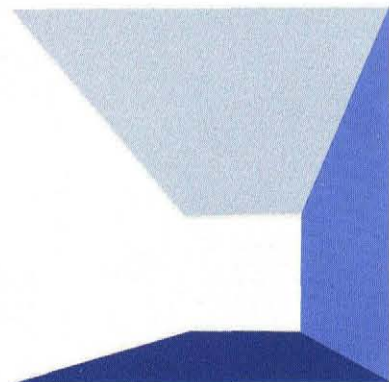
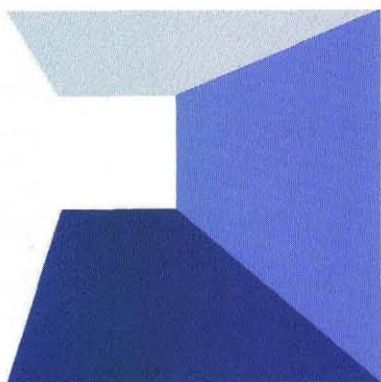


水 と 土

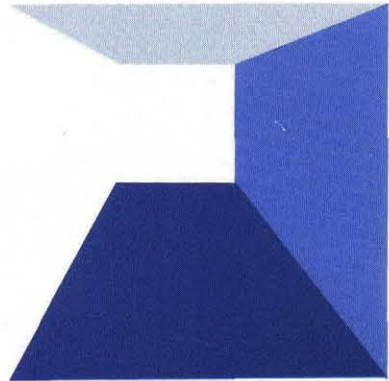
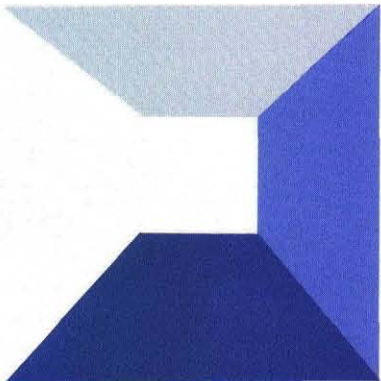
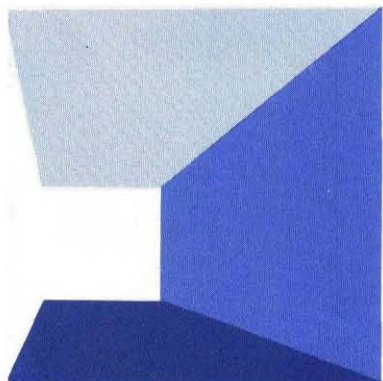
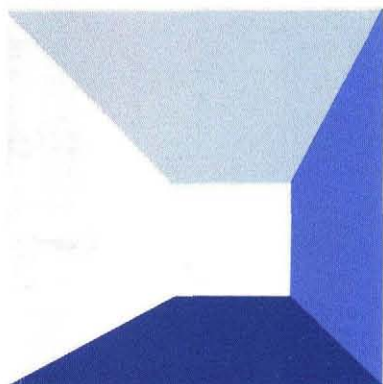
第 55 号

ISSN 0287-8593



昭和59年 1月号
農業土木技術研究会

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



一ツ瀬ダム 中央管理棟 (本文2頁参照)



真栄理ダム (本文31頁参照)

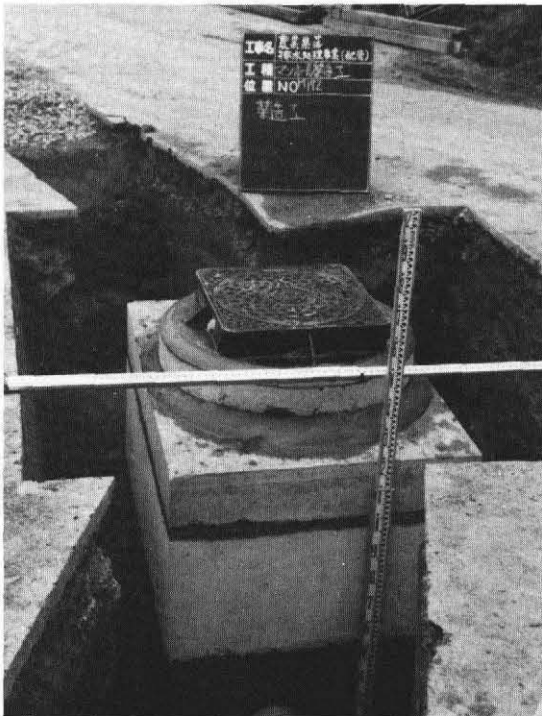


農業集落排水事業

(本文14頁参照)



△汚水処理施設



◁集落排水管路(マンホール)

水 と 土

目 次

グラビア

一ツ瀬ダム

真栄理ダム

農業集落排水事業

昭和58年度研修会のご案内

……目次裏

巻頭文

データベースについて

中村和也……(1)

報 文

報文内容紹介

……(1)

一ツ瀬川農業水利事業の水管理システム

南 部 英 男
太 田 健 藏
岩 根 真 一……(2)

農業集落排水事業における汚水、汚泥処理

笹 沼 昭 司……(14)

フィルダムにおける盛土の簡易透水試験法

守 屋 卓……(29)

真栄里ダムの試験貯水について

長 友 安 章
川 田 明 宏
平 林 栄 裕……(31)

水系シリーズ

津軽平野農業開発の経緯と今後の課題

高 橋 正 明……(41)

信濃川水系開発の全容

久 保 田 昭 彦
中 村 義 文
高 橋 信 弘……(57)

講 座

OAのための例題中心BASIC講座(第4回)

ファイルの使い方と水文データファイル作成プログラム

丹 治 肇
山 本 徳 司……(78)

資 料

土地改良事業計画設計基準(耐震設計指針)の概要について

鈴 木 正 彦……(83)

水質保全の最近の動き

月 山 光 夫……(89)

会告・編集後記

……(95)

No. 55

1984

January

昭和58年度 農業土木学会関東支部 共催研修会のご案内

農業土木技術研究会の昭和58年度研修会を農業土木学会関東支部と共催で、下記により開催しますので、多数ご参加下さいますようご案内いたします。

1. 課題：「現場技術者のための最新排水計画」
2. 日時：昭和59年2月14日（火） 午前10時から午後5時まで
3. 場所：大手町合同庁舎第3号館 第1講堂
東京都千代田区大手町1-3-3 TEL 03-214-6261 内線 7011
4. プログラム

10:00 ~ 10:15	開 会 挨拶	農業土木技術研究会長	須 藤 良太郎
10:15 ~ 12:30	洪水解析と施設計画	農業土木試験場 水利部水利第3研究室長	大 西 亮 一
12:30 ~ 13:30	昼 食		
13:30 ~ 15:00	水田の高度利用と排水条件	京都大学農学部教授	丸 山 利 輔
15:00 ~ 15:10	休 憩		
15:10 ~ 16:30	地域開発に伴う排水計画	北 陸 農 政 局 西蒲原農業水利事業所長	中 島 康 夫
16:30 ~ 16:50	質 疑 応 答		
16:50 ~ 17:00	閉 会 挨拶	農業土木学会関東支部長	志 村 博 康
5. 参加費等

(1) 研修会参加費	会員 3,000円 非会員 5,000円（昼食を含む）
(2) テキストのみ	1,500円
6. 参加人員
定員 150名 会場の都合により定員になり次第締切ります。
7. 申込方法
参加希望の方は、次により申込み下さい。
 (1) 申込期日 昭和59年1月28日まで
 (2) 申込先 〒100 東京都千代田区大手町1-3-3
 関東農政局建設部設計課 佐藤新一
 TEL 03-214-6261 内線 4417

..... キ リ ト リ 線

参 加 申 込 書

所属機関名

所在地

TEL

連絡者

所 属	氏 名	会 員 別 (会 員 / 非 会 員)	備 考

(備考) 参加者多数の場合は、この様式で別紙に作成して下さい。

水と土 第55号 報文内容紹介

一ツ瀬川農業水利事業の水管理システム

南部英男 太田健蔵 岩根真一

当該地区の水管理システムは、①相異なる2水源の有効利用を図るため調整池機能を生かした水運用計画の策定②調整池防災のための水位設定値による関連施設の自動制御、③配水施設(クローズドパイプライン)は主要箇所、の流量計測から圧力水頭を求め適正配水の指示を行う。

なお上記3項目を遂行するに当たり計算機システムを導入しCRT、監視操作卓による機器の監視制御方式を採用したものである。(水と土 第55号 1983 P. 2)

フィルダムにおける盛土の簡易透水試験法

守屋 卓

フィルダムの施工に当って、設計条件に適合した施工がなされているかどうか常に現場で管理する必要がある。透水係数のチェックも重要な事項であるが、設計基準に示されている立坑法は手間がかかっております。このたび簡易透水試験法を見出し報告いたしますので、現場の施工管理に役立てていただければ幸に存じます。

(水と土 第55号 1983 P. 29)

農業集落排水事業における汚水、汚泥処理

笹沼 昭司

農業集落排水事業で実施されている汚水処理方式の特色、管路計画のポイント、土壌被覆型接触曝気方式と回転円板方式の設計例、3次処理の取組み、汚泥の農地還元、事業の指導強化等について紹介する。農村下水道として定着した集落排水を居住環境の整備、公共用水域の水質保全に寄与する事業として育てるため、一層の技術力を農業土木技術者は身につけるべきであることが理解される。

(水と土 第55号 1983 P. 14)

真栄里ダムの試験貯水について

長友安章 川田明宏 平林栄裕

沖縄県石垣島において国営かんがい排水事業宮良川地区が実施中であり、このうち真栄里ダムの工事完了に伴い試験貯水を実施した。

本稿においてはこの試験貯水の経過、並びに第一期貯水期間において観測された諸データをもとに堤体の安全性についての解析を行ったので、その結果について報告を行うものである。

(水と土 第55号 1983 P. 31)

