会）という。
- 第2条 協議会の事務局は、会長の所属する土地改良区、もしくは連合内におき、協議会の運営にあたる。
- 第3条 鬼怒川水系における農業水利の円滑な運営と開発促進を図ることを目的とする。
- 第4条 協議会は、前条の目的を達成するため、次の事項を協議する。

- (1) 農業用水の確保と調整に関すること。
- (2) 新規水資源開発及び他種水利との調整に関すること。
- (3) 佐貫頭首工、勝瓜頭首工、岡本頭首工とそれに関する施設の操作、管理に関すること。
- (4) 農業水利開発の促進に関すること。
- (5) 農業水利の調査に関すること。
- (6) 農業水利に関する関係機関への建議及び陳情に関すること。
- (7) 農業水利に関する啓発、宣伝に関すること。
- (8) その他、この協議会の目的を達するために必要な事項に関すること。

第5条 協議会は、鬼怒川中部土地改良区連合理事長、鬼怒川南部土地改良区連合理事長、鬼怒中央土地改良区連合理事長及び次項により選ばれた団体の代表者（以下「代表者」という）をもって構成する。

2 前項の代表者は別表1、別表2に掲げる土地改良区の長の互選により決定する。

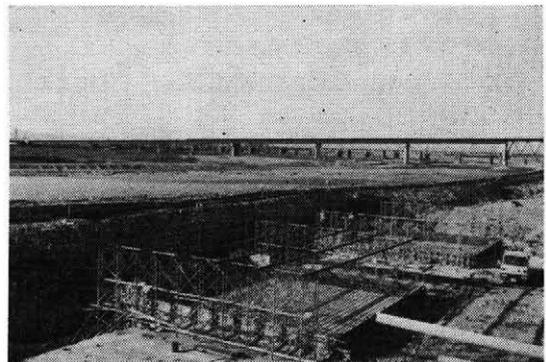
(別表 1)

船生土地改良区	小林用水土地改良区
塩の室土地改良区	清次郎用水土地改良区
芝河原土地改良区	

(別表 2)

小谷沼土地改良区	川西村土地改良区
報恩寺土地改良区	仁江戸土地改良区
菅生沼土地改良区	水海道用水組合
大野土地改良区	八千代農協
二本紀土地改良区	
守谷町外1町1村土地改良区	

この協議会は従来の農業用水間の調整ばかりでなく、川治ダムなどの新規水源間及び上水道、工業用水など他種用水との調整に関する事、又国営3頭首工の将来の管理に関する事をも目的にしている。更に鬼怒川本流から取水している全農業用水（支流の田川上流、大谷川



写真一 2 工事実施中の岡本頭首工左岸側

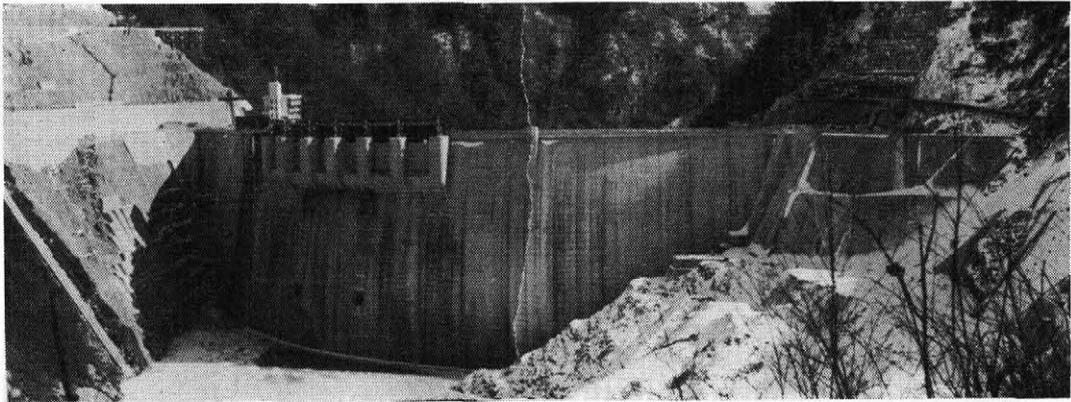


写真-3 川治ダム

を除く)団体が一応加入していると言う全体的な水利協議組織であることに大きな特色を持っている。

施設の管理組織の設置及び田川水系の渇水対策については、現在、鬼怒川水系農業水利検討委員会において検討中である。

鬼怒川南部用水の水利使用の優先性については、岡本頭首工に下流放流施設を設置し、その具体的操作方法は委員会及び協議会で協議されることとなった。

これらの措置によって鬼怒川南部連合は一応、岡本頭首工の工事着工に同意し、又河川協議も整い、昭和56年10月から岡本頭首工は河川内工事に着手出来るようになった。

#### (5) 川治ダム完成に伴う多目的ダムと既得農業用水との調整

鬼怒中央地区岡本頭首工に対する下流農業水利団体からの4条件の内容検討が行われている過程で、川治ダムで確保される新規用水と既得農業用水との調整問題が、農業水利団体内で大きくクローズアップされてきた。

川治ダムに対して各々の農業水利団体は、従来それぞれに不安感を持っていたが、同じ建設省が築造した五十里ダム、川俣ダムが既得農業用水に大きく効果があったため、今回の川治ダムも何らかの形で農業側に有利なものとなると考えていたこと、及び建設大臣は特定多目的ダム法の規定に従い、関係行政機関に一応の協議をしたが、関係農業水利団体には殆ど内容が知らされていなかったことがあって、それまで特に農業水利団体による統一的な動きは見られなかった。

しかし、川治ダムに新規水源を得る鬼怒中央地区と下流鬼怒川南部地区との調整問題は当然として、川治ダムの利水計画と既得農業用水との関係に帰着することとなり、鬼怒中央地区との調整を目的としていた鬼怒川の利水協議会は、更に、新規他種用水、水源開発など従来鬼怒川では発生しなかった問題をも含めた目的の協議会設置へと変化して行った。

このため、前述の鬼怒川水系農業水利協議会は当面の

活動の一つとして、完成ま近い川治ダム(建設省)との交渉を開始することになった。

建設省と協議会(準備段階も含む)とは昭和55年末から継続的に交渉を行い、現在も調整は付いていない。川治ダムの貯水が昭和57年春から試験的に開始され、新規用水と既得用水との競合問題が具体的な事実となるため、今後さらに厳しい紛争が関係者の間で発生すると予想される。

協議会の川治ダムに対する問題認識は昭和56年7月28日に協議会から建設省に出された文書に、比較的わかり易く表現されているので、その内容を次に示す。

鬼怒川水系川治ダム運用に対する申し入れ書  
 鬼怒川水系における農業用水の利用につきましては、特段のご配慮を賜り厚く御礼申し上げます。  
 又、過日は川治ダムの概要についての御説明をいただき深く感謝申し上げます。  
 その後、関係者により今後の対策につき協議いたしましたところ、ダム運用にあたっては、次のことを前提として実施されますよう強い要望がありますので、これにつきまして御多忙とは存じますが御回答賜りたく、ここに関係者の総意を代表し申し入れいたします。

#### 記

- 一、佐貫頭首工、勝瓜頭首工など、既存用水の取水を、川治ダムに新たに水源を依存する事業の取水より優先させること。
- 二、川治ダムの放流については、農業用水取水施設よりの下流放流を強制しないこと。
- 三、既設の五十里ダム、川俣ダムは既存の農業用水の補給に専用されており、川治ダム完成後も、利水上は区別した運用を行うこと(三ダムの統合運用は行わない)。
- 四、五十里ダム、川俣ダム及び川治ダムの基本的な運用については、利水者並びに関係機関(建設省、

農林水産省、栃木県、茨城県)からなる「鬼怒川ダム運営協議会(仮称)」を設置し、同協議会で決定すること。尚、ダム操作規程の作成にあたっては同協議会の同意を得ること。

五、鬼怒川と利根川とは完全分離扱いとし、川治ダムを含めた三ダムの貯水量をその渇水対策に絶対に使用しないこと。

六、鬼怒川水系各取水の冬期水利権及び既得水利権の内容変更等について早急に許可すること。

昭和五十六年七月二十八日

## 5. 鬼怒川水系における水利調整上の今後の問題

川治ダムの完成に伴い鬼怒川水系の既得農業用水との問題点については前項で述べたが、当水系において今後更に上流の水資源開発等によりいくつかの問題が考えられる。主な問題点は次のとおりである。

### (1) 思川開発(南摩ダム)との調整について

この開発計画は、鬼怒川支川の大谷川等から、非かんがい期の余剰水を南摩ダムへ導水し栃木県中央畑地地区など農業用水毎秒 $3\text{ m}^3$ 、栃木県や東京都に都市用水毎秒 $14\text{ m}^3$ を供給するとともに、洪水調節(ダム地点流量毎秒 $220\text{ m}^3$ うち毎秒 $200\text{ m}^3$ をカット)及び流水の正常な機能の維持を図るとしているが

- ① 冬期の水利権が未解決である鬼怒川水系で、冬期用水と言えども流域変更は問題である。
- ② 冬期のみの取水とは言え、流域変更の水路が完成すれば渇水時、又は南摩ダム空時に夏期の取水が絶対に行われまいと言う保証はない。
- ③ 鬼怒川水系の今後の農業用水資源開発の余地がなくなる等である。

### (2) 湯西川ダムとの調整について

湯西川ダム計画は建設省直轄事業として、昭和57年度から実施計画調査が認められた段階で計画内容については不明であるが、都市用水の特定利水者が利根川流域となれば川治ダムと同様、放流、貯留とも鬼怒川水系の既得農業用水と競合関係が生れ、種々の問題が起きる可能性がある。

### (3) 北千葉導水事業など利根川下流部の水資源開発との競合

利根川の下流部では北千葉導水事業や、現在調査中の霞ヶ浦導水事業及び構想の段階ではあるが、印旛沼の2次開発など余剰水を貯水等し、水資源を生み出す事業が今後実施されることが考えられる。この場合、鬼怒川の計算上の余剰水が当然これらの計画の中で利用可能とされることになるが、従来の上流優先的な思想が完全にくずれ、下流の水資源開発が上流側を完全に制約するような事態も発生しかねないと言える。このことは、鬼怒

川水系独自の水資源開発を今後著しく制約するものであり、又、農業用水の営農の変化に合わせた弾力的な水使用を制限するようなことも懸念される。

### (4) 利根川本流の渇水調整とのかかわり

現在、利根川本流は関東地方建設局が中心となり、都県河川、水資源部局からなる利根川水系渇水調整連絡協議会を設置し、行政機関における渇水調整の検討を行って農業水利団体とのトラブル等発生させながらも、過去昭和53、54、55年と取水制限などを利水者に実行させて来た。

利根川の渇水調整は従来、本流関係の取水に限定されて来たが、鬼怒川水系においても、千葉県の新規用水を持っている川治ダムが完成することにより、今後、利根川の渇水調整の中に組み込まれる恐れは十分にある。

このことに対し、前述のとおり鬼怒川水系農業水利協議会も反対意向を既に出してはいるが、渇水頻度の高い利根川の実態を見ると、今後、協議会と建設省等の間で大きな紛争の一つになると考えられる。

## 6. まとめ

鬼怒川水系の農業水利団体は常に渇水に悩まされ、発電との調整、新規ダムの建設要請など戦前から活発な動きを行っていた。

戦後、農業用水は鬼怒川中部地区、鬼怒中央地区、鬼怒川南部地区と3つの国営事業で整備され、また、上流部に多目的ダムである五十里ダム、川俣ダムが建設される過程で、種々の紛争水利調整が行われてきた。

これまではダムも含め、鬼怒川水系全体が発電と農業用水によってのみ利用されていたため、紛争も利水者相互の互助の精神をもとに一定の理解が成り立ち、解決が何とか可能であったと言える。

しかし、上水道、工業用水など新規の利水者を対象とした川治ダムが、この水系に建設されることにより、水利紛争の性格は今後大きく変わって行くことが予想される。現に、最近鬼怒川水系の全農業水利団体が加入して結成された鬼怒川水系農業水利協議会と川治ダムの事業管理主体である建設省との間に厳しい交渉が持たれており、長期間調査が行われている水資源開発公団の思川開発事業との紛争も必至であると予想される。

この報文では鬼怒川水系の過去及び現在に発生している水利調整と農業水利組織について記したが、益々水利調整問題が厳しくなると考えられ、鬼怒川水系の今後のあり方を検討するための一助になれば誠に幸いであると考えます。

この報文を書くにあたり、関東農政局利根川水系農業水利調査事務所、栃木県、茨城県及び関係農業水利団体の資料を利用して戴き、また、関係の方々貴重な意見を参考にさせて戴いたことを深く感謝致します。

# 改良山成工設計システムについて

福 田 守\* 本 田 賢 三\*\*

## 目 次

1. はじめに……………(32)	(1) プログラム概要……………(33)
2. システムの基本的な考え方……………(32)	(2) 入力項目……………(34)
3. 利用形態……………(32)	(3) 出力項目……………(34)
(1) システムの位置付け……………(32)	5. 利用実績……………(36)
(2) 利用方法……………(33)	6. 留意事項……………(36)
4. 処理概要……………(33)	7. おわりに……………(38)

## 1. はじめに

最近の農地開発事業は、高性能農業機械を導入した営農を可能とする工法として、改良山成工が主流となってきた。改良山成工は緩傾斜で大区画のは場を造成する有利性がある。しかし、大量の土工事を必要とするなどの固有の特徴があり計画、設計において土工量を的確に算定することは重要な事項である。

改良山成工の設計にあたり、土工量の算定方法に

- (1) 標準断面法
- (2) 断面法（縦横断面法）
- (3) 等高線法
- (4) メッシュ法

等がある。こんにち、電子計算機の普及により、(4)メッシュ法を電算処理で行うことが可能となった。

農林水産省構造改善局では、昭和46年度から、土地改良事業の電算処理化を推進し、改良山成工設計システムは、昭和49年度から開発に着手し、これまでに各種の改良を重ね、昭和54年度から全国標準システムとして運用している。

この報文は、農林水産省構造改善局が開発し、現在各地方農政局土地改良技術事務所で運用している標準システムについて、東海農政局管内の実績をふまえて紹介しようとするものである。

## 2. システムの基本的な考え方

改良山成工は、高性能農業機械導入による営農を可能とするため、主として緩傾斜、大区画のは場を造成するものである。したがって自然状態にある現地地形を人為的に大規模に変化させるため、対象地区内を形状的に変化

させるだけでなく、地区周辺に二次的な影響をひきおこすこととなる。

すなわち、造成工事は直接的には、現況地形の標高、コウ配及び傾斜方向の変更を目的として行われるのであるが、その結果、排水系統の変更、は場面近くの土質、土層厚さ等の変化を伴うため、状況によっては、地すべり、土砂流亡、洪水等の災害の要因ともなりかねない。

したがって、一般的には、緩傾斜面にすればするほど営農上、防災上から望ましいのであるが、必然的に大量の土工を必要とし工事費が増大するため、開畑設計においては、工事費、営農及び防災等を総合的に考慮しなければならぬ。

以上の要件を満足するような設計を行うためには技術的、工事的な処理判断にとどまらず、数量的な表現が困難な制約要件に対しても評価できるシステムが必要となってくるが現実には不可能に近い。

しかし、非数量的もしくは重要な判断を必要とするところは設計者が介在することを前提とし地形、工事量など数量化できるところは可能な限り数量化して電算処理することにより比較設計など判断のための十分な資料を作成させる。そうすることによって電算機のもつ高速、正確、大量の演算能力を利用することによる信頼性の高い設計を行うことができる。又、今までの単純な手計算から技術者を解放し、労力をより高度な技術力の発揮に向け、全体として最適もしくは、それに近い設計をめざすシステムである。

## 3. 利用形態

### (1) システムの位置付け

農林水産省構造改善局所管の国営農地開発事業については、各地の開拓建設事業所において、測量設計業務を建設コンサルタント業者に請負発注している。

\* 東海農政局土地改良技術事務所

\*\* " "

改良山成工の設計手法は、既に述べたとおり、各種あり、また、電算処理によるメッシュ法を採用するとしても、建設コンサルタンツ業者の保有する電算プログラムによって処理する場合、発注者は使用するプログラムについてあらかじめ審査する必要が生じてくる。また、コンサルタンツ業者相互によって、プログラムが各種多様の場合、事実上、プログラム審査は困難と考えられる。

したがって、測量設計業務の請負契約において、「電算処理は、発注者が保有するプログラム（全国標準システム）を使用すること」と仕様書で定め、プログラム審査を省略し、業務の合理化をはかっている。

## (2) 利用方法

現在の利用方法は、プログラムは非公開で、電算機の使用は土地改良技術事務所職員が行っている。

実際の利用方法は、開拓建設現場の事業所が建設コンサルタンツ業者に測量設計業務を発注する（土地改良技術事務所の電子計算機が使用できる）。コンサルタンツ業者が、測量成果をもとに入力データを作成し、技術事務所の職員が電子計算操作を行い、コンサルタンツ業者が電算処理結果を持ち帰り設計、製図、数量計算等を行う方式である。

## 4. 処理概要

本システムの基本はメッシュ法（造成区域を一定のメッシュに切って、その交点の座標と標高により土工量の算定を行う）であり、現況地盤標高をもとに「水柱モデル法」、「造成方向指定モデル法」により計画造成標高の決定と土量計算、又は「計画造成標高指定」による土量計算を行い、「線形計画法」を使用して運土計画を求めるものである。

システムは、設計者における比較設計が便利なように YAMA 1～YAMA 4 までの 4 つのプログラムに分けてあり、設計作業フローは図-1 のとおりである。

### (1) プログラム概要

#### 1) YAMA 1 ……（現況地形の数値区分）

改良山成工の設計に着手する際、基本平面計画を樹立する前提として、まずなによりも、現況の地形を正しく分析し、は握しなければならない。YAMA 1 は計画の対象となる地区全体をメッシュ単位として、現況標高データから、標高分布、傾斜度分布、傾斜方向分布の 3 項目につき、それぞれ区分して出力するものである。

また、メッシュ面積計算を行い、現況データファイルの作成を行う。

この結果をもとにして改良山成工で造成可能であるかどうか、また、平面的な区画割（ブロック割り）などの基本構想を決定する。

なお、現況標高データ、境界座標データ等の項目

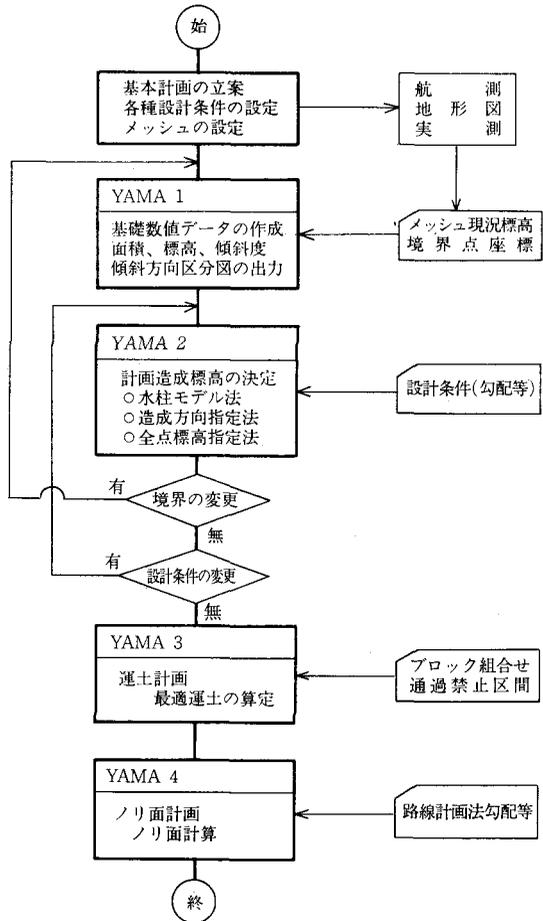


図-1 設計作業フロー

チェック及び関連チェックも行う。

#### 2) YAMA 2 ……（計画標高決定，土量計算）

YAMA 1 で作成された現況データファイルをもとに造成コウ配、土量換算係数、切盛バランス等の設計条件を入れて、これらの条件を満足する計画造成標高を求め、その結果を土量計算として出力する。

ここで計画造成標高とは、何らかの方法で現地形の変更が行われ変形された地形の状態が最適もしくは、それに近い状態で各種の設計条件を満足するような変更後の標高と定義する。

本システムでは、①水柱モデル、②造成方向指定モデル、③全点標高指定モデルの 3 つの造成手法・形態を考え、そのいずれかを任意に選択することにより、現場での設計により円滑に対応できるよう考慮されている。

#### [注]—① 水柱モデル

切盛土量が最も少なく設計できるモデルであり地区全体傾向をつかむ目的で主に使用する。

#### ② 造成方向指定モデル

造成方向（ほ場面の向き）及び最大造成コウ

配を指定し切盛土量を計算する。

### ③ 全点標高指定モデル

計画標高がすでに決定されている場合であり切盛土量のみ計算させる。(出来高管理用に使用できる)

付加機能として、ブロック間の段差をなくしたいまた、既設の構造物や道路にあわせたい等の理由により、計画標高ブロック全体を上下させることが可能である。なお、水柱モデルにおいては、一部分のメッシュのみ固定することができる。

### 3) YAMA 3……(運土計画)

YAMA 2によって計画地形が決定され、各メッシュ単位での切盛土量と、それが発生する平面位置が出力される。

YAMA 3はこの出力結果をデータとして入力し総工事量が最少となるような運土計画を作成するプログラムである。総工事量は、扱ひ土量×運土距離で表わすことができるが、これは供給地(切土)から需要地(盛土)へ物資を輸送(運土)するとき最も適な輸送経路(運土経路)を求めようとする輸送型の線形計画法の手順を適用している。

付加機能として次の事項がある。

- 各切盛メッシュ間の運土距離は原則として、メッシュ重心間距離とするが、その運土経路上(重心間を結ぶ直線上)に除外地、地区外及び既設構造物等の通行不能障害がある場合は、運土経路の変更が必要となるため、運土経路の変更が指定可能である。
- 各ブロックを合併しての運土計画が可能である。
- 工事積算に使用する、運土距離区分別の出力ができる。(運土距離区分別に出力されると対象機種区分別が決定される。例として、ブルドーザ、スクレーパードーザ及びキャリオールスクレパ等)

### 4) YAMA 4……(ノリ面計画)

YAMA 2によって計画地形が決定されるが地区界、ブロック界は垂直であると便宜的に仮定している。

しかし実際は、ノリ面、グリーンベルト、道路、小段等を設けなければならない。

そこで、YAMA 4では、YAMA 2の出力結果と道路計画、ノリコウ配、小段高さ等の諸条件を入力することにより、ブロック間のノリ面、道路とブロック間のノリ面、地区境界のノリ面につき、ノリ長を計算してノリ肩及びノリ尻の平面座標を出力する。

## (2) 入力項目

### 1) YAMA 1

- メッシュ数……X方向及びY方向、最大は各々99メッシュ

- ブロック数……最大100ブロック

- メッシュ間隔…X方向及びY方向、標準値は20mである

- 区分図パラメータ…標高、傾斜度及び傾斜方向の区分記号と区分値

- 現況標高データ…メッシュ格子点の現況標高値

- 境界座標データ…団地をNブロックに分けたときの境界座標値

[注]一標準的な現況標高データの作成方法は、メッシュ間隔は20m、標高表示単位は10cmであり、通常は航測図(1/1,000)と現地補測で行っている

### 2) YAMA 2

- ブロック諸元データ(各ブロック毎に必要)

- ブロック番号

- 計画造成標高指定データ

水柱モデル

造成方向指定モデル

全点標高指定モデル

- 計画標高を強制的に上下させるデータ

- 平均傾斜度、最大傾斜度

- 土量換算係数

- 造成方向(造成方向指定モデルの場合)

- メッシュ標高を固定するメッシュ数及びその標高データ(水柱モデルの場合)

- 全点計画標高データ(全点標高指定モデルの場合)

### 3) YAMA 3

- ブロック組合せデータ……1ケース最大切盛メッシュ数は各々300以内

- 施工段階別出力判定データ

- 運土距離区分データ

- 通過禁止区間数及び通過禁止区間データ

### 4) YAMA 4

- 道路路線数及び横断計算間隔データ

- は場のノリ面設計諸元データ

- 切盛ノリコウ配

- 切盛小段高

- 切盛小段幅

- グリーンベルト幅

- ノリ長区分データ

- 切盛ノリ長区分数

- 切盛ノリ長区分

- 道路の設計諸元データ

- 道路幅、道路切盛ノリコウ配等

- 節点数、節点座標、節点計画標高

## (3) 出力項目

団地諸元データ(タイトル)及び入力データの出力はYAMA 1~YAMA 4まですべて出力される。

\*\*\*\*\*  
 \* 7\*077 1 E30777777777777777777 \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
 \* 7\*077 1 77777777777777777777 \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
 \* 7\*077 1 77777777777777777777 \*  
 \*\*\*\*\*

-----  
 I 66555 I  
 I 665443 I  
 I 5544334 I  
 I 4444345 I  
 I 4455 I  
 I 56 I  
 -----

-----  
 I 55545 I  
 I 767687 I  
 I 8786379 I  
 I 2437692 I  
 I 1786 I  
 I 75 I  
 -----

-----  
 I N177E I  
 I S7E7S7 I  
 I S577E33 I  
 I E51N13N I  
 I 1N1 I  
 I 3N I  
 -----

キョウ	クワツ	メツシ	ヒツ
(M)	(M002)	(%)	(%)
1	10.-	20.	0.0
2	20.-	30.	0.0
3	30.-	40.	945.67
4	40.-	50.	3759.81
5	50.-	60.	2232.96
6	60.-	70.	1067.68
7	70.-	80.	0.0
8	80.-	90.	0.0
* コウガイ.メン		8006.11	(M2)
* ハイキ.ヒョウ		49.66	(M)

キョウ	クワツ	メツシ	ヒツ
(ト)	(M002)	(%)	(%)
0	0.-	3.	0.0
1	3.-	5.	100.90
2	5.-	8.	444.49
3	8.-	10.	800.00
4	10.-	15.	580.01
5	15.-	20.	653.98
6	20.-	25.	1482.13
7	25.-	30.	2284.49
8	30.-	35.	1517.38
9	35.-	40.	142.73
A	40.-	45.	0.0
B	45.-	50.	0.0
* コウガイ.メン		8006.11	(M2)
* ハイキ.スイト		22.35	(ト)

キョウ	クワツ	メツシ	ヒツ
(M002)	(%)	(%)	(%)
1	707.70	11.4	1483.57
N	707.70	18.5	547.41
3	707.70	6.8	0.0
W	707.70	0.0	0.0
5	707.70	0.0	0.0
S	707.70	22.2	1777.23
7	707.70	25.0	2004.99
E	707.70	16.0	1283.21
* コウガイ.メン		8006.11	(M2)

図-2 YAMA 1 出力例

\*\*\*\*\*  
 \* 7\*077 NO. 1 ト 77777777777777777777 \*  
 \*\*\*\*\*

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	68.95	64.89	57.34	53.13	50.88	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	59.82	56.54	53.31	50.11	47.28	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	9.13	8.35	4.03	3.01	3.60	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	55.78	126.66	153.34	180.01	92.82	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	509.33	1057.84	617.93	542.64	334.40	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	64.56	62.70	55.30	48.37	43.51	37.16	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	56.51	54.33	51.71	48.38	45.54	43.49	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	8.05	8.37	3.59	-0.00	-2.03	-6.33	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	259.85	400.00	400.00	400.00	377.46	71.64	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	2092.57	3348.66	1437.93	0.82	765.42	453.64	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	53.56	54.20	48.97	41.65	37.55	38.88	47.79			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	53.54	52.25	50.28	47.72	44.94	42.49	43.48			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	0.02	1.95	-1.31	-6.07	-7.39	-3.61	4.31			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	339.92	400.00	400.00	400.00	400.00	355.45	42.73			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	7.21	781.08	523.43	2429.26	2954.36	1282.43	184.36			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	47.95	46.55	45.52	43.93	38.81	43.94	51.56			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	51.13	50.77	49.80	47.77	44.85	43.73	44.29			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	-3.18	-4.22	-4.28	-3.84	-6.04	0.22	7.27			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	390.40	400.00	400.00	380.72	118.58	100.00	54.09			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	1240.99	1689.04	1711.60	1462.11	716.07	21.58	393.13			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	47.47	49.11	52.62	52.51	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	50.31	50.66	50.38	49.40	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	-2.84	-1.56	2.25	3.11	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	100.90	367.60	400.00	163.56	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	286.92	572.97	899.16	509.34	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	0.0	57.43	60.39	0.0	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	0.0	52.49	53.08	0.0	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	0.0	4.94	7.31	0.0	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	0.0	49.23	225.38	0.0	0.0	0.0	0.0			
7*077 NO. 1 ト 77777777777777777777	0.0	0.0	243.34	1647.34	0.0	0.0	0.0	0.0			
メン	8006.1	モリ	16089.1	キリ	14627.8	トリ	1827-1	ワ	7.4	キ	9.1

\*\*\*\*\*  
 \* ト 77777777777777777777 \*  
 \*\*\*\*\*

7*077	ソ	モ	キ	ワ	ワ	ト
ハ	ウ	リ	リ	ソ	ソ	リ
ン	ウ	リ	リ	ソ	ソ	リ
コ	ウ	リ	リ	ソ	ソ	リ
(M002)	(M003)	(M003)	(M003)	(M003/HA)	(M)	(M)
1	8006.1	16089.1	14627.8	1.4	18270.8	7.4
2	8136.0	16576.5	15071.8	2.2	18524.8	8.9
3	7802.8	13637.4	13636.8	-0.6	17476.8	6.5
4	10031.3	23476.4	23476.2	-0.2	23403.0	8.3
コウ	33976.2	66809.7	66812.6	2.9	19664.5	8.9
ウ						17.2

図-3 YAMA 2 出力例

-----  
 \*-----  
 \*-----  
 \*-----

メッシュ 番号	ブロック 番号	面積 (M <sup>2</sup> )	容積 (M <sup>3</sup> )	重量 (M)	重量 (M)
7-10	8-7	509	54	27486	
8-10	9-8	87	38	3306	
8-10	10-8	971	75	72825	
9-10	12-9	230	88	20240	
9-10	9-8	388	33	12804	
10-10	11-9	361	65	23465	
10-10	12-9	182	69	12558	
11-10	11-9	334	15	5010	
7-9	7-7	1121	39	43719	
7-9	8-7	712	42	29904	
7-9	7-6	260	53	13780	
8-9	11-8	1352	82	110864	
8-9	9-7	1556	45	70020	
8-9	10-7	441	62	27342	
9-9	10-8	772	63	48636	
9-9	11-8	666	82	54612	
7-8	7-7	7	19	133	
8-8	10-8	466	45	20970	
8-8	8-7	315	20	6300	
13-8	12-8	184	14	2576	
12-7	12-8	22	11	242	
13-7	12-8	393	20	7860	
9-6	10-7	379	28	10612	
9-6	8-6	520	19	9880	
10-6	10-7	509	18	9162	
8-5	11-7	243	65	15795	
9-5	11-8	674	70	47180	
9-5	12-8	566	82	46412	
9-5	11-7	407	58	23606	
TOTAL		14627	53.14	777299	

\*\*\* 重量係数と容積係数の関係 \*\*\*

容積係数(M)	容積係数(M3)	重量係数(M)	重量係数(M4)
0 - 30	2663	19.44	51775
30 - 70	7505	49.75	373391
70 - 100	4459	78.97	352133

図一 4 YAMA 3 出力例

なお、YAMA 1～YAMA 4の主要部分の出力は、  
 図一 2 YAMA 1 出力例～図一 5 YAMA 4 出力例を参  
 照されたい。

## 5. 利用実績

現在、東海農政局管内の開拓建設事業所における造成  
 方式が改良山成工の場合は、すべて本システムを利用し  
 ている。

また、昭和54年度及び昭和55年度における管内事業所  
 の利用実績は表一 1 のとおりである。

表一 1 改良山成工システム利用実績

地区名	年度	
	54年	55年
青 蓮 寺	7件	14件
御 浜	11	12
南 知 多	8	6
計	26	32

## 6. 留意事項

昭和54年度以降、本システムを使用してきた実績より

土工量算定方法に伴って、次のような留意事項が考えら  
 れる。

(1) 地区(ブロック)境界点の与え方について

本システムの土工量計算で、境界点上は垂直であると  
 仮定して土量計算される。このため、境界点の与え方は  
 通常の場合は、計画ノリ面の中心点を採用している。こ  
 れは現況地形が水平な場合で切盛土量が等しくなるため  
 である(図一 6)。

これに対して、現況地形が傾斜している場合について  
 (図一 7 参照)、計画ノリ面の中心点を採用すると切盛  
 土量に差異が生じることとなる。

このため図一 7 のような場合は、境界点の位置をもう  
 少し下げて入力する必要がある。

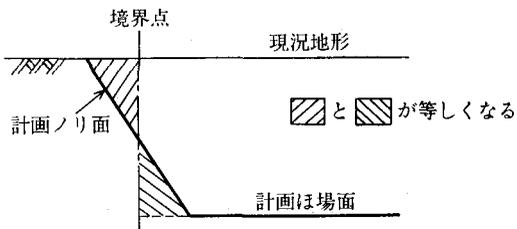
このように、境界点を与える場合は、現況地形を考慮  
 して入力しないと、土工量計算における精度の向上が望  
 めない。

(2) ブロックの割り方について

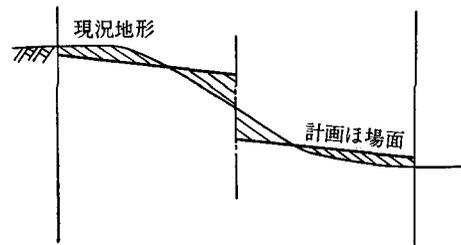
地区内のコウ配等を同一とした場合、扱い土量を最少  
 にしようと考えると、地区内のできるだけ同一標高的な  
 場所を数多く選定して、これをブロック分けすればよい  
 が、この場合、1つのほ場面積が小さくなったり、地区

NO	J	ICH	リシセツフ	マイ	クワン	T	TENKAN	ノリカ	ノリハ	ハム	NB	ノリカ	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			
1	1	16	0	...	...	0.0	-2.32	7.21	6.05	1.00	1	8.80	5.00	3.80	0.0	0.0	0.0			
				...	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
				...	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				...	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2	16	0	...	...	10.00	10.00	9.30	7.51	1.00	1	11.36	5.00	5.00	1.36	0.0	0.0			
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	3	16	0	...	...	10.00	10.00	7.69	6.38	1.00	1	9.39	5.00	4.39	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
4	4	16	0	...	...	10.00	10.00	5.88	5.12	1.00	1	7.18	5.00	2.18	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
5	5	16	0	...	...	10.00	10.00	4.71	3.30	0.0	0	5.75	5.00	0.75	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
6	6	16	0	...	...	10.00	10.00	3.59	2.51	0.0	0	4.38	4.38	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
7	7	16	0	...	...	10.00	10.00	3.66	2.56	0.0	0	4.47	4.47	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
8	8	16	0	...	...	10.00	10.00	3.77	2.64	0.0	0	4.60	4.60	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
9	9	16	0	...	...	5.17	4.56	3.49	2.44	0.0	0	4.26	4.26	0.0	0.0	0.0				
				...	...	5.17	5.17	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	5.17	5.17	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	5.17	5.17	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
10	1	16	0	...	...	0.0	-0.54	3.12	2.18	0.0	0	3.81	3.81	0.0	0.0	0.0				
				...	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				...	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				

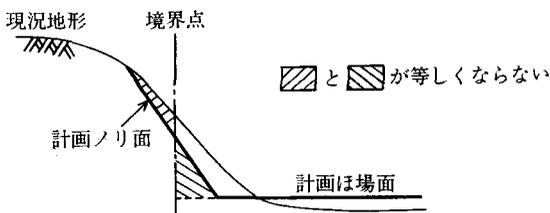
図一5 YAMA 4 出力例



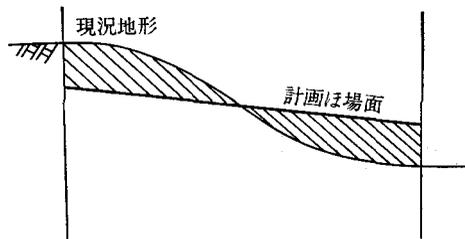
図一6 境界点の与え方の正しい例



図一8 2ブロックに割った場合の切盛土量



図一7 境界点の与え方の悪い例



図一9 1ブロックの場合の切盛土量

内に段差が生じることとなる（図-8）。

反対に、ブロック数を少なくし、1つのほ場面積を大きくしようとするれば、扱い土量が大きくなる（図-9）

このため、ブロック割りする場合は、地区の地理的条件、営農の条件及び経済的条件を総合的に判断して決定する必要がある。

## 7. おわりに

改良山成工設計システムの標準的なものについて紹介しましたが、これ以外として、各地方農政局の地域的要因と各技術事務所の電子計算組織の差異によるが、現在の機能も開発されており、すでに試験的に運用している局もある。

- (1) 図形処理の出力（コンター図、矢線図等の出力）
- (2) 運土計画における運土コウ配区分別の出力
- (3) 土砂及び岩を区分した入出力
- (4) 計画標高の格子点出力

なお、地方公共団体等の公的機関に対する、プログラムの公開については、構造改善局が「土地改良技術事務所電子計算機プログラム等管理運用指針」を定めておりこれにもとずいて管理運用している。

最後に、改良山成工設計システムの概略について説明したが、これによって読者のかたに、農地開発事業や電算システムについて関心をもっていただければ幸いである。

建設コンサルタント（登録番号 54-1622号）

測量・調査・試験・計画・設計・監理



日本技研株式会社

取締役会長	清野保
代表取締役社長	岡田茂
専務取締役	加藤哲夫
取締役	石山茂楨

本社	☎467	名古屋市瑞穂区汐路町三丁目41番地の2	☎(052) 851-5571(代)
東北支店	☎980	仙台市北目町七番17号(仙台ファーストマンション1103号)	☎(0222) 67-3642
技術研究所	☎470-02	愛知県西加茂郡三好町大字三好字西之木戸41	☎(05613) 2-2271(代)

# 将来計画河床高に敷高を合わせた頭首工の河床掘削計画

—S用水O頭首工の事例—

三 輪 式\*

## 目 次

まえがき	(39)	2. 砂レキ堆形成からみた頭首工の位置	(41)
I. 河川の砂レキ堆	(39)	3. 河床縦横断測量結果の分析	(41)
1. 河川の構成要素としての砂レキ堆	(39)	4. 洪水による埋め戻り過程の再現水理実験	(42)
2. 砂レキ堆の移動とミオ筋の移動	(40)	5. 掘削計画の検討	(43)
II. O頭首工における河床掘削計画の検討	(41)	あとがき	(44)
1. O頭首工の概要	(41)		

## まえがき

河川管理施設等構造令（以下本文では「構造令」とよぶ）の施行に伴って、取水堰の固定部の高さを計画河床よりは高くできなくなった。そのため、取水堰を新設あるいは改築するにあたって、新たな堆砂問題を生じるようになってきた。

河川管理者（建設省など）は、自己の河川改修計画に基づいて、目標としての将来計画値である計画河床高を、治水上の要請から河積を大きくするために、現況河床高より通常2m程度低く設定していることが多い。したがってこの計画河床に合わせて、新改築の堰の敷高を決めると、当然の結果として、堰の敷上へ堆砂し、ゲートを閉められないなどの支障を生じるのである。

本論において考察するO頭首工をはじめ、S県E川頭

首工、Y県M川合口頭首工など支障を生じた例がある。たとえばE頭首工は構造令施行前に建設した頭首工であるが、堰の固定部の高さを計画河床高に合わせられており、昭和50年の出水によって、洪水吐部の転倒堰が完全に土砂に埋ってしまった。その状態を示すのが、写真—1である。現在は堰の上下流の土砂を取り除き、取水できるようになっているが、今後も大出水があれば、また埋もれてしまう可能性をもっている。

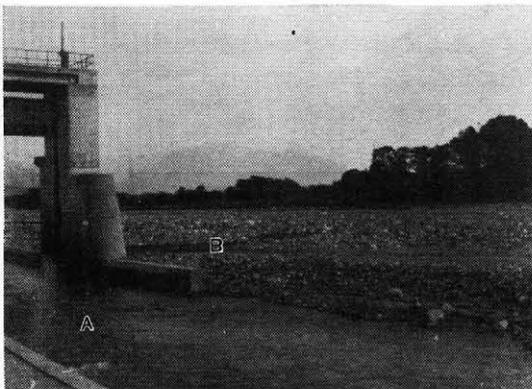
このように完成してしまった頭首工における堆砂の対策としては、堰の上下流の河床掘削しか方法がないと考えられる。幸いO頭首工の場合において、河床縦横断測量の結果がよく整っていたので、筆者はそれに基づいて河床掘削必要量を検討することができた。以下にその結果を述べるが、本課題の解明にあたってはどうしても河川の砂レキ堆形成に関する知見を必要とするので、はじめに砂レキ堆について簡単に説明をした上で、本論にはいりたい。

## I. 河川の砂レキ堆

### 1. 河川の構成要素としての砂レキ堆

川をよく見ている人は、川が、水深が深くて水がよどんでいる淵と、浅くて小さな瀧のようになっている瀬、そして石がゴロゴロしている河原あるいは州とからなっていることをご存じだと思う。これらの淵と瀬、州は、実は木下博士\*によって発見された「砂レキ堆」の一部分の呼び名である。

河床を構成する最小単位は、一粒一粒の砂あるいは礫である。そしてそれらの河床粒子が集って河床形をつくる。河床形として河川水理学の教科書によく出てくる砂



写真—1 土砂に埋もれたE川頭首工（S.50）  
（S県E川土地改良事務所提供）  
A：土砂吐水路 B：転倒堰

\* 岩手大学農学部

\* 木下良作，自由学園最髙学部

レキとか砂堆とかは、水深規模の小さな河床形であるのに対し、砂レキ堆は河道幅規模のスケールの大きな河床形である。1本の河川は、砂レキ堆が上下流方向に（時には横断方向にも）連なって出来上がっているとみることができ、いわば生物体における細胞にも相当する河川の構成要素である。また洪水時、低水時を問わず、河道内の水は河床の砂レキ堆形成形状に支配されて流れることになり、堤防護岸などの治水上、さらに河川からの取水上、きわめて重要な河床形である。

砂レキ堆は一般には、一つの砂レキ堆を左右反転させては上流・下流へ連ねた、図-1のような単列砂レキ堆のほかに、単列砂レキ堆を横断方向に連ねてできる複列砂レキ堆（扇状地河川において形成されることが多い）

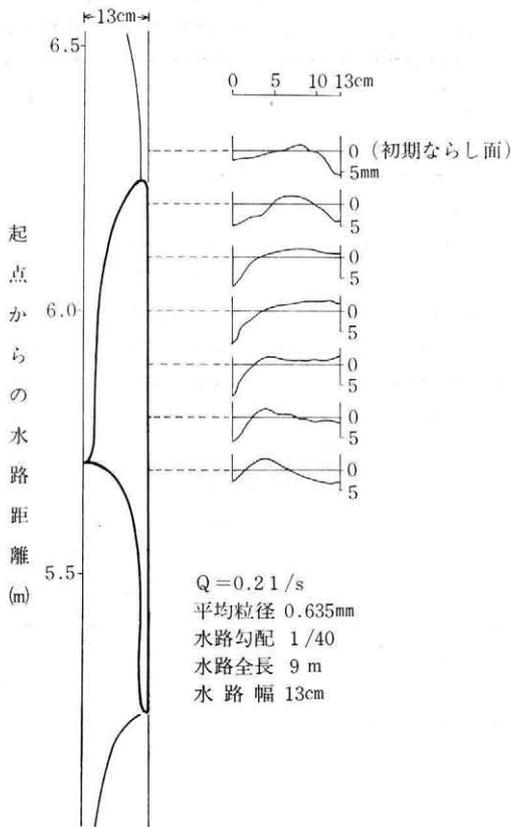


図-1 砂レキ堆の形状

もある。しかし本論で述べるO頭首工付近のI川が、後述の通り単列砂レキ堆形成河川でもあるので、簡単のためここでは単列砂レキ堆についてのみ説明する\*。

直線水路の水路床に砂を真っ平らに敷き均して水を流すと、しばらくの間は同一水深でまっすぐ下流へ流れるが、そのうち砂床の偏掘や局所的な堆砂を生じるようになり、水流も左右にねじれはじめる。そしてついには水路床に写真-2（上）にみられる砂レキ堆が形成される。もちろん砂レキ堆が形成されるための水理諸量の組み合わせがあり、図-1や写真-2の場合はその代表例である。水路幅13cmという狭い水路であるこれらの場合は、水深を1cm弱ぐらいに浅くとしてしかも砂がある程度よく動くような条件を選ばなければならない。写真-2（上）は水に白色絵の具溶液をまぜてあるので、写真で白っぽく写っている部分が水深の深いところにあたり、これを見ただけで、砂レキ堆の3次元的形状がよくわかるが、念のため横断形を図-1に示した。写真-2（上）は洪水時の状態であるが、この状態から減水してくると左右岸交互にある河床の高い部分が水面上に出て州になり、深い部分は水がよどむ洲になる。一つの洲から対岸側下流の次の洲へは一旦水深が浅くなり小さな滝のような瀬を経てつながる。なじみ深い州・瀬・洲の形態は、洪水中に河床に砂レキ堆が形成されていた結果として出現するのである。

写真-2（下）は、水表面にまた電子計算機のパンチくずをシャッター速度  $t=1/4$  秒で流しどりしたもので、白い軌跡が洪水時の蛇行水流の表面流跡線にあたり、集中・発散をくりかえしつつ蛇行する様子をよく表わしている。

なおこのように直線河道でも水流が蛇行して砂レキ堆を形成することが、河道の蛇行を生じる一つの主要な原因である\*。

## 2. 砂レキ堆の移動とミオ筋の移動

砂レキ堆に対応して集合・発散を伴って蛇行する洪水時の水流は、河床での洗掘・堆積を引き起す。流れの集中部の底面から運び出された砂は、流れが拡散しきった前縁を過ぎたあたりに堆積するので、砂レキ堆はその平面形を保ったまま下流へ移動することになる。この洪水

\* 複列砂レキ堆については参考文献1)を参照のこと  
\* 自然河川の蛇行現象については、参考文献2)を参照のこと



写真-2 実験水路の砂レキ堆と表面流跡線  
(実験条件は図-1と同じ)

時の砂レキ堆の移動こそ、堤防護岸を必要とする水衝部位置が移動する原因であり、低水時のミオ筋移動の原因でもある。

ところが実際の河川においては、人工的に直線に改修した場合を除いて、蛇行しているのが普通である。そして砂レキ堆の長さに見合った波長で蛇行し、しかもある限度を越えて強く曲っている場合には、前縁を越えた砂が堆積することなく下流へ流れ去り、砂レキ堆は移動しなくなってしまう<sup>3)</sup>。\*。古くからの取水堰には、常にミオ筋が安定していたものが多いが、それは砂レキ堆が移動しない地点を経験的にうまく見出して位置を定めたからである。

今日でも頭首工の位置選定の基本は、砂レキ堆の位置が変化しない地点を見出すことにある。

## II. O頭首工における河床掘削計画の検討

### 1. O頭首工の概要

O頭首工はG県O市ほかを受益地とするS用水の取水堰である。昭和49年度に完成した取水堰で、その諸元は表一1のとおりである。したがってこれも構造令施行前ではあるが、やはり固定部の高さは計画河床高に合わせられており、堰の敷上への堆砂が生じている。

### 2. 砂レキ堆形成からみた頭首工の位置

河川の砂レキ堆形成とその変化を調べるための簡便かつ有効な方法は、国土地理院が発行している年次の異なる多数の航空写真を利用して、比較判読する方法である。最も古い(写真)は、終戦後すぐに米軍が日本全土をあますことなく撮影したものがあり、30年以上前の状態から今日までの経年的変化を見ることができるといえる。

O頭首工付近の砂レキ堆形成を調べるために使用した航空写真は、昭和22、36、39、44、49年の5年次であった。調査範囲としては、砂レキ堆の個数で最低でも上流側10個、下流側5個くらいがはいる区間をとる必要があ

\* 自然河岸で浸食を受けやすい場合は、蛇行河道そのものがズレ動くように移動する。本文の説明は、自然的あるいは人工的に河岸が強く固まって浸食を受けない場合である。

る。前述した5年次の写真のうち、写りが解明で、砂レキ堆位置が読みとりやすい昭和39年撮影のものの一部を写真一3にあげた。この範囲内の砂レキ堆位置の読みとり結果を図一2に示したが、一部で流れが2列に分かれるほかは、堰の近くは単列砂レキ堆が形成されている。また低水時の水流も、写真一3にみられるように、単列蛇行をしている。

昭和22年から49年までの写真から読みとった砂レキ堆位置を比較したところ、その間にいくたびかの出水があったにもかかわらず、砂レキ堆の位置はほぼ安定しているとみてよいことがわかった。その安定した砂レキ堆上の図一2のような位置にO頭首工がある。したがって右岸の取入口前のミオ筋は一定している。そして右岸取入口前は深く掘れた淵になり、河道中央部から左岸にかけては河床の高い州になる地点である。また取入口は洪水時の主流部が河岸に直撃する位置にある。昭和44年測量の頭首工地点の横断図は図一3の通りであり、右岸沿いの測線はないが、右岸側が深く掘れ、中央部から左岸にかけて高くなっている状態がよくわかる。

頭首工の固定部も図に描き入れたが、この高さは大体において計画河床高に基づく計画横断形に合致しており、右岸寄りの土砂吐部分は原河床より高いが、次の2門の洪水吐部分においては、原河床より約2mも低い高さに敷高が決められたのである。計画河床になるのは現在の河川改修工事が完了した後であるから、まだ大分先の話であり、当分の間は洪水吐部分の敷上への堆砂に対する対策の検討が必要となる。

### 3. 河床縦横断測量結果の分析

頭首工の建設にあたって、周辺の土砂がかなり大量に運び出され、完成時には頭首工の近傍は一応計画河床に合わせて河床が修正され、上下流の河床へつなげられた。しかし昭和50年8月下旬の大出水によって上流から土砂が運び込まれ、すっかり埋められてしまった。この原河床→掘り下げ河床→埋め戻り河床の変化の状態を示すのが図一4である。

表一1 O頭首工の諸元

名 称		O 頭 首 工				計画取水量	最大 23.35m <sup>3</sup> /s
河 川 名		K	川	水	系	I	川
位置	左岸	G	県	I	郡	I	川 町
	右岸						M K
型 式		両 岸 取 水 ・ 一 部 可 動 堰 一 部 固 定 堰 ・ フ ロ ー テ ィ ン グ タ イ プ					
基礎河床		砂 礫 層					
計画高水量		2,300m <sup>3</sup> /s					
計画高水位		44.18m					
計画取水水位		40.00m					
土 砂 吐		巾員 30.0m 敷高 E L 37.00m 1門					
洪 水 吐		巾員 30.0m 敷高 E L 38.00m 2門					
固 定 堰		高 2.0m 長 69.0m 堰頂 E L 40.10m					
魚 道		巾員 5.0m 勾配 1/12.5 3.0m 1/10 2ヶ所					
ゲ ー ト		土砂吐 30.0×3.1m 洪水吐 30.0×2.3m					
管 理 橋		巾員 3.0m 長 218.5m L-14					
左岸取水門		巾員 1.85m 高 2.0m 2門					
右岸取水門		巾員 2.30m 高 2.50m 2門					
沈 砂 池		巾員 20.0m 長 90.0m 深 5.6m					



写真-3 O頭首工付近の航空写真  
(地理院 S. 39 撮影)

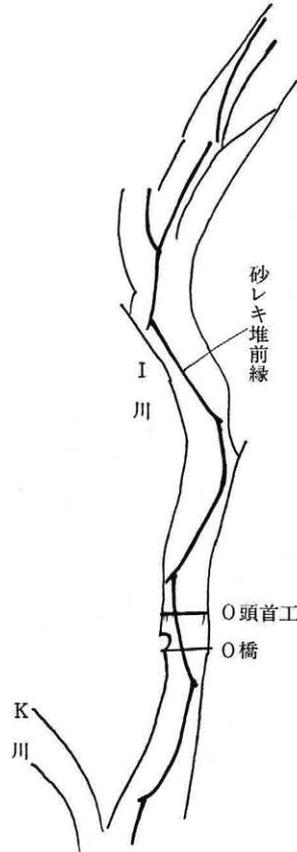


図-2 O頭首工付近の砂レキ堆

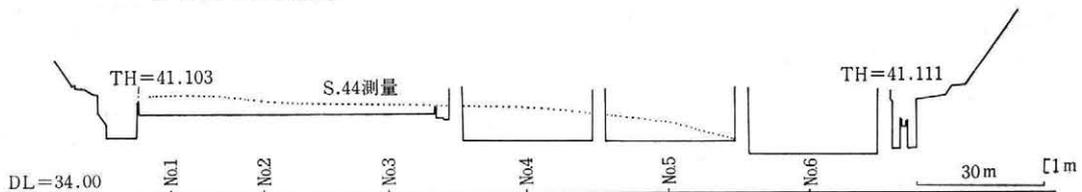


図-3 O頭首工地点横断面図

図-4(1)は昭和44年測量の河床平面図であり、洪水吐の敷高38mに対し、39m、40mの等高線が被いかぶさってきている。図-4(2)は頭首工完成直後と思われる昭和50年3月測量のもので、頭首工近傍の河床が38mを一つのメドとして、かなり大きく掘り下げられている。ところが同年8月に大出水(O流量観測所におけるピーク流量で2145.7m<sup>3</sup>/sec)があり、図-4(3)において39mの等高線が右岸寄りに大きく張り出しているのをみてもわかるように、大幅に埋め戻され、原河床に近づいた。

図には示さないけれども、その後ふたたび洪水吐の敷が出るように掘り下げられたところへ、昭和51年9月N川の堤防欠壊をもたらした大雨があり、また埋め戻され

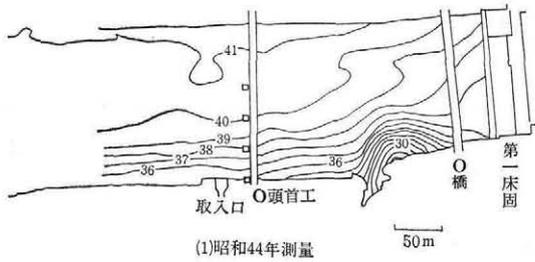
た51年9月出水の前後の測量もある。

いずれの場合も、埋め戻り河床は元の砂レキ堆形状への復帰である。

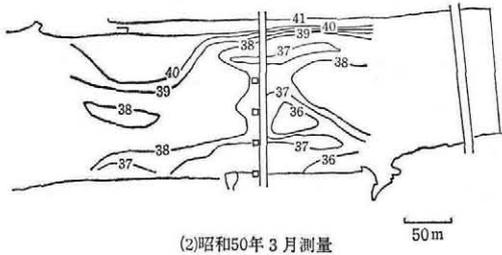
#### 4. 洪水による埋め戻り過程の再現水理実験

図-4(1), (2), (3)は現地河川での掘り下げ河床が見事に埋め戻された事実を示す貴重な資料であるが、あくまで結果を示すだけで、埋め戻りがどのようになされたかはよくわからない。そこで蛇曲\*実験水路において、掘り下げ河床が埋め戻されていく過程を再現したのが、写真-4である。

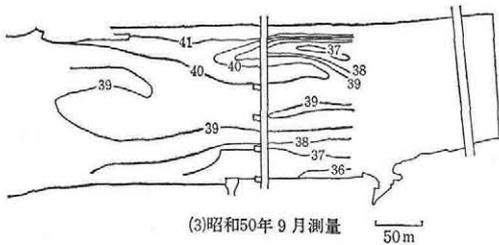
\* 河道蛇行の1波長に対し、砂レキ堆が2個の場合をいう。3個以上になると迂曲とよぶ。参考文献2)を参照のこと。



(1)昭和44年測量



(2)昭和50年3月測量



(3)昭和50年9月測量

図-4 O頭首工付近の河床の変化

砂レキ堆の移動を止めるために水路を蛇曲させてあるので、通水を続けていると写真-4(1)にみられる安定した砂床形状を呈するようになる。ただしこれは断水後の状態で、白く写っているのが水、黒く写っているのが砂である。

つぎに写真-4(2)のように、蛇行1波長(砂レキ堆では2個)の区間を平均砂床高より0.5cmの深さになるように砂を取り除き、平らにならして通水した。この0.5cmの値は、写真-4の説明に記した水理諸量において、水路床の最大深掘れ値が平均砂床高から1cm程度になるため、その1/2の値として採用したものである。さてその後の埋め戻り過程を10秒おきに撮影したのが、写真-4(3)~(7)である。これを見ると、凸岸部の下流への堆積徐々に進行し、元の砂レキ堆形状に復帰していく状態がよくわかる。

O頭首工の図-4の場合は、砂レキ堆長の半分程度の区間を掘り下げたことあたり、写真-4の実験の場合より掘り下げ区間は狭いが、現象としてはほぼ同じであると考えられる。そして図-4(3)の埋め戻された状態

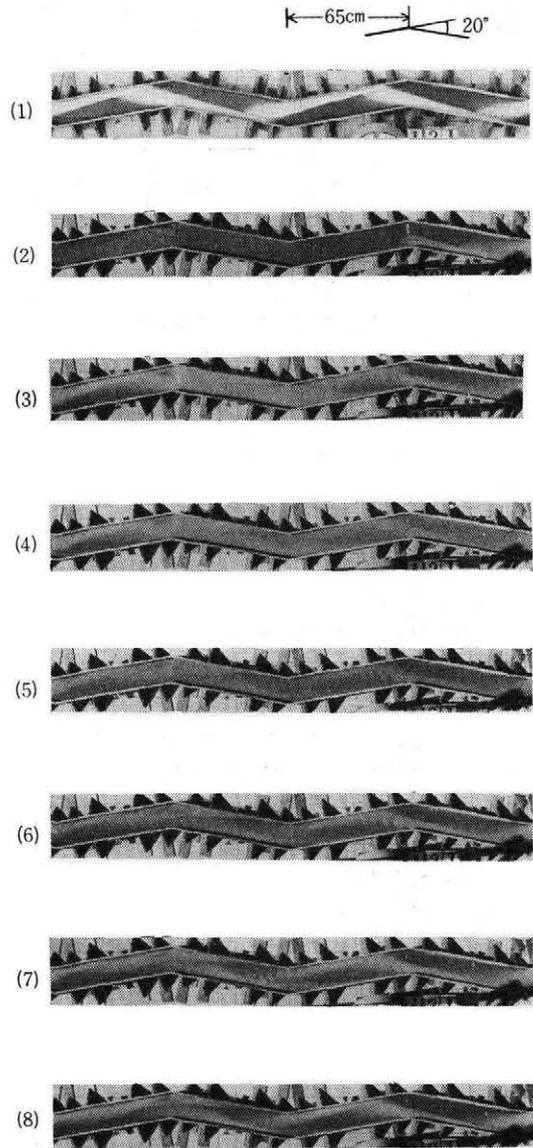


写真-4 蛇曲水路での埋め戻り過程  
(水路の蛇曲以外は、写真-1の場合と同じ実験条件)

は、写真-4(5)の掘り下げ区間の上流側の状態に相当し、平面形としては大体元にもどったが、砂床高はまだ完全には回復していないというところである。

写真-4は、水路勾配1/40のかなり急勾配な水路での実験結果であるが、少し勾配をゆるくした水路勾配1/100の実験でも結果はほぼ同じで、掘り下げ区間の最上流部から徐々に堆積が下流へ進行していくという埋め戻り過程は、普遍的な現象であると判断される。

### 5. 掘削計画の検討

以上で掘り下げ河床が埋め戻されていく過程が実験によって、定性的にはほぼ明らかになったので、つぎに一洪水による埋め戻り量について説明する。

表一 2 O頭首工付近の河床変化

測量実施時期	掘り下げ量	埋め戻し量
S. 44 年	42, 440m <sup>3</sup>	—
S. 50 年 3 月		25, 550m <sup>3</sup>
S. 50 年 9 月	16, 650m <sup>3</sup>	
S. 51年9月出水前		18, 770m <sup>3</sup>
S. 51年9月出水後		

図一 4 に示した昭和50年出水前後の河床変化量と前述した昭和51年出水前後の河床変化量をまとめたのが表一 2 である。原河床から約 42, 000m<sup>3</sup>掘り下げたところへピーク流量 2145. 7m<sup>3</sup>/sec の大出水があり、約26, 000m<sup>3</sup>埋め戻され、ついで約 17, 000m<sup>3</sup>掘り下げたところへ、ピーク流量 1758. 1m<sup>3</sup>/sec の出水があって、約19, 000m<sup>3</sup>埋め戻されたという結果である。

昭和52年以降は河床はほぼ自然のままに放置され、大きな出水もないので、河床の変化はほとんどないまま、今日に至っている。

昭和57年以降において、O頭首工からの取水を開始した際、河床をどれくらい掘り下げておけば、50年8月程度の出水があっても、洪水吐敷上への堆砂が生ぜず、取水に支障がないか、さらにもっと具体的に、掘削形状や勾配、現況河床とのとりつけなどをどうするかという最終的疑問に正確に答えるためには、現地の模型水路実験を行ってより詳細に検討する必要がある、57年度中に実施する計画である。

実験の結果を待たずとも現段階ではっきりいえることは、42, 000m<sup>3</sup>程度の掘削では、昭和50年8月規模の出水があった場合、簡単に埋め戻されてしまうということである。そしてあくまで予想であるが、少なくともその倍の8万m<sup>3</sup>、できれば10万m<sup>3</sup>くらいを掘削する必要があるのではないかと推察される。O頭首工付近の河道幅は170mくらいであるので、仮に1m深さで600m区間を掘削することになる。一度にこれだけ大量の砂利を掘削できないということであれば、洪水がないことを期待しつつ、毎年少しずつ上流へ向かって掘り進むことも考えられる。

そして河川改修計画との関係で原河床より2mも低い敷高にしなければならなかったのであるから河川管理者も、洪水吐敷上への堆砂対策として河川改修工事を進めるにあたって、頭首工周辺特に頭首工の上流側に向かって護岸工事とともに河床掘削を進めるといった配慮が望まれるところである。

## あとがき

掘り下げ河床が出水によって埋め戻されていく過程を定性的に明らかにするとともに、O頭首工における河床掘削の必要量を検討した。しかしこの検討だけから同じ問題をかかえる他の頭首工の河床掘削必要量を推定するのは容易ではない。洪水による埋め戻り量は、掘り下げ区間に掃流されてくる総掃流砂量に密接な関係のあることがわかったが、掃流砂量の推定公式がまだ実用に耐えない現状なので、信頼できる解答は得られないからである。したがって当面は個々の頭首工において、ここで説明したO頭首工ほかの先行類似の事例を参考にして、以下にまとめたような手順で個別に掘削必要量を推定していかざるを得ないと思われる。

- (1) 現況河床の縦横断測量を行う。ただし測量区間としては、頭首工の上流・下流側ともに短くとも河道幅の数倍程度の区間が必要である。以下の場合も同じ。
- (2) 頭首工上下流特に上流側の河床を掘削し、河床の測量を行う。
- (3) 出水があればすぐ測量を実施して出水による埋め戻り状態を調査し埋め戻り量を求める。
- (4) また(2)のように河床を掘り下げ、出水を待つ。そして何度かの出水による埋め戻りの経験によって、掘削必要量を推定する。

このようにして事例を重ねていけば、任意の頭首工における定量的な推定も次第に可能になっていくであろう。

本研究の遂行にあたり、いつもながら自由学園最学部木下良作博士から貴重な御教示を受けた。心からの謝意を表する次第である。また本課題の重要性について岩手大学岡本雅美教授から御指摘を受けたことが、本研究を始めるキッカケになった。記して改めてお礼申し上げる。資料収集と現地調査にあたっては、農林水産省の関係各位に多大の御援助を賜った。改めてお礼申し上げる。最後に本文を書く機会を与えて下さった本誌編集部各位にお礼申し上げる。

## 参考文献

- 1) 三輪式：扇状地河道の複列砂レキ堆と頭首工の設置位置，農土論集90，1980
- 2) 木下良作：石狩川河道変遷調査，科学技術庁資源局資料，本文1961，参考編1962
- 3) 木下良作・三輪式：砂レキ堆の位置が安定化する流路形状，新砂防94，1974

# 八郎潟干拓の管理について

石川 計二\*

## 目 次

1. はじめに	(45)	(3) 超過料金	(56)
2. 干拓の概要	(45)	6. 水 質	(58)
3. 施設の管理区分	(46)	(1) 淡水化	(58)
(1) 八郎潟基幹施設管理事務所の管理	(46)	(2) 一般的水質調査	(58)
(2) 秋田県秋田土木事務所の管理	(48)	(3) 上水道水源として	(58)
(3) 大潟村の管理	(48)	7. 地震時の対応	(58)
(4) 大潟土地改良区の管理	(48)	(1) 排水機	(58)
4. 管理の方法	(49)	(2) 堤 防	(58)
(1) 管理事務所	(49)	(3) 防潮水門	(59)
(2) 秋田土木事務所	(54)	(4) 幹線排水路	(59)
(3) 大潟村	(55)	(5) その他	(59)
(4) 大潟土地改良区	(55)	8. 漁 業	(60)
5. 施設管理の電力料金	(56)	9. 管理事務所職員として	(61)
(1) 契約種別	(56)	(1) 災害時の対応	(61)
(2) 基本契約料金	(56)	(2) 土地改良区との連絡	(61)

## 1. はじめに

八郎潟干拓は、食糧増産ということもあったが、干拓を契機に周辺既耕地の排水改良、産業振興等も考えられていた。

このため小畑知事、秋田県職員は、干拓に反対する漁民を説得し、漁業補償の会合では漁業者からバ声を浴びツバをはきかけられた職員も居たと聞いた。農林水産省・八郎潟新農村建設事業団でも、師岡さん、桑田さん、出口さん、和田さんはじめ、何百何千という多くの方々それぞれの部所で英知をしぼり精魂を傾注して完成させた干拓地であると思っている。

昭和52年4月1日に八郎潟基幹施設管理事務所勤務となったときから、これら先輩、同僚の結晶を守らねばと心に誓い1. 人命尊重、2. 農地に冠水させないこと、3. 電力料金の節減、4. 大機器の故障防止を心がけながら事に処してきた。