データベースについて

中村和也*

きまって届く季刊、月刊誌の類が夥しい。はずかしいことに、これらのほとんどに目を通すいとまがない。

いとまがないと言う前に自分の努力のなさを責めなければならないが、とにかく、気がついた時には執務机に雑誌の山が出来上がっている。そして、一定の期間をおいてこれらがロッカーに納まることとなる。一応の整理はしているが、ロッカーもやがて満杯になってしまい今度は衣服を収納するロッカーへ本来の機能がなくなってくる。そこで更に精選の余儀なきに至るが、選にもれたものは廃棄せざるを得ない。貴重な情報がつまっている宝の山をついに掘らずじまいに諦めてしまう心境である。実に惜しいと思うが自分の怠けを自戒し、今後はもっと要領よくしようと反省してチョンとせざるを得ない。情報が溢れている現代では、少しの努力で自分に必要な情報が比較的容易に得られる環境がどこにでもある反面、かえって、個人個人の情報を得ようとする意欲が鈍化されやすいのかもしれないと自分勝手な推論を試みるが、やはり自分の非を払拭することはできない。

業務の合理化を担当してこの体たらくはなんとも冴えないことではある。これも勝手な推論でお叱りを受けるかもしれないが、個人レベルの情報の整理については皆様も程度の差があるにしても大なり小なり同様の仕儀ではなからうかと思う。また、それは個人が個人のために努力してもどうしようもないほど深刻なことかもしれないとも考える。

最近、農業土木の仲間うちで「データベース」がようやく話題にされるようになり、その内容も現実性をおびてきたことは極めて喜ばしい限りである。データベースはコンピュータの利活用がある程度組織内にいきわたっていることがその実現の大前提となるが、幸にして、農業土木では早い時期にコンピュータの導入が行われ、今では土地改良技術事務所を中心としたコンピュータ利用の組織が出来上がっている。

最近では、46年施工調査事務所として発足以来、第四回目のレベルアップが行われ、いよいよコンピュータの利用面でもオンライン、分散処理の時代に入った。

また、技術者に対し、コンピュータの利用を広く普及させる目的で行っているシステム研修もその導入の時期から開始し、その結果、現在では研修終了者の数も大幅に増えている。ちなみにその詳細を述べると、1事業所当たり、初級基礎コースまでの終了者が5.4人、中級コースまでが1.8人、上級コースまでが0.5人の計7.7人となっている。これを事業所農工職員数に対する比率でみると56%にまでなっている。

更に、コンピュータの利用については、当初から特定の個人に限らず、だれでも直接コンピュータが利用できるようにすることを基本に進めてきていることもよかった。特に事業所においてパソコンが自然発生的に普及していることは我が農業土木のコンピュータ利用のポテンシャルの高さを実証していると受けとめることができる。パソコンの普及は来たるべき近い将来のオンライン化への移行が極めて円滑にすすめられる基礎になるだろう。何故ならば、コンピュータは人が使うものであって、直接操作に習熟することが不可欠であるからである。

このようにデータベースを組織内に構築していく素地は十分整っているとみることができる。今後はデータベースの構築にむけて、まず何を、どのような形でデータベース化するかを考えなければならない。

データベースはコンピュータの利活用によって、必要な情報が、必要な形で、即座に得られるようにすることである。当然のことながら、それは組織をあげて取組まなければならないことであり、長期にわたって計画的に進めなければならないことである。従って、これを進めるに当たってはその効用が出来るだけ早く顕われるよう特に進め方の検討には衆智を集める必要がある。また個人レベルまで降した組織全体のコンセンサスも必要であろう。特に個人レベルではデータベースの利便性の認識が不可欠となる。これまでマイクロフィルムをベースとした技術情報システムを運用してきているが、これを計画した当初に予測したとおりの効果が上がっていない。

「私集める人」「あなたを使う人」の個人レベルの図式がどうにも改善できなかったことが大きな原因だと思う。個人レベルでの利便性の認識、それはデータベースはなるほど便利だとする仕組みを早急に作り上げることである。そして利便性を上げるためにはデータストックを出来るだけ大きくすることである。データストックを大きくするためには使い側の個人の参加が必要である。この意味から個人レベルでの利便性の認識がデータベースの成否のカギといっても過言ではない。データベースの構築にむけて会員各位のご理解、ご協力をお願いする次第である。そしてデータ集収の際のもどかしさから一日も早く解放されることを念じてやまない。

*農林水産省構造改善局建設部設計課施工企画調整室長

一ツ瀬川農業水利事業の水管理システム

南部 英 男* 太田 健 蔵**
岩 根 真 一***

目 次

はじめに……………(2)	2-2 本地区における水管理の目的……………(5)
1. 事業の概要……………(2)	3. 用水監視制御システム……………(7)
1-1 地域の概要……………(2)	3-1 システムの構成……………(7)
1-2 用水計画……………(2)	3-2 マンマシンインタフェース……………(7)
1-3 施設計画……………(3)	3-3 主要施設の監視制御システム……………(8)
2. 水管理計画……………(3)	4. 構成機器及び機能……………(8)
2-1 管理対象施設の範囲……………(3)	おわりに……………(13)

はじめに

近年の兼業農家の増加、輪換畑への転換などの農業体質の変化といった観点、及び水資源の有効利用の観点から水資源の再配分と見直しが各地で行われている。また、施設そのものも従来の開水路式からパイプライン式となるなど用水の配水構造も変化してきている。

本事業は地質、気候条件より低生産性を余儀なくされている一ツ瀬川地区に新たに2河川より取水し、畑地のかんがい用水、水田の用水補給を計ると共に関連事業として農村基盤総合整備パイロット事業を行うものであり、併せて本地域特性である沿岸地帯の温暖な気象条件を充分生かした営農体系を確立し、近代的農業による高生産性大型産地を目指すものである。

本稿はこの一ツ瀬川農業水利事業において導入した用水施設集中管理システムについて、その目的、施設内容、管理運営の方法を紹介するものである。

1. 事業の概要

1-1 地域の概要

本地区は、宮崎県のほぼ中央に位置する西都市他3町からなり、東西を日向灘、九州山脈、南北を一ツ瀬川、小丸川に挟まれた洪積台地上の畑地に周辺水田及び西都原台地を含めた面積4,230haの地区である。

本地域の地質、地形は新第三紀に属する宮崎層群を基盤としている。宮崎層群は、砂岩と泥岩の互層からなっており、この基岩の上に段丘堆積が乗った型となっている。洪積層は段丘礫層とローム層からなり、表層は赤ホヤ、黒ボク等の火山灰土壌で覆われている。また、台地は

4段の海岸段丘からなり各面は比較的平坦であるが、浸蝕谷により数台地に分離されている。

気候は、温暖多雨地帯(年間平均降水量2,400mm)に属するが降雨量の季節的变化が著しいため、台地では従来耐干性の作物(かんしょ等)を基幹とする作付体系がなされてきたが、近年では各種畜産の導入により飼料作物の作付が進んでいる。

1-2 用水計画

本地区の水源は、一ツ瀬川杉安ダムの貯留水と、一ツ瀬川支線瀬江川上流の流水に求め、相異った取水方式で地区最上部に設ける東原調整池に合流させ、貯留する。また、東原調整池からはクロズドパイプラインによる配水方式をとっている。

以下具体的な用水計画内容を述べる。

(1) 水源

一ツ瀬川杉安ダム水系は、杉安ダムの標高が38~42mしかなく位置エネルギーが低い。このため取水した用水(max 4.16m³/s)は導水路(トンネル、サイホン)3.7kmを経て一旦オープンにしたのち平原揚水機場(電動両吸込渦巻ポンプ1.640kw×4台)により東原調整池に送水する。

また、一方の瀬江川水系は、自然導水可能な地点に頭首工を設置し、河川水を最大2.00m³/s取水し、導水路(トンネル、サイホン)にて東原調整池に自然流入させる。しかしながら、瀬江川は、流域が10.8km²と小さく、地形地質等より比流量も小さく、年間を通じ取水可能な定流はほとんど望めない。

(2) 東原調整池

地区最高位部、東原台地凹状の地形を利用して築造された均一型フィルダムである。その有効貯水量は910千m³で上記の相異なる二水源の特徴を生かし、需要量の変

* 中国四国農政局吉野川北岸農業水利事業所

** 九州農政局一ツ瀬川農業水利事業所

*** 三菱電機(株) 制御製作所

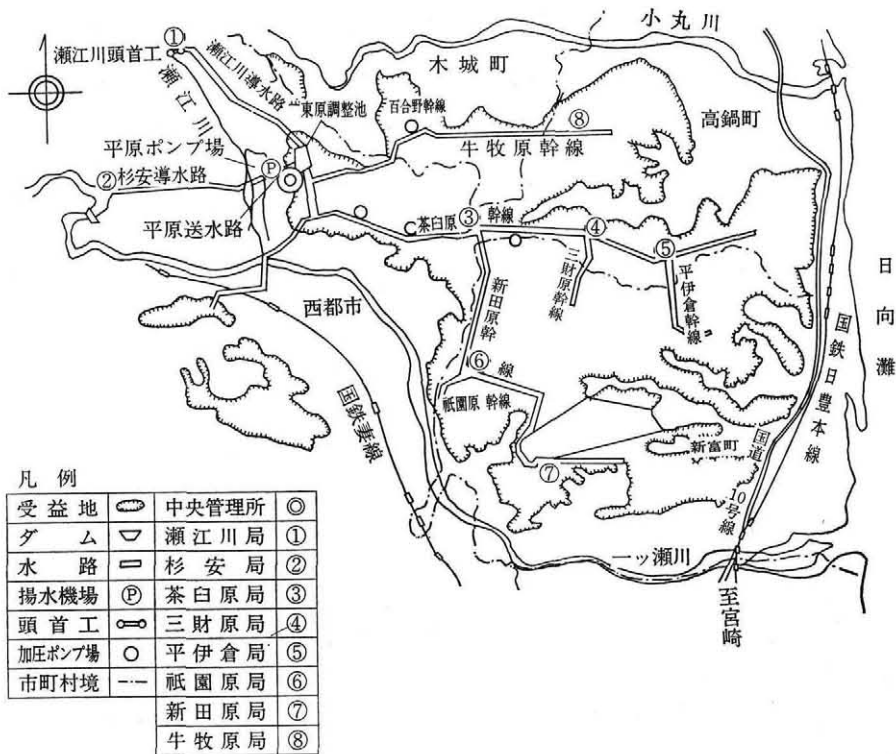


図-1 地域図



写真-1 東原調整池

化等に対応出来る調整機能をもつ。

(3) 配水

国営配水管路は図-2に示すとおり、茶白原幹線を主にその主幹線より分岐する5幹線で構成された樹枝状クローズドパイプライン型式で、最高静水圧7.5kg/cm²となっている。幹線よりの分水は1-1項のごとく段丘畑地が3面に分かれており、その高位部台地(120~130m)は東原調整池との標高差が少ないため、加圧ポンプにより加圧し分水する。また、低位部台地は、調整池の位置エネルギーを利用した自然分水とする。