この報告は、青春を八郎潟に燃やし、今全国各地に散って活躍中の方、また老後の人生をおくられている方々に、堤防、排水機、防潮水門等はどこが、どのようにし

て管理しているか、またその施設が、いまどうなっているかを御紹介するとともに、これからの干拓事業に少しでも御参考になればと思ひ泥くさい報告をまとめた。

## 2. 干拓の概要

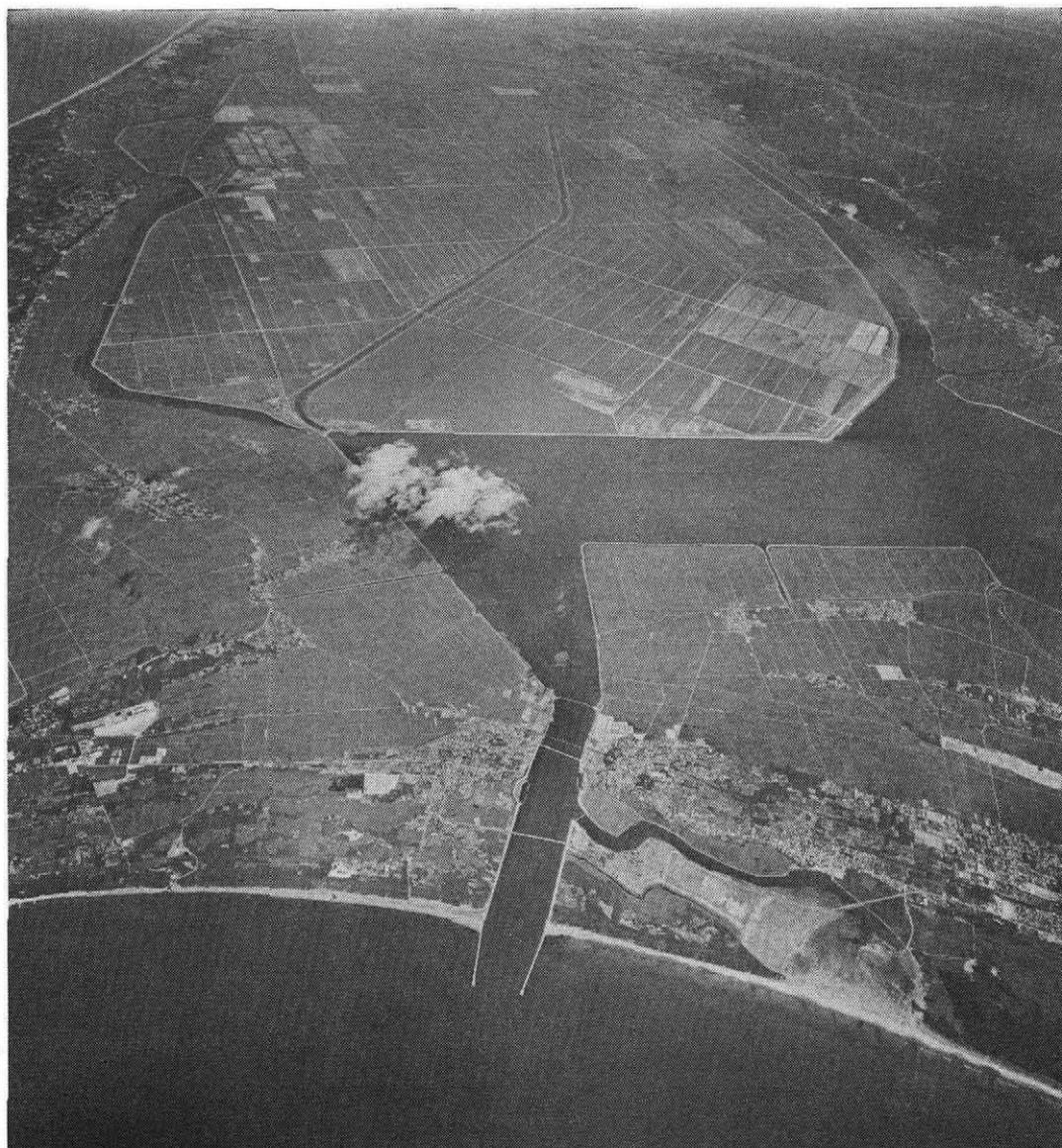
八郎潟 22,024haのうち、中央 15,666ha および周辺の 1,573ha を干拓地として、残余の水面は調整池、東部承水路（流域からの洪水調節、また干拓地のかんがい用ダムとして）そして西部承水路（中央干拓地の幹線導水路・西部流域からの排水幹線）としている。これら水面は法的には二級河川馬場目川となっている。

中央干拓地は延長約52kmの提防で囲まれ、地区内の排水は小排水路、支線排水路を経て一級幹線、中央幹線排水路に集水し、その末端に設置されている南部、北部排水機場（以下機場という。）によって調整池に排除され、船越水道に設けられた防潮水門を経て海へ流れ出ている。

589戸の入植農家は1戸当りおおむね 15ha の配分を受け昭和48年3月の農林大臣との契約によって、そのうち 8.6haまでは水稲の作付、残の 6.4haは畑作地とすることとして田畑複合経営が行なわれている。55年度は米10 a 当り577kg、小麦277kg、大豆166kgの収量があった。

また、周辺町村の2,079戸に、2,001.6haが増反配分されている。

\* 秋田県出納局検査課  
前八郎潟基幹施設管理事務所長  
元八郎潟新農村建設事業団



写真一 船越水道上空より見た干拓地

昭和56年12月1日の大潟村は986世帯（農家589，非農家397）で人口は3,472人となっている。

八郎潟干拓事業は，昭和32年に着工し昭和39年9月干陸，昭和39年10月大潟村設置，昭和40年8月八郎潟新農村建設事業団（以下事業団という。）を設立，昭和41年6月官報登載による第1次入植者募集，昭和49年10月の第5次までで580戸入植，（昭和55年に秋田県の県単入植9戸があった。）堤防，機場，防潮水門等の基幹施設は国営干拓事業で，農地造成，村の公用公共用施設は事業団が事業を行ない，共に52年3月31日に全事業を完了し，農地は入植者及び周辺増反者に譲渡し，堤防，幹線道路等は公有水面埋立承認条件により秋田県と大潟村の帰属とし，機場，防潮水門等は秋田県（農政部）の管理

とし，小支線排水路，農道は大潟土地改良区で譲与をうけて管理している。事業費は国営事業が543億円，事業団事業は309億円を費した。

### 3. 施設の管理区分

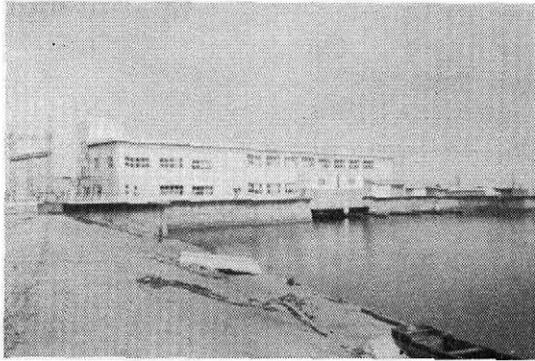
#### (1) 八郎潟基幹施設管理事務所の管理（以下管理事務所という。）

昭和52年3月31日に国営八郎潟干拓事業，事業団事業が竣工したので，昭和52年4月1日に東北農政局長と秋田県知事との管理協定（維持，保存および運用をいうものとし，これらのためにする改築，追加工事等を含む。）により秋田県（農政部）が管理受託したものである。

現在は中央干拓地等を受益地とする維持管理のための



写真一 2 南部機場の排水機手前が口径2,200mm



写真一 3 調整池から見た南部機場

県営土地改良事業を申請し、国営造成揚水施設用管理事業に採択され、国50%、県25%、地元25%の費用で、電力料を支払い基幹施設を管理している。

**(i) 南部・北部機場**

15,666haの中央干拓地内の降雨、農業排水、大潟村民3,400人の生活排水、延長52kmの堤防からの浸透水(調整池、東部承水路、西部承水路と干拓地の水位差による。)は、調整池、東部承水路に排除するため南部・北部の2カ所に排水機場を設けている。

排水機の規模は、3日間の連続雨量225mm(30年確率)を排水することで設置している。

それぞれに

口径 1,800mm, 820kW, 8m<sup>3</sup>/sec,  
実揚程7.5m~7.6m, 2台

口径 2,200mm, 1,220kW, 12m<sup>3</sup>/sec,  
実揚程7.5m~7.6m, 2台

計 40m<sup>3</sup>/sec

で両機場で80m<sup>3</sup>/secの機能をもっている。

**(ii) 西部承水路(幹線導水、排水幹線)用排水機場**

西部承水路は、中央干拓地の一部5,959haの用水源となっているが、その流域は3,426.7haと小さく自然流出水では足りないから、東部承水路と調整池より補給している。干拓地のかんがいには、西部承水路の水位が高ければ高いほどよいが、それでは干拓地对岸の既耕地が冠水

したり、排水不良になるので、干拓前の潟の平均水位(+ )0.35mを確保することとしている。また、降雨時や、非かんがい期には、西部承水路水位が上昇して既耕地が排水不良になるばかりでなく、冠水するので水位を(+ )0.35mまで下げねばならないため、西部承水路の北端に浜口機場を設け、南端は南部機場に用排兼用機を併設している。

**浜口機場**

1号機 口径1,000mm, 75kW, 143m<sup>3</sup>/min,  
実揚程1.95m

2号機 口径1,200mm, 110kW, 215m<sup>3</sup>/min,  
実揚程2.00m

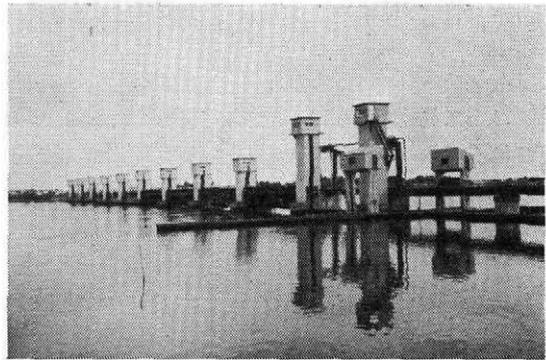
**南部機場(併設用排兼用機)**

口径2,500mm, 325kW, 10m<sup>3</sup>/sec,  
実揚程1.85m

**(iii) 防潮水門**

農業用水、上水道水源を確保するため、調整池から船越水道に通ずるところに防潮水門(以下水門という。)を設け、海水の流入を防いで淡水を貯留している。

日本海側は、干潮、満潮の差が少いので、固定堰天端(+ )1.00m、門扉天端(+ )1.20mでも低気圧に伴う暴風波の襲来時を除いて海水が門扉、固定堰を越えて調整池に流入することはない。



写真一 4 調整池右岸より見た防潮水門(4門が開放中)

型 式 ローラーゲート電動捲上式

総 延 長 390m

可 動 堰 部 219m (20m/門×9門,  
14m/門×1門)

開 門 1カ所, 幅4m(船通し)

門 扉 天 端 高 (+)1.20m

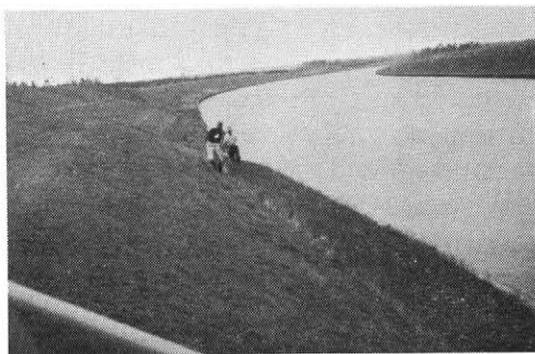
門 扉 敷 高 (-)2.80m

固定堰天端高 (+)1.00m

計画最大通水量 1,435m<sup>3</sup>/sec

**(iv) 幹線排水路**

南部、北部機場を結び、かつ、干拓地内最低位部を通る排水路と北部機場から西へのびる排水路の2本となっていて、前者を中央幹線排水路、後者を一級幹線排水路



写真—5 南部機場吸水槽右岸より見た中央幹線排水路と呼んでいる。

	中央幹線排水路	一級幹線排水路
延長	15.70km	6.87km
上幅	82m	42m
底幅	70m	30m
水路底	(-)7.20m	(-)7.20m

水路底は水平とし両端の南部、北部機場の運転による水位差によって水は流れる、流下水を一時貯溜して排水機容量の軽減を図るため、排水路幅を大きくとっている。

(v) 無人の雨量、水位観測所(テレメーター)

干拓地に雨は均等に降らないし、排水路の水位上昇も時間的にはズレがあるので、5カ所(中央幹線排水路1、支線排水路3、浜口機場1)に無人の雨量、水位観測所を設けている。浜口機場を除く4カ所の電源は、太陽光線によって発電、蓄電している。各観測所から監視局(南部機場)への送信は、平常は3時間毎に、豪雨時には1時間毎に送信させているが、必要とするその時刻の観測値を送信させることも出来る。

気象観測は、このほか南部、北部機場でも行っている。また、秋田气象台(県立農業短期大学が受託)の気象観測所もある。

(2) 秋田県秋田土木事務所の管理(以下土木事務所という。)

秋収河第596号、昭和35年10月19日の秋田県知事の公有水面埋立承認の第4条によって、普通地方公共団体の秋田県(土木部)に帰属となった次の施設である。

(i) 堤防

中央干拓地を形づくる堤防は、二級河川馬場目川の河川堤防という考えで土木事務所の管理となっている。

	正面堤防	東部承水路 右岸	西部承水路
延長	9,354m	19,669m	22,470m
計画堤高	(+)4.20m ~2.80m	(+)4.20m ~3.10m	(+)1.85m
土量	12,256,000m <sup>3</sup>	7,934,000m <sup>3</sup>	2,455,000m <sup>3</sup>
堤頂幅	2m	2m	2m
最大堤防幅	261m	176m	53m

(ii) 道路

大潟村の集落と八郎潟町、琴丘町、八竜町、若美町を結ぶ幹線道路は、県道となっている。道路敷地は法尻から0.5mまでとなっている。

上幅9.5m、有効幅員6.5m、3路線、延長42.4km

(3) 大潟村の管理

土木事務所の管理施設と同じように、公有水面埋立承認により、普通地方公共団体である大潟村に帰属となった次の施設である。

(i) 道路

干拓地内の循環道路、集落内道路はアスファルト舗装で、幹線用水路に併行している道路は砂利道で共に村道として管理している。

111路線 242km

(ii) 排水路

集落内排水路は大潟村で管理している。

(4) 大潟土地改良区の管理(以下土地改良区という。)

昭和48年12月4日に、東北農政局長と土地改良区理事長が管理委託協定を結んだ八郎潟干拓第一工区(部分竣工)分と、昭和52年4月1日に東北農政局長と土地改良区理事長の譲与契約により、水路、道路の用途に供し、第三者に所有権を移転し、第三者に貸し付けないこと、また用途を廃止したときは報告することを約した八郎潟干拓第二工区(全面竣工)があるが、共に土地改良財産として土地改良区が管理している。

(i) 幹線用水路

西部承水路を水源として7カ所、また調整池、東部承水路を水源として12カ所の取入口から取水する用水路で、砂地盤では鉄筋コンクリート造り、軟弱地盤ではコルゲート水路になっている。

19路線 延長93,650m

(ii) 小用水路(鉄筋コンクリートU字溝)

1本当りの支配面積を30haとして、標準区画の長辺に300m間隔で農道の片側に併設している。

上幅0.85m、下幅0.75m、高0.47m

(iii) 農道(砂利道)

小用水路と併設して30haを受益地として、標準区画の長辺に300m間隔で配置されている。

上幅4m

(iv) 小排水路(素掘)

1本当りの支配面積は、30haで標準区画の長辺方向に300m間で設けている。

平均断面 上幅7.0~8.5m、底幅1.0m、

法勾配1:2~1:1

延長 488km

(v) 支線排水路(素掘)

標準区画の短辺に当って2000m間隔に配置している。

平均断面 上幅11~18m、底幅3~10m、

法勾配 1 : 2 ~ 1 : 1

延長 119km

#### 4. 管理の方法

##### (1) 管理事務所

管理は、昭和52年6月8日秋田県条例第32号、秋田県八郎潟防潮水門管理条例、昭和52年7月14日、秋田県規則第33号、秋田県八郎潟防潮水門管理条例施行規則等(以下規則等という。)にもとづいているが、更に用水の安定供給と常時排水及び降雨時の農地冠水を回避するため、昭和55年5月27日に八郎潟基幹施設管理指針(以下管理指針という。)を定めている。

##### (i) 南部, 北部機場

###### (ア) 日常運転

幹線排水路水位(南部, 北部機場構内水位計の読み)  
(-)6.30m(管理指針の常時水位)を基準とし、これより水位が上昇すると排水機の運転をはじめめる。

かんがい期、とくに5月10日頃より6月末頃までは、南部, 北部機場ともに  $8\text{ m}^3/\text{s}$  の排水機2台を1日24時間の連続運転の状態である。これが7月中旬になり、水田の中干し期になると、それぞれの機場で  $8\text{ m}^3/\text{s}$  2台の排水運転の時間が短縮なったり、または  $12\text{ m}^3/\text{s}$  1台の運転になっていく。

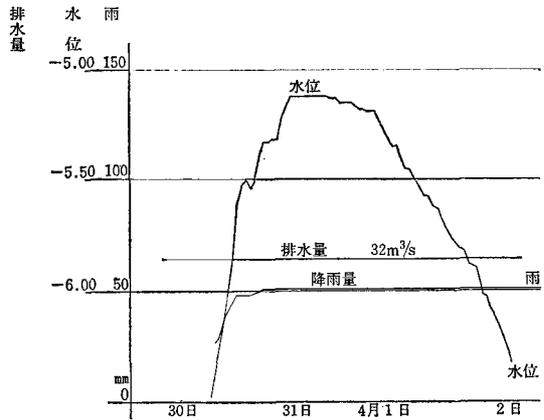
非かんがい期は、降雨時を除いて  $12\text{ m}^3/\text{s}$  の排水機を1日4~7時間の運転で、(-)6.30mの水位を保つことが出来る。

###### (イ) 降雨時運転

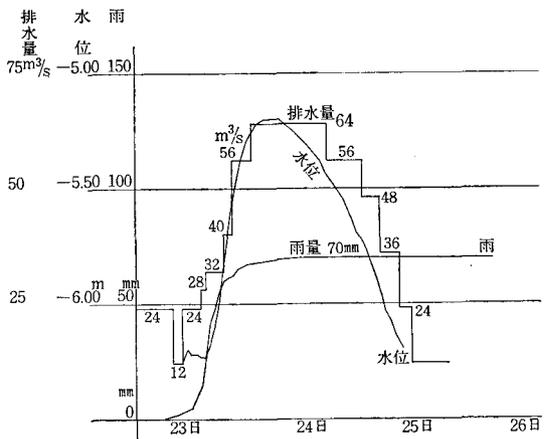
豪雨や融雪期の降雨により排水路の水位が上昇して農地に氾濫する危険が出てきたときは、排水運転を平常の  $32\text{ m}^3/\text{s}$  (南部, 北部機場ともに  $8\text{ m}^3/\text{s}$  2台) より、 $40\text{ m}^3/\text{s}$  (南部, 北部ともに  $12 + 8\text{ m}^3/\text{s}$ )、 $48\text{ m}^3/\text{s}$  ( $12 + 12\text{ m}^3/\text{s}$ )、 $56\text{ m}^3/\text{s}$  ( $12 + 8 + 8\text{ m}^3/\text{s}$ )、 $64\text{ m}^3/\text{s}$  ( $12 + 12 + 8\text{ m}^3/\text{s}$ )、 $80\text{ m}^3/\text{s}$  ( $12 + 12 + 8 + 8\text{ m}^3/\text{s}$ ) まで、降雨強度、水位上昇曲線をみながら段階的に運転能力を強化している。(降雨時に全設備  $80\text{ m}^3/\text{s}$  を即刻運転しないのは、電力の基本料金の関係からである。)

非かんがい期(昭和54年3月30日から4月2日までの図一1)の3月30日18時から降りはじめた雨は31日10時まで51mmとなったが、平常運転の  $32\text{ m}^3/\text{s}$  でもちこたえた。このときの降雨前の幹線排水路水位は、(-)6.25mであったが、最高は(-)5.10mまで上昇したが農地への氾濫はなかった。このことから、積雪期外の非かんがい期であれば、日雨量50mm程度では強化運転の必要はないものと思われる。

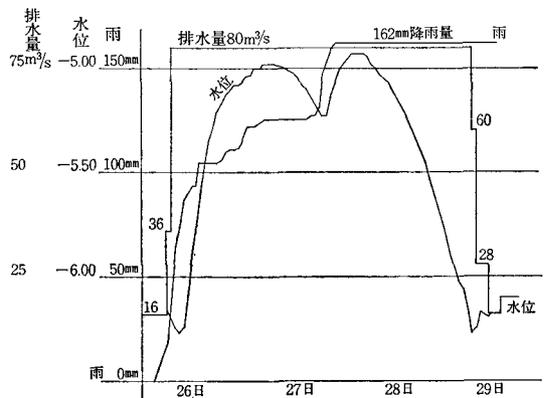
かんがい期(昭和54年7月23, 24日の図一2)の23日6時から降りはじめた雨は、19時には60mmとなり水位は(-)5.83mに上昇し、なお1時間に0.15mも上昇するので平常運転の  $32\text{ m}^3/\text{s}$  から  $40\text{ m}^3/\text{s}$  に強化した。21時には、



図一1 昭和54年3月30日降雨量, 水位, 排水量



図一2 昭和54年7月23, 24日降雨量, 水位, 排水量



図一3 昭和54年8月26~28日降雨量, 水位, 排水量

雨は63mmとなり水位は1時間に0.12mと上昇がつづくので  $56\text{ m}^3/\text{s}$  にした。24日1時には雨はまだ降りつづき、水位は(-)5.25mになったので  $64\text{ m}^3/\text{s}$  の運転とした。このときの最高水位は(-)5.20mであった。(後に定めた管理指針では警戒水位を(-)5.50m, 高水位を(-)5.10

表一 南部, 北部 機場, 月別電力量

単位 1,000KWH

年度	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
52	463.4	1,926.7	1,962.9	1,562.7	934.5	417.9	186.4	829.0	636.4	571.3	225.0	1,025.0	10,741.2
53	208.1	2,060.0	2,131.6	1,564.6	1,205.0	479.4	487.4	418.4	746.1	509.7	613.8	420.7	10,844.8
54	688.4	2,009.2	2,218.1	1,604.6	2,080.1	976.1	629.5	723.5	738.2	624.1	439.8	830.5	13,562.1
55	336.0	2,070.0	1,986.5	1,447.1	1,379.6	657.0	473.8	416.0	785.1	511.0	550.2	1,018.3	11,630.6

表二 南部, 北部 機場, 月別排水量

単位 1,000m<sup>3</sup>

年度	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
52	15,638	72,664	73,905	58,312	33,900	14,184	4,781	29,348	21,590	18,390	5,357	35,437	383,506
53	5,463	77,458	79,051	59,605	42,575	15,360	16,192	13,619	24,496	14,629	19,949	13,993	382,390
54	23,783	75,506	82,142	58,570	79,035	34,287	21,091	22,926	23,412	19,060	12,623	28,659	481,094
55	10,820	77,115	73,159	53,018	50,705	23,025	15,843	13,399	26,504	15,900	17,742	35,510	412,740

m)にしている。)

また、昭和54年8月26日3時頃より降りはじめた雨は、6時までの3時間に25mm、6時から7時までの1時間には24mm降り累計で49mmとなり、それまでの大雨注意報が大雨警報に切りかわったことから、7時には施設一っぱいの80m<sup>3</sup>/s運転とした。その後も雨は強く降り、8時までの1時間に21mm……雨が降り止んだ27日6時には、水位が(-)4.98mまで上昇して、それから下降しはじめたが、雨はまた降りはじめ、連続雨量は162mm、最高水位は(-)4.93mとなり、一級幹線排水路の北側B、C地区では農地に氾濫し、収穫の最盛期であったメロン、カボチャ、生長期の大豆などに被害を受けた。

#### (ウ) 中央干拓地からの排水量

1年間の降雨量約1,500mmと、かんがい用水、堤防からの浸透量を排除するための1年間の電力量は、降雨量、水稲作付面積に大きく影響されるが、表一、2のように10,700,000K.W.H~13,600,000K.W.Hで、排水量は383,000,000m<sup>3</sup>~481,000,000m<sup>3</sup>となっている。

#### (エ) 自動車の当て逃げによる修復

南部機場変電所は、道路の屈曲部に位置しているので、ガードレール防護の金網は、自動車によく衝突され加害者には逃げられた、警察に届け出て加害者が判ったときは弁償させたが、加害者不明のときが多かった。このときは、とぼしい管理事務所の資金で修復した。このようなことが年に3~5回もあるので、ガードレールを、鉄筋コンクリート造りの車止めにしようかと思っただこともあったが、そのような強固な構造物にしたら、自動車の損傷はともかく、人身事故につながるため、また元のガードレールや金網にしている。

#### (オ) 事故防止の啓蒙

南部、北部機場の吐出口は、鮒がよく釣れ防護の金網に穴をあけ、釣り人がなかに入るので「構内は危険だか

ら立ち入らないように」との呼びかけの看板を立てている。

#### (カ) 機械の整備

主排水機は、6年サイクルで分解し、劣悪化部品を交換し、機器の狂いを整正のうえ、防錆ペイントを塗布整備している。自家発電機は、110kVAだから、停電のとき排水機運転は出来ないが、制水弁操作等非常時には、なくてはならない動力源だから毎月約2時間は試運転して非常の場合に備えている。

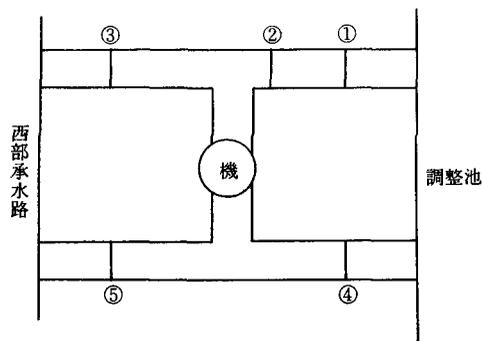
#### (キ) 環境整備

配電盤、電動機にゴミが入り故障の原因とならぬよう、また全国各地、海外からの視察者が多いので、不快感を与えぬよう、クモの巣をとり、窓を拭き、床にワックスを塗布して清掃に意をつくし、機場構内の芝生は、5月下旬より9月中旬にかけて20日に1度は刈りとり、環境整備につとめている。

#### (ii) 西部承水路用排水運転

##### (ア) 南部機場併設用排兼用機 図一4

1台の用排兼用機で、調整池から西部承水路に揚水(用水運転という。)また逆に、西部承水路から調整池に揚水(排水運転という。)するために、吸水、吐出管



図一4 南部機場併設用排兼用機模式図

を複管にして制水弁操作で両目的に使用している。

○用水（かんがい期で調整池から西部承水路へ）

調整池水位が西部承水路水位より高いときは、用排兼用機の制水弁①②③を閉じて制水弁④⑤を開らくと、用排兼用機を運転しなくても調整池水位と西部承水路水位との差で自然通水される。

調整池水位より西部承水路水位が高いときは、自然通水が出来ないので用水運転となる。まず制水弁③④を閉じ、①②⑤を開らいて用排兼用機を運転すると、調整池の水は西部承水路へ送られる。

○排水（かんがい期の降雨時や、非かんがい期で西部承水路から調整池へ）

西部承水路水位が、調整池水位より高いときの自然排水は、想定されても現実にはない。

西部承水路水位より調整池水位が高くて、降雨、融雪出水があるときは、西部承水路の水位を下げるため排水運転をする。このときは制水弁①②⑤を閉じ、③④を開らいて用排兼用機を運転すると西部承水路の水は調整池へ排水される。

(i) 浜口機場用排兼用機 図一 5

南部機場に併設されている用排兼用機と同じ西部承水路の水位調節のため設けている。

○用水（かんがい期で東部承水路（調整池と結合している）。から西部承水路へ）

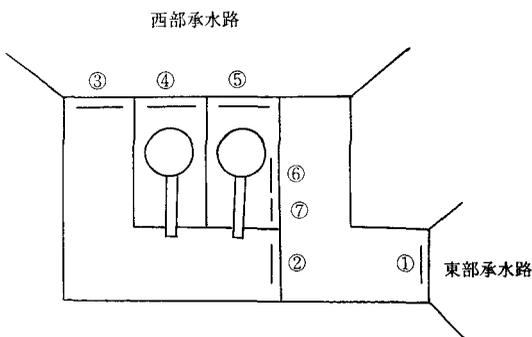
東部承水路水位が西部承水路水位より高いときは、制水弁④⑤⑥⑦を閉じて①②③を開らくと、東部承水路水位と西部承水路水位との差が自然通水される。

東部承水路水位より西部承水路水位が高いときは、自然通水が出来ないので用水運転となる。まず制水弁②④⑤を閉じて、①③⑥⑦を開らいて用排兼用機を運転すると東部承水路の水は西部承水路へ送られる。

これらは全て、用水、排水の切換スイッチにより半自動化している。

○排水（かんがい期の降雨時や非かんがい期で西部承水路から東部承水路へ）

西部承水路水位が東部承水路水位より高いときの自然排水は、想定されても現実にはない。



図一 5 浜口機場用排兼用機模式図

西部承水路水位より東部承水路水位が高くなっていて、降雨、融雪出水があるときは、西部承水路水位を下げるため排水運転をする。このときは、制水弁③⑥⑦を閉じて、①②④⑤を開らいて用排兼用機を運転すると、西部承水路の水は、東部承水路へ送られる。

浜口機場は無人で自動運転している。（手動運転も出来る。）西部承水路の水位が（+）0.33m に下ったとき自然通水がはじまり、水位が（+）0.38m まで上昇したとき、自然通水が停止するようにしている。

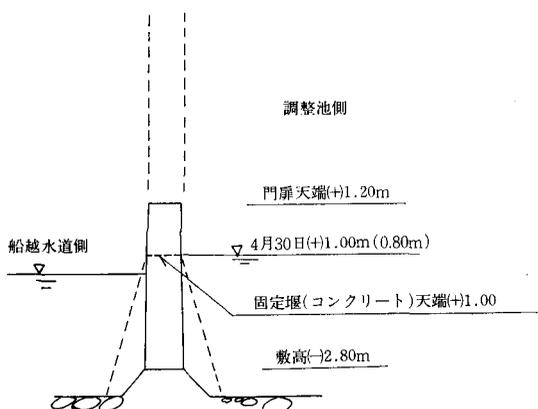
西部承水路の水位が（+）0.40m に上昇したとき、1号機が起動して排水運転をはじめ、さらに水位が上昇して（+）0.425m になったとき、2号機が排水運転をはじめ、水位が（+）0.35m に低下したときに1、2号機が運転を停止するようにしている。これらの設定は、いづれも任意に変更が可能である。

西部承水路の水位が下り、東部承水路水位がそれより下ったときは用水の自動運転は起動しないから、南部機場より操作員が出むいて手動で起動している。

南部機場からの用水取入口は中央干拓地からの排水、吐出口と接していて、排水が直ちに自然通水や、用水運転で西部承水路へ補給されるので、水が東部承水路（浜口機場）より汚れている。また、浜口機場からの補給を第一にし、不足分を南部機場から補給ということにしているが浜口機場からの補給量が少いので、南部機場からも補給している。このことは結果的には両機場から補給していることを意味している。

(iii) 防潮水門

中央干拓地11,741ha, 周辺干拓地1,051ha, 畑地かんがい534ha, 補給水田595haのかんがい用水と男鹿市の上水道最大0.15m<sup>3</sup>/s（1日12,500m<sup>3</sup>）を確保するため、調整池水位を4月30日に（+）1.00m, 8月11日（+）0.70m, 9月30日（+）0.50m を保持している。8月11日に（+）0.70m と水位を低下させるのは、かんがいも末期になると、台風シーズンに入り、洪水調節の機能を調



図一 6 防潮水門、門扉、水位差模式図

調整池にもたせるためである。

規則等でこれら水位のことは定められているが、いまは田畑複合経営で水田面積が減じられているので、4月30日に(+) $0.85\text{m}$ で管理している。

常に(+) $0.85\text{m}$ を確保維持するには、毎日数回門扉を開閉して水位を調整せねばならないから、(±) $0.05\text{m}$ を開閉の範囲として例えば(+) $0.90\text{m}$ まで水位が上昇したとき門扉を開放し(+) $0.80\text{m}$ まで低下したとき閉鎖し、その後数日経過してまた水位が(+) $0.90\text{m}$ に上昇するまで開放していない。(5月下旬頃までは八郎潟流域山地の融雪水があるので1日に $0.03\text{m}$ くらい水位が上昇するので開放は3～4日に1度である。)

日常の門扉開放は例えば今日は1, 2号としたら、次回は3, 4号・そのあとは5, 6号と順番にしている。これは特別の門扉のみを開放したり、開放しなかったりでは、門扉、戸当りの摩耗がはげしかったり、また錆ついてしまったり、また水門下流の船越水道にみお筋ができ河床が洗掘されることのないようにするためである。

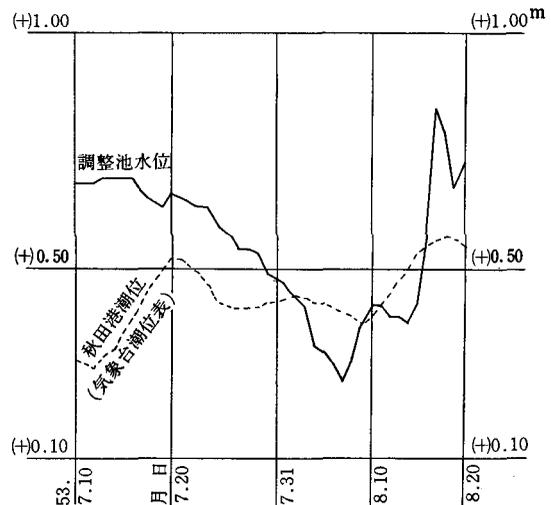
大潮の満潮時や低気圧の荒天のときは、海側の船越水道の水位、波浪が高くて門扉を開放しても上流側調整池の水が流出しないで、逆に調整池に海水が流入するのでこのような荒天のときは、調整池の水位が高くて門扉を開放しないことにしている。

門扉を開放したときの1門当り放流量は、調整池水位が(+) $0.80\text{m}$ で船越水道水位が(+) $0.50\text{m}$ のときは、 $140\text{m}^3/\text{s}$ で流速は $2.0\text{m}/\text{s}$ である。