1-3 施設計画

本事業における主要施設の内容は表-1に示すとおりである。

2. 水管理計画

2-1 管理対象施設の範囲

本地区の施設は、東原調整池を境に水源施設と配水施設に大別されるが水運用計画の策定等兩者を関連させて検討する必要がある、一連の施設として管理を行うものとした。

① 水源施設

施設の安全管理と水の有効利用を図るため、2水源の水位、取水状況の監視と併せて施設制御を行う必要がある。従って、全施設を監視制御対象の範囲とする。

② 配水施設

配水施設は末端までクローズドパイプライン型式の圧力管路であり、管網の一部の給水栓を開いてもすべての管路水圧に影響を与える事になる。従ってスプリンクラー等末端施設の機能を損わないよう水配分管理を行う必要がある。特にクローズドパイプラインの場合バルブによる分水制御は不可能であり、また水田のかんがい方式が末端減圧バルブ(河川放流)による人為操作となるため水配分コントロール上全分土工における流量を総合的に集中監視することが望ましい。しかしながらそうし

表-1 主要施設の概要

(1) 瀬江川頭首工

型式	堤高	堤長			取水位	最大取水量	備考
		固定部	可動部	計			
フィックスドタイプ	m 8.20	m 21.70	m 5.00	m 26.70	m 151.00	m ³ /sec 2.0	ローラーゲート(洪水吐) 5.0m×6.7m 1門 スライドゲート(取水) 3.0m×1.57m 1門

(2) 杉安取水工

型式	最大取水量	HWL	LWL	備考
バルブ取水	m ³ /sec 4.16	m 43.0	m 37.5	ボールバルブ 1,100mm

(3) 平原揚水機

揚水量	揚程		揚水機			原動機			備考
	実揚程	全揚程	型式	口径	台数	型式	動力	台数	
4.16 m ³ /sec	m 118.05	m 122.00	両吸込渦	mm 700×400	台 4	電動	kw 1,640	台 4	

(4) 東原調整池

型式	流域面積		堤高	堤長	堤体積	貯水量		備考
	直接	間接				総貯水量	有効貯水量	
均一型フィルダム	km ² 0.30	km ² 10.57	m 21.0	m 1708.9	m ³ 741,200	m ³ 998,000	m ³ 910,000	

(5) 導水路及び送水路

水路名	支配面積	通水量	延長			構造	備考
			総延長	トンネル	サイフォン		
杉安導水路	ha 4,230	m ³ /sec 4.16	m 3,543	m 2,925	m 618	2r 1,800mm~2,000mm 馬蹄形 サイフォンφ 1,500mm	
瀬江川導水路	4,181	2.00	3,981	2,862	1,119	2r 1,800mm馬蹄形, サイフォンφ 1,100mm	
平原送水路	4,181	4.16	770	—	—	φ 1,800mm鋼管	

(6) 幹線水路(鋼管, ダクタイル)

水路名	通水量	延長	管径	備考
茶白原幹線	m ³ /sec 6.286	m 11,414	mm 700~2,000	
牛牧原幹線	1.213	7,300	350~1,000	
西都原幹線	0.444	3,390	600	
新田原幹線	1.579	9,200	500~1,200	
三財原幹線	0.505	1,850	450~600	
平伊倉幹線	0.434	2,550	350~700	
祇園原幹線	0.157	700	300~400	
百合野幹線	0.148	405	350	

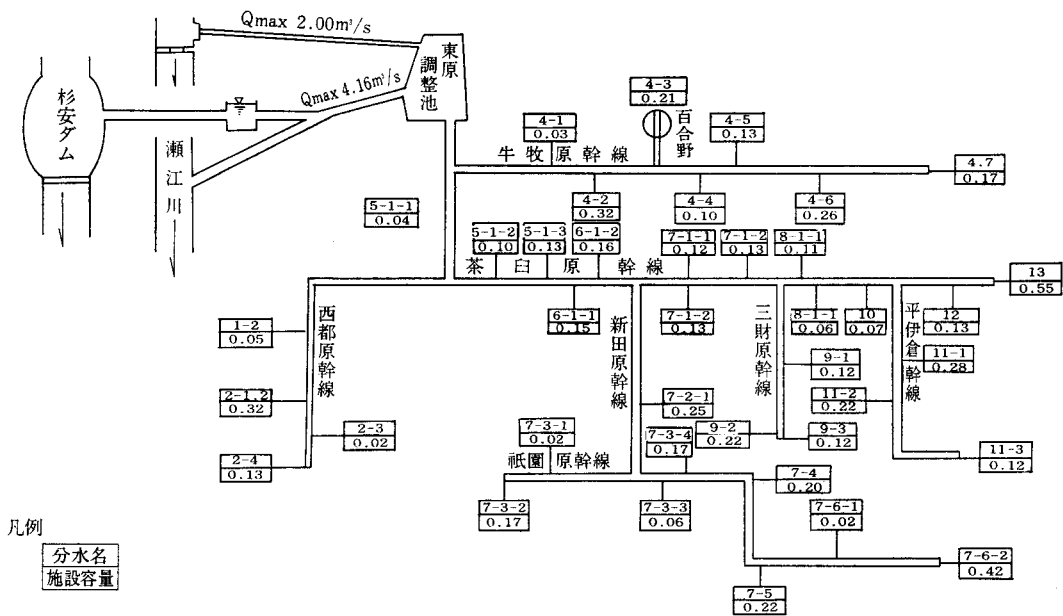


図-2 用水系統図

た場合、用水管理施設に多額な経費を要するため、本システムでは必要最小限の範囲である各幹線流量と 0.20 m³/s 以上の分水流量（水田かんがい用水量把握率90%）を監視の対象とする。

2-2 本地区における水管理の目的

農業用水は季節・天候・作物の種類等により需要量の変動が大きく、更に需給関係の調整等運用上でも複雑な形態をとる。これらの多様性に対応するため本地区の水管理施設では特に下記の点を考慮した。

①自然取水可能な瀬江川の流水を確保し、東原調整池の貯留能力を十分に利用することによる平原ポンプ場の運転経費（電気料金）の節減。

②水利施設の管理労力の軽減と安全管理。

以下これらの内容について具体的に述べる。

(1) ポンプ運転経費の節減

本地区の場合、前述したように取水源としては自然導水可能な瀬江川によるものとポンプ揚水が必要な杉安ダムによるものの2系統がある。

本地区における水収支バランスは次式で示される。

$$\int_{t_1}^{t_2} Q_{SE}(t)dt + \int_{t_1}^{t_2} Q_P(t)dt = \int_{t_1}^{t_2} Q_D(t)dt + V_{FP} + V_0$$

ここで $Q_{SE}(t)$: 瀬江川取水流量

$Q_P(t)$: 平原ポンプ場揚水流量

$Q_D(t)$: かんがい地区需要流量

V_{FP} : 調整池貯留量

(+…増加, -…減少)

V_0 : 調整池からの余水吐出量

$t_1 \sim t_2$: 運用計画単位期間

このバランスを最も経済的に成立させるため取水、揚水を中央で計画した上、諸施設の運用を行う。すなわち想定される需要流量 $Q_D(t)$ に対して、瀬江川からの取水流量 $Q_{SE}(t)$ の不足分をポンプ揚水流量 $Q_P(t)$ で補うのに如何に V_{FP} の貯留能力を有効に利用するかが、最適運用計画のポイントとなる。以下各水源施設に着目し、運用方法の詳細について述べる。

④ 瀬江川頭首工取水

取水実績流量は導水路に設置する流量計により把握するが、取水可能量の予測は瀬江川の流域が急峻であり、地形勾配から降雨イコール流出となるため天気予報、取水実績により操作員が判断することになる。

⑤ 杉安ダム取水及び揚水

杉安ダムから取水した水は平原ポンプ場にて東原調整池へ揚水されるが、ポンプ場吸水槽の容量が 2,500 m³ (10

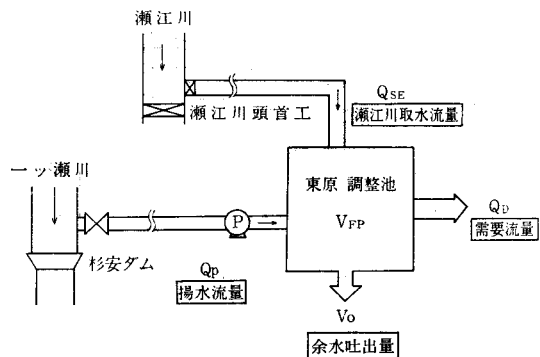


図-3 東原調整池の水収支

分間流量)と比較的小さいことから取水流量はポンプ台数制御による揚水流量にあわせてきめ細かな制御が必要となり、更にダム水位も標高38~42mと発電状態により変動することから、取水量が設定された値に調節されるような自動制御機能が必要となる。

③ 東原調整池

かんがい期の需要最大値は、水田： $234.4 \times 10^3 \text{m}^3/\text{日}$ 、畑： $231.5 \times 10^3 \text{m}^3/\text{日}$ 、合計 $465.9 \times 10^3 \text{m}^3/\text{日}$ であるのに対し、杉安ダムからの揚水能力は $359.4 \times 10^3 \text{m}^3/\text{日}$ であり、その差 $106.5 \times 10^3 \text{m}^3/\text{日}$ は調整池の貯留水を放流することになる。従って、計画最大需要量に備える、又は渇水時に備えるという意味からは調整池は満水状態が望ましいが、一方満水にするためには揚水ポンプ稼働による電力を要する。また降雨により瀬江川からの取水可能量が增大しても、貯留空容量がない場合無効放流せざるを得なくなるという反面をもっている。例えば、昭和34~44年の11ヶ年、6・7月の調整池を満水にした場合の無効放流は平均 $2,000 \times 10^3 \text{m}^3$ となり電力量換算では約90万kwhとなる。

以上のことからポンプ運転方法としては、調整池の水位により運転台数と運転タイミングを一方的に決める自動運転方法は好ましくなく、むしろ需要量の変動予測と気象状況から判断して、調整池貯水量を変動させポンプ運転コストを最小にするよう計画しなければならない。

本システムでは上記運用方法の決定をCRT装置*と操作員の対話で予測表示される「調整池水位トレンドグラフ」によりサポートしている。これは図-4に示すようなもので、グラフの左半分には過去10日間程度の実データが表示され、将来の需要流量の変動、ポンプ運転の予定等を入力すれば調整池水位変化の様子が計算、表示されるものである。

(2) 管理労力の節減と安全管理

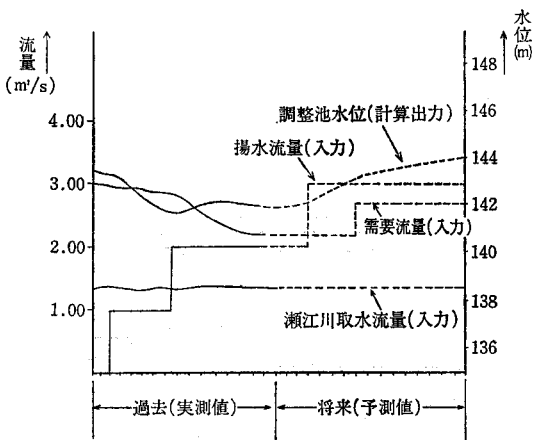


図-4 調整池水位トレンドグラフ

*CRT装置：Cathode Ray Tube の略で計算機の出力装置の一種

本地区のように取水施設・配水施設が広大な範囲で存在している場合、その管理には多大の努力を必要とし、また、24時間体制の各施設の安全管理にも無人化を考慮する必要がある。このため、本システムでは次の機能を持たせる事とした。

④ 特高受変電設備及びポンプ設備の無人管理

平原揚水機場における特高受変電設備、及びポンプ設備を省力化の点から無人化し、中央管理所にて必要項目の監視制御を行うこととした。但し無人化に際しては技術基準及び所轄電力会社（九州電力宮崎営業所）の制約を受けるので十分な検討を行った。無人化のための管理項目を表-2に示す。

⑤ 幹線流量と圧力監視

本システムでは配水幹線、支線のうちの23ヶ所の流量を実測しているが、実測していない箇所の流量は連続の式及び計画値による比例配分により求め、すべての分水流量をCRTに表示している。また、それらの流量により各分水箇所での圧力水頭を計算により求め、その圧力が別途末端計画により要請される必要圧力に達していない箇所がある場合にはその確保のために操作すべきバルブとその操作量を計算する。CRTの配水状況図には流量を抑制すべき分水箇所の流量をカラーで表示する。図-5にその概略フローチャートを示す、なお自由度とは

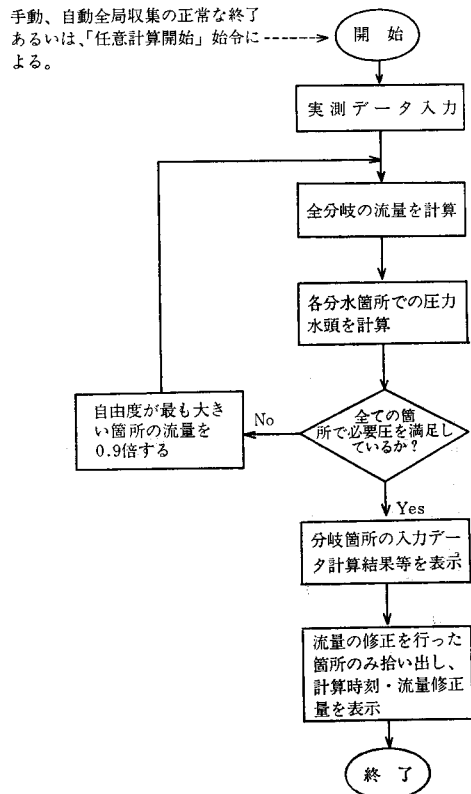


図-5 分水流量修正指示計算フロー

実流量の計画流量に対する倍数である。

㉔ 調整池防災のための自動制御

東原調整池には自然越流式の余水吐がなく、異常洪水時にはポンプ場よりの送水管を逆流させ、ジェットフローゲートにより瀬江川に放流を行う。従って、調整池堰堤防災上の安全対策として瀬江川頭首工からの取水、ポンプ揚水、及び余水放流を調整池水位により自動制御している。図-6に調整池水位と各自動制御との関係を示す。

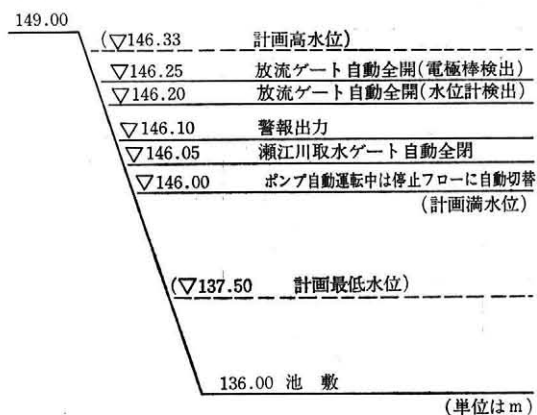


図-6 調整池防災自動制御

3. 用水監視制御システム

3-1 システムの構成

以上に述べた目的を達成するためにはリアルタイムな水理計算と諸データの集中把握が必要となる。そのため本システムでは遠方監視制御設備のほか、情報処理及び水運用計画策定のため計算機システムを導入している。

本システムでは東原調整池に中央管理所を建設し、瀬

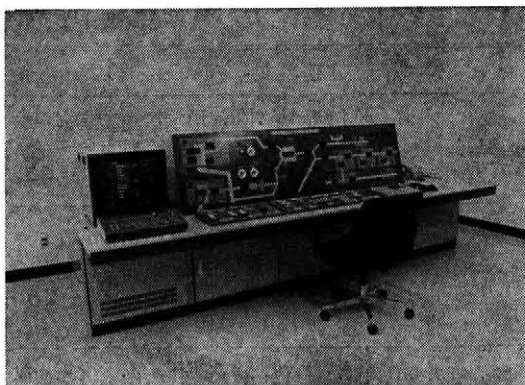


写真-2 監視操作卓CRT装置

江川及び一ツ瀬川の2系統の取水源の監視制御と15ヶ所の幹線分水工、8ヶ所の支線分水工の監視並びに特高受変電施設、揚水機場の監視制御を行うものである。

システム構成は下記の通りである。

中央管理所	1ヶ所
無線子局(監視制御)	2ヶ所
無線子局(監視)	6ヶ所
直送監視制御局	3ヶ所
移動パトロール車	2台

システム構成を図-7に、管理項目表を表-2に示す。

3-2 マンマシンインタフェース

従来、中央管理所の操作室に設けられたグラフィックパネルに替えて、本システムでは常時監視が必要な最小項目に限り操作卓の監視盤にデータを表示する事とし、その他の収集データ、処理結果はCRT画面に表示させることとした。CRT利用の利点を以下に述べる。

①種々の情報をそれぞれに最も適した形で表現するこ

集中管理システム

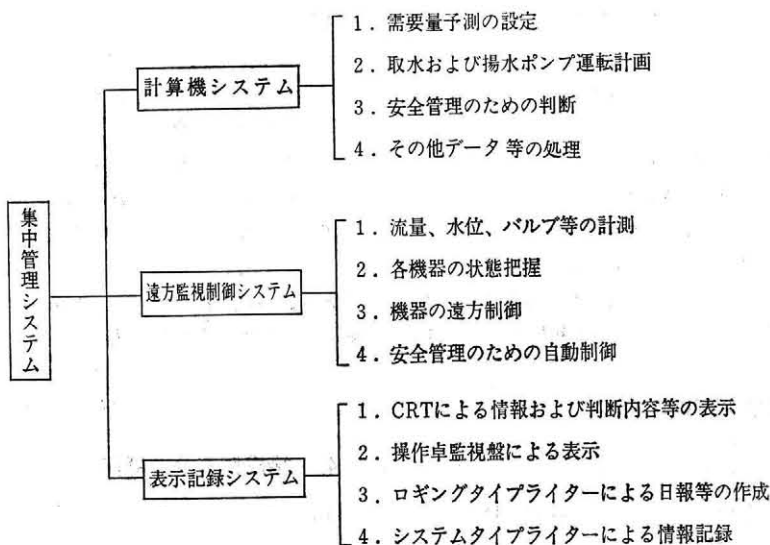


表-2 管理項目表

施設	監視項目	ロギング	制御項目	備考
東原調整池	水位, 漏水量, 雨量, 瀬江川流入量, 貯水量, 配水流量(4ヶ所)	左記の全ての項目		水位, 漏水量, 瀬江川流入量を打点記録
非常放流施設	開度, ゲート状態8点, サイレン状態1点		サイレン 手動起動 ゲート 手動操作 " 自動開 (サイレン連動)	
特高受変電施設	受電々流, 2次電圧, 電流, 電力, 電力量, 力率等状態28点	受電々流, 2次電圧, 電流, 電力, 電力量, 力率	受電断路器, 遮断器, 2次遮断器の入・切	
平原揚水機場	受電電圧, 電流, 揚水量, 放流量, 到達流量, 吸水槽水位, 吐出弁開度×4, ポンプ電流×4, 状態67点	揚水量, 放流量, 到達流量, 吸水槽水位	受電遮断器, 入・切 ポンプ手動 起動, 停止 ポンプ自動 台数, 運転 (杉安, 取水弁と連動)	揚水量, 放流量を打点記録
瀬江川頭首工	河川水位, 放流量, 導水路内水位, 洪水吐ゲート開度, 取水ゲート開度, ゲート状態32点, サイレン状態2点, 制御渋滞信号1点	河川水位, 導水路内水位, 放流量	洪水吐手動操作, 河川水位による自動開閉, 取水ゲート手動操作, 河川水位, 調整池水位による自動開閉	
杉安取水工	河川水位, 取水流量, バルブ開度, バルブ状態10点, 制御渋滞信号1点	河川水位, 取水流量	弁手動操作, 設定値制御, ポンプとの連動制御	
配水管路	流量	各流量		現場では, 積算値も表示, 中央での日積算は流量よりの演算による