昭和52～55年の観測では、八郎潟(馬場目川)の流域 $68,876.4\text{ha}$ と八郎潟(干拓地と調整池等) $22,024\text{ha}$ 計 $90,900.4\text{ha}$ からの年間の防潮水門放流量は、 $1,188$ 百万立米～ $2,372$ となっている。気象台五城目観測所の年間降雨量は、 $1,200\text{mm}$ ～ $2,045$ であるから、降雨量に比べて放流量が多いことになる。これは流域外の米代川水系から取水して馬場目川に放流する秋田県営杉沢発電所(最大 $14\text{m}^3/\text{s}$ )があることと、放流量の計算に誤差(船越水道の水位が潮流によって時々刻々に大きく変化することを考慮しないで、開放、閉鎖時の平均水位で計算)によるものである。

調整池、東部承水路に流入する馬場目川、三種川流域に集中豪雨があって、河川水位が上昇しても、 $3,900\text{ha}$ の調整池水位が異状に上昇しない。しかし、このとき門扉が閉じられていたり、2門くらいより開放されていないと、周辺町村の住民は、防潮小門門扉が開放されていないので調整池水位が上昇し、河川の水はけが悪くなり、水田、畑、住宅地に水が氾濫したのだと言う。このため、このような豪雨のときは満潮で門扉を開放すると海水が逆流する危険があるが住民の誤解を招かないよう慎重に門扉の開閉をしている。

規則等がかんがい用水は調整池水位(+) $1.00\text{m}$ ～(-)



図一 昭和53年7月10日～8月20日(午前9時) 調整池水位と潮位(満潮位)

$0.20\text{m}$ の $1.20\text{m}$ の範囲で取水することになっている。

昭和53年7月8日に(+) $0.78\text{m}$ あった調整池水位は、連日の旱天で8月4日には(+) $0.35\text{m}$ に低下した。このとき風速 $23\text{m}/\text{s}$ の強風による波浪が門扉天端(+) $1.20\text{m}$ と固定堰(+) $1.00\text{m}$ を越えて調整池に流入し、(魚道には角落しを入れて海水の逆流を防いだ。)水門から $1.6\text{km}$ 上流の男鹿市上水道取入口付近まで海水が遡上して平常は80 P. P. Mの塩分が810 P. P. Mまで上昇(飲料水としては、200 P. P. Mが上限とされ500 P. P. M以上になると塩からく感ずる。)して困ったことがあった。調整池水位は平常(+) $0.50\text{m}$ 以上であるから、海水が調整池に流入しても波浪がおさまったあと門扉を開放すると、海水はすぐ船越水道に押し流されるが、このときは調整池水位が船越水道水位(海水位)より低下していたので門扉を開放すると、さらに海水が流入してくる状態であった。この流入した海水が押し流され平常の80 P. P. Mになったのは8月15日過ぎであった。

調整池の水位が上昇して(+) $0.90\text{m}$ 近くになると、南部機場で門扉開放の操作を行なう。まず監視用テレビで防潮水門附近の状況(釣り船、遊泳中の人等が居るかどうかな)を確認し、さらに現地操作所(防潮水門の右岸直上流)屋上の拡声機で「ただいまから防潮水門を開きます。危険ですから近くに居る人は退避してください。」と2回以上放送し、10分位経過してから門扉開放のスイッチ操作をしている。門扉の開放、閉鎖の速度は毎分 $0.3\text{m}$ とゆっくりである。門扉の操作は現地操作でもできる。

門扉開放の操作は、豪雨により急激に調整池水位が上昇する懸念があるとき以外は、夜間の開放操作はしないことにしている。それは暗くて、テレビで防潮水門周囲の安全を確認できないからである。夜間に止むなく開放

するときは、とくに注意して防潮水門下流船越水道兩岸の天王町役場、男鹿市役所、男鹿警察署船越派出所に電話連絡して事故発生の防止につとめている。

毎年7月7日は船越水道左岸の天王町天王のお祭り、夕方お神こしが船越水道で水浴びをするので危険防止上から、このときは門扉は開放しない。また8月20日夜は、船越水道右岸の男鹿市船越の仏教会で送り盆の行事として、船越水道で灯ろう流しの行事がある。この時刻に門扉が閉じられていると流速がなくて灯ろうが流れないから水位に注意しながら右岸寄りの門扉を開放して、ほどよく灯ろうが流れるように地元の行事に協力している。

11月20日頃より翌年の1月上旬まで、日本海の秋田沿岸は季節魚のハタハタの漁があり、船越水道左岸の天王町江川漁協、船越水道右岸の男鹿市船越漁協から出漁した漁船が帰港のとき、防潮水門より放流していると海と船越水道との合流点で季節風によって異様な高波が発生して危険だからということで、毎年、両漁協より管理事務所へ文書で門扉の開放について配慮の要請がある。この時季は両漁協と緊密な電話連絡をとって、門扉の操作をしている。

防潮水門を上下する大作業船（台船）は数年に1回だが、このときは非かんがい期をえらび、調整池水位を数日前より下げて、船越水道との水位差を零近くに、なお満潮の時刻に大きな漁船数隻に曳航させて防潮水門門扉戸当りに衝突させないよう慎重な操船で通過させている。それでも残念なことに、昭和54年12月6日にこんな事故があった。その約1カ月前に調整池に入った作業船を小さな漁船（潟内で操業）の2隻で門扉が開放されているのに、そのすぐ上流を曳航して横断した。漁船、作業船は流水に引きづりこまれ、水面上約0.5mに停止していた門扉下端に激突して、漁船は転覆して船頭2人は投げ出され、1人は自力で泳ぎ助ったが1人は死亡した。このような作業（操船曳航）のときは管理事務所へ電話連絡があればスイッチ操作で門扉を閉じて事故を未然に防げたのにと悔まれた。作業船の激突によって損傷をうけた門扉は加害者の費用で門扉製作会社によって修復した。この事故のあと周辺町村役場と漁協に防潮水門付近で作業をするときは門扉の開閉について出来るだけ協力するから連絡くださいと伝えた。

門扉開放のとき、門扉を捲上可能限界まで上げると、水面と門扉下端との空間を漁船や、レジャーのモーターボートが流速の速い防潮水門を上下し、危険が多いのでこれらの通航を不能にするため、門扉を水面上約0.5mで停止している。

門扉の開閉は調整池水位による自動操作も可能だが、不時に開放され、危険が憂慮されるので操作員が防潮水門周囲の安全を確認してからスイッチ操作をしている。

調整池と船越水道を往き来する船は、防潮水門右岸に設けられた幅4mの閘門の柱（パナマ運河方式の船通し。）にとりつけられているスイッチを各人が押して、上下流の門扉を交互に開閉して水位を調節して、水位差のある調整池と船越水道を通航している。（この門扉は上流、下流同時に開らくことはない。）

昭和40年7月に防潮水門下流の船越水道の河床は最大11mも洗掘されたので砂で河床整正した後、防潮水門下流290m間に帆布を敷いて捨石で固めている。いまは安定状態であるが、管理事務所は25m間隔に固定点を設けて、年1回音響測深機で測量し河床の異動を観測している。この年1回の測量のほか、低気圧による暴風波浪のあとは音響測深機で概測している。

門扉、捲上機は、5年周期で整備塗装している。

#### (iv) 幹線排水路

200m間隔にコンクリート杭を埋設した点を定めて横断測量を行なっているが、農地造成のような工事が干拓地内になくことから、幹線排水路に泥土が堆積して浅くなることはない。

兩岸からガマ、ヨシが繁茂してくるので計画的にとり除いている。このほか藻やヒシ等の水草が発生しているので、これらを天敵で除こうと昭和48年より毎年約3,000匹の草魚を導入して幹線排水路に放流している。いまでは1.0m近くまで生長した草魚もいる。

幹線排水路上流には人口3,400人の大潟村の集落があるが、生活のゴミはまったく流れてはこないが、小支線排水路に毎年密生し、枯れて堆積したヨシの豪雨のあと大量に流れ出て、北部、南部機場吸水槽のスクリーンに付着して水面に浮んでいる。かつては、機械ですくい上げたこともあったようだが、バケットがスクリーンに接触することによってスクリーンが破損する原因となったので、今は船を浮べ人力ですくい上げて乾かして焼却している。

#### (v) 無人の雨量水位観測所（テレメーター）

テレメーターでの観測は冬期の低温によって機器内の雨、雪が凍結するので機器損傷を防ぐため、浜口機場、幹線排水路の水位観測のほかは毎年12月末より翌年3月末まで観測を休止している。

#### (vi) 基幹施設管理業務の委託

南部、北部、浜口機場、防潮水門、テレメーターの管理と操作による干拓地の排水と、調整池、西部承水路、幹線排水路の水位調整の他、各機器の点検を行なう業務を昭和56年度は48,500千円で東北発電工業株式会社から委託している。この業務を行なうには、規則等のほか、秋田県八郎潟排水機場等管理及び操作要領、秋田県八郎潟基幹施設自家用電気工作物保安規程（以下保安規程という。）を遵守することとしている。

点検は、保安規程に基づくもので、定期点検として南

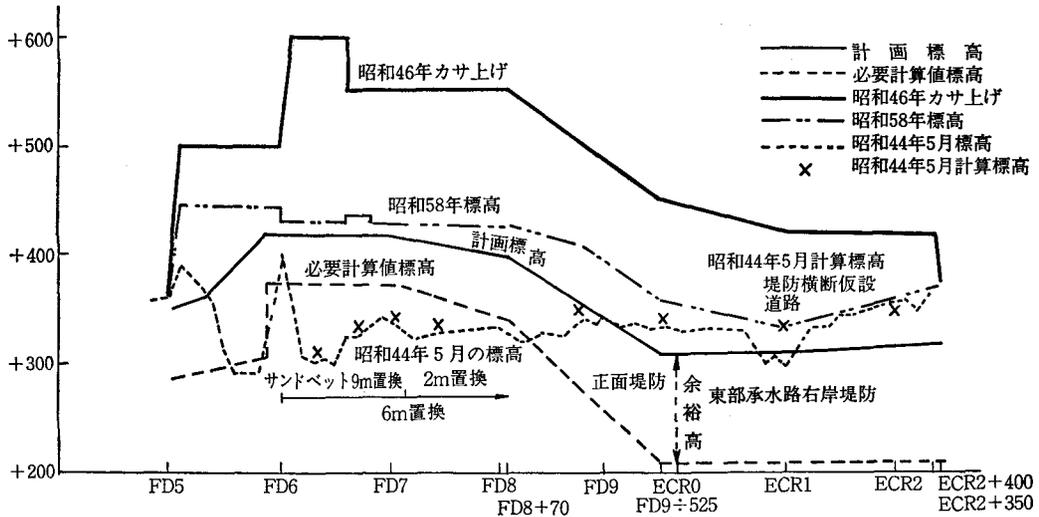


図-8 カサ上げ計画および沈下状況 (46年)

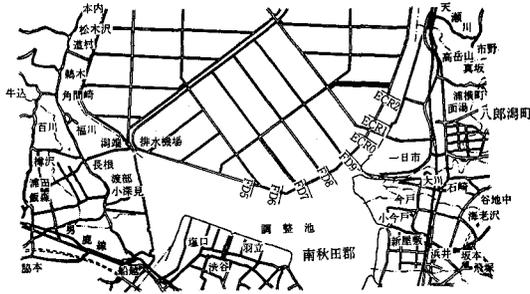


図-9 位置図

部、北部、浜口機場は、年1回非かんがい期に、防潮水門は9月と3月の年2回行ない、また浜口機場、防潮水門は週1回以上、テレメーターは月2回以上の日常点検を行なっている。

南部、北部機場の冷却水槽は汚れるから月2回清掃している。

管理および運転に要する電力は無償支給(管理事務所で別に東北電力へ支払っている。)だが、各機場、無償貸与の宿舎における電話料、水道料、宿舎の電力料は受託者の負担としている。

各機場には、運転日誌、点検記録簿、機器経歴台帳を備え記入整理するとともに、施設、機器の故障、また修理改造を要すると認められたときは監督員に報告すること、また毎月末24時の取引用積算電力計(有効、無効、昼間有効、最大電力)の読み、排水機の機種毎の運転時間、中央幹線排水路、西部承水路、東部承水路、調整池の9時と14時の水位、防潮水門上、下流水位および操作記録を翌月2日までに監督員に提出することとしている。

県が東北電力と交している契約電力は、南部機場

1,550kW、北部機場1,600kW、浜口機場180kW、防潮水門40kWを提示して、豪雨等により災害を招く恐れがある場合、また管理水位を確保するため契約電力を超過せざるを得ないと判断した場合は速やかに監督員に通報して指示をうけること、また地震、落雷があったときは運転を一時停止し、機器の点検を行ない異常の有無を確認した後に運転を再開することとしている。

## (2) 秋田土木事務所

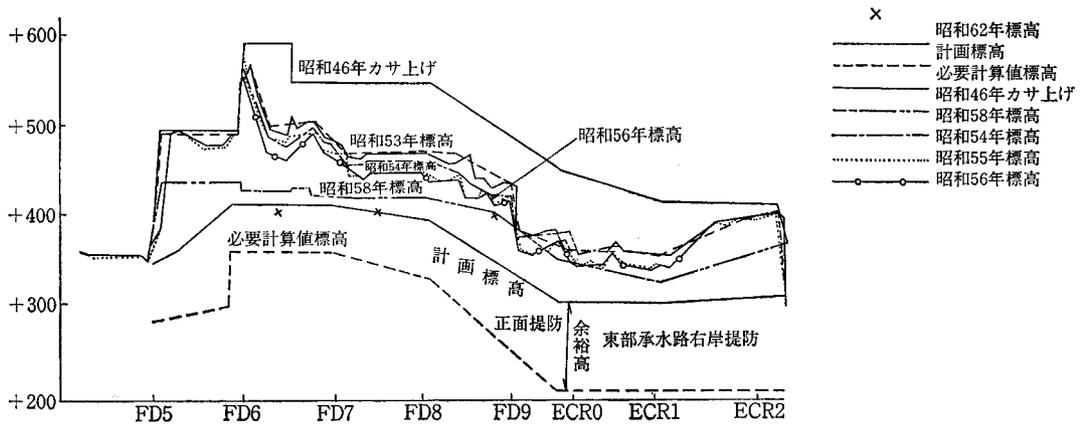
### (i) 堤防の管理

#### (ア) 堤防本体

築堤に当っては種々の工法が検討され、その結果置換工法が採用されたが、正面堤防FD6~FD9+677および東部承水路堤防ECR0~FCR2+400の約6kmの区間は約20m内外の軟弱粘土層の上にあり、その大部分を置換することは極めて困難であるため経済性、施工の難易等から置換厚さは2.0mとした。したがって、地盤の圧密による堤体の沈下が当然予想されたが、その沈下相当量(約5m)を最初から堤防高さに見込めば、堤体の安定確保のため、極めて大きな押え盛土断面や十分な基礎処理が必要になり経済性や工程の遅延などの問題が生じるため、基本断面を施工した後その沈下量を観測し、その結果をにらみ合せてかさ上げ工事を施工することとなっていた。

昭和38年8月最終的に天端標高を(+)4.20mに整形してから、昭和44年5月までの天端標高の実測結果および沈下計算結果の対比は図-8であり、昭和44年5月にはFD5+350~FD9+0の間で計画標高を割り、FD6+100~FD8+300では余裕高をこえて、必要計算値標高さえも割って危険状態になり、昭和46、47年度にかさ上げ施工した。

沈下計算によると標高(+)5.5mまでかさ上げしても、



図—10 沈下状況(56年)

その堤頂は、おおむね昭和60年ごろまでは計画標高を維持できるが、次第に沈下し測点FD6+300からFD7+400附近までの堤防は、第2回目のかさ上げが必要になり、その他の区間も、おおむね昭和70年ごろまでは再かさ上げの必要があると予想されていた。この第2回目のかさ上げを行えば大部分の堤防はそれ以降沈下しても3回目のかさ上げの必要性は少いと考えられ、仮にかさ上げが必要であっても圧密度から推測して極めて遠い将来と予測されていた。

このため、昭和52年4月に土木事務所が管理するようになってからも毎年水準測量を行ない沈下の観測をつけている。

(イ) 堤防小段道路(管理用道路)

若美町、八竜町、山本町、琴丘町、八郎潟町の農家2,079戸に増反配分された2,000haは、中央干拓地を囲む堤防沿いのところが配分されて、それぞれの町、村から東部承水路、西部承水路に架る橋梁等を通り、堤防管理用道路を唯一の営農道路として利用している。この道路は砂利道で不陸となり凹地には水がたまり、自動車走行に難渋したばかりでなく、オートバイが転倒しケガ人が出たこともあったため春の田植、秋の穫り入れ前にグレーダーで不陸を修正し、砂利を撒布したが数日にして、また不陸となる状態であった。このため大潟村を含む関係6町村は八郎潟干拓堤防河川管理道路対策協議会を結成し協議を重ね、大潟地区農免農道整備事業を申請し、事業主体秋田県として事業化し、負担率国8/12、県3/12、地元(6町村)1/12で昭和56年度は90,000千円で3,900mを施工している。

(ウ) 堤防法尻排水渠

堤防からの浸透水とともに、空石積から砂が流れ出てそれにヨシ等の枯草、根が毎年堆積して、浸透水をうけて支線排水路に流すという法尻排水渠の機能はうすれ、常に滞水していることにより農地への湧出水の原因ともなっていた。このため昭和54年度より堆積物を除去し、

水路底に土壤硬化剤(セメント状)と梁石と混合し厚0.1mに敷均らしてインパクターで転圧しヨシの再生を抑えるとともに、浸出砂の取除を容易にしている。

(ii) 道路

橋梁など構造物の沈下は、ほとんどないが、他の盛土カ所は圧密で道路全体が沈下しているが、路肩の沈下は少く、自動車走行の多いアスファルト舗装の沈下が大きく路肩より舗装面が低くなっている。その舗装幅員のうちでも軌せきの沈下が甚しく、降雨のときは舗装幅員全体に、数時間後には軌せきに滞水して、走行する自動車はポンプキを飛ばして、ハンドルをとられ、ブレーキの利きが悪くなり、縦断的にも不規則に波をうっており、昭和55年にこれらの調査を終えた。

(3) 大潟村(村道)

年間約50,000千円で砂利道の全路線をグレーダーで不陸修正し砂利を撒布している。冬期間の除雪は集落の村道を約4,000千円でこなっている。

(4) 大潟土地改良区

干拓地の約80%が軟弱なヘドロ層だから、昭和39年の干陸後まだ日が浅いのでヘドロ地盤では、農地はもとより、構造物も全体的に圧密により沈下している。

(i) 幹線用水路(コルゲート)

ヘドロ層の中央幹線排水路に近いところでは、幹線用水路の完成後0.6mも沈下しているところがあるが、農地小用水路も沈下しているので、いまのところくに支障はない。

(ii) 小用水路(U字フリューム)

小用水路の余裕高が0.10mで設計施工されているので、沈下が0.10m以上のところは、フリュームを撤去し、砂盛土して再び敷設している。この補修は年間8km(多い年は22kmのこともあった。)を45,000千円で、このほか沈下によって支障が出たフリュームの目地補修も37kmで22,000千円になっている。このほか分水弁、配水

弁等の更新も行っている。

(iii) 取入口

サイホン取入の真空ポンプは老化がすすんでいるので更新し、いままでの機器は予備用に整備している。

(iv) 農道(砂利道)

グレーダーで不陸整正後1km当り砂利35m<sup>3</sup>を散布している。昭和56年度は110路線(1路線約1km)を補修した。

(v) 支線排水路(築掘)

ヨシの繁茂によって通水断面が小さくなってきているので、順次補修掘を行なっている。昭和56年度は8.2kmを6,600千円で掘削した。

(vi) 小排水路(築掘)

ヨシの繁茂による枯れ葉の堆積、根の伸長による水路底の浮き上り、葉の密生による通水阻害が大きいため、順次年間50kmを17,000千円で補修掘をしている。

(vii) 昭和56年度の0.1ha当り運営費(土地改良区負担金)

表-3 0.1ha当り運営費

事務費	960円	
維持管理費	1,518	小用水路等の補修費
県営分担金	511	管理事務所の負担金
計	2,989	

5. 施設管理の電力料金

(1) 契約種別

(i) 南部, 北部機場

中央干拓地からの排水運転にかかる電力料金は、基本料金、使用電力量料金ともに電力供給規程(昭和55年4月1日実施)の農事用電力甲(かんがい排水)と、特別高圧電力に分けて契約している。その振り分けは、昭和52年4月1日に秋田県知事と東北電力㈱が契約種別について覚書を交換しそれによっている。

「覚書(抜すい)

1. 農事用電力甲と特別高圧電力とは同一計量のため、契約電力及び電力量の区分は、機場別に次により行なう。

(1) 契約電力

ア 農事用電力甲分=契約最大電力×(農地面積比)  
小数点以下第1位を四捨五入し整数値とする。

イ 特別高圧電力分=契約最大電力-農事用電力甲分  
契約電力

(2) 電力量

ア 農事用電力甲分=総使用電力量×  
 $\frac{\text{農事用電力甲分契約電力}}{\text{契約最大電力}}$

小数点以下第1位を四捨五入し整数値とする。

イ 特別高圧電力分=総使用電力量-農事用電力甲分  
使用電力量

2. 契約電力及び電力量における農事用電力甲分と特別高圧電力分とは次の面積比で区分する。

表-4 面積比

	面積	施設用地	合計	面積比
農地	13,178.9 ha	1,826.4 ha	15,005.3 ha	0.9578
他転用地	23.9	3.8	27.7	0.0018
集落地	557.1	76.2	633.3	0.0404
計	13,759.9	1,906.4	15,666.3	1.0000

ただし、農地面積には道路、排水路等を含む。

3. 上記契約事項を変更する場合は、甲乙協議のうえ変更するものとする。ただし変更は年度内途中では行なわない。また変更の申出は前年度の2月末日までとし、4月1日から適用するものとする。」

(ii) 浜口機場

かんがい用水の貯溜ということで農事用電力甲になっている。

(iii) 防潮水門

八郎潟新農村建設事業団で管理していたときから高圧電力になっていたので、八郎潟の防潮水門は干拓地のかんがい用水(淡水)貯溜のため設けられたのであるから、農事用電力であって他の防潮水門(三陸海岸等)と異なると申し入れたが、他所との均衡上農事用には出来ないと高圧電力になっている。

(2) 基本契約料金(電力供給規程昭和55年4月1日実施単価で試算)

30年に1度(30年確率)全運転するため、全施設(南部, 北部機場ともに40m<sup>3</sup>/s, 4,000kW)の電力需給契約を結ぶと基本料金は、両機場で年間49,560千円となる。この基本料金を節減するため運転頻度の高い(かんがい期の普通時と非かんがい期の降雨時)16m<sup>3</sup>/s, 1,500kW(南部機場), 16m<sup>3</sup>/s, 1,600kW(北部機場)で秋田県は東北電力㈱と昭和52年4月1日に契約して、豪雨出水のときは契約を超えて運転し超過料金を支払っている。(これは八郎潟新農村建設事業団で管理していたときから同じ。)両機場を16m<sup>3</sup>/s, 1,600kWとして年間の基本料金を試算すると、19,848千円となり、40m<sup>3</sup>/s契約を想定して試算した額49,560千円との差(節減)は29,712千円となる。(57ページ参照)

(3) 超過料金(基本料金)

豪雨出水になると契約電力を超えて排水機を運転している。このときは東北電力㈱秋田系統制御所に「大雨のため、只今から南部機場を〇〇kW, 北部機場を〇〇kWで運転しますからよろしく願います。」と電話連絡して強化運転に入る。この強化運転は契約違反だから50

試算

両機場	16m <sup>3</sup> /s, 1,600KW 契約と仮定して
農事用甲	※1 1,532KW × 540円/KW × 0.87 × 12ヵ月 × 2機場 = 17,274千円
特別高圧	68KW × 1,720円/KW × 0.87 × 12ヵ月 × 2機場 × 1.05 = 2,564千円
	計 19,838 ÷ 19,848千円
両機場	40m <sup>3</sup> /s, 4,000KW 契約と仮定して,
農事用甲	3,831KW × 540円/KW × 0.87 × 12ヵ月 × 2機場 = 43,195千円
特別高圧	169KW × 1,720円/KW × 0.87 × 12ヵ月 × 2機場 × 1.05 = 6,373千円
	計 49,568 ÷ 49,560千円

注：※1 1,532KW = 1,600KW × 0.9578 (農地面積比)

※2 0.87 = 力率による割引率 (97%として)

※3 1.05 = 農事用は無税だが、他は5%の電気税が必要

表-5 両機場 16m<sup>3</sup>/s, 1,600KW 契約して超過料金を支払うときと 40m<sup>3</sup>/s, 4,000KW 契約との比較

	南部機場			北部機場			両機場を40m <sup>3</sup> /s, 4000KW 契約と仮定	差	
	最大出力	基本料金	超過料金	最大出力	基本料金	超過料金			
		A	B		C	D			A+B+C+D=E
54年4月	KW	千円	千円	KW	千円	千円	千円	千円	千円
	1,600	827		1,600	827		1,654	4,130	
5	"	827		"	827		1,654	4,130	
6	2,840	827	*937	2,700	827	825	3,416	4,130	
7	2,520	827	684	3,800	827	1,706	4,044	4,130	
8	4,000	827	5,226	3,900	827	1,786	8,666	4,130	
9	4,000	827	5,226	3,900	827	1,786	8,666	4,130	
10	1,600	827		1,600	827		1,654	4,130	
11	"	827		"	827		1,654	4,130	
12	"	827		"	827		1,654	4,130	
1	"	827		"	827		1,654	4,130	
2	"	827		"	827		1,654	4,130	
3	"	827		"	827		1,654	4,130	
計		9,924	12,073		9,924	6,103	38,024	49,560	11,536

注 1. 両機場の1,600KW は仮定契約量 (農事用 1,532KW, 特別高圧 68KW)

2. " 6, 7, 8, 9月 は使用した最大電力

3. \*937千円は、2,840KW のときの超過料金

農事用甲 2,840KW × 0.9578 = 2,720KW

特別高圧 2,840KW - 2,720KW = 120KW

農事用甲 (2,720KW - 1,532KW × 1.04) × 540円/KW × 0.87 × 1.5 ÷ 794千円

特別高圧 (120KW - 68KW × 1.04) × 2,235円/KW × 0.87 × 1.5 ÷ 143千円

計 937

※1. 1.04 = 超過運転時の許容率

※2. 1.5 = 超過運転の割増率

※3. 2,235円 = 超過料金の計算に適用される特別料金

%の超過料金を支払うことになる。

昭和54年度は、6, 7, 8, 9月と4ヵ月連続して契約を超えて排水機を運転したので、東北電力㈱に超過料金を支払ったが、契約を南部、北部機場をともに4,000KW にしていれば超過料金を支払わなくてもよかった。この関係は表-5のようになり、これからもわかるように、契約を大きくするよりも、運転頻度の高い契約にし

ていて、超過料金を支払う方が昭和54年度のように強化運転の多かった年でも1年間で11,536千円の節減となる。

強化運転をすると、東北電力㈱秋田営業所長より管理事務所に、「このたび昭和〇年〇月〇日ご使用分として、昭和〇年〇月〇日に検針いたしました最大需要電力(3,800KW)は下記のように、ご契約の電力を4%超過いたし

ておりますので、お知らせ申し上げます。なお、再々ご契約の電力を超過してご使用なされます場合は、当社供給規程43項により需要契約の変更をお願いせざるを得ませんので、この点ご留意の上、ご使用下さるようお願い申し上げます。

供給種別 契約電力 超過電力

特別高圧 1,600KW 2,136KW」の文書がきますが、回答は出していない。

注 (3,800KW)と最大電力(デマンド)となっても、4%の余裕率があるので、 $3,800KW - (1,600KW \times 1.04) = 2,136KW$ の超過電力となる。

東北電力㈱が契約改訂を申し入れる根拠は昭和55年4月1日実施の電気供給規程取扱細則による。

「(3)契約電力500KW以上の需要家で次の場合は、原則として契約電力の変更をしていただきます。

イ 最大需要電力が契約電力の104%を超過した月が連続2月の場合

ロ 最大需要電力が契約電力を超過した月が年間を通じて6月の場合

(注)年間とは最大需要電力が契約電力を超過したその月から起算して1年間をいいます。」

昭和54年度は6,7,8,9月と連続4ヵ月契約を超過して排水機を運転したので4ヵ月つけて東北電力㈱より同じ文書(数字はその月によって変っている。)が届き、昭和54年10月下旬には、東北電力㈱秋田営業所より契約改訂について管理事務所へ打診にきたので、「昭和54年は異常なる豪雨出水によって契約を超過して排水機を運転したもので、これは年平均ではない。」ことを力説した。その後、正式な契約改訂の申し入れはなかった。

## 6. 水 質

### (1) 淡 水 化

干拓前の八郎潟には海水が流入して潟中央部では塩分が1700 P.P.Mだったが、防潮水門の完成した昭和36年以降は徐々に下り、昭和38年には700 P.P.Mとなり、昭和44年以降は80 P.P.Mとなった。

### (2) 一般的水質調査

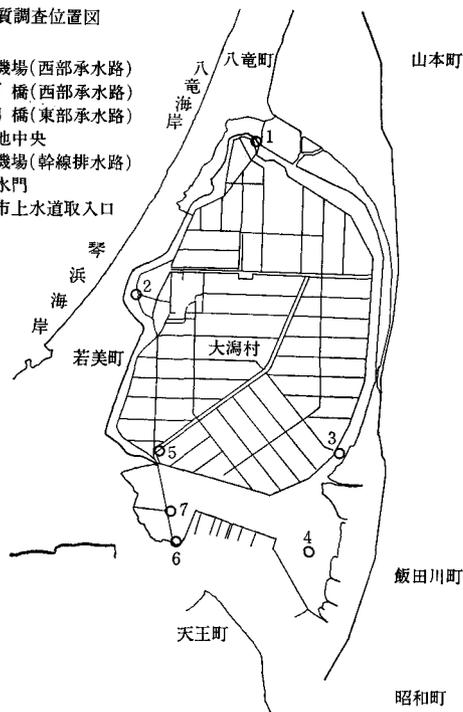
昭和56年11月発刊の「昭和55年度版、環境白書、秋田県」によると、秋田県は昭和48年度から浜口機場(西部承水路)、野石橋(西部承水路)、大潟橋(東部承水路)、調整池、南部機場(中央幹線排水路)、防潮水門の6カ所で、PH、COD、DO、SS、T-N、T-P等について年2~12回の調査を行なっている。

(八郎潟新農村建設事業団は干拓地内の土壌と、水源としての西部承水路、調整池の水質を干陸直後から昭和51年度まで調査していた。)

カドミウム、シアン等の人の健康の保護に関する項目

水質調査位置図

- 1 浜口機場(西部承水路)
- 2 野石橋(西部承水路)
- 3 大潟橋(東部承水路)
- 4 調整池中央
- 5 南部機場(幹線排水路)
- 6 防潮水門
- 7 男鹿市上水道取入口



図一11 水質調査位置図

は、環境基準を下回っているが、BOD、COD、SS等の生活環境の保全に関する項目については、環境基準を越え、窒素、磷は高い濃度を示している。表6,7,8

### (3) 上水道水源として

男鹿市40,000人の上水道水源として、昭和47年2月10日に「八郎潟調整池よりの取水に関する協定」を東北農政局長と男鹿市長が結び、最大 $0.15m^3/s$  ( $12,500m^3/s$ )を防潮水門上流1.6kmの地点で取水しているが、水質は基準を超えることはない。表一9

## 7. 地震時の対応

管理事務所管理している施設と堤防については地震後、直ちに巡視点検して、異状の有無を県庁農政部を通じて東北農政局、農村水産省へ報告するとともに、大潟土地改良区と大潟村に連絡している。

### (1) 排 水 機

地震のときは、まず機械の運転を停止して余震がほぼおさまった後外部点検(目視)を行ない、異状の有無を確認し、異状が無ければ1台ずつ数時間運転して、機械の異状音、軸受温度の上昇、奥等を調べている。

### (2) 堤 防

土木事務所の職員は干拓地に駐在してないから、管理事務所職員が手分けして、堤防の陥没、法り崩れ、噴水、噴泥等の異状の有無を調べている。これは、河川堤防で土木事務所の管理するところだが、干拓事業として農林水産省が築造したもので干拓地の生命だからである。

表-6 特 殊 項 目

	銅		亜鉛		総 リ ン			総 窒 素		
	最小~最大	n	最小~最大	n	最小~最大	n	平均	最小~最大	n	平均
浜口機場	<0.01	1	<0.01	1	0.034~0.054	6	0.046	0.64~1.22	6	0.87
野石橋	〃	1	〃	1	0.032~0.106	6	0.061	0.55~1.42	6	0.98
大潟橋	〃	1	〃	1	0.045~0.088	6	0.062	0.52~1.38	6	0.90
調整池中央	〃	1	〃	1	0.043~0.128	5	0.069	0.52~2.00	5	0.93
南部排水機場	〃	1	〃	1	0.267~1.100	6	0.750	1.08~2.37	6	1.50
防潮水門	〃	1	〃	1	0.035~0.125	6	0.094	0.51~0.97	6	0.69

表-7 健 康 項 目

	カドミウム		シアン		有機リン		鉛		クロム (6価)		ヒ素		総水銀		アルキル水銀	
	m/n	最大値	m/n	最大値	m/n	最大値	m/n	最大値	m/n	最大値	m/n	最大値	m/n	最大値	m/n	最大値
浜口機場	0/1	<0.005	0/1	ND	0/1	ND	0/1	<0.05	0/1	<0.02	0/1	<0.02	0/1	<0.0005	0/1	ND
野石橋	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
大潟橋	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
調整池中央	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
南部排水機場	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
防潮水門	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

表-8 生活環境項目(採取水深0)