とができる。(トレンドグラフ等 CRT 特有の表示が可能)

②必要とされる情報を選択的に表示できるため, 余分な情報による見づらさがなくなる。

③表示方法の変更, 項目の追加がグラフィックパネルに比べ容易であり, 拡張性に富む。

本システムでは12種の画面を作成した。なお, 異常発生時には監視操作卓に施設別の異常ランプを点灯させるとともに表示中の画面のすみに選択すべき画面 No を表示するなどの工夫を行った。表-3 に画面内容を, 図-8-10 に画面例を示す。

3-3 主要施設の監視制御システム

(1) 瀬江川頭首工・杉安取水工

瀬江川頭首工の洪水吐ゲート, 取水ゲート, 及び杉安取水工流量制御弁の制御フローをそれぞれ図-11, 図-12 に示す。杉安取水工流量制御弁は手動制御(開, 閉,

停制御)とともに自動制御(定流量制御)が可能となっており, その流量設定値は中央管理所より手動あるいはポンプ運転と連動して自動で送信される。

(2) 平原ポンプ場

杉安取水工と平原ポンプ場の間はオープン隧道であり流量到達遅れが30~40分あること, 及びポンプ場吸水槽の容量が比較的小さいことから杉安取水とポンプ運転のタイミング合わせが必要となる。本システムではポンプ運転台数の設定操作のみで, 杉安取水から平原ポンプ運転まで自動連動運転が出来るようになっている。更に各ポンプは停止時刻の設定によりタイマ停止も可能である。図-13 にポンプ自動運転フローを示す。

4. 構成機器及び機能

本システムを構成する主な機器とその機能を表-4 に示す。

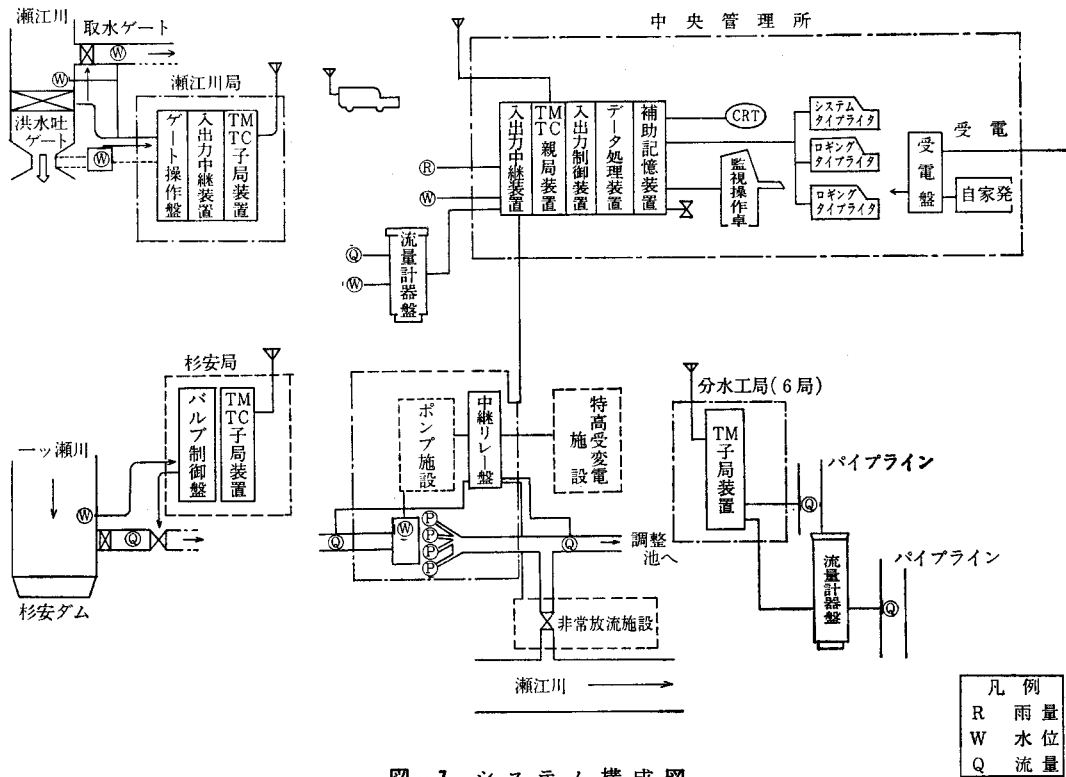


表-3 CRT 画面内容

画面名称	内 容
画面案内	画面目次、画面選択はキー操作による以外に本画面からは、ライトペンにて選択が可能
計画用水系統図	水路図上に各計画流量を表示
配水状況図	調整池まわり及び配水系の各データを水路図上に表示 流量データは、3段階に色分けして警告表示される
配水制御表	配水流量データより、各分水工での圧力水頭を計算し、必要圧に満たない箇所があれば分水流量の適正值を表示
受電系統図	特高受変電設備及びポンプ場受電設備の各データをスケルトン上に表示 異常発生時はその項目を表示
ポンプ運転状況図	各ポンプの運転状態をフロー図の形で表示 ポンプ運転に関するデータ、異常項目を表示
杉安取水ガイダンス	杉安取水工～ポンプ場～調整池の取水・揚水・放流の状況をこの系の模式図上に表示
トレンドグラフ	調整池水位、配水流量、取水流量、揚水流量の実測値をグラフ表示 将来の配水流量・揚水流量を予測して入力すると、調整池水位の変化の状態が計算されグラフ表示される
発生中異常・故障	現在発生中の異常項目を一括表示
異常故障記録検索	過去に発生した異常・故障の記録を場所別に検索して表示
設定値表	警報、自動制御に関する設定値を表示、ライトペンにて選択し数値変更も可
充水計画	パイプライン充水時の各空気弁の充水順序を時々刻々水路図上に色分け表示する

NO.2

..配水状況図..

1983年7月15日11:55

タンイムキニューハ m³/S

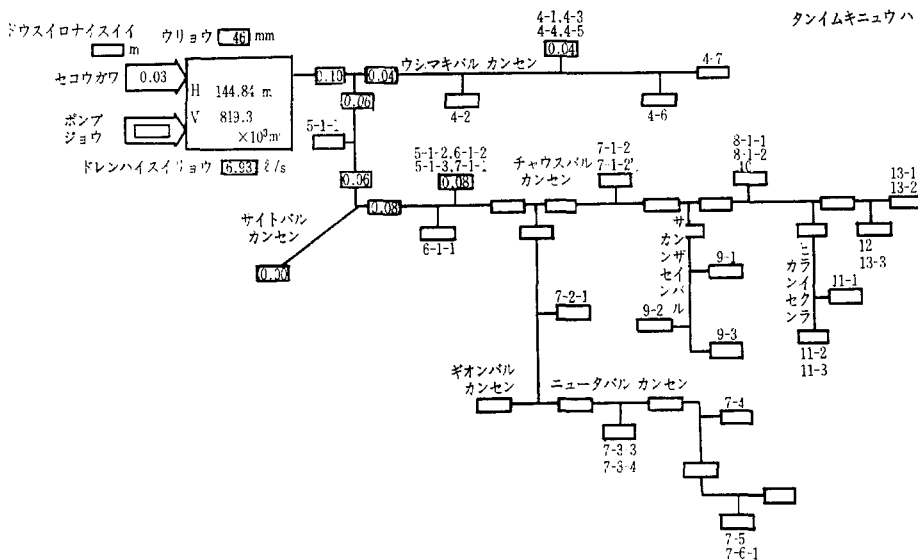


図-8 配水状況図

NO.5

..杉安取水ガイダンス..

1983年7月15日12:02

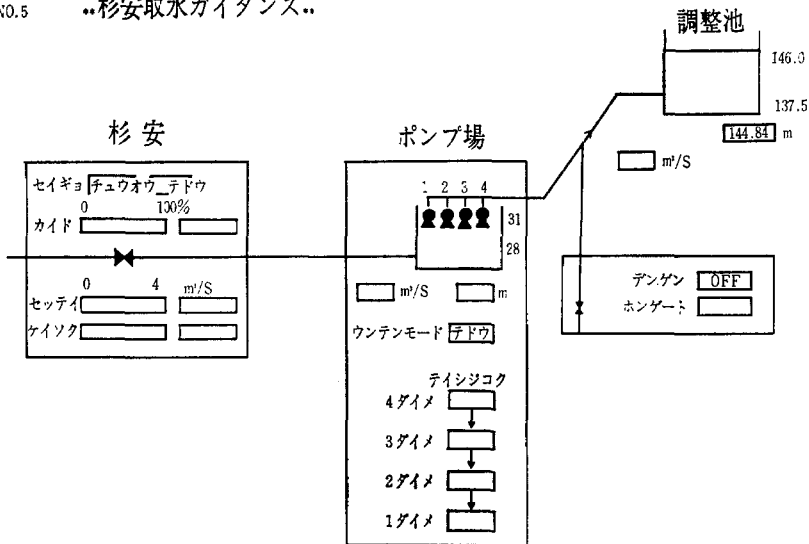


図-9 杉安取水ガイダンス

表-4 主要機器

設置場所	機 器	機 能
中央管理所	入出力中継装置	直送信号避雷中継及び打点記録計を実装
	TM/TC 親局装置	無線機, 通話制御等
	入出力制御装置	入出力カード, メンテナンスパネル等実装
	データ処理装置	ミニコンピュータ実装 主記憶容量 256Kバイト 語長 16ビット+2パリティ
	補助記憶装置	固定ディスク装置 (20Mバイト) 1台 フロッピディスク装置 2台
	CRT 装置	20インチカラー表示 横 700ドット, 縦 384ドット
	監視操作卓	外形寸法 2100(W)×1240(H)×1100(D)
	低圧トランス盤	受電及び自家発切替用
	自家発電機	20KVA
	入出力タイプライタ	計算機メンテナンス及びアナウンスメント印字用
	ロギングタイプライタ(2台)	収集データ時報・日報印字用
平原ポンプ場	中継リレー盤	平原ポンプ場, 特高受変電施設, 非常放流施設との信号を中継
瀬江川局	TM/TC 子局装置	無線ポーリング式監視制御用子局
	入出力中継装置	洪水吐ゲート, 取水ゲート現場盤とのインタフェース用
	触針式水位計	洪水吐放流量測定用
	超音波水位計	導水路水位測定用
杉安局	TM/TC 子局装置	無線ポーリング式監視制御子局
	バルブ制御盤	流量制御弁用現場盤
	フロート式水位計	ダム水位測定用
分水工局(6局)	TM 子局装置	無線ポーリング式監視子局
その他	流量計器盤 (15面)	超音波流量計本体収納用屋外盤
	水位変換器箱	調整池水位測定用水圧式水位計収納用の屋外筐体
	雨量計	転倒マス式
	漏水量計	調整池漏水量測定用三角堰水位計