	PH		DO			COD		SS			大腸菌群数		
	最小~最大	m/n	最小~最大	m/n	平均	最小~最大	m/n	最小~最大	m/n	平均	最小~最大	m/n	平均
浜口機場	7.2~7.9	0/12	6.9~12	1/12	9.5	3.1~7.2	12/12	1~21	10/12	10	1.4×10 <sup>2</sup> ~ 4.9×10 <sup>3</sup>	4/6	1.7×10 <sup>3</sup>
野石橋	7.1~9.2	3/12	7.0~13	2/12	10	3.9~16	12/12	2~38	10/12	19	1.3×10 <sup>2</sup> ~ 7.9×10 <sup>3</sup>	2/6	1.7×10 <sup>3</sup>
大潟橋	7.0~9.1	3/12	6.8~12	2/12	10	3.3~7.5	12/12	4~17	11/12	11	7.8×10~ 1.3×10 <sup>3</sup>	1/6	4.2×10 <sup>2</sup>
調整池中央	7.6~9.1	3/10	7.3~12	1/10	9.3	3.0~6.2	9/10	3~19	7/10	10	0~ 7.9×10 <sup>2</sup>	0/5	1.7×10 <sup>2</sup>
南部排水機場	7.5~9.1	4/12	7.3~13	1/12	9.7	4.5~13	12/12	7~66	12/12	28	0~ 1.1×10 <sup>4</sup>	2/6	2.7×10 <sup>3</sup>
防潮水門	7.3~8.3	0/12	6.9~12	2/12	9.4	1.3~5.9	11/12	3~20	7/12	7	6.8×10~ 4.9×10 <sup>3</sup>	3/6	1.8×10 <sup>3</sup>

注 m/nのnは観測回数で、mは、そのうち基準値を超えた回数

(3) 防潮水門

余震がおさまった後、門扉を1門ずつ開閉試験している。

(4) 幹線排水路

地震によって法り崩れがあっても、排水路断面は通水量に貯水能力をもたせて掘削しているので流水障害になることがないので巡視は他の施設の点検が終了したあとにしている。

(5) その他

(i) 過去の地震被害

堤防が完成した昭和39年から今日まで震度(4)以上の地

震が5回あった。そのうち、昭和39年5月7日の青森県西方沖地震震度(6)、昭和39年6月6日の新潟地震震度(4)、昭和39年12月11日男鹿沖地震震度(4)、昭和43年5月16日の十勝沖地震震度(4)の4回は、堤防などに被害がありその都度補強しながら復旧した。その後昭和53年6月12日の仙台地震震度(4)では、堤防、排水機場のどこにも被害はなかった。

(ii) 地震観測

正面堤防FD7+415に地震計を設置して現在は堤防管理者の土木事務所が管理している。地震記録の解析、および堤防の地震動の特性についての研究は、土質工学

会、八郎潟委員会のメンバーであった東北大学河上房義教授、東北工業大学浅田秋江名誉教授らが中心になってすすめている。

## 8. 漁業

八郎潟での漁業権は、昭和32年になくなって、今は、昭和40年4月の八郎湖漁業調整規則（水産利用上におい

ては、残存水域を八郎湖と呼んでいる。）によって、資源維持に重点がおかれ、ワカサギ漁以外のヒキ網は禁じられ、魚をまっけて捕る定置性の建網、刺網を主要漁業とするとともに、毎年継続的にワカサギ、ふな、せた、しじみ等を放流して資源の維持増殖につとめている。八郎湖増殖漁業協同組合員は約1,100人だが操業者は400人程度と推定される。放流は秋田県と漁協の両者が行なっ

表一9 原水水質検査結果（八郎潟調整池）

	56年4月22日	56年8月7日	56年9月9日	56年12月8日
気 温	19.0度	26.0	21.0	3.5
水 温	12.5度	24.0	21.0	3.0
アンモニア性窒素	0.09mg/l	0.08	0.04	0.09
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	0.1mg/l以下	0.1	0.3	0.3
塩 素 イ オン	54.7mg/l	74.4	44.0	40.7
有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	11.1mg/l	7.9	10.5	14.6
一 般 細 菌	1 ml中220個	400	450	1,100
大 腸 菌 群	陽 性	陽 性	陽 性	陽 性
シ ア ン イ オン	0.01mg/l以下	0.01	0.01	0.01
水 銀	0.0005mg/l以下	0.0005	0.0005	0.0005
有 機 リ ン	0.1mg/l以下	0.1	0.1	0.1
銅	0.01mg/l以下	0.01	0.01	0.01
鉄	1.29mg/l	0.56	1.44	2.30
マ ン ガ ン	0.12mg/l	0.07	0.10	0.16
PH	7.2	7.3	7.0	7.2
臭 気 度	異 常	異 常	異 常	異 常
濁 度	50度	40	40	45
[大腸菌群MPN]	10度	3	3	8
現行水道法の水質基準に比較し注意を要する項目	240(100ml中)	170	170	3,500
	有機物等一般細菌、大腸菌群、鉄、色度、濁度	一般細菌、大腸菌群、鉄、色度、濁度	一般細菌、大腸菌群、鉄、色度、濁度	有機物等、一般細菌、大腸菌群、鉄、色度、濁度

表一10 放 流 実 績

魚 種	52年度	53年度	54年度	55年度	56年度
わかさぎ(千粒)	116,000	150,000	200,000	200,000	20,000
せたしじみ(kg)	3,800	4,000	7,000	7,000	7,000
れんぎよ(尾)	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
ふ な(kg)				500	600
う な ぎ(kg)	170	130	120		

表一11 八郎湖における年度別漁獲量（秋田県農林水産統計年報）

	48年度	49年度	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度
総 漁 獲 量(トン)	1,877	1,630	1,760	1,022	1,248	1,102	992	833
わかさぎ(トン)	422	344	468	264	397	351	344	440
しじみ(トン)	673	565	567	620	445	386	295	93
ふな(トン)	290	290	291	126	122	111	97	101
その他(トン)	492	431	434	12	284	254	256	199

いるが秋田県の放流量と漁獲量は表一10、表一11のとおりである。

稚鮎は船越水道から淡水の調整池へ遡上する。これを5月中旬から6月上旬まで期間を定め、防潮水門の直上流で組合員は共同で採捕し秋田県内各河川の漁業協同組合に販布している。この稚鮎は魚道からも遡上するが、やはり門扉が開放されたときの遡上がはるかに多い。この時期は、かんがい水の貯溜期で水位調節のため門扉開放の機会が少い。この少い開放時を有効に利用するため門扉1門を早朝（遡上最盛時）数時間ずつ数日つづけるようにしている。採捕数は遡上魚のため気象条件に左右されることが多い。

中央幹線排水路は、許可漁業の対象外になっているが、ワカサギ、ふなが棲息し漁業組合員は動力船をもち込んで、動力曳や建網漁をしたこともあったが、一般河川と異り、管理には、農民の負担金も徴収している農業排水路で、排水路の除草のため毎年草魚を継続しているところで、この草魚も含めて獲られるようなことは困る。また排水路内に建網を建てられると、排水路巡視の操船に支障があり、農業排水路に他人の財産である漁船、建網を置かれては困ると断っている。

## 9. 管理事務所職員として

### (1) 災害時の対応

水面より低い干拓地の管理事務所だから、豪雨、融雪時の降雨で排水機の強化運転をせねばならぬ事態が予想されたとき、（大雨注意報が発令されて大潟村に雨が降りはじめたとき、大雨警報が発令されたとき）は、深夜、早朝、そして休日であっても所長、職員は南部機場に電話連絡して気象情報を聞きながら、即刻出勤して、時々

刻々の降雨量、支線、幹線排水路水位、風向、風速をテレメーター等で監視するとともに、干拓地内を巡回し現況を把握し適確な判断で排水機の強化運転を段階的に行って、警戒水位を越さぬようにしている。

このような非常事態は1年に数回よりありません。このようなとき、所長、職員が管理事務所不在となれば、職場放棄といわれるでしょう。

この非常事態時には所長が電話で所長以下職員が出勤し、夜を徹して対応したこと、排水機の運転状況、排水路水位、降雨量、このあとの見込みなどを県庁農業水利課長（主管課長）担当者、そして大潟土地改良区理事長、大潟村長に報告、連絡している。日中も数時間毎に報告、連絡はしている。

### (2) 土地改良区との連絡

- 降雨のときは直ちに取水を停止すること。
- 各農家は豪雨のとき水田から落水し、翌日には、かん水したい、と土地改良区に通水再開を望んでくるが、小、支線排水路の水位が平常の管理水位（一）6.30mまで下って、暗渠排水の効果が発揮できるまで取水再開しないこと。
- 土地改良区、農協、農業委員会の農業団体に農家節水について啓蒙すること。

これらのことを各団体に要請するには、それが必要になったその時だけでなく、所長は常日頃これら団体に足を運び、理事長、理事、職員、水管理人の役職員の皆さんと懇談して意を交すとともに、地震発生時には即刻巡視点検し、豪雨出水の非常事態時には所長、職員が夜を徹して警戒しているという平常の実績を村の皆さんに示してはじめて電話でもスムーズに伝わるものと思う。

# 中国四国地方に於ける老朽ため池改修

高橋 博\*

## 目 次

1. はじめに……………(62)	5. 施工管理……………(67)
2. 中国四国地方のため池の現状……………(62)	6. まとめ……………(71)
3. ため池改修工法……………(62)	7. おわりに……………(71)
4. 鋼土の土性……………(62)	

### 1. はじめに

中国四国地方、特に瀬戸内海に面している地域は、水田の用水源として、ため池に依存しており、古くは、弘仁12年(821年)弘法大師に再築造された満濃池(香川県)に始まる。しかし、この池も元暦元年(1184年)に洪水で決壊し、その後の戦乱により荒廃し、1631年に再築されている。以後数回にわたる改修、補強によって今日に到っている。

近年、老朽化の著しいため池は、江戸時代の水田開墾に伴ない増築された池が特に多い。

### 1. 中国四国地方のため池の現状

農業用ため池の内、早急に改修の必要がある池が多く存在しており、ため池の事故一堤体のパイピングの進行による漏水量増、取水設備及び底樋周辺からの漏水増、等が原因での堤防決壊一が多発している。

昭和55年には、岡山県下で、鉄道まで被災した実績がある。中国四国地方のため池総数72,642カ所、内8,589カ所が大小規模であり、要改修ため池2,287カ所(大小規模)と、老朽ため池は27%(大小規模)であり、特に、瀬戸内海側は全体の75%となっている。

### 3. ため池改修工法

老朽ため池改修工法は、現況の状態と、鋼土の有無によって決定されている場合が大半である。

工法決定は、地形、地盤線、堤体断面の状況及び、取水設備並びに底樋からの漏水状況を把握する。特に池の老朽化の原因又は、改修の発端について詳しく調査を行ない、過去にその実績があれば古老等に聞く事も大切である。

ため池改修工法を大別すれば次の様になる。

- ① 前刃金工法
- ② グラウト工法

### ③ 前刃金工法+グラウト工法

### ④ 表面しゃ水工法

中国四国地方のため池改修工法は、全体の84%(56年度工事)が前刃金工法である。

前刃金工法採用理由は、①堤体からの漏水が全般的にあり、漏水量が多い時、②現況堤体断面が設計断面に比し不足している。③鋼土等の材料の入手が容易な場合である。老朽ため池の改修について、古来から施工されて来た前刃金工法は、はじめに述べた如く、歴史的実績があり、又工事施工に際して、現場の技術者が、目及び手で直接施工管理が出来るというメリットも多分にある。

ため池の改修について、前刃金工法の鋼土とその施工管理について述べたいと思う。

### 4. 鋼土の土性

老朽ため池改修にかかる鋼土の土性は、池の耐久性、安定性につながり、土取場の決定にとっては特に重要となる。鋼土により不透水ゾーンを形成するコア材料は、 $10^{-5}$ cm/s オーダー以下の透水係数を確保しなければならず一方土質的に施工が容易な土性が望ましい。

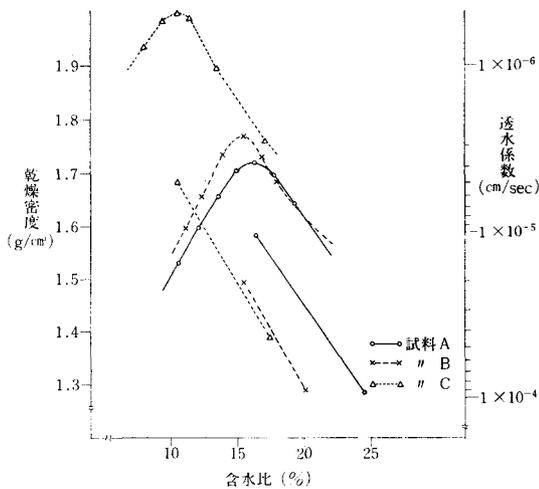
土取場の選定は、地元関係者からの意見を聞き候補地を選び、さらにハンドオーガー等によって掘削・試料を採取し、土質試験を実施する。土質試験は、比重試験・含水量試験・粒度試験・液性塑性試験・突固め試験・透水試験等を実施するが、高ダムの場合は三軸圧縮試験を追加する。ここに岡山県下の土質試験(鋼土)例を、図一1表一1に照介する。

図一1より透水係数は施工時の含水比又は、密度の程度により、1乗オーダーでの差異が生じ、また粒度により異なる。

鋼土については、礫分の多い採土場も相当有り、この礫混入効果について、山口県下での試験結果を詳述する。

\* 中国四国農政局建設部防災課

① 山口県徳山土地改良事務所 小野久夫氏資料提供



図一 締固め曲線及び透水係数～含水比

(1) 試験方法

一連の土の物理試験は J I S に従った試験としたが、力学試験については、試料土のレキ率を  $P=0\%$ 、 $P=20\%$ 、 $P=40\%$ 、 $P=60\%$  に調整した 4 試料について行ない、特に  $P \geq 20\%$  の 3 試料については  $\phi 200\%$ 、大型土質試験機によって試験を実施した。試料調整は、自然状態の粒度を原則としたが、レキ材料については、試料モールド径と最大粒径の関係から、レキの最大粒径を 38.1% としてそれ以上の粒径のレキはカットした。

(2) 締固めエネルギーの決定

力学試験に供した試料の物理試験結果を表一 2 に示す。力学試験に際しては、その開始に先立って土質材料に最も効果的な締固めエネルギーを決定するため、レキ率  $P=0\%$ 、 $P=40\%$  の 2 試料について締固め試験を実施した。試料に対する締固めエネルギーは、J I S 締固

表一 土質試験結果一覧表

	試料状態		粒度組成 (%)			含水比 (%)	(kg/cm³) 湿潤密度	(kg/cm³) 乾燥密度	(cm/s) 透水係数
			礫	砂	シルト粘土				
A	自最	然適	3	50	47	25.78	1.878	1.493	$9.17 \times 10^{-5}$
						16.25	2.004	1.724	$1.06 \times 10^{-5}$
B	自最	然適	2	70	28	20.32	1.984	1.649	$8.98 \times 10^{-5}$
						15.40	2.043	1.770	$2.03 \times 10^{-5}$
C	自最	然適	25	66	9	17.56	1.833	1.559	$4.35 \times 10^{-5}$
						10.40	2.202	1.995	$4.82 \times 10^{-6}$

表二 試料の物理試験結果

自然含水比	比重	液性, そ性限界試験			粒度試験				
		Wf (%)	Wp (%)	Ip (%)	レキ (%)	砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)	0.074mm 通過率
30.00	2.722	40.30	23.84	16.46	57.44	12.73	20.33	9.50	29.83

表三 締固めエネルギー決定のための締固め試験結果

レキ率 0%

JIS エネルギー比	Wf 自然含水比	Wopt 最適含水比	D <sub>100</sub> 最大乾燥密度	D <sub>95</sub> 管理密度	W <sub>95</sub> D <sub>95</sub> 含水比	△rd 密度差
100%	30.00%	23.00%	1.563t/m³	1.485t/m³	29.00%	0.000t/m³
150	"	21.00	1.606	1.526	27.00	0.041
200	"	20.60	1.628	1.547	26.10	0.021

レキ率 40%

100	21.20	13.80	1.787	1.698	20.50	0.000
150	"	12.60	1.843	1.751	18.80	0.053
200	"	12.00	1.865	1.772	18.50	0.021

めエネルギー (5.625kg/cm<sup>3</sup>) 及びその 150%, 200% の 3 エネルギーで実施し, その結果を表一 3 に示した。

この結果投入エネルギー量に対する密度増加量を J I S 100% ~ J I S 150% 間と J I S 150% ~ J I S 200% 間で比較すると, 前者の密度増加量が, 後者のそれに比べ, 2 倍前後を示している。これは J I S 150% 以下のエネルギー効果が J I S 150% 以上のエネルギー効果に比べ, 非常に良いことを示しており, J I S 150% 以上の大きい締固めエネルギーを, むやみに与えても, 効果的でなく, 力学試験に供する試料の締固めエネルギーを J I S エネルギーの 150% エネルギーで, 試料作成をした。

### (3) レキ率と密度

表一 4 は, 試料のレキ率別に Walker, Holtz による (1) 式によって求めた理論計算密度と, 試験密度を示したものである。又図一 2, 3, 4, 7, 9 にこれを図示した。

$$rd = \frac{rd_1 \cdot rd_2}{P \cdot rd_1 + (1-P)rd_2} \dots \dots \dots (1)$$

rd: レキ率 P における土及びレキの混合体の乾燥密度  
rd<sub>1</sub>: 土の乾燥密度 rd<sub>2</sub>: レキの乾燥密度 P: レキ率  
( $P = \frac{WS_1}{WS_1 + WS_2}$  WS<sub>1</sub>: 土の乾燥重量 WS<sub>2</sub>: レキの乾燥重量)

表一 4 Walker, Holtz による理論密度及び試験密度

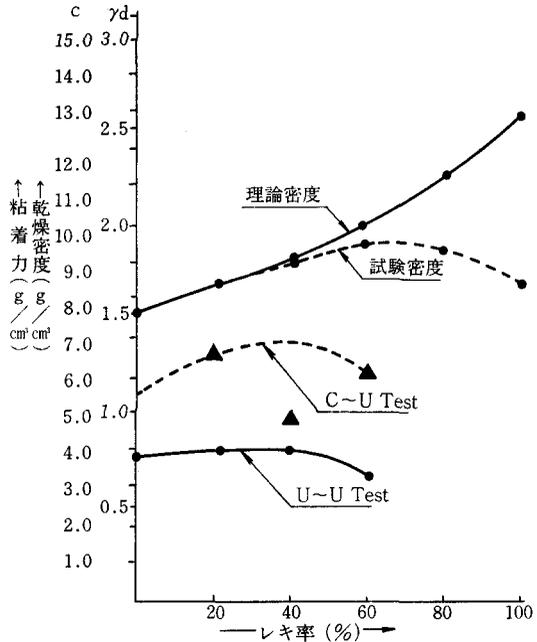
レキ率	土の乾燥密度	レキの乾燥密度	理論密度	試験密度
P (%)	rd <sub>1</sub> (t/m <sup>3</sup> )	rd <sub>2</sub> (t/m <sup>3</sup> )	rd(t/m <sup>3</sup> )	r'd(t/m <sup>3</sup> )
0	1.526	2.580	1.5260	1.5260
20	"	"	1.6618	1.6618
40	"	"	1.8241	1.7650
60	"	"	2.0215	1.9000
80	"	"	2.2669	
100	"	"	2.5800	

試験結果によると, レキ率の漸増によって試験密度が, 増加しており, レキ混入による密度に対する効果が生じている。図一 2 によると, レキ率 30% 付近から理論密度曲線と試験密度曲線が離れ始め, 以後レキ率の増大とともに, その密度差が大となって, 試験密度曲線が降下曲線となった。この現象は, Walker, Holtz の理論式が土とレキの混合物を締め固めた場合, レキの間ゲキは土で満され, かつ間ゲキ中の土は, その締固めエネルギーで土のみを締め固めた場合の密度になるという仮定から出発しており, この仮定はレキ率の低い場合には十分妥当と思われる。しかしレキ率がある程度以上高くなると, レキ間ゲキに十分土が満されず, かつ締固めエネルギーがレキの存在によって, 土に伝達されにくくなるた

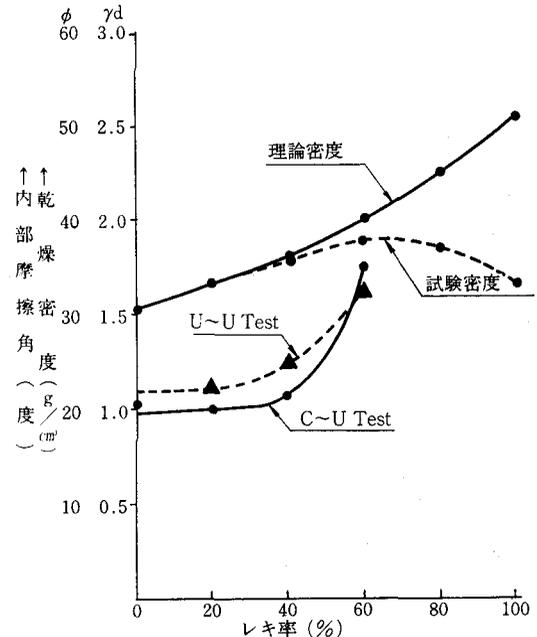
めと思われる。よって両密度曲線の分離起点のレキ率は, 土及びレキの混合体において, レキの影響が生じ始める起点レキ率と考えられる。

### (4) レキ率とせん断強度

三軸圧縮試験によるレキ率と, 粘着力の関係を図一 2 に, レキ率と内部摩擦角の関係を図一 3 に示した。ダムの安定は, ダムの完成直後の安定及び経年後の長期安定に大別される。図に示している U-U Test 曲線は, ダム



図一 2 レキ率～粘着力の関係



図一 3 レキ率～内部摩擦角の関係

完成直後の状況を想定した試験で、試料作成後圧密荷重を加えることなく、かつセン断時試料内の間ゲキ水の排水を許さぬ非圧密非排水試験結果を示したものである。一方 C-U Test 曲線は、ダム完成経年後の状況を想定した試験で、試料作成後圧密荷重を作用させ、90%以上の圧密度に達した時点で、セン断時試料内の間ゲキ水の排水を許さぬ圧密非排水試験結果を示したものである。

図-2によると、C-U値>U-U値となっており、圧密度と粘着力は相関している。これは圧密によって、土構造内の粒子間の間ゲキが減少し、土粒子相互の接着面積の増加することが要因となっているものと思われる。又全体的にレキ率40%付近で粘着力が最大となり、高レキ率領域で低下する傾向がある。高レキ率領域で低下率が大きいのは、粘着力成分に寄与する細粒土の減少によるものと思われ、この現象は、Walker, Holtz の理論密度曲線及び試験密度曲線の状況及び後述する高レキ率領域での透水係数値の増加からも推察される。

図-3より、レキ率と内部摩擦角の関係は、低レキ率ではほぼ一定しているが、Walker, Holtz の理論密度曲線及び試験密度曲線の分離起点レキ率付近から漸増を始め、高レキ率領域で急激な増加を示している。一般に土の内部摩擦角成分の発生は、普通の力学でいう摩擦成分の他に、土粒子のインターロッキング及びダイレイタンス効果による、力学成分が合成されたものとして発揮されるものと思われ、高レキ率領域における内部摩擦角の急増は、これらレキのインターロッキング及びダイレイタンス効果の寄与が大なるものと思われる。

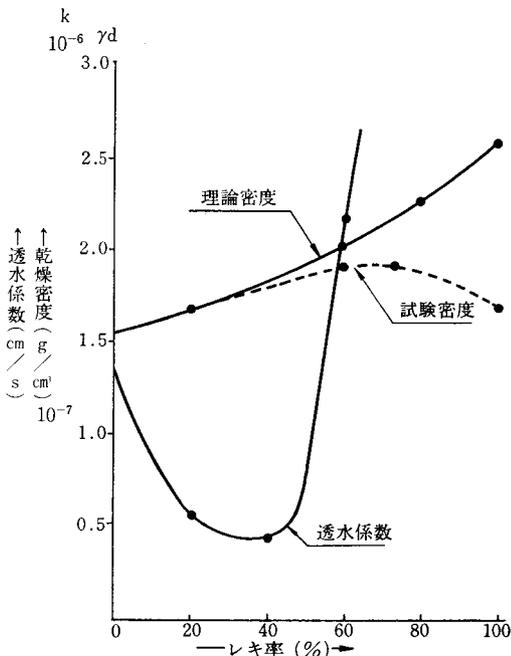


図-4 レキ率～透水係数の関係

(5) レキ率と透水係数

図-4にレキ率と透水係数の関係を示した。

これによると、レキ率P<40%領域においては、レキ率の漸増とともに透水値が減少し、以後レキ率の増大に従って透水値が急増している。これは一般に、レキそのものの透水性は、無視出来る程小さいから、土がレキを含むことにより、相対的に通水断面が減少し、全体の透水性が低下することに起因するものと思われる。しかし、Walker, Holtzの理論密度曲線及び試験密度曲線の分離状況からも推察されるように、レキ率が40%以上になると、レキ相互間に介在する土の密度が低下し、間ゲキ比が大となって、その結果透水係数が急増するものと思われる。よって止水 Zone に40%程度までのレキ率材料を使用することは、透水性の改良に有効なる結果を生じたが、40%以上の高いレキ率材料の使用に際しては、パイピング試験等により、その安全を確認する必要があるものと思われる。

(6) レキ率と圧縮特性

一般に土を構成する粒子は、弾性係数が大きいため、実用の応用範囲内では非圧縮性であり、かつ間ゲキ水も非圧縮性とみなせる。よって土としての圧縮は、土の間ゲキ体積の減少に起因するものと考えられる。図-5に示したレキ率と圧密～沈下曲線によると、レキ率の増加とともに、沈下率が減少している。これはレキの増加に伴ない、レキが土体積内において骨格構造を形成し、土の沈下を阻止するためと思われる。この様な沈下率の小さい材料をダム築堤材料として使用することは、ダム完成後の堤体の沈下を防止し、ダムの長期安定にも寄与するものと考えられる。

$$\Delta U = \frac{P_a \cdot \delta}{V_a + H_a \cdot V_w - \delta} \dots \dots \dots (2)$$

$P_a$ : ダム地点の大気圧  $\delta$ : 圧密荷重による土の沈下率  $V_a$ : 締め固め直後の間ゲキ内の自由空気量  $V_w$ :

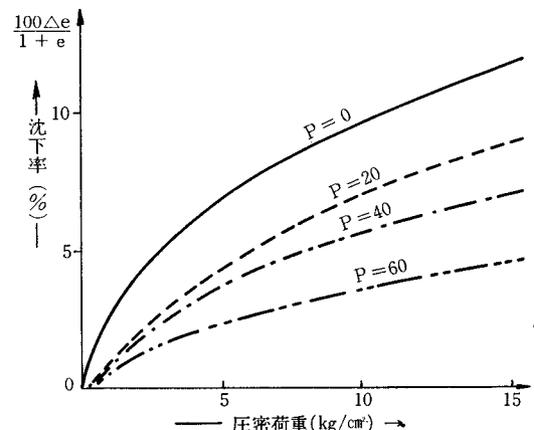


図-5 レキ率と圧密荷重～沈下率の関係

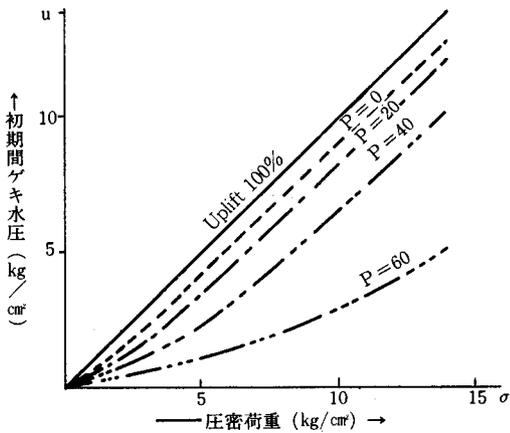


図-6 レキ率と圧密荷重～初期間ゲキ水圧の関係

締固め直後の間ゲキ内の自由水分量  $H_0$ : Henry の溶解係数 (20°C の時  $H_0=0.0198$ )

式(2)は Hilf の公式で, 不飽和土の間ゲキ水圧は, 間ゲキの気体圧力に等しいとして, 空気の圧縮性に関する Boyle の法則と空気が水中に溶解する Henry の法則から導かれたものである。この式を用いて, レキ率と圧密荷重～初期間ゲキ水圧の関係を求めた曲線を図-6 に表示した。

初期間ゲキ水圧は, 土が締固められた直後の間ゲキ水圧を示すもので, 土の沈下率  $\delta$  と関連性があり,  $\delta$  が小さくなるほど初期間ゲキ水圧の発生は小さい。

図-5, 6 より, レキ率の増加により沈下率が低下しているため, 初期間ゲキ水圧の発生も同様な傾向を示している。初期間ゲキ水圧の低下は, 全応力を一定とした場合, 有効応力の増加につながり, 初期強度は, それだけ大きいものとなる。よってダムの築堤途上及び完成直後の安定を論ずる場合, 初期間ゲキ水圧の発生の大小は, 重要な問題である。式-(3)・(4)は, 両面排水形の初期間ゲキ水圧の消散過程を示したものである。

$$U = \frac{4}{\pi} P \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2n+1} \left[ \sin \frac{(2n+1)\pi Z}{2H} \right] e^{-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 T_v}{4}} \dots (3)$$

但し  $T_v = \frac{C_v \cdot t}{H^2}$   $C_v = \frac{K}{m_v \cdot \gamma_w}$  境界条件は  $Z=0$  及

び  $Z=2H$  において  $U=0$ ,  $t=0$  において  $U=P$

$$U_s = 1 - \frac{U}{P} \dots (4)$$

$U$ : 間ゲキ水圧  $P$ : 全応力  $n$ : 整数  $Z$ : 深さ  $H$ : 間ゲキ水の排水路長  $T_v$ : 時間係数  $C_v$ : 圧密係数  $t$ : 経過時間  $K$ : 透水係数  $m_v$ : 体積圧縮係数  $\gamma_w$ :

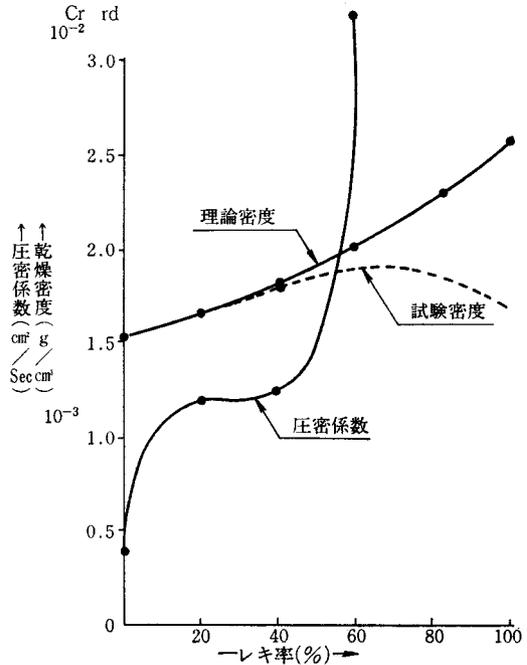


図-7 レキ率～圧密係数の関係

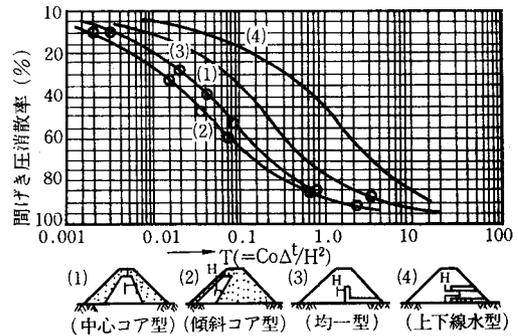
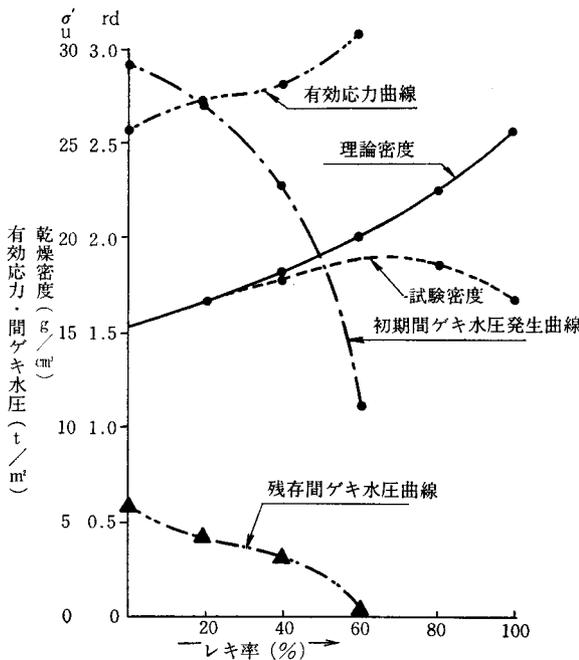


図-8 フィルダム形状別初期間ゲキ水圧消散率

表-5 レキ率～初期間ゲキ水圧消散率

レキ率	圧密係数	経過時間	{排水路長}²	時間係数	初期間ゲキ水圧消散率 (%)	初期間ゲキ水圧 (t/m²)	全応力 $\sigma$ (t/m²)	残存間ゲキ水圧 $U$ (t/m²)	有効応力 $\sigma'$ (t/m²)
$P$ (%)	$C_v$ (m/d)	$\Delta t$ (d)	$H^2$ (m²)	$T_v$					
0	0.060	410	72.25	0.340	80	28.99	31.45	5.79	25.66
20	0.089	"	"	0.505	85	27.18	"	4.07	27.38
40	0.100	"	"	0.567	86	22.91	"	3.20	28.25
60	1.080	"	"	6.129	95	11.23	"	0.56	30.89



図一 9 レキ率～有効応力，間ゲキ水圧の関係

水の単位体積重量  $U_s$  : 間ゲキ水圧消散率

式(3)は、盛土経過時間と、残存間ゲキ水圧の関係を、式(4)は式(3)の残存間ゲキ水圧と全応力を比較し、間ゲキ水圧残存率を示す式である。式(3)が示すように、残存間ゲキ水圧は、圧密係数  $C_v$  に反比例する。図一 7 にレキ率と圧密係数の関係を示したが、全体的にみてレキ率の増加とともに  $C_v$  値が増加し、特にレキ率40%以上の領域で急増している。図一 8 はフィルダムの止水 zone に対して、間ゲキ水の排水形態別に、間ゲキ水圧消散率～時間係数を線形化したものである。

以上の試験結果を基に、レキ率～初期間ゲキ水圧、残存間ゲキ水圧、有効応力の関係について試算したものを、表一 5 に示し、又線形化したものを図一 9 に示した。レキ率の増加とともに、残存間ゲキ水圧が減少し、有効応力が增大しており、土に対するレキの混入は、間ゲキ水圧の低減化に対しても、有効なる結果を示した。

(7) 考 察

以上の試験結果より、築堤材料(粘性土)に対するレキの混入は、材料の力学的特性の改良に効果的な結果を示した。老朽ため池の改修の築堤工期は、非かんがい期の短期急速施工となる。よって土取場の選定に際しては、土の物理、力学的な安定はもちろん、施工性の良い材料を保有する土取場を選定する必要がある。特に施工性に関しては、土取場の立地条件及び土の自然含水比等が大きく関係するが、その他適当なレキ率を有する土質材料を選定することも、急速盛土施工に際して、過大な間ゲキ水圧の発生をおさえ、力学的に安定な盛土の築造と、盛立施工機械のトラフィカビリティを改良し、施工性の改良の一助になると思われる。

5. 施工管理

ため池の鋼土の施工管理は、特に重要であり、前日施工した結果を次の日に利用出来なければ、鋼土の施工は、考えるべきでない。

施工の結果、所定の管理値に達していない時は当然、該当する盛土部分を取除かなければならない。

ここに、香川県の鋼土に関する工事仕様書、施工管理等を紹介する。

(1) 仕様書

- ① 盛土用土の掘削は、1日計画盛土量以上の採掘をしてはならない。
- ② 堤体の表土のはぎ取りは、原則として全面にわたり同時に施工するものとする。盛土の進捗に応じて表土をはぎ取る場合には、表土と盛土とを、混合しないようにしなければならない。
- ③ 堤体の表土のはぎ取り厚さは、別に指示しない限り、30cm以上とする。
- ④ 用土が降雨に濡れた時は、一時他に搬出して乾燥し、監督員の承諾を得たのちでなければ、使用してはならない。
- ⑤ 良質な土質であっても、凍結しているものは使用してはならない。
- ⑥ 用土のまき出し、及び転圧は、必ず堤体の縦断方向に施工するものとし、横断方向に層状にならないよう特に注意しなければならない。

表一 6

盛土の種類	使用機種	まき出し厚	仕上り厚	転圧回数	備考
鋼抱	土	タンピングローラー	20cm	12cm	10回
	土	〃	25	18	8
さや	土	〃	30	22	8
	土	60~100kg タンパー	10	6	8
鋼抱	土	〃	15	11	6
	土	〃	20	14	4

- ⑦ 転圧作業の主力は、タンピングローラーとし、作業終了後降雨が予想される場合のみ平滑ローラーで表面の転圧作業を行なうものとする。  
 なお、再び盛土を施工する場合には、表層を切りゆるめた後、続行するものとする。
- ⑧ 堤体上にまき出した用土は、必ずその日のうちに転圧を完了しなければならない。
- ⑨ 転圧作業に当たり、ローラーの転圧幅は少なくとも30cm以上重複させなければならない。
- ⑩ 地山、又は既成盛土との接触面及び地形上タンピングローラーの使用が不可能な箇所の転圧に際しては、地山との密着及び既成盛土との均一化について特に留意し、タンバー、振動ローラー等により入念に締固めをしなければならない。
- ⑪ まき出し厚、転圧回数の標準は表一6のとおりである。

- 注1. タンピングローラーは、胴内に砂利又は、水を充てんしたものであること。
2. タンピングローラー以外のローラーによって転圧する場合は、監督員の承諾を得ること。
- ⑫ 法面部の盛土については、規定以上の寸法の広さまでまき出し、十分締め固めを行ない、はみ出した部分は、盛土完了後に切取って、ていねいに土羽打ちをして仕上げるものとする。
- ⑬ 霜柱とか凍結した表土は、必ず除去して転圧するものとする。
- ⑭ 堤頂中央部は、天端幅の5%に相当する高さの「かまぼこ形」に仕上げるものとし、前、裏法肩については、法面に雨水等の直接流れ込みを防止するように考慮するものとする。
- ⑮ 一般的施工管理は、香川県農林部制定の「農業土木工事施工管理基準」によるが、本盛土工事の施工管理

表一7 堤体盛土管理試験

( 池 )

年月日  
 試験者

番号	試験順序	算式	I	II	III
			測点 E L 種別	測点 E L 種別	測点 E L 種別
1	採土円筒重量 (g)				
2	採土円筒+盛土湿润土 (g)				
3	盛土の湿润密度 (g/cm <sup>3</sup> )	② - ①			
4	容器重量 (フライパン) (g)				
5	容器重量+湿润土 (g)				
6	湿润土重量 (g)	⑤ - ④			
7	容器重量+乾燥土 (g)				
8	乾燥土重量 (g)	⑦ - ④			
9	水分重量 (g)	⑥ - ⑧			
10	盛土の含水比 (%)	$\frac{⑨}{⑧} \times 100$			
11	盛土の乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	$\frac{③}{④+100} \times 100$			
12	最大乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	(試験実施日)			
13	盛土含水比における 突固め乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	( " )			
14	D値= $\frac{\text{盛土乾燥密度}}{\text{最大乾燥密度}} \times 100$ (%)	$\frac{⑩}{⑫} \times 100$			
15	C値= $\frac{\text{盛土乾燥密度}}{⑬} \times 100$ (%)	$\frac{⑩}{⑬} \times 100$			
16	最適含水比 (%)	(試験実施日)			
17	盛土含水比と最適含水比の差 (%)	⑩ - ⑬			

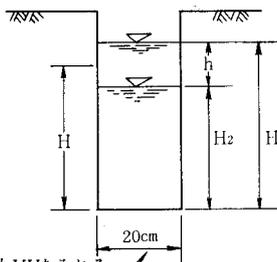
表一 8 現場透水試験

(池)

1. 試験年月日

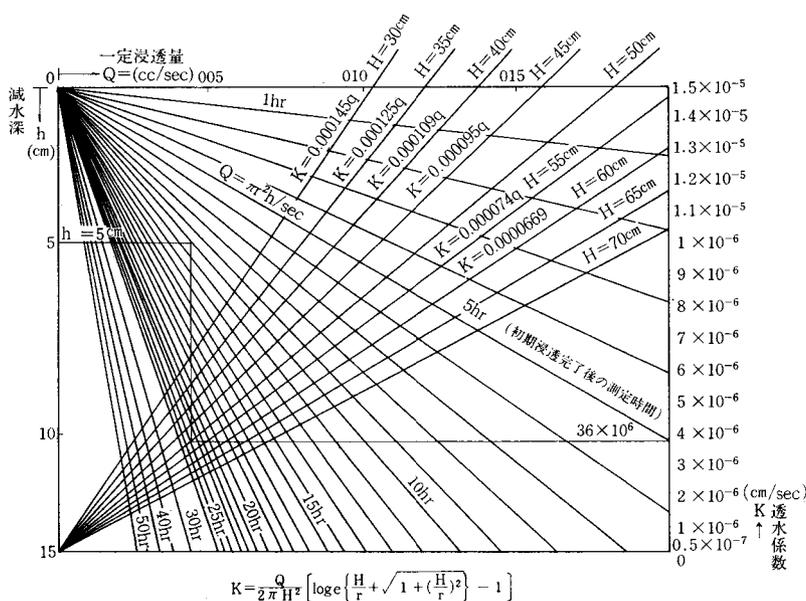
2. 試験者

番号	試験順序	算式	I	II
			測点 E L 種別	測点 E L 種別
1	測定開始時刻			
2	測定終了時刻			
3	経過時間	② - ①		
4	測定開始時水深 ( $H_1$ )			
5	測定終了時水深 ( $H_2$ )			
6	平均水深 ( $\bar{H}$ )	$\frac{④ + ⑤}{2}$		
7	減水深 ( $h$ )	④ - ⑤		
8	透水係数 (k)			



$H_1 = 40\text{cm}$ とする。

φ20cmハンドオーガで削孔後、φ20cmの有孔VUを入れる。



図表の使用法

例 初期浸透完了後、10時間に5cm減水し、平均水深 $H=50\text{cm}$ とする。

- ① 減水深 $h=5\text{cm}$ より水平に測定時間10hrの右下より斜線と交わらせる。
- ② この交点より垂直に平均水深 $H=50\text{cm}$ の右上り斜線と交わらせる。
- ③ この交点より水平に透水係数 $K=3.6 \times 10^{-6}$ が求められる。

図一10 現場透水試験計算図表 (φ20cmオーガーによる)

は、下記の基準によるものとする。

- (A) 管理試験は、盛土高さ1.0mごとに1回行なうものとし、1回当りの個数は2～3個とする。ただし、抱土、さや土については、現場の状況により監督員が別途指示する。
- (B) 試験の種類は、含水比・乾燥密度及び透水試験とする。
- (C) 乾燥密度、含水比の許容値は下記のとおりとする。

$$D \text{ 値} = \frac{\text{盛土乾燥密度}}{\text{標準突固め最大乾燥密度}} \times 100 \geq 90$$

$$C \text{ 値} = \frac{\text{盛土乾燥密度}}{\text{盛土と同じ含水比における突固め乾燥密度}} \times 100 \geq 95$$

$$\text{許容含水比} = (\text{標準突固め最適含水比}) - (\text{盛土含水比}) = \pm 5\%$$

(D) 透水係数の許容範囲は下記のとおりとする。

① 鋼土の場合  $K = 1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$

② 抱土の場合  $K = 1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$

③ さや土の場合

(上流側)  $K = 1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$

(下流側)  $K = 1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$

(E) 上記各種試験の結果、管理基準値(許容値)に達しない場合は、監督員の指示に従うものとする。

**(2) 施工管理**

堤体盛土の施工管理は以下に示す図表方式にて施工している。

( 池 )

- 1. 試験用土の種類
- 2. 同上採土地点
- 3. 試験年月日

試験者印

番号	試験順序	算式	I	II	III	IV	V	VI
1	モールド重量 (g)							
2	モールド+湿潤土 (g)							
3	湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	② - ①						
4	容器重量(フライン) (g)							
5	容器重量+湿潤土 (g)							
6	湿潤土重量 (g)	⑤ - ④						
7	容器重量+乾燥土 (g)							
8	乾燥土重量 (g)	⑦ - ④						
9	水分重量 (g)	⑥ - ⑧						
10	含水比 (%)	$\frac{\text{⑨}}{\text{⑧}} \times 100$						
11	乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	$\frac{\text{③}}{\text{⑩} + 100} \times 100$						

説明事項

- (1) モールド=1,000cm<sup>3</sup> (内径10cm×高さ12.7cm) を使用
- (2) 含水比測定は、湿潤密度測定と同一含水比の資料を使用すること。
- (3) 乾燥密度の算定式

$$\text{乾燥密度 } (\gamma_d) = \frac{\text{湿潤密度}}{\text{含水比}(W) + 100} \times 100$$

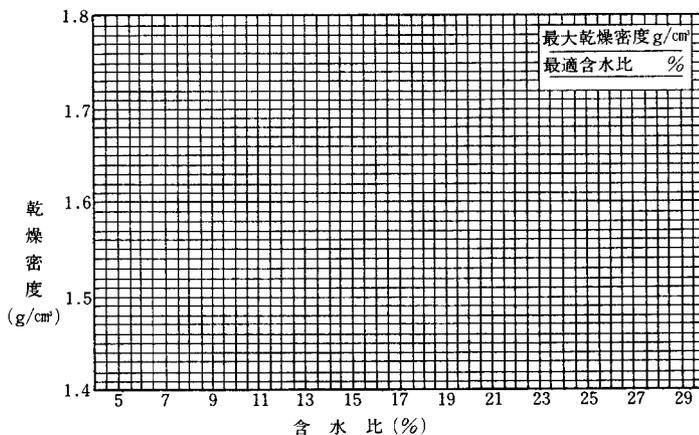


図-11 標準突固め試験

## 堤体盛土管理図

(池)			昭和																																	
			年月施工分																																	
	kg			A																																
	1,700																																			
	1,600																																			
	1,500																																			
	1,400																																			
(kg/m <sup>3</sup> )																																				
最大乾燥密度(kg/m <sup>3</sup> )																																				
(%)																																				
縮固率 (D値)																																				
縮固率 (C値)																																				
透水性係数 (K)																																				
盛土の含水比																																				
最適含水比 (%)																																				
最適含水比との差																																				
降雨状況																																				
試験ヶ所の標高																																				
天候																																				

図-12

### 6. まとめ

老朽ため池の改修は、水田の落水後、ため池の水を空にした約1カ月後でなければ、含水比が高く、一般には堤体盛土工事に着手出来ないことが多く、地方によっては、冬期施工となり、自然条件が一層悪くなる。

しかし、少ない工期の中で良い効果をあげるべく、工法綱土の選定、盛土の施工管理等について最善の注意を

払えば、強度、耐久性共すぐれた堤体の施工が容易となる。

### 7. おわりに

今回投稿にあたり、山口県徳山土地改良事務所、小野久夫氏及び香川県農林部土地改良課から資料の提供を戴きましたことを、お礼申す上げます、御先輩諸氏の御指導をよろしくお願い申し上げます。

# 農業土木技術者のためのリモートセンシング入門 (第2回)

増本 新\* 淵本 正隆\*\*

## 目次

5. システムのいろいろ……………(72)	6-5 熱映像と温度探査……………(81)
5-1 プラットフォームの種類とスキャナ ーの関係……………(72)	7. リモートセンシングデータの画像処理シ ステム……………(81)
5-2 グランドトゥース……………(76)	7-1 システムの種類……………(81)
6. 熱映像……………(80)	7-2 ADIPS システム……………(83)
6-1 原子からの電磁波……………(80)	7-3 AIPS システム……………(84)
6-2 分子からの電磁波……………(80)	7-4 熱赤外線キャッチ装置……………(86)
6-3 気体、液体、固体からの電磁波……………(81)	7-5 A-DIPSによる熱映像解析の一例……………(86)
6-4 電磁波と温度と熱……………(81)	

### 5. システムのいろいろ

前回にはリモートセンシングの全体像を掴んでいたが、今回は次回以降に予定している既往の土地改良への応用例、今後の応用の可能性などの説明の理解を助けるための必要な知識について補足することとしたい。前回と若干の重複を感ぜられる向きもあるが、我慢して読んでいただきたい。応用者にとって大切なことはリモートセンシングのハードウェア、ソフトウェアの原理理論について精通を極めることではなく、応用にあたって正しい知識と理解のうえに必要な判断ができる能力を身につけることである。

くりかえしになるが、リモートセンシングとは被写体が反射、放射する電磁波のエネルギーを **Machine and Mathematic** の領域で **automatic**にとらえ、定量的、数値的に処理、解析、再現、合成することであると定義し、その故に赤外カラー（フォルスカラー）法をもって写真判読とリモートセンシングの境界とし、**MSS**法を厳密な意味でのリモートセンシングとし、その中間にマルチスペクトル法をおいた。しかしてスキャナー、センサーを搭載する台をプラットフォームと名づけた。

#### 5-1 プラットフォームの種類とスキャナーの関係

プラットフォームはただ単にスキャナーを搭載する台であるという機械的な意味だけでなく、プラットフォームの種類がスキャナー、センサーの種類性能に影響を与える重要な意味をもつ。

プラットフォームには大別して大気圏内にあって揚力によりその位置を保つエアボーンタイプと、人工衛星式のもの2種がある。以下にその概要をのべる。

##### 5-1-1 エアボーンタイプ

エアボーンタイプは一般論として人工衛星式よりも搭載許容重量も搭載可能スペースも大きく、かつキャッチした情報を地上へ持ち帰るにも特段の工夫を必要がないので、赤外カラー（フォルスカラー）法、マルチスペクトルカメラ法、**MSS**法のいずれも使用することができる。また「縮尺」を考えると、エアボーンの場合

$$S_x = f/H_x \dots (5)$$

$H_x$ : プラットフォームの高度 (mm)

$f$ : センサー焦点距離 (mm)

$S_x$ : 縮尺

でも5式が成立するとすれば、エアボーンタイプの方が衛星タイプよりも縮尺を大きく、画素をちいさくすることができ、微細な点にわたる解析により細かい調査結果を得ることができる。第21図は赤外カラー写真の解析前のナマのものであるが、肉眼でも地物樹木が細かく見分けられ、特に水分、葉緑素の活力などが一様ではないことに気づかれるであろう。また第22図は赤潮発生時の赤外カラー写真であるが、水道のせまいところで、かつ流下と遡上がぶつかりあう場所での赤潮発生の様子がよくわかる。

しかしながら全体を一貌に納め、マクロな眼で物を選びだしポテンシャルティの見当をつけるには、次にのべる衛星タイプに一步をゆずる。

##### 5-1-2 人工衛星タイプ

\* アジア航測(株)

\*\* //

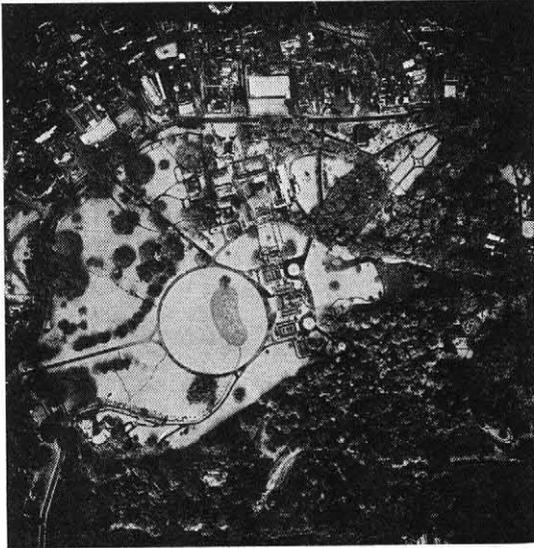


図-21 赤外カラー写真（原図はカラー）



図-22 赤潮発生の様子を捉えた赤外カラー写真（原図はカラー）

ある意味では人工衛星タイプこそリモートセンシングのレゾン、デートルであるともいえる。エアボーンタイプでは絶対にカバーすることのできない広い地域を一貌に納めて判断づけることもできるし、エアボーンタイプでは期すべくもない高速で地球を回転する衛星も、また地球上のある一点に（相対的）に静止つづける衛星も利用できる。しかして地球の周囲にどれだけ多くの人工衛星があるとして、我々が利用できる、または利用しようとする人工衛星の数は目的別にもそんなに多くもないが、これら種々の人工衛星からの情報を適確に組合せ使用することによって、肉体力の及ばない大きな範囲で情報を蒐集、解析、計算、画像化し、必要に応じて図

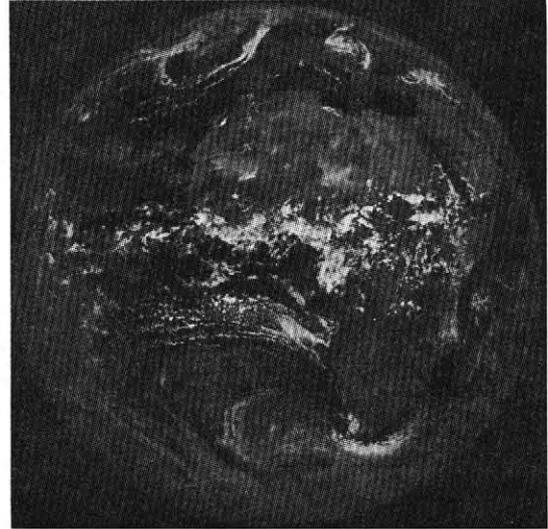


図-23 メテオサットの映像

表、線図、プリント等に表示することができ、故に土地改良基礎調査、農業適地選定、活断層や土壌地質、水資源開発や湧水洪水地盤の硬軟、植生のいかなど、農業土木技術への応用に適合しているといえる。

人工衛星には静止型と周廻型とがある。静止型には航海衛星、通信衛星、気象衛星、軍事衛星などいろいろの目的をもったものがあるが、比較のリモートセンシングの世界に近いのは軍事衛星を除けば気象衛星であろう。気象衛星は諸氏おなじみの“ひまわり1号”“ひまわり2号”のほか、その欧州版としてメテオサットと呼ばれるものがある。余談ではあるが気象衛星は世界中に総計9個赤道付近に打上げられるように申合わせがなされており、うち米国分担の4個、日本分担の1個、欧州分担の1個計6個はすでに実用に供されている。ソヴィエト分担の2個、中国分担の1個については打上げられているや否や寡聞にして詳でないが、いずれにせよ実用に供されていない。第23図はメテオサット、第24図はご存知「ひまわり」の映像である。

### 5-1-3 周廻衛星

我々が全く利用することのできない。しかも利用できると思えばすばらしい情報を我々に提供することのできる多くの周廻衛星が飛んでいることは間違いないが、我々がリモートセンシングの情報蒐集用にもっぱら利用できるものとして、地球資源衛星とよばれるランドサット衛星およびノア衛星がある。両者とも夫々異なった特性をもち、蒐集できる情報の種類も異なる。第25図に両衛星の比較を表示する。

### 5-1-4 ノア衛星の概要

先回にランドサット衛星についてはその軌道などについてのべた。ノアの動き等については第26図、に記すところである。第25図のようにノアとランドサットの間に

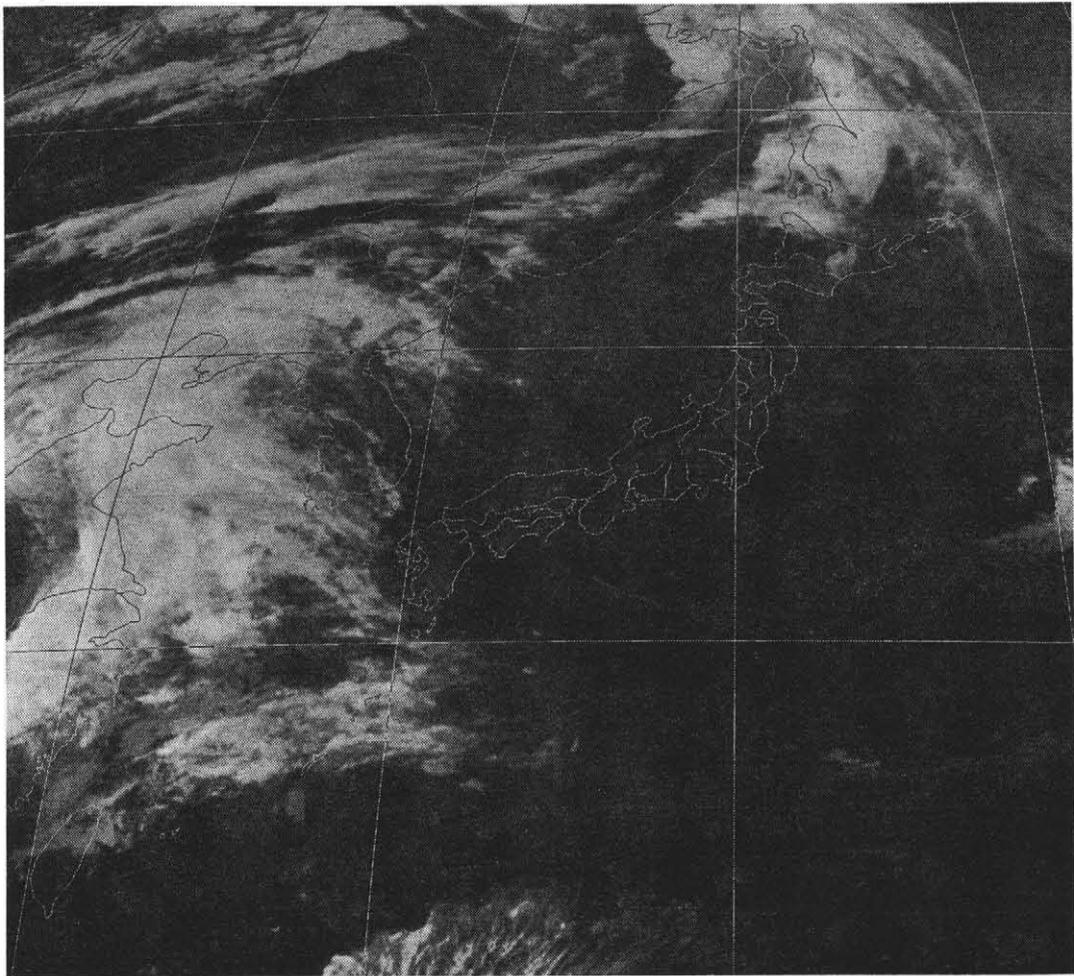


図-24 ひまわりの映像

要 目	TIROS-N (NOAA)	LANDSAT
飛行高度	870km	915km
軌道	極周回軌道	極周回軌道
周期	101分	103分
打上日	1979・6・27	1978・3・5 (3号)
画素大きさ	1.1km×1.1km (APTの場合4km×4km)	80m×80m
軌道傾斜角	98.7°	99°
赤道通過時刻	15時0分	09時30分
1日周回数	14	14.2
バンド	1. 0.58 ~ 0.68 $\mu$ m (可視光) 2. 0.725~1.10 " (近赤外) 3. 3.55 ~3.93 " (熱赤外) 4. 10.5 ~11.5 " ( " ) 5. 10.5 ~11.5 " ( " )	4. 0.5~0.6 $\mu$ m (可視光) 5. 0.6~0.7 " ( " ) 6. 0.7~0.8 " (近赤外) 7. 0.8~1.1 " ( " ) 8. 運用停止

図-25 ノアとランドサットのちがい

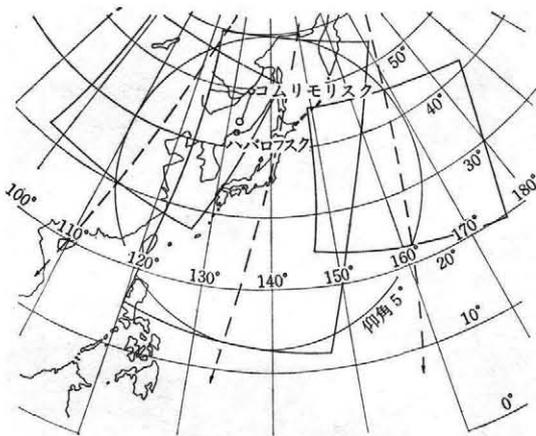


図-26 日本附近の TIROS-N 衛星の軌道とデータ取得範囲

は本質的な差があるが、リモートセンシングの視点から最大の差といえば、ランドサット衛星の情報には赤外線（熱線）の部分がなく、ノア衛星のそれにはあるということであろう。しかしながらノア衛星の本来の目的はランドサットのような地球資源探査ではなく主として雲、雪と氷、海面温度などの探査に目的があるので、熱バンドがあるといってもそれで熱映像の解析を行なうには不十分であり、かつ画素が1.1km×1.1kmと大きいので、ノア画像そのものをリモートセンシング目的に使用することに我々はあまり大きな興味をもっておらず、どちらかといえばランドサット衛星の情報の補完として使用する方が多い。

ノア衛星は実は2個の衛星すなわち TIROS-N と NOAA-6 からなっていて、NOAA-6 では飛行高度833 km、赤道通過時刻07時00分である。

極周回軌道衛星としてはこのほかソヴィエト連邦の Meteor もあるが、これも気象衛星観測主体であり、独自の情報でリモートセンシング用には向いていないと言われている。

第27図は、TIROS-Nの横断面図である。また、第28図にノアの、第29図にランドサットの各バンド毎の写真を示すが、第30図のマルチスペクトルカメラ法写真との差もくらべてもらいたい。なお、カラー写真はランドサット衛星の各バンド毎写真の最終合成図である。

このように考えるとシステムのプロセスとしてはまず衛星情報の解析により対象地域が選び出され、次いでエアボーンタイプとグラントルースにより情報が実用可



図-28 ノアの写真

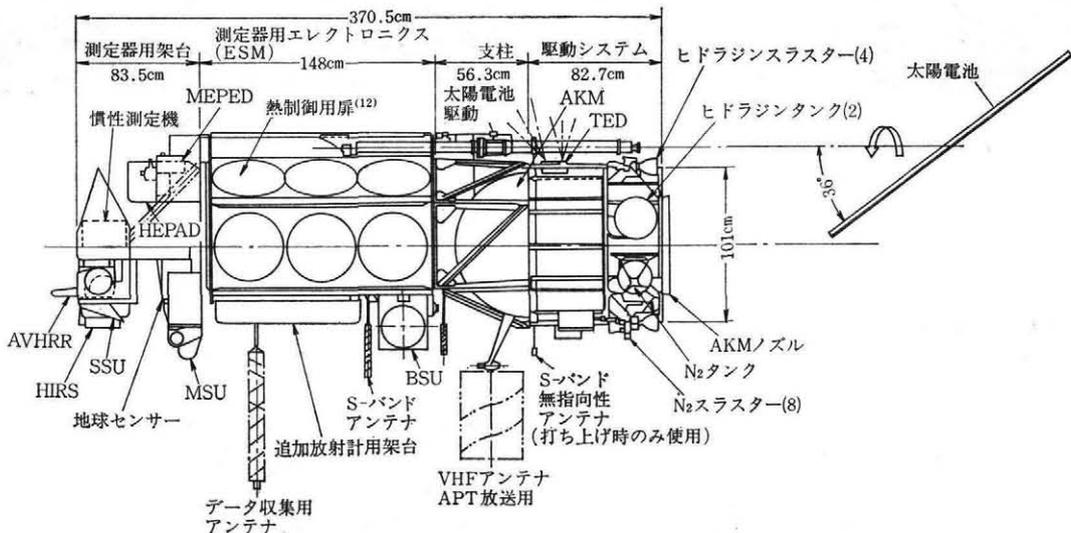


図-27 タイロス-Nの横断面図（機構図）



MSS 7 0.8~1.1  $\mu\text{m}$



MSS 5 0.6~0.7  $\mu\text{m}$



MSS 6 0.7~0.8  $\mu\text{m}$



MSS 4 0.5~0.6  $\mu\text{m}$

図-29 バンド別のランドサット画像

能となり、さらに次のステップとして必要とあらば空中写真判読、空中写真測量、線図化、目的図化と進むのがよいであろう。

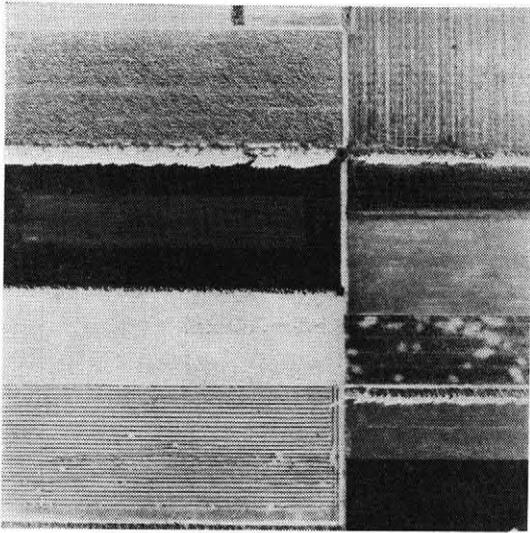
### 5-2 グランドトルース

グランドトルースとは、要は現地調査のことである。リモートセンシングは応用者の立場からいえばグランドトルースがなくても粗な調査網をかけ一応の判断が下せるといって価値を認めて「better than nothing」であるが、専門家の立場からみればいかに物体(物質)の電磁波のエネルギーをとらえ解析するといっても判断指標なしでは重大な錯誤を生ずるおそれがあり、責任はも

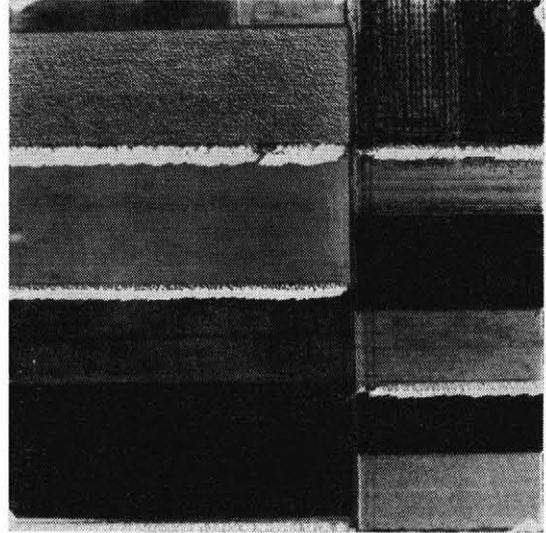
てない、ということになる。

どちらの考え方も立場見方目的により異なる性格のものであるが、いずれにせよリモートセンシングは魔法ではないから、おのずとその限界がある。東大生産研の村井俊治助教授は「土地改良測量設計第13号(昭和56年12月)」のなかで、専門家としてリモートセンシングの可能性と限界について論じておられる。まことに貴重な御意見であり私共も研究者として満腔の賛意を表すものであり是非直接ご一読を願いたい、敢て失礼僭越をかえりみずその主点を紹介すると以下のようなになる。