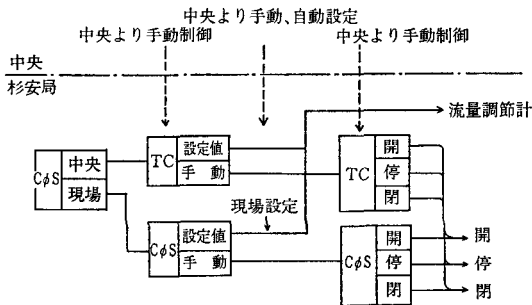


図-12 杉安取水工制御フロー

おわりに

以上が本地区の水管理施設の概要である。現在は第1期の施設導入を終った段階であるが、すでにポンプの自動運転等試験通水を行っている。システム全体の完成は59年度となるがシステム導入による最終的な評価が行われるのは附帯県営事業により末端散水施設が整備される数年先となる。

本システムに導入したCRT表示装置には、前述したように施設を管理運営するうえでポイントとなる水の運用計画樹立、水配分コントロール、保安管理監視機能をもたせており、今後計画、施工される用水管理システムの参考になれば幸いである。

最後に、パイプライン水頭圧監視の計算手法を開発していただいた畑地農業振興会（委員長長智男九州大学教授）をはじめ、製作担当メーカ等、御協力いただいた皆様方に深く感謝の意を表する次第である。

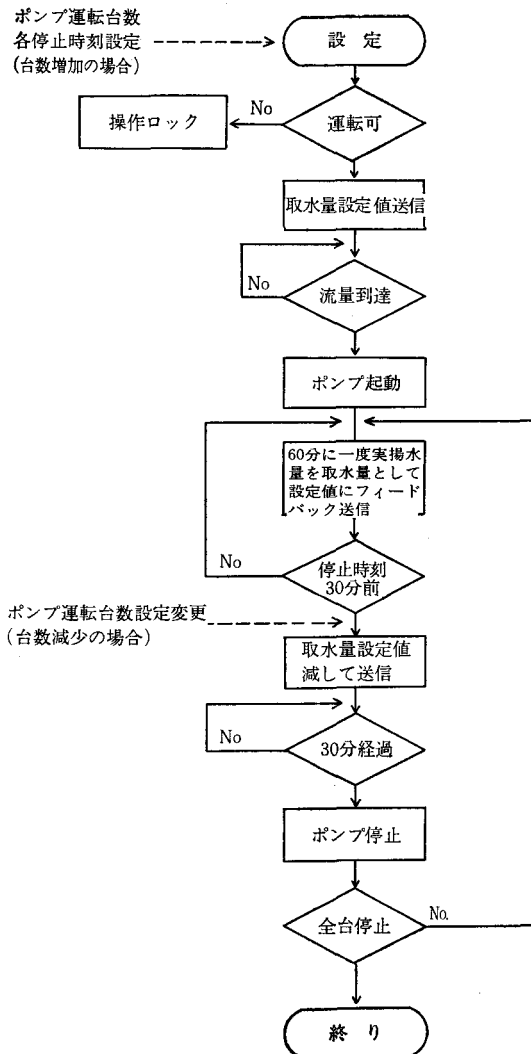


図-13 ポンプ自動運転フロー

農業集落排水事業における汚水，汚泥処理

笹 沼 昭 司*

目 次	
1. はしがき……………(14)	6. 3次処理について……………(25)
2. 事業の概要……………(14)	7. 汚泥の農地還元……………(26)
3. 汚水処理方式と特色……………(15)	8. 維持管理について……………(27)
4. 管路施設計画……………(19)	9. 集排事業の将来像……………(28)
5. 設計事例……………(21)	10. あとがき……………(28)

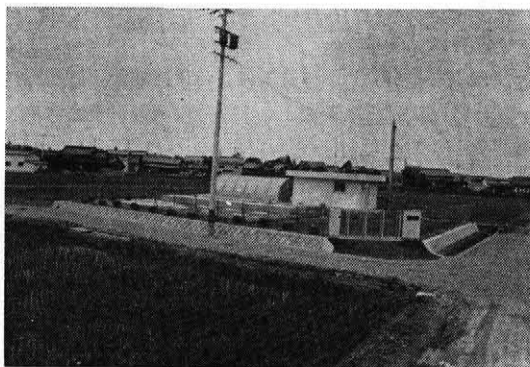
1. はしがき

58年度から農業集落排水事業が創立され、農林水産省は、農業振興地域(当該地域以外の一部区域を含む。)において、し尿、生活雑排水等の汚水、汚泥又は雨水を処理する施設を単独事業として実施することになった。

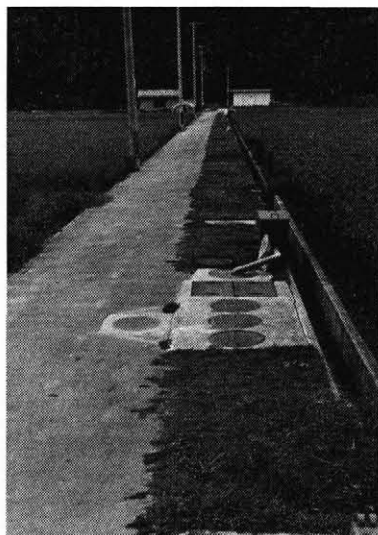
この事業は、農村基盤総合整備事業(ミニ総バ)の特例措置(8の1号)から分離独立したもので、都市における下水道事業の農村版といったものである。今後、生産性の高い農業の実現と活力ある農村社会の形成に大いに資するものとして期待されている。

2. 事業の概要

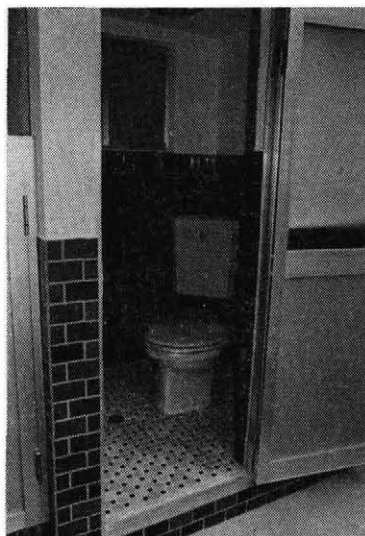
農業集落排水事業(集排)は、農村総合整備事業の農村総合整備モデル事業(モデル)、ミニ総バ事業のメニューの中で実施している農業集落排水施設整備と同様のもの



写真—2



写真—1



写真—3

のであるが、集排事業の要綱では、汚泥を処理する施設(例えばコンポスト化施設)の整備も明記されており、汚泥の農地還元の分野に大きく発展の道を開いている。

集排事業の実施に当たっては、次のような点に留意す

*構造改善局整備課技術指導係長

表一 総合整備事業の内容

事業の種類	農村基盤総合整備事業		農業集落排水事業	農村総合整備モデル事業
	一般地区	特別地区		
		生活環境		
農業生産基盤整備事業	ほ場整備	○		○
	農業用排水施設整備	○		○
	農道整備	○		○
	農地開発	○		○
	農用地の改良・保全	○		○
農村環境基盤整備事業	農業集落道整備	○	○	○
	農業集落排水施設整備	○	○	○
	営農飲雑用水施設整備	○	○	○
	公共・公用用地整備	○	○	○
	農業集落防災安全施設整備	○	○	○
	農村公園緑地整備	○	○	
農村環境施設	農業集落環境管理施設整備			○
	農村環境改善センター整備			○
	農村公園施設整備			○
特認事業	特認	○		○

る必要がある。

- ① 国の補助対象は、受益戸数がおおむね20戸（北海道にあっては10戸）以上の施設を原則とし、排水路末端の受益戸数は2戸以上とする。
- ② 汚水処理施設は、原則として処理対象人口おおむね1,000人程度に相当する規模以下を単位として計画・施工する。
- ③ 対象とする汚水には、重金属等の有害物質を含む恐れのある工場排水等は含めない。
- ④ 汚水処理施設には、汚水、処理水、汚泥等の還元利用を目的としたものを含む。

また、申請から工事着手までの業務フロー及び業務内容は表一2のとおりである。

3. 汚水処理方式と特色

汚水処理方式には、生物処理、物理的処理、化学的処理があるが、集排事業（モデル、ミニ総排事業で実施している農業集落排水施設整備を含む。）で、現在採用されているのは、生物処理である。

物理的処理は沈殿、吸着、化学的処理は中和、凝集などであり、主として浮遊物や無機物を除去するのに用いられる。

生物処理は、酸化と還元状態の二つに大別される。微生物には、呼吸により酸素を取り入れて有機物を酸化する好気性生物と酸素のないところで有機物を分解して必要なエネルギーをとる嫌気性生物があり、好気性生物は

曝気タンクの生物や土壌中に存在する多くの生物がこれにあたる。嫌気性生物は腐敗タンクやヘドロ中の生物である。

これらの微生物は、汚水に浮遊しているものと礫やプラスチック等に付着して増殖するものがあり、前者を利用してのもの代表的事例に標準活性汚泥法、後者に接触曝気法がある。いずれの場合も、微生物の増殖によって、フロックの沈降、接触汚材からの剝離沈殿が生じ汚泥となって蓄積する。

(1) 生物処理の分類

表一3のとおりである。

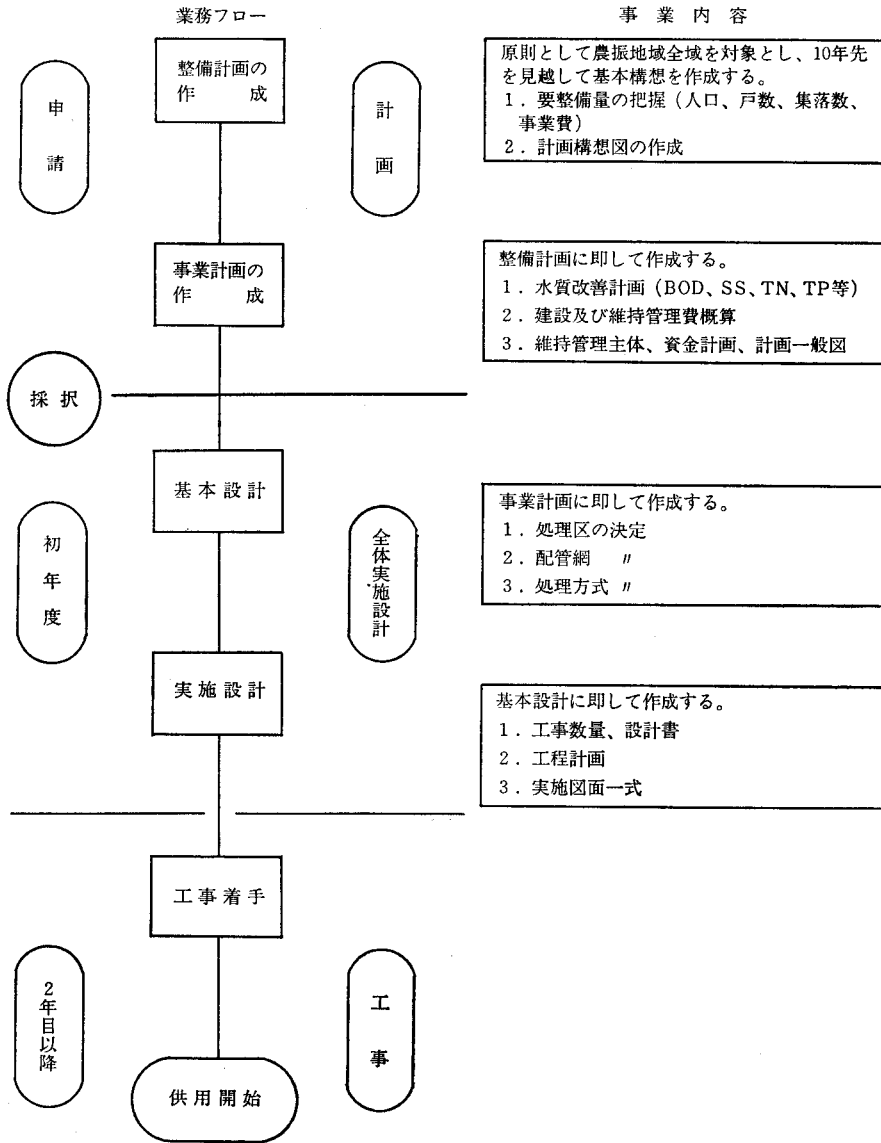
(2) 処理方式の選択

農村に適合する処理方式の目安として、次の事項に留意することが重要である。

- ① 小規模分散処理方式に適合すること。
- ② 汚水の大きな負荷変動、気温等の自然条件の変化に耐え、高度処理が可能であること。
- ③ 維持管理が容易で単純な技術であること。
- ④ 建設費・維持管理費が安価で省エネルギー的なこと。
- ⑤ 悪臭、蚊、ハエ、汚水飛散等の二次公害を生じないこと。
- ⑥ 農村の自然環境に融合し、景観を損わないこと。

以上の観点から各種処理方式において、機能特性、適応人口、負荷変動に対する対応性、放流水質（BOD）等に注目して選択すれば次のものがあげられる。

表-2 農業集落排水事業の実施について



- ① 長時間曝気法（長時間方式）
- ② 回転円板法（円板方式）
- ③ 土壤被覆型接触曝気法（土壤被覆方式）
- ④ 接触曝気法

この中で、現在主流の方式は土壤被覆方式である。

(3) 土壤被覆型接触曝気法

この方式のメカニズムは明確には解明されていないが機能面から整理すると次のようになる。

1) 浄化機能

土壤被覆方式のシステムは図-1のようになっており、浄化機能は、土壤中に1g中 $10^7 \sim 10^8$ オーダーで息息する多種多様な微生物や小動物が担っている。主体は細菌類のバクテリアであり、比較的数は少ないものの藻類、

原虫・放線菌・下等菌なども存在し、センチュウ、ミミズ、クモ、ダニ等の雑居生活が営まれている。処理装置内ではその環境条件に適合した微生物が、浸漬レキ材と被覆された土壤が生活々動面で連続しているので、レキ表面に被覆を形成し、本来の水中微生物群により多様な処理機能を発揮している。

2) 脱窒素・脱リン

脱窒素については、一般にアンモニア態に流入してくる窒素を硝化菌の作用により硝酸態に変換し、その後嫌気状態で脱窒菌によって分解が行われ、 N_2 として大気に放出される。脱リンについては、土壤での吸着作用により除去されるが、通常の場合汚水と土壤は直接接触はなされておらず、脱リンを図る場合、最終沈殿槽におい

表-3 生物処理法の分類

微生物による処理	好気性	浮遊生物法	活性汚泥法	汚水中に空気を吹き込みながら、そこに浮遊している微生物の塊（フロック）によって好氣的に処理を行う方法
			酸化溝法	深さ0.5~1mの循環水路の中で、ケスナーブラシと呼ばれるブラシで曝気・攪拌しながら、浮遊している微生物により処理を行う方式
			酸化池法	汚水を池などに一定期間（比較的長時間）滞留させ、水中や池の底などに生息する好気性生物によって処理を行う方法
			好気性消化法	し尿や汚泥を曝気し、好気性微生物の働きにより固形物を可溶化およびガス化する方法
		浮遊生物+生物膜法	懸濁粒子法	砂・活性炭などの粒子を反応槽に添加し、その中に汚水を連続的に流入させ、処理を行う方法
			流動層生物膜法	砂・活性炭などの粒子を反応槽内で流動させ、その表面に付着した微生物によって処理を行う方法
			接触ばっ気法	礫やハニカムコーンなどのろ材の間を汚水が通過することにより、ろ材の表面に付着した微生物により処理する方法
		生物膜法	回転円板法	円板（プラスチック等）を回転させながら、円板が空気中にある時に酸素が補給され、そこに付着した微生物によって処理する方法
			散水ろ床法	礫やプラスチック等を詰めたタンクの上部より汚水を散布し、汚水がそれらのろ材の間を流下する間に、ろ材に付着した微生物により処理する方法
			浸漬ろ床法	種々のろ材を汚水中に浸漬することにより、ろ材の表面に付着した微生物によって、汚水が浄化される方法
		その他	土壌微生物による方法	土壌中に存在する微生物の働きにより、汚水が土壌を浸透する間に浄化される方法
			光合成細菌	光合成細菌の働きによって汚水を処理する方法で、処理水は家畜の飲料用としても使われる。
	酵母		パルプ廃水、アルコール蒸留廃水などに酵母を培養し処理する方法。処理後の固形物は家畜の飼料としても利用される。	
	嫌気性	標準消化法	し尿・汚泥などを、無酸素の水中に生息する嫌気性菌の働きにより加水分解、還元分解して処理する方法	
		高速消化法	タンクの中を蒸気等により、攪拌・加温し、嫌気性分解をさらに促進する方法	
大型生物による処理	動物を方法用	魚類による方法	汚物、特に有機物を魚に食べさせ、汚水を浄化する方法。東南アジア地域では広く用いられてきた。	
		ミミズ	ミミズに下水汚泥を食べさせ、フンを有機肥料として、ミミズはつり用の餌として利用されている。	
	植物を方法用	ホテイアオイ	ホテイアオイを池で繁殖させ、そこに汚水を流入させて、ホテイアオイによってリン・窒素などが吸収され、水が浄化される。高次処理としての利用が期待される。	
		その他	例えば、芦などのような水辺に生息する大型の植物により窒素・リン等を吸収させる方法	