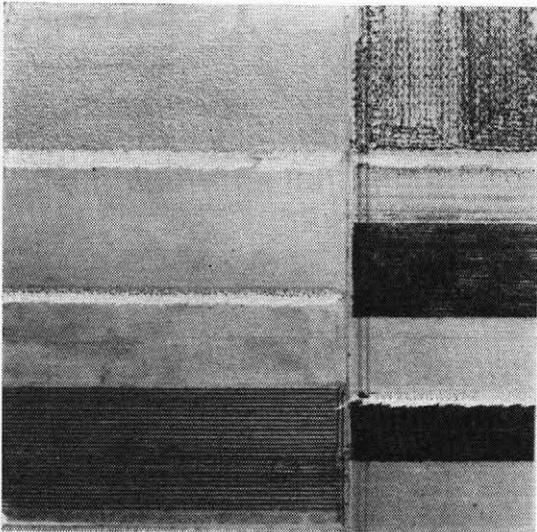
「リモートセンシングで何がわかるかを一言でい



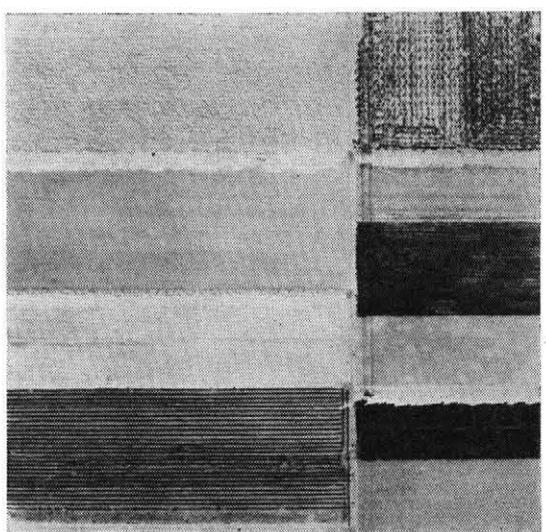
a



c



b



d

図-30 マルチスペクトルカメラによる写真

ば、『なんでもわかるわけではなく、なんにもわからぬでなく、わかることがわかる。』リモートセンシングに対する営業マンの宣伝のために、数多くの過大評価をする人と頭から気嫌いする人をつくってしまった。医療技士がレントゲン写真を医者に見られるようにするためには複雑なプロセスを必要とするように、リモートセンシングでも画像が正しくつくられるには専門家による複雑なプロセスを必要とする。しかし医者がレントゲン写真を助けとして自分で診断を下すように、リモートセンシングでも、正しい知識を持った土地改良技術者が自身でリモートセンシング画像を直接見てわかることがわかる。しかし正しい評価や判断を行なうには成果の陰にか

くれた条件、方法、目的などを正しく知っていなければならず、その正しい知識は土地改良技術者自身がリモートセンシング画像を用いて応用することにより、最も早く、最も確実に得ることができる。』

言い得てだけし名言である。専門家はえてして高精度と正確さのなかに韜晦して応用者を煙に巻き、応用者はその複雑さに辟易して従来通りの人海戦術で調査を済ませてしまうきらいもある。

しかし「リモートセンシングで何がわかるか」については、応用者の立場からは以下のように譬喩づけられるのではないだろうか。すなわち我々は日常普通に河川流量調査を行なっている。しかして平水量、渇水量は相当

の高精度で把握できることを知っている。一方洪水量の把握となれば、精度はがた落ちである。いかに量水標をミリメートル単位で読みとってみても、水面は吹き寄せ、波浪、岸との摩擦などにより水平でなく、等流速線図は推測または経験以外に画くすべもなく、肝心の河積でさえどう変わっているか想像のいたしようもなく、計画洪水量と対し現洪水量がどの位であるかの誤差は、おそらく±15%以内にはおさまらないであろう。

従来測量調査の世界で軟弱地盤関係を除けば成果が15%以上では相手にされなかった。しかし現実には構造物計算の安全率は軟弱地盤を除けば2~4であり、杭の打留め、洪水量など理論値と実測値との差が±15%を越えることは土木施工の世界では日常茶飯事である。

リモートセンシングでも同じことである。有用か信用ならないか何がわかって何がわからないかは使用者側の目的、条件により、専門家側の方法により、左右されるこの鍵を握るものがグランドトルースであり、*better than nothing* と考えるか、高精度をねらうかはグランドトルースに強く相関する。このことがおわかりいただけたときに、リモートセンシングは魔法ではなくなるのである。

#### 5-2-1 グランドトルースとはなにか

グランドトルースとは、リモートセンシング技術を利用する場面で、対象となる物体、物質、物象が存在する現場での特性をその背景と区分して特徴づける測定値、

状況、特性などをひろいあげてをいう。日常土地改良調査の段階で行なわれている水分水理調査、ボーリング地質土壌調査、気象調査、現況農業調査も、農家経済調査、市場動向調査その他統計的に室内紙上で得られるものもグランドトルースであり、また村井助教授の言われる正しい判断を下すだけの経験的知識、すなわちどのような源情報をどのように処理、画像化したら何色は何を示しているはずだというような粗な綱をかけられるだけの経験的基礎知識もグランドトルースのうちである。

#### 5-2-2 グランドトルースの役割

グランドトルースは、リモートセンシング技術を専門家が運用するにあたり3つの役割をもつ。

(1) 調査すべき目的に適應するセンサーの選択、エアボーンタイプの場合の運航計画の樹立、衛星データであれば撮像の時期日時の決定、地上観測計画の樹立などのほか、非常に大切なこととして作物の収量や現況調査などを評価するための分類モデルを作るための分光特性を調べることもある。分光特性は実測による場合も文献に頼ることもある。

これら調査は対象物体、物質、物象がリモートセンシング技術を利用して判定できるものかどうか、また判定できるとすればどんな使い方、方法がもっとも有効かなど、リモートセンシング調査実施の基本的データとなるものである。

(2) 上記の意味でのグランドトルースののち、リモー

区 分	測 量	調 査	設 計・計 画	計 算	そ の 他
農村地帯	<ul style="list-style-type: none"> <li>・確定測量</li> <li>・路線測量</li> <li>・面工事用地形測量</li> <li>・地籍測量</li> <li>・オルソフォト</li> <li>・深淺測量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下埋設物</li> <li>・法面状況・勾配</li> <li>・防災対策</li> <li>・路線斜面危険度</li> <li>・沿線斜面危険度</li> <li>・雪 害</li> <li>・表層地質</li> <li>・作物土壌</li> <li>・ボーリング</li> <li>・気 象</li> <li>・水 文</li> <li>・河川環境</li> <li>・ダム適地と集水域</li> <li>・水質環境・塩分</li> <li>・動植物</li> <li>・物理探査</li> <li>・磁気探査</li> <li>・電気探査</li> <li>・地耐力</li> <li>・頭首工等の堆砂</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農業水利計画</li> <li>・農地造成計画</li> <li>・圃場整備計画</li> <li>・干拓計画</li> <li>・各種構造物計画</li> <li>・パイプライン計画</li> <li>・農道計画</li> <li>・林道計画</li> <li>・造林計画</li> <li>・農村整備・生活環境計画</li> <li>・市場流通路計画</li> <li>・排水・汚水処理計画</li> <li>・ダム周辺整備計画</li> <li>・ポンプ計画</li> <li>・送電線計画</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水理・水文</li> <li>・洪水・副振動</li> <li>・気象潮・天文潮</li> <li>・波浪・潮流</li> <li>・構造物・応力</li> <li>・基礎・地帯力</li> <li>・水位水量予測</li> <li>・ダム水温濁</li> <li>・地下水位変動</li> <li>・地盤沈下</li> <li>・BOD・COD</li> <li>・土工・運土</li> <li>・工程管理</li> <li>・仮設・材料</li> <li>・補償音</li> <li>・騒音</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・画像処理システム</li> </ul>

図-31 アジア航測の内規によるグランドトルース項目(部分)

トセンシングによって得られた情報（エネルギー）を処理、分析するために使用するグラントルースが行なわれる。これはすなわち参考データ、補助データおよび補強データであって、現地に測定点を散布したり、サンプルフィールドで実地調査を行なったりするほか、統計資料、文献なども蒐集する。この段階では単に調査対象とする物体、物質、物象についてグラントルースが行なわれるのではなく、その環境条件や背景との差異など附帯的な調査も行なわれるべきであるが、リモートセンシングデータの処理、解析の必要精度に応じてグラントルースの内容、密度、頻度、精度がきめられる。

現地調査の項目、内容、要求精度、頻度、密度などに

については未だ統一された規準はないが、国際地理学連合（IGU）では第32図のように考えており、第31図のように内規的に定めている例もある。

(3) 第3に考えられるグラントルースは、リモートセンシング技術によって得られたいろいろな段階での成果を評価するのに必要なグラントルースである。成果あるいは精度の評価は、しばしばのべるようにリモートセンシング技術者と応用者との立場の差によっても異なるであろうし、またリモートセンシングの目的、目標によっても異なるが、いづれにせよ可能なかぎり高い精度の成果が得られることにこしたことはない。

あるいはまた、処理、解析、再現を行なっている過程

時間的間隔	農 産 物	林 産 物
10～ 20 分	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水期間中の畑地の水の動線の調査</li> <li>農業地域内への“いなご飛来”の調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山火事の損害度が高い場合、燃焼の開始から燃延焼時間中</li> </ul>
10～ 20時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>溢流中の洪水浸水地域の境界線の変化</li> <li>“いなご飛来”被害地域の境界線の変化</li> <li>孢子飛散による小麦の赤さび・黒さび度蔓延帯の監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>延焼時間中の山火事境界線</li> </ul>
10～ 20 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>期別クロップパターンが正しく守られ正常に生育が進んでいるかどうか</li> <li>収穫作業を開始すべき時期の予測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>突発的な虫害の発生</li> </ul>
10～ 20ヶ月	<ul style="list-style-type: none"> <li>クロップローテーションの年間監視・普及の簡易化・自動化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山火事発生の可能性の年間的監視</li> </ul>
10～ 20ケ年	<ul style="list-style-type: none"> <li>果樹園の生育度・枯死率の観察</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>森林の生育度・枯死率の観察</li> </ul>
20～100ケ年	<ul style="list-style-type: none"> <li>農耕パターンの移動の観察</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>森林・樹種の移異動傾向の観察</li> </ul>

図—32 a. IGUによるグラントルース項目（時系列的調査・部分）

項 目	最 小 解像力	航空測量の場合 通常使用縮尺	頻 度	標準センシング 手 法	使用可能 技 術
・一般土地利用図	30m	1/50,000～1/100,000	年 間 1 ～ 2 回	C. CIR. MSS	MB
・4ヘクタール以上一 圃場の場合の作物種	30	〃	作付期間毎月2回	C. CIR. MSS	
・100m以上を直径と する作物の被害状況	30	〃	2 週 間 1 回	IR. CIR, MSS	THIR
・0.4ヘクタール以上 一圃場の場合の作物	20	1/25,000～1/50,000	作付期間中毎月2回	C. CIR. MSS	MB
・作 付 面 積		1/10,000～1/25,000	年 間 3 回	P. CIR	
・表層土壌分級	5	〃	1 回	C. CIR. MSS	THIR
・土 壌 含 水 率	5	1/5,000 ～1/10,000	2 週 間 1 回	IR. CIR. MSS	THIR. MV
・果 樹 成 熟 度	5	〃	年 1 回	C. CIR. MSS	
・収 穫	5	〃	週 1 回	C. CIR. MSS	
・減収被害(スポット)	2	1/2,000 ～1/5,000	2 週 間 1 回	IR. CIR. MSS	THIR
・ 〃 (病気蔓延) による)		1/1,000	〃	〃	〃

(注) IR: 赤外線写真 MB: マルチバンドカメラ法  
 CIR: カラー赤外線写真 MSS: マルチスペクトルスキャナ法  
 C: カラー写真 THIR: 熱映像  
 P: パンクロ(白黒)写真

図—32 b. IGUによるグラントルース項目（測量関係・部分）

で欲が出て、さらに一步を進めたいということもあろう。このようなことも含めて、成果、結果を具体的に使用するために参考となるべきものである。

### 5-2-3 グランドトルースとリモートセンシングプロセスとの関連

5.2. 冒頭にのべたように、グランドトルースを行なわないリモートセンシングは理論的には不満足なものとなる。コンピューターそのものは非常識なものであって、命じた仕事しかしないから、グランドトルースを行なわない場合にコンピューターが勝手に精度を補強してくれることはあり得ない。

このように述べると、応用者諸氏のなかには「どのみちグランドトルースなる、従来の現地調査みたいなものを行なわなければ結果に責任が持てないのであれば、リモートセンシングが売物とする『人間の行けないところでも、広範囲に、高い精度で調査ができる』というのはやっぱり嘘ではないか。」と考える方が必ずあろう。しかし一方ではリモートセンシング技術の積み重ねによって我々はすでに多くの事例と経験を得ており、どのようなセンサーで得た情報をどのように処理し、どのように再現したかがわかれば、5.2. 冒頭でのべた better than nothing よりもはるかに自信をもってそれなりの結果を応用者に提供することができる。

金と暇と労力とがあればグランドトルースとリモートセンシング技術との連携は密にした方がよいにきまっているが、一方将来における事例と経験の積み重ねを考えると、グランドトルースの密度、頻度は将来には減る傾向となるのではないかと考える。もちろん、将来には現在ではわからない事もわかるようになることは間違いないから、そのために増えるべきグランドトルースの分についてはまた別のことである。第33図は「松永湾における海藻調査」にあたって行なったグランドトルース（この場合は相手が海であるからシートルースであるが）とリモートセンシング技術（解析との関連作業体系）とのかわりあいフロー図にしたものであるが、グランドトルースであろうが他目的の調査であろうが原則的に変りはない。

6. 熱映像

### 6. 熱映像

前回冒頭第2図、2.2 でのシュテファン・ボルツマンの式、3.2 のスキャナーの構造などのところで熱映像法という言葉を使用してきた。ここで、その映像法について詳しく紹介しておきたいと思う。

もう一度前回第2図を見ていただくと、熱映像法ではキャッチする電磁波のエネルギーの範囲がほとんど熱赤外線領域に絞られ、可視光線は全くキャッチされておらず、近赤外線すら中間赤外線にごく近い部分しかキャッチされていない事がおわかりいただけるであろう。また、シュテファン、ボルツマンの法則

$$W = \sigma \cdot T^4 \dots\dots\dots(4)$$

によって、黒体の単位表面積から単位時間に放射されるエネルギーは、黒体の絶対温度の4乗に比例することのべた。リモートセンシングとは要は被写体の反射、放射エネルギーを遠隔的に Machine and Mathematic の領域で auto maticにとらえることだとすると、いったい物体、物質または物象のエネルギーはどうやって出て来るのか、一度極微の世界へ戻って見なければならぬ。

#### 6-1 原子からの電磁波

原子模型を想像していただこう。この場合原子核に近い軌道を周廻する電子と内殻電子、外側を周廻するものを外殻電子とよぶ。原子は通常の状態では電磁波を発生させないが、原子の持つエネルギー（位置のエネルギーと運動のエネルギー）に変化が生ずると電磁波を放射する。イオン化や励起といった原子のエネルギーの変化は、原子が他の粒子と衝突したり、電磁波すなわちエネルギーを吸収したときに発生する。すなわち原子が保っていた平衡状態が破れたとき、エネルギーとしての電磁波の出入りが起る。この場合放射、吸収される電磁波の波長は線スペクトルを発生させる。逆にいえば、天文学や化学などでよく語られるように、線スペクトルの位置は原子の種類により個有であり、これによって原子を特定することができる。

#### 6-2 分子からの電磁波

普通、われわれの周辺にみちみちている物質は、原子状態のままのものよりも分子状態にあることの方が多い。しかして複数の原子が結合してできている分子もまた個有の電磁波を発生する。分子の電磁波の発生のさかたには3通りある。

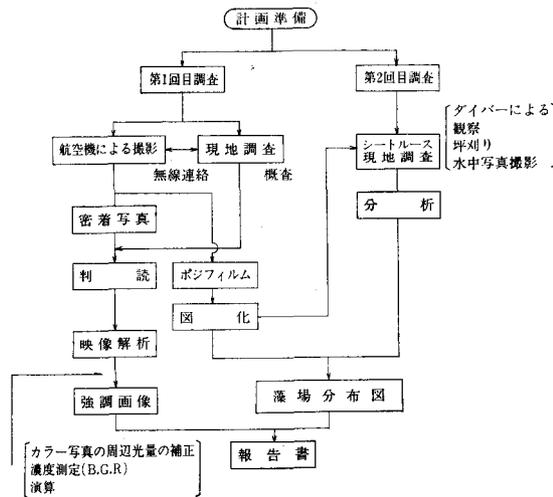


図-33 松永湾における海藻調査に際してのシートルースとリモートセンシングプロセスとの関連

第1には原子が分子となるときに発生する電磁波である。すなわち原子が分子になるときは電子軌道の変化があるから、前項原子のところで述べたと同じ理屈により電子波が発生する。

分子が電磁波を発生する第2の状態は、分子振動が発生したときである。分子振動とは、分子中の原子が相対的に振動することをいう。しかし相対的振動はすなわち原子の平衡状態の破れといえ、分子回転もこれに属する。分子回転とは分子内で原子と原子が回転運動をすることをいう。

原子が放射、吸収する電磁波が線スペクトルを形成するのに対し、分子が放射、吸収する電磁波は帯スペクトルを作る。

### 6-3 気体、液体、固体からの電磁波

気相では原子、分子は自由な運動をしているから、気相状態にある物質から放射される電磁波のほとんどは以上のべた原子、分子の平衡の変化により放射されるものである。液相では、原子や分子が不規則に詰め込まれ配列されていて、ある程度の運動の余地がある。固相では原子や分子は規則的な結晶格子と呼ばれる状態を形成していて、辛じて格子点で格子振動とよばれる振動ができるにすぎない。しかしどんなわずかな運動の余地しかなくとも、それが平衡を破るものでありさえすれば電磁波発生の原因となりうる。また、液相、固相では分子、原子は気相あるいは自由状態よりもはるかに近接しているので相互干渉もおこり、分子、原子の運動は複雑になる。よって液体、固体からの電磁波は多くの特徴的波長をもち、それらが重って連続スペクトルとなる。

### 6-4 電磁波と温度と熱

原子、分子の運動は相互の衝突や干渉により高エネルギー状態を起す。この高エネルギー状態は電磁波を放射して低エネルギー化する。このような放射エネルギーがセンサーにとらえられてリモートセンシングの情報となるのである。

### 6-5 熱映像と温度探査

上述のようにして原子、分子、物体は電磁波のエネルギーを放射し、黒体は絶体温度の4乗に比例して電磁波のエネルギーを放射している。第2図に示したように電磁波領域内に占める可視光線の幅はせまく、熱赤外線の内占める幅は広い。しかし若しUHFからX線にわたる広域な電磁波をすべてとらえようとすれば、センサーも複雑大重量となり、分光して収納するテープの構造にも影響する。熱映像は、エネルギーのキャッチ、解析の複雑化を避け、さきにもべたプランクの法則、ウィーンの偏位則、シュテファン、ボルツマンの法則などで語ってきたエネルギー—電磁波—赤外線—熱という系統的なたどりかたによって、効率的に必要な情報をとらえ、運用しようとするものである。

赤外フィルム、赤外カラーフィルムなどを用いてキャッチできる赤外線は近赤外線とよばれる可視光線の僅かに外側のものでしかない。しかしそれでは熱映像にはならない。熱映像装置がとらえるのは—たびたび第2図がでてきて恐縮であるが—中間赤外線から遠赤外線にかけての熱赤外線とよばれる領域の電磁波である。物体、物質、物象すなわち海面、地表面それ自体およびそこにあるものが絶対温度に応じて放射している電磁波である。

前章までは、リモートセンシングが対象とする電磁波については「放射エネルギーも反射エネルギーも」という言い方をしてきたし、原則として太陽光線が強烈に影響する電磁波が対象となるような説明もしてきた。熱映像法は上述のように、原理的には前章までの原理と変わるものではないが、電磁波と熱でおきかえてとらえ、解析し、再現し、固定情報化しようという発想の転換がある。

熱映像法によると、物体、物質、物象の温度差は $10^{-20}^{\circ}\text{C}$ のオーダーでキャッチできる。現時点では現実には、 $10^{-10}^{\circ}\text{C}$ のオーダーの温度差が扱えれば十分であるが、将来はもっと細かく区分できるようになっていくであろう。しかし熱映像法を正しく活用するためには、それに適応した解析、補正、追加、演算、挿入、再現のできるハードウェアシステムがなければならぬ。

次章には、ハードウェアシステムの例について簡単にのべることにしよう。

## 7. リモートセンシングデータの画像処理システム

前章までの説明によって、諸君はリモートセンシングとはどんな概念か、どんな理論を基礎としているか、どんな進め方と方法があるかあらまし御理解いただいた事と思う。次回以降実際の既往応用例、将来の応用の可能性について説明することにしたいが、今回の最後は次回以降の説明理解の土台となる、「センサーでキャッチしたエネルギーをどのようにして利用可能の画像とするのか」について、あらましを述べておく。

### 7-1 システムの種類

リモートセンシング技術のうち地上部分で行なわれる処理のシステムには、大別して

- 画像処理システム
- データ管理、検索システム

の2つがある。前者はセンサーにより蒐集された情報（エネルギー）が正しく処理、解析できるよう前回第4章で概説したような前処理、補正を行ない、グランドトゥースの結果を加え、解析し、画像として再現し、応用者の要請に応じて固定化し、実用に供するためのシステムである。

後者は、前者によってできた成果品、副次的データ、

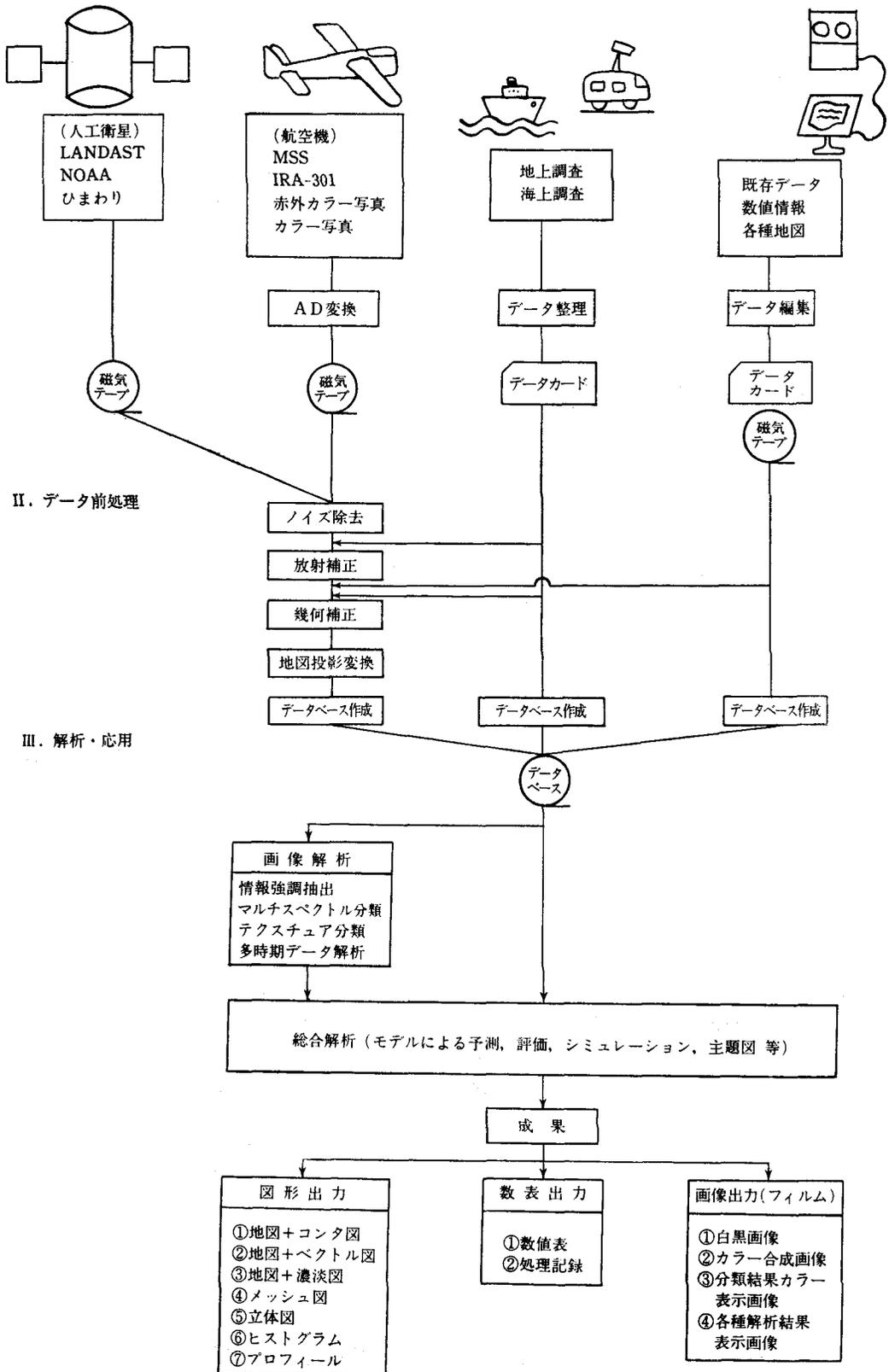


図-34 画像処理システムを利用した調査のフロー

応用者がそれらを利用して使った計画、台帳などを後日の再使用に備えてシステムとしてストックし、必要に応じて必要な情報を自動的に検索提供する機構である。

両機構とも、まだこれが最高無二だという決定的システムは世の中にはない。ハードウェアのメーカー、我々ハードウェアのユーザーが相談しあって新しいハードウェアやその組合せが誕生し、また我々ソフトウェアの開発に携るものがメーカーに使いやすいハードウェアやそのコンポーネントの開発を要求するというようなありさまで当分の間このような日新月歩の時代は続くであろう。

さすればこそ、各社とも現在得られるハードウェアとそのコンポーネントにより最高のソフトウェアを発揮することができるか、夫々独自に不断の研究を続けている。このような成果として、データ画像化システムとしては

- AIPS
- ADIPS

の2種類を開発し、またデータ管理システムとしては、いくつかの対話型地理情報システムを開発中である。以下に各システム系につきその概要をのべたい。

### 7-2 ADIPS システム

A-DIPS とは、Asia Digital Image Processing System の略称である。第34図に画像処理システムを利用した調査のフローを掲げた。このうちデータベースが構築されるところまでは、AIPS、A-DIPS 間に基本的な差はない。A-DIPS (エーディプスと呼んでいただきたい。)の最大の特徴は、コンピュータを利用して、リモートセンシングデータと地図情報、統計情報などの調査結果や側方情報を対話的に処理し、組合せ結合させ、あるいは分解して、いろいろな段階での成果を必要

Hard Ware 名	性能・容量他
中央処理装置 (CPU)	Storage 512K Byte (UNIVAC V77/800)
磁気テープ装置 (2台)	9トラック, 1600/800 BPI 45 IPS
ディスク装置 (2台)	64, 4M Byte
カラー・グラフィック/イメージ・ディスプレイ	1,024×1,024画素(使用範囲), 4,096色 (ジョイスティック, データタ ブレット, 拡大(X2, X4, X8) スクロール機能付) (AYDIN 5214)
プリンタ・プロッタ	出力 22 inch (55.9cm) 幅 (200ドット/インチ) (VARIAN STATOS 4222)
ラインプリンタ	400 L. P. M
ガードリーダー	300 C. P. M

図-35 ADIPS のハードウェア仕様

に応じて画像、プリント、図表線図などの形で出力できるところにある。

かつてブラウン管上のリモートセンシング画像に地形図(線図)を重ねたり、それを固定プリントすることな

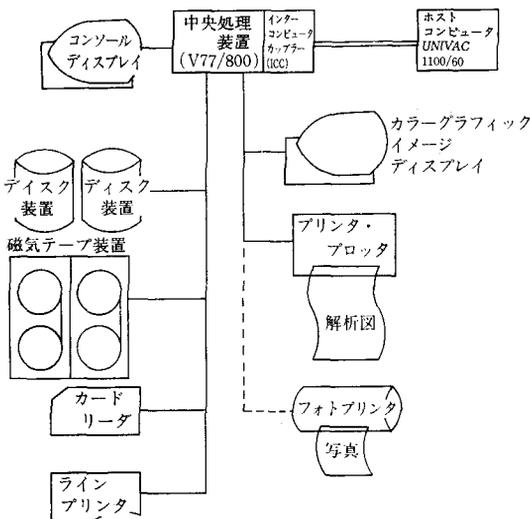


図-36 ADIPS のハードウェア構成

分類	処理項目	処理内容
前処理	(1)ノイズ処理	ノイズ除去および画像修復など。
	(2)放射補正	大気効果, 照明光効果, 走査角影響の補正およびデータ正規化など。
	(3)幾何補正	精密幾何補正, 地図投影変換など。
	(4)データベース作成	画像データ, 地図データ, 現調データなどの標準化および編集。
解析処理	(1)情報強調抽出	各種強調演算, フィルタリング, バンド間演算, 各種統計量計算など。
	(2)マルチスペクトル分類	クラスクリング, 最尤法分類など。
	(3)テクスチャ分類	パワースペクトルなど。
	(4)多時期データ解析	データ重ね合せ, 変化抽出, 統計量計算など。
出力処理	(1)図形出力 (プリンタプロッタ)	各種等値線図出力 (白地図を含む), 各種濃淡図出力, 立体図出力, 各種グラフ出力など。
	(2)画像出力 (フォトプリンタ)	各種解析結果画像出力 (白黒およびカラー)
	(3)数値出力	各種数表, 処理記録など。

図-37 ADIPS の基本ソフトウェア

ど、今日ごく当然のごとくみられることでも、そんなにやさしい事とはいえなかった時代があった。そのようないろいろな不便やスピードの遅さを解消するため、A-DIPS開発の目標として下記の4点をあげた。すなわち

- (1) データ蒐集から成果図、成果表作成までを一貫したコンピューター作業で処理できること。
- (2) コンピューターの大型化により、処理のスピードアップをはかること。
- (3) 誰がやっても、どこの調査でも、成果品の精度に均一性が保たれるようにすること。
- (4) 処理にかかるデータのマネージメントの簡素化をはかること。

である。その結果第36図に示すように中央処理装置にUNIVAC V77/800(ストレージ512バイト)を備え、さらにこれを主コンピューター UNVAC 1100/60B と結合した高速システムが完成した。

ハードウェアの詳細を述べることは必ずしも本稿の趣旨には添わないので、結果としてのシステムの特徴すなわち応用者の便を列挙するにとどめるが、おおむね以下のとおりである。すなわち

- ・ランドサット、MSS、各種アナログ写真のA/D変換データなどを高速で処理できる。
- ・対話型のシステムであるから、各段階で人間の評価、判定を加えながら処理がすすめられる。ちなみ

に従来型のものでは処理の途中経過を可視的に知ることには非常にむづかしいか、時間がかかるかのどちらかであった。

- ・対話の相手方は大型精細度(1024×1024)のカラーグラフィックディスプレイとしたので、大量のデータを一度に細かく見ることができる。
- ・画像情報と地図情報の合成ができるので、ディスプレイ上の出力図はそのまま成果図としてプリント固定することができる。
- ・解析された結果はいかようにも図形、色彩、数値、記号、かな、漢字など豊富に表現できる。
- ・データベースで管理されているので、時系列的変化、多種類の被写体(物体、物質、物象)の追跡、比較解析、重ねあわせが自由にできる。

また、人工衛星航空機搭載用MSS、熱映像、空中写真、地形図、各種統計資料調査資料など多種多様な、A-DIPSシステムは全てのデータを呑み込んで処理できるし、特に基本的にはMSSシステムのリモートセンシング技術利用には非常に効率的である。第35図はA-DIPSの高速システムとしてのハードウェア仕様、第36図はハードウェア構成を示したものであり、第37図はオペレーションに必要な基本的ソフトウェアである。

### 7-3 AIPS システム

AIPS とは、Asia Image Processing System の略

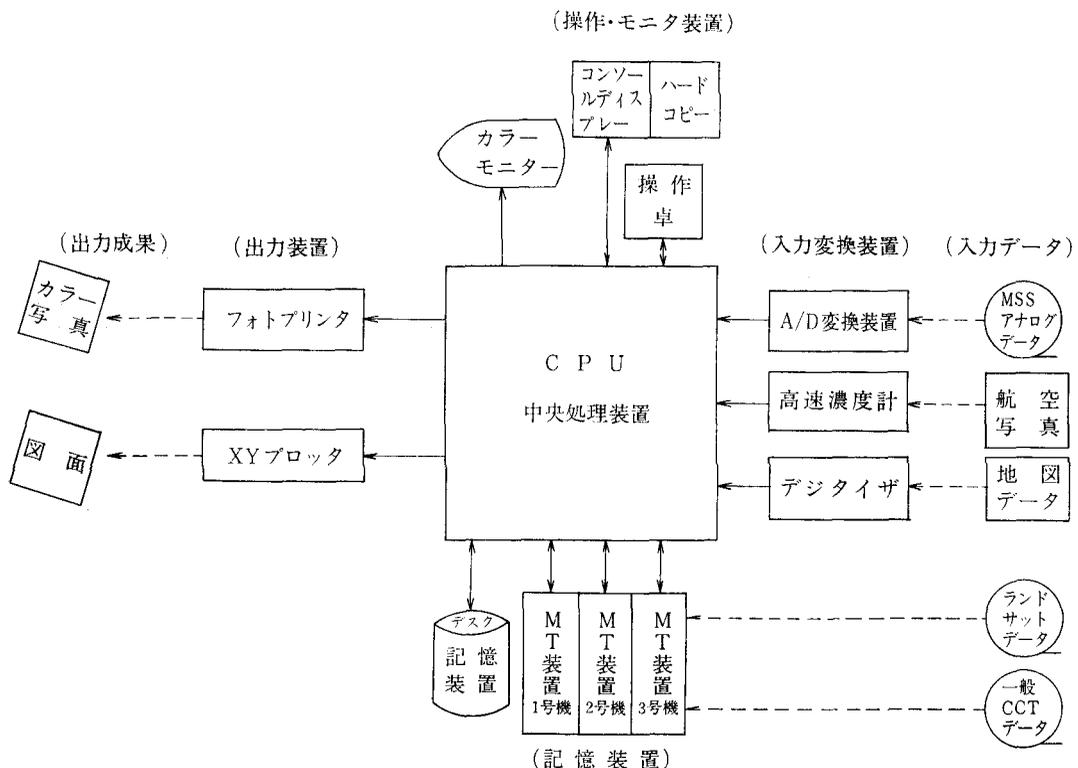


図-38 AIPS のハードウェア構成

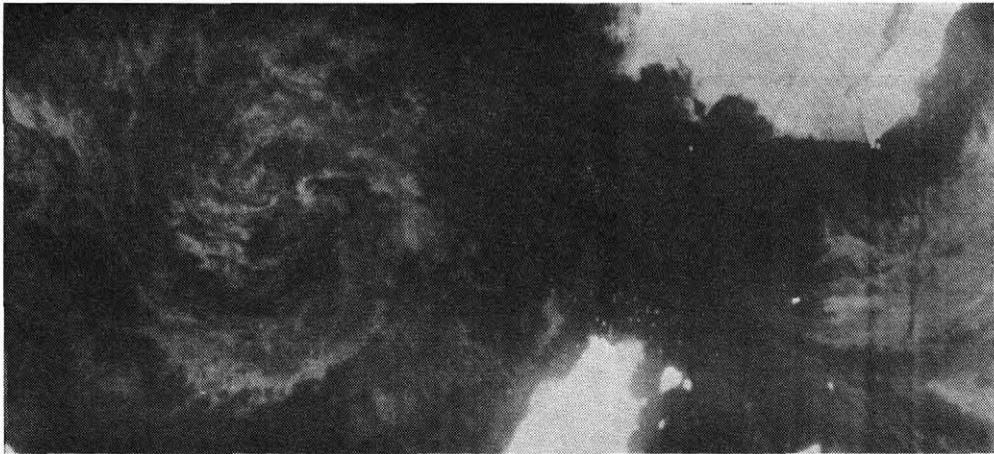
号であり、前掲の A-DIPS システムから Digital の字がぬけているが、もちろんデジタルシステムである。前項にのべたように、データベースとなるところまでは、A-DIPS システムと変るところはないが、全体としてコンパクトにできていること、完全な対話形とはいえないこと、等である。すなわち基本的ハードウェア構成としては、ドラムスキャナー型の写真濃度計によってフィルムなどアナログデータを走査して平行光濃度 0.0D ~ 3.0D を 256 段階 (すなわち 28.8 ビット) にデジタル化し、磁気テープに記憶させ、中央処理装置にはミニコンピューター NOVA 3 を置き、これによってデータカラーシステム、操作卓、フォトプリンターなどのほか DISK 式記憶装置や一般データ用とランドサットデータ専用の磁気テープ装置をワンマンコントロールするようにしている。また磁気テープは IBM 2400 型シリーズと互換性をもたせてある。

AIPS システムのデータカラーシステムは A-DIPS は

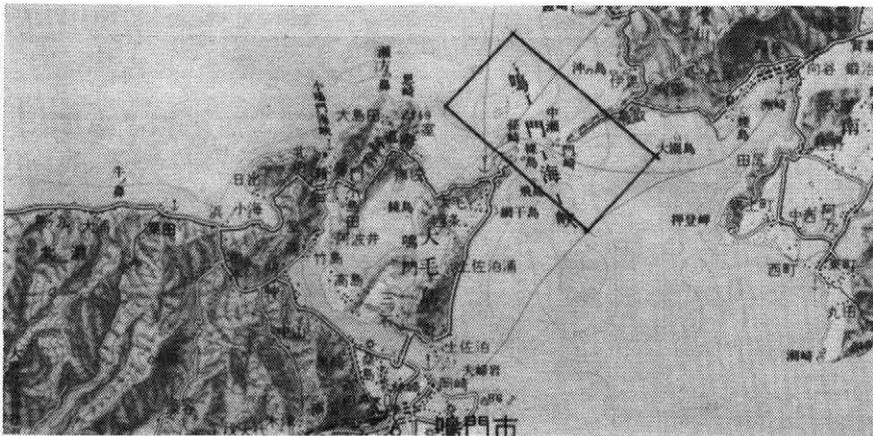
どに画素も細かくなく、全体としてカラー・グラフィック・イメージ・ディスプレイになっていないから、階層区分できる色の数も A-DIPS では 4,096 色であるのに

バンド番号	波 長 nm	記 事
1	380~ 420	可視光線
2	420~ 450	〃
3	450~ 500	〃
4	500~ 550	〃
5	550~ 600	〃
6	600~ 650	〃
7	650~ 690	〃
8	690~ 790	〃
9	790~ 890	近赤外線
10	920~ 1,100	〃
11	8,000~140,000	熱赤外線

図-39 11バンド分光の領域



a



b

図-40 a. 鳴戸海峡の白黒熱映像写真  
b. 図 1/200,000 地形図

AIPS では12である。しかし A-DIPS と AIPS とは使用目的にちがいがあるので、A-DIPS に対し AIPS が劣っているということにはならない。第38図は AIPS のハードウェア構成である。

#### 7-4 熱赤外線キャッチ装置

これは前項、前々項の画像処理システムに入力すべき熱映像情報をキャッチする装置であり、これが適切でなければいかに画像処理のハードウェア・ソフトウェアがすぐれていても何んにもならない。ゆえに簡単に航空機に搭載でき、せまい機内で自由に誤りなく操作でき、しかも精度の保証できるユニットの開発が必要である。

##### 7-4-1 IRA-301 (富士通社製)

本機は飛行機から、地面海面が放射している8~14  $\mu\text{m}$  の赤外線をラインスキャン方式で走査キャッチし、その情報、すなわち表面の温度パターンを連続的にフィルム上に記録するもので、実用温度分解能は絶対温度300°K で10<sup>-1</sup>°C である。連続形であるから温度レンジは7ステップに切換えられるようになっており、夫々のステップで実用温度分解能が担保されるシステムをとっ

ている。重量は周辺装置を含め94.2kgである。

##### 7-4-2 MSS-DS-1250 (デーダラス社製)

本機も飛行機に搭載するが、可視光を含めたマルチスペクトルスキャナである。すなわち地面海面から放射される0.38~1.10と8.0~14.0  $\mu\text{m}$  の電磁波を飛行上で11バンドに分光し、ラインスキャン方式で走査キャッチし、その情報は電気信号として磁気テープに記録し、地上のグランドステーションDS-1850により処理する。実用温度分解能は絶対温度300°K 領域で2  $\times 10^{-2}$ °C、温度レンジは-10°C から60°C と幅広い。

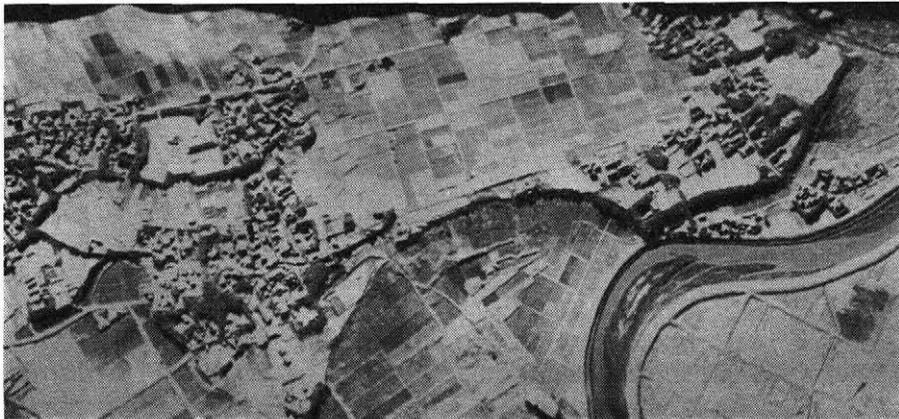
分光される波長領域は第39図のとおりである。

##### 7-5 A-DIPS による熱映像解析の一例

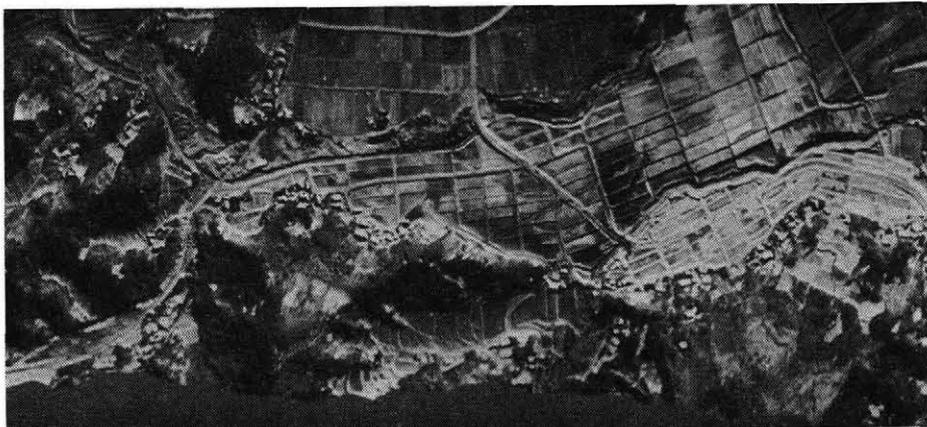
前項までの説明は、ことからの性質上どうしても抽象的にわたり、読者諸氏の興味を大いに削いだ事であろう。したがって、大規模な応用例は次回以降に譲るとしても、今回の最後にあたり簡単な一例をえらんでお目かけよう。

まず、熱映像の海と陸の例を示すことにする。

熱映像の場合白黒写真にとると、温度の高い方が白



a



b

図一41 千葉県小櫃川沿岸の白黒熱映像写真

く、低い方が黒く現れ、また乾燥している部分は白く、水分の多い部分は黒く表現される。したがってこの現象を利用していろいろな農業土木的調査に応用することができる。応用の実際は次回以降に詳述する予定であるから本項ではごく簡単にサワリを語るにとどめる。

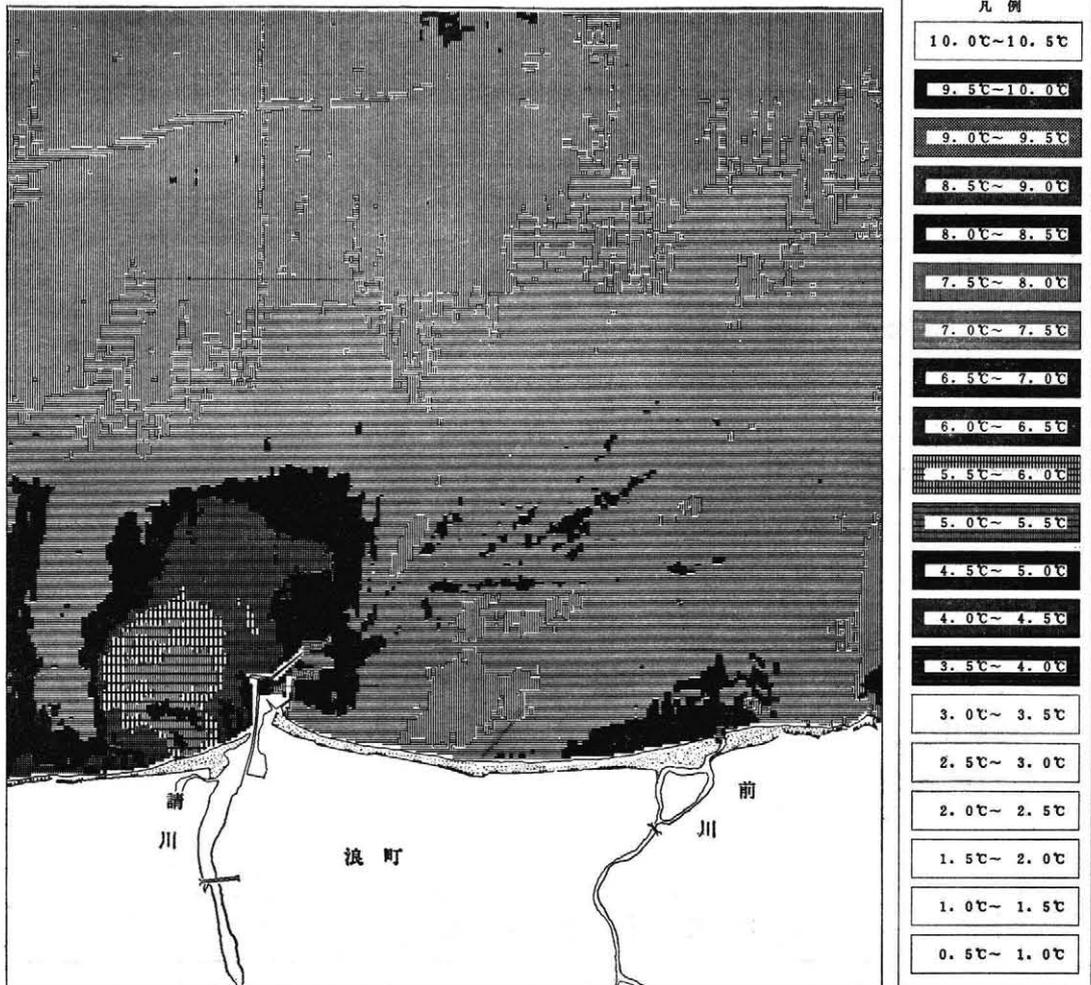
さて第40図は有名な鳴戸の渦の白黒熱映像写真である。右上に淡路島門崎が細長く下側真中やや右寄りに徳島県大毛崎の突端がみえている。突端の右側には、裸島、飛島が白く見え、突端の上に現れている白い点々は漁船である。諸兄は海峡左右に白い巨大な渦を認められるであろう。しかし鳴戸の渦はこんなに巨大なものではない筈だと思われるであろう。たしかに、可視光線で撮影すれば渦はこんなに巨大には写らず、諸氏の常識の範囲内に納まる大きさの渦がみられる。しかし熱映像でみると、実際に鳴戸の渦のエネルギー影響圏は我々が見なれているより遥かに大きく、漁船は永年の経験により渦エネルギーの影響圏をたくみに避けており、水先不案内な

素人が渦見物にてかけるのはいかに危険であるかがよくわかる。

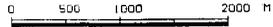
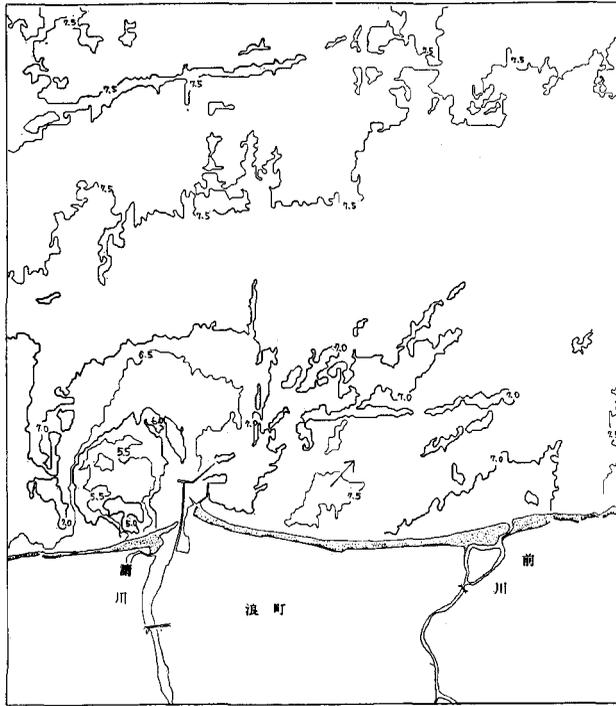
第41図は千葉県小櫃川の沿岸（連続していない）の農村地帯の白黒熱映像写真である。a図では河岸段丘が小櫃川上方に陰影となって見えているが、段丘の下から川にかけては灰色になっており、湿地地帯であることがわかる。段丘上方には白く見える乾いた部分と灰色の部分とが混在しており、乾田地帯ではあるが何等かの人工的原因により表層土壌含水率に差がついているらしいことがわかる。若し手許にグランドトランス資料があったとすれば、相当高い的中率をもってその差は何によるかを知ることができる。

第41図のb図には小櫃川自体は写っていないが、いわゆる谷地田は例外なく表層含水率の高いことがよみとれる。

次にある海岸域についてMSSの第11バンド（熱赤外線）のキャッチした熱エネルギーを熱映像的にA-DIPS

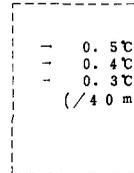
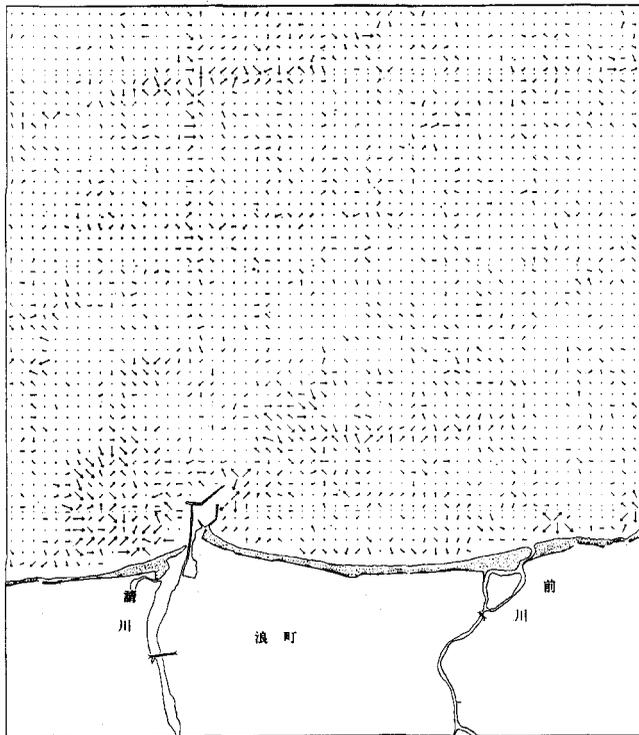


図—42 MSS・バンド・11による温度分布濃淡図



図名 水温分布等温線	
地区	
縮尺	1 : 30000
撮影年月日	昭和56年02月18日
撮影時間	10時56分~11時08分
撮影高度	4300 m
注記	

図-43 水温分布等温線図



図名 最大温度勾配図	
地区	
縮尺	1 : 30000
撮影年月日	昭和56年02月18日
撮影時間	10時56分~11時08分
撮影高度	4300 m
注記	

図-44 ベクトル図 海の熱映像では温度勾配の大きい潮目などがわかる

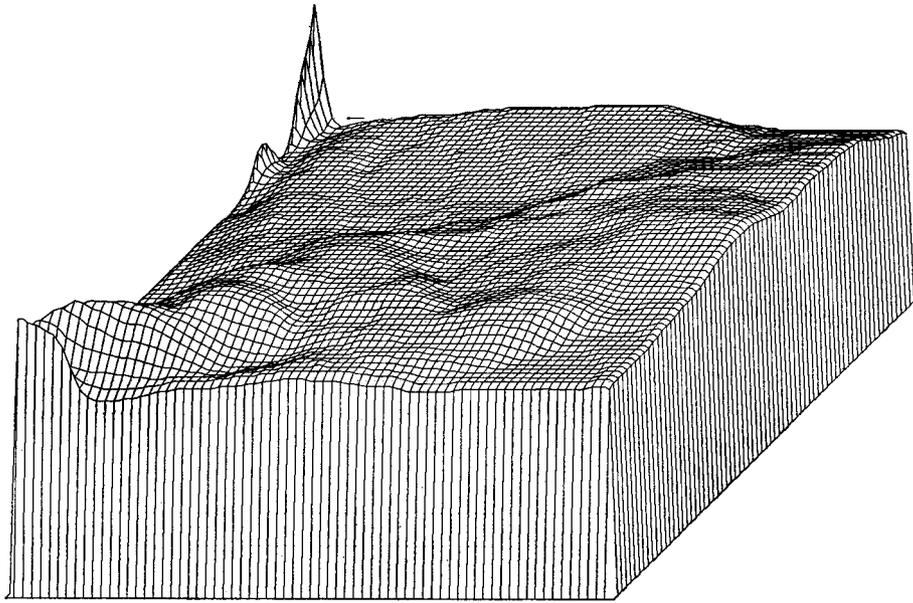
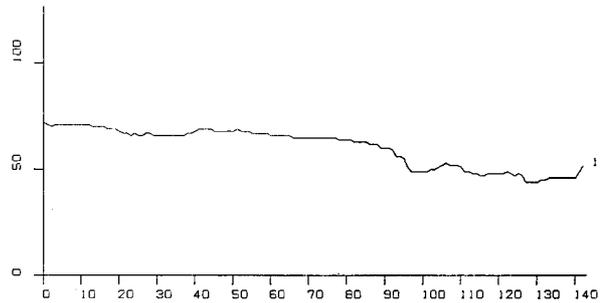
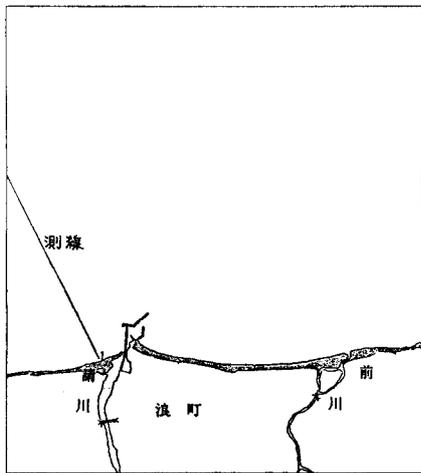


図-45 温度分布立体図



0 500 1000 2000 m

図名 温度変化グラフ図	
地区	
縮尺	1 : 50000
撮影年月日	昭和56年02月18日
撮影時間	10時56分~11時08分
撮影高度	4300 m
注記	

図-46 プロフィール，任意の測線のプロフィールを出力できる。これは熱映像のプロフィール例

によっていろいろな現象図（主題図）としてみた。

第42図は表面水温を黒色濃淡で表示したものである。但し、本来の濃淡と異なり紙上では表現方法の数が印刷技術上制限されるので、陸上部分に表れている  $0.5^{\circ}\text{C}$ — $3.5^{\circ}\text{C}$  の部分については省略した。これを色彩化してごらんに入れられればもっと綺麗かつ明瞭に楽しんでいただくことができる。

A-DIPS に温度分布を濃淡でなく等高線で表示するようにオーダーすると、第43図の水温分布等温線図ができる。われわれ土木技術者を海岸工事というとすぐに、いろいろな条件下での水流のベクトル値を知りたくなる。読者諸氏もすでによくご承知のとおり2軸のベクトル値が積分値で勘弁してもらえらるならば、いわゆる水理模型実験でx軸y軸のベクトル値を知ることができる。

しかし模型を作らなくとも、温度勾配がわかればX軸Y軸のベクトル値は第44図のように A-DIPS に画かせることもできるし、作表させることもできる。正確には第44図は温度勾配図であるが、温度、密度、重量、流動は夫々比例するので、シートルース、グランドトルースをしっかりとやればモデファイすることは不可能ではない。

第44図をよく見てもらうと、図の右上から左中頃にかけて何かかわったものがぼんやりとみえる。これがいわゆる潮目というやつで、釣の好きな方はよくご存知であろう。しかしこれだけで潮目はよくわからない。言われてみればそうかなという程度である。そこで、A-DIPS に命じて、温度の高低を疑似点に幾何学的に表示させ疑

似立体として表示させると第45図のようになって、潮目は明瞭に谷として表示できる。

また場合によっては、海にまたは陸上に任意の測線を仮想し、その仮想線上の水温、密度などを出力させることもできる。第46図はその一例である。

以上で今回の記述を終る。前回、今回と2回にわたり退屈にわたる部分が多くあったと思うが、それらはまさに村井助教授がのべておられるように、次回以降にわたって述べようとする既往の応用例、将来の応用の可能性の紹介にあたり、リモートセンシングを魔法とも思わず、気嫌いもせず理解していただくための伏線であることも了承願いたい。 (つづく)

農業土木技術研究会役員名簿(昭和57年6月3日)

会 長	須藤 良太郎	構造改善局建設部長
副 会 長	白井 清恒	東京大学教授
理 事	内藤 克美	構造改善局設計課長
	長野 孝夫	水利課長
	谷山 重孝	首席農業土木専門官
	村山 稔	関東農政局建設部長
	中原 通夫	農業土木試験場水上部長
	八木 直樹	新潟県農地部長
	嘉藤章太郎	水資源開発公団第二工務部長
	松井 芳明	(社)農業土木事業協会専務理事
	牧野 俊衛	(社)土地改良建設協会専務理事
	渡辺 滋勝	三祐コンサルタンツ専務取締役
	久徳 茂雄	西松建設専務取締役
	内藤 正	大豊建設副社長
	藤井 敏	(財)日本農業土木技術研究所常務理事
監 事	岡本 勇	日本農業土木コンサルタンツ代表取締役社長
	須田 康夫	関東農政局設計課長
常任顧問	中川 稔	構造改善局次長
	杉田 栄司	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	中川 一郎	衆議院議員
	山崎平八郎	
	梶木 又三	参議院議員
	岡部 三郎	
	小林 国司	
	福田 仁志	東京大学名誉教授
	佐々木四郎	(社)海外農業開発コンサルタンツ協会々長
	高月 豊一	京都大学名誉教授
	緒形 博之	新潟大学教授
	永田 正董	土地改良政治連盟耕隆会々長
常任幹事	谷山 重孝	構造改善局首席農業土木専門官
編集委員長	梅崎 哲哉	構造改善局事業計画課課長補佐
	風間 彰	設計課課長補佐
	脇阪 銃三	整備課課長補佐
	嶋田 誠	設計課農業土木専門官
常任幹事	野村 利秋	全国農業土木技術連盟事務局長
幹 事	柴田 知広	構造改善局地域計画課係長
編集委員	伊藤 一幸	資源課係長
	石坂 邦美	事業計画課係長
	荒金 章次	施工企画調整室係長
	高橋 昭昌	水利課係長

幹 事	上野 敏光	構造改善局水利課係長
編集委員	齊藤 晴美	整備課係長
	丸山 和彦	開発課係長
	酒井 憲明	
	半田 仁	防災課係長
	滝沢 弘文	関東農政局設計課農業土木専門官
	岩崎 和巳	農業土木試験場施設水理第二研究室長
	原田 幸治	国土庁計画調整局調整課専門調査官
	金井 二郎	水資源開発公団第二工務部副参事
	大山 弘	農用地開発公団工務課課長補佐
	小松 康人	(財)日本農業土木総合研究所主任研究員

賛 助 会 員

㈱ 荏原製作所	3口
㈱ 大林組	
㈱ 熊谷組	
佐藤工業㈱	
三祐コンサルタンツ	
大成建設㈱	
玉野総合コンサルタント㈱	
㈱電業社機械製作所	
㈱西島製作所	
㈱西松建設	
日本技研㈱	
㈱日本水工コンサルタント	
㈱日本農業土木コンサルタンツ	
(財)日本農業土木総合研究所	
㈱ 間 組	
㈱ 日立製作所	
	(16社)
㈱ 青木建設	2口
安藤工業㈱	
㈱ 奥村組	
勝村建設㈱	
株木建設㈱	
㈱ 栗本鉄工所	
三幸建設工業㈱	
住友建設㈱	
大豊建設㈱	
㈱ 竹中土木	
田中建設㈱	
前田建設工業㈱	
三井建設㈱	
	(13社)
I N A新土木研究所	1口
アイサワ工業㈱	

青葉工業株式会社	1口	東邦技術株式会社	1口
旭コンクリート工業株式会社	〃	東洋測量設計株式会社	〃
旭測量設計株式会社	〃	株式会社木測器センター	〃
伊藤工業株式会社	〃	中川ヒューム管工業株式会社	〃
茨城県調査測量設計研究所	〃	日兼特殊工業株式会社	〃
上田建設株式会社	〃	日本エタニットパイプ株式会社	〃
梅林建設株式会社	〃	日本技術開発株式会社	〃
エスケー札幌産業株式会社	〃	日本国土開発株式会社	〃
株式会社大本組	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
神奈川県農業土木建設協会	〃	日本プレスコンクリート工業株式会社	〃
金光建設株式会社	〃	日本舗道株式会社	〃
技研興業株式会社	〃	農業土木試験場佐賀支場	〃
株式会社木下組	〃	農林建設株式会社	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	八田工業株式会社	〃
久保田建設株式会社	〃	菱和建设株式会社	〃
久保田鉄工株式会社(大阪)	〃	菱和建设株式会社山形営業所	〃
久保田鉄工株式会社(東京)	〃	福井県土地改良事業団体連合会	〃
京葉重機開発株式会社	〃	福岡県農林建設企業体 岩崎建設株式会社	〃
株式会社古賀組	〃	福本鉄工株式会社	〃
株式会社古郡工務所	〃	藤増総合化学研究所	〃
株式会社後藤組	〃	株式会社婦中興業	〃
小林建設工業株式会社	〃	株式会社豊蔵組	〃
五洋建設株式会社	〃	ポゾリス物産株式会社	〃
佐藤企業株式会社	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
株式会社佐藤組	〃	(財)北海道農業近代化コンサルタンツ	〃
佐藤興業株式会社	〃	堀内建設株式会社	〃
株式会社塩谷組	〃	前田製管株式会社	〃
(社)静岡県畑地かんがい事業協会	〃	前沢工業株式会社	〃
昭栄建設株式会社	〃	真柄建設株式会社	〃
新光コンサルタンツ株式会社	〃	株式会社外ノ内組	〃
新日本コンクリート株式会社	〃	株式会社マルイ	〃
株式会社新システム企画研究所	〃	丸伊工業株式会社	〃
須崎工業株式会社	〃	丸か建設株式会社	〃
世紀東急工業株式会社	〃	株式会社丸島水門製作所	〃
第一測工株式会社	〃	丸誠重工業株式会社東京営業所	〃
大成建設株式会社高松支店	〃	水資源開発公団	〃
大和設備工事株式会社	〃	水資源開発公団奈良俣ダム建設所	〃
高橋建設株式会社	〃	宮本建設株式会社	〃
高弥建設株式会社	〃	山崎ヒューム管株式会社	〃
高山総合工業株式会社	〃	(社)山梨県土地改良建設協会峡中支部	〃
株式会社田原製作所	〃	若鈴コンサルタンツ株式会社	〃
中国四国農政土地改良技術事務所	〃		(89社)
株式会社チェリーコンサルタンツ	〃		(アイウエオ順)
中央開発株式会社	〃	計 117社	162口
東急建設株式会社	〃		

地方名	通 常 会 員							合計	地方名	通 常 会 員							合計			
	県	農水省	公団等	学校	団 会 社 等	体 等	外国			県	農水省	公団等	学校	団 会 社 等	体 等	外国				
北海道	191	225	16	7					近畿	滋賀	30	11	4	-						
東	森手	96	54		3				京都	62	57	2	7							
	岩宮	102	24	8	6				大阪	40	-	3	4							
	宮城	63	83	-	6				奈良	63	28	-	4							
	秋田	152	29	-	1				和歌山	64	18	-	-							
	形島	94	34		5				小計	54	16	-	-							
北	小計	613	268	20	21				中	鳥島	60	11	-	4						
関	茨城	116	43	15	5				四	根山	30	26	-	7						
	栃馬	88	29	1	1				国	58	61	-	5							
	群馬	48	12	3	1				島	53	8	-	-							
	埼玉	58	16	23	2				山	33	2	-	1							
	千葉	84	16	14	1				口	34	16	1	-							
	東神	6	199	38	10				島	28	-	3	5							
	奈川	36	-	-	-				徳	36	14	-	4							
	山梨	10	14	-	-				香	28	-	-	2							
	長野	64	6	1	4				愛	28	-	-								
	東	静岡	102	31	-	-			高	小計	360	138	4	28						
北	新富	164	54	-	2				九	福佐	37	16	42	8						
陸	石川	84	8	-	1				州	長	38	21	-	2						
	福井	46	75	1	3				岡	19	4	-	1							
	小計	370	144	1	6				賀	81	42	2	-							
東	岐愛	37	9	5	4				本	50	2	1	-							
	三	51	86	32	1				分	53	19	-	2							
	小計	129	123	49	7				崎	60	8	-	-							
海	小計	129	123	49	7				島	1	22	-	2							
	小計	129	123	49	7				繩	小計	339	134	45	15						
総 計										2,927	1,528	239	128	1,061	30	5,913				
賛助会員総計										117社			口数 162口							

編 集 後 記

本号も多くの方々に御執筆いただき、大変バラエティに富んだ内容を会員の皆様にお届けすることができたと編集委員一同自負しております。特に講座リモートセンシングはいよいよ核心に入ってまいりました。さらに、今号では構改局の通称システム上級研修の成果を東北局の高橋さんに御投稿いただいたことは、今後のシステム研修に大いにはげみになるものと確信しております。

さて、本文を書く機会を与えていただいた編集委員の一員として会員の皆様に一言申し上げたいことがございます。編集委員会でいつも話題になることは、いいテーマはあるが誰れに書いてもらうかを決める際に、“忙がしい”という理由で、頼めないであろうということです。

生意気のように小生は、会員の皆様は理由はいろいろあるにせよ、常日頃自分の担当している仕事を報告書にまとめるための自己研鑽をはたして積んでいるのかと疑問に思うことがあります。『お前、何を浮世離れたことをいっているのか。』と、おしかりを受けるかも知れませんが、公表できるできないは別にしても、担当技術者として構造物の設計の要点と留意事項等を常に文章化し整理しておくことは必要なのではないでしょうか、ひいてはこのことにより本誌に対する投稿もふえる副次的なメリットも期待できるわけですので、ぜひとも、管理者の皆様は若い人々にレポートのクセをつけるよう御指導をお願いしたいものと思っております。

このことが技術者として、生長するためのノウハウの1つではないかと考えております。(岩崎)

水 と 土 第 48 号

昭和57年6月30日発行

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4  
農業土木会館内

農業土木技術研究会  
TEL (436) 1960 振替口座 東京 8-2891

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社  
TEL (952) 5651 (代表)