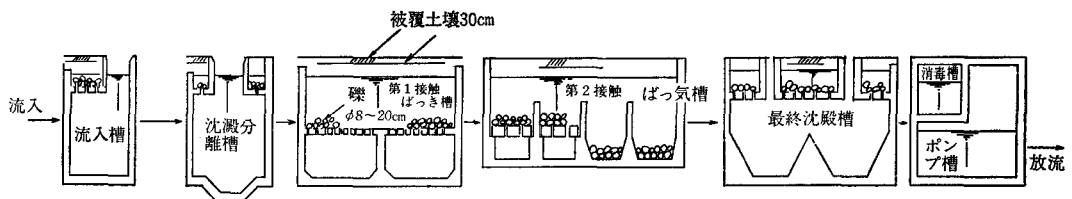


図-1 土壌被覆型接触曝気式処理施設断面図

表-4 フローシート

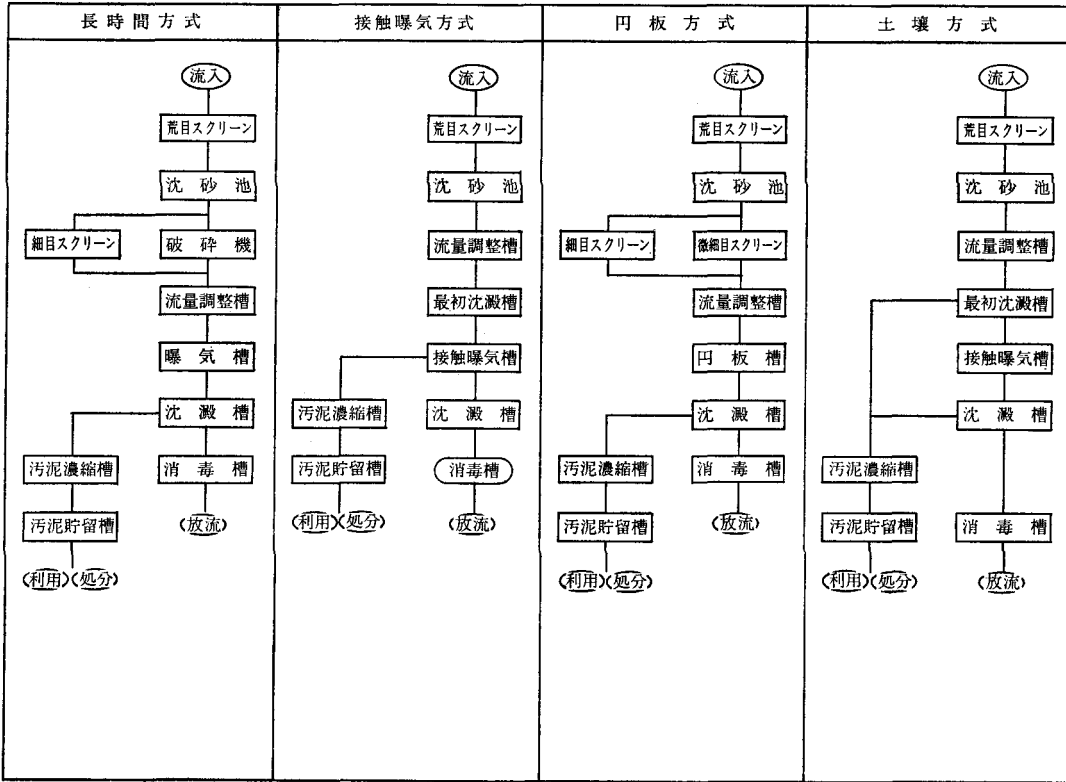


表-5 浄化機能

	長時間方式	接触曝気方式	円板方式	土壌被覆方式
浄化機能	<p>栄養のある汚水を曝気すると種々の好気性の微生物が汚水中の有機物を食用として増殖する。この間、通気、混合により微生物や有機物や浮遊物が凝集して活性汚泥が得られる。</p> <p>この汚泥はゼラチン状のフロックで形成され、有機物の酸化力と凝集吸着力が著しく強い。このフロックを沈澱させることにより汚水を浄化する。</p> <p>活性汚泥法の一変法であるが低負荷状態で長時間曝気することにより汚泥発生量を減少させ得るが、放流水中のSSが増大する傾向にある。</p>	<p>各種の接触ろ材を使用し、ろ材についた微生物によって汚水を浄化する。ろ材として礫を使用する土壌被覆型接触曝気方式に比べ、槽の大きさ約1/2にすることが可能である。</p>	<p>汚水中に2~4m位の円板を浸すと、汚水中に存在する微生物が円板表面に付着する。この生物膜は厚さ0.5~2.0mm程度で、外部は好気性微生物、内部は嫌気性微生物が発生する。円板を汚水中に約40%程度浸漬させ、ゆっくり円板を回転(周速18m/分位)させると、微生物は空中及び水中において酸素を吸収し、汚水中では汚泥物質を吸着酸化して汚水を浄化する。BOD除去が進行すると硝化が活発になる。活性の衰えた微生物群は、円板の回転による水とのせん断力で脱落し余剰汚泥となる。</p> <p>負荷変動に強く、運転経費が安い。返送汚泥は必要としない。</p>	<p>土壌被覆をした槽中に礫(80~200mm)をつめて、その空隙に汚水を循環させる。礫に好気嫌気微生物を固着させ、汚水をそれらに接触させることにより汚水を浄化する。</p> <p>又、土壌中に棲息する土壌微生物による汚水の浄化も可能である。したがって除去機能が弾力的であり、負荷変動に強い。又、在来法では困難な窒素の除去が可能である。装置上面を土壌で被覆するため、臭気、発泡飛散等の心配がない。</p>

表一6 処理方法比較表

項目 処理方法	機 能 特 性		負荷変動 に対する 対応性	B O D 放流水質	農村部へ の適応性
	基 本 事 項	B O D 除 去 率			
活性汚泥法	汚水を攪拌しつつ曝気することにより、茶褐色の海綿状の汚泥が発生する。これを沈殿させることにより、汚濁物質を除去する。	90%以上	良	20ppm 以下	○
			良	20ppm 以下	
回転円板方式	汚水中に円板を浸漬すると、円板の表面に生物膜が形成される。この円板をゆっくり回転させると微生物は空中で酸素を呼吸し、水中で汚濁物質を除去する。	90%以上	良	20ppm 以下	○
土壤被覆型 接触曝気方式	土壤被覆をした槽中に礫をつめ、その空隙に汚水を循環させ曝気すると、好気嫌気の共存する状態で浄化が行なわれる。	90%以上	良	20ppm 以下	○
接触曝気方式	ろ材の中を汚水を循環させることによって浄化が行なわれる。	90%以上	良	20ppm 以下	○

て沈殿させるか、トレンチを設けて除去する。

(参考)

硝化(好気状態) $NH_4 + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + H_2O + 2H^+$

脱窒(嫌気状態) $2NO_3^- + 10H^+ \rightarrow N_2 + 4H_2O + 2OH^-$

3) 汚泥量

発生汚泥については生物膜内で自己消化が行われるため、汚泥発生が少なく、また、土壤被覆によって槽内の温度が高くスカムの発生も見られない。またフロックについてもその量が少ない。これは土壤中の微生物に菌体転換率の小さいものが多数存在するためである。

4) 脱臭効果

処理場から発する悪臭の大部分はアンモニアと硫化水素であり、アンモニアについては土壤中の硝化菌・脱窒菌の作用により無臭の NO_3 、 NO_2 として槽内へ還流される。また硫化水素については土壤粒子への吸着の他、イオウ酸化菌の作用により無臭の SO_4 となり槽内へ還流される。したがって脱臭についても、土壤微生物により容易に行われる。

5) 病原菌飛散防止

汚水が循環する装置の上面はすべて土壤で全面被覆され、その土壤中に生息する微生物に解毒作用があるので有害な病原菌は消滅する。このため外部には影響なく衛生的な汚水処理が可能である。

6) 被覆土壤

被覆土壤は、処理場周囲の土壤と連続性が保たれており、流入槽から消毒槽までの各槽壁間で外部と遮断されないように配慮されている。

イ. 土の組成は、砂65~75%、シルト15~20%、粘土10~20%程度の砂質土

ロ. 被覆厚は30cm程度

ハ. 三相分布は固相40%、液相30%、気相30%程度

ニ. 腐植含有量3~4%程度

以上の土壤条件が、微生物、小動物の最も住み良い環

境となっている。

7) 接触曝気槽のレキ材

一般に汙材と呼ばれており、生物膜が形成しやすい表面を持つよう、接触面積が大きく、空隙の多い火成岩が良く、粒径は80~200m/m程度が最良である。

このように、土壤は微生物の生息域として優れた特性を示すが、これは土壤の熱伝導率の低さが外温を遮断して槽内温度を保持して微生物の活性を保ち、処理機能の低下を防止しているのである。したがって、土壤被覆型接触曝気方式は土壤という媒介物を通して、効率的な汚水処理が実現されており、自然界の物質循環をうまく利用した施設である。

4. 管路施設計画

集排事業の管路計画は、一般に農村地域が人口密度、集落構造、地形面等から都市の下水道とは状況が著しく異なっており、一地区当たりの事業費に占める管路施設費は2/3に達している。

流送方式は分流式とし、以下の諸条件を考慮して計画することが重要である。

- ① 計画時間最大汚水量を支障なく流送できること。
- ② 管路の口径・延長に無駄がなく、経済的であること。
- ③ 地形を利用し、できるだけ自然流下で流せること。
- ④ 管路内での沈殿・滞留を生じないこと。
- ⑤ 施設の構造・工法が合理的かつ安全で、交通等の障害とならないこと。
- ⑥ 施設構成が簡易、機能が安定的で、ポンプ等の動力費及び保守管理費が安いこと。
- ⑦ 対象汚水の排出源との接続が容易で、汚水の収集・搬送システムとして効率的であること。

これらの条件を満足するためには、管路の形式、路線配置及びその断面・勾配を適切に選定するとともに、汚

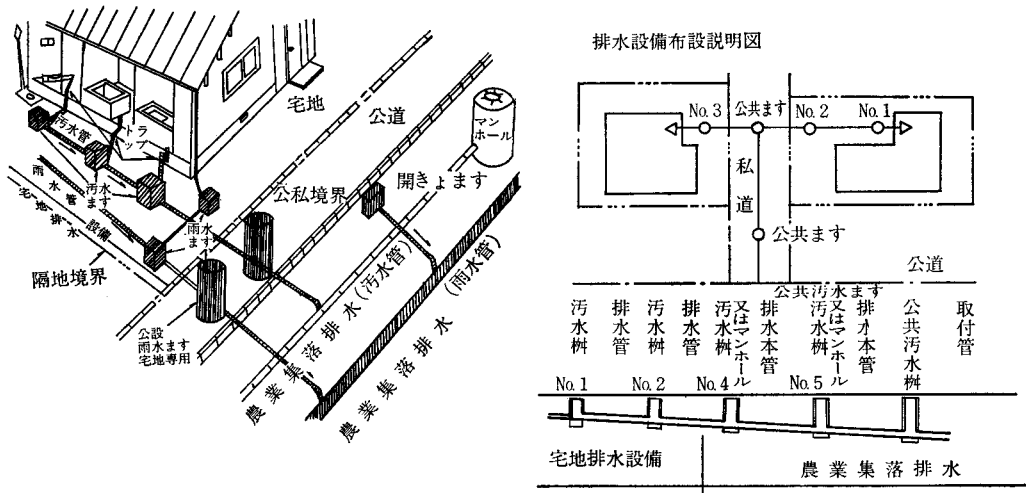


図-2 分流式の管路施設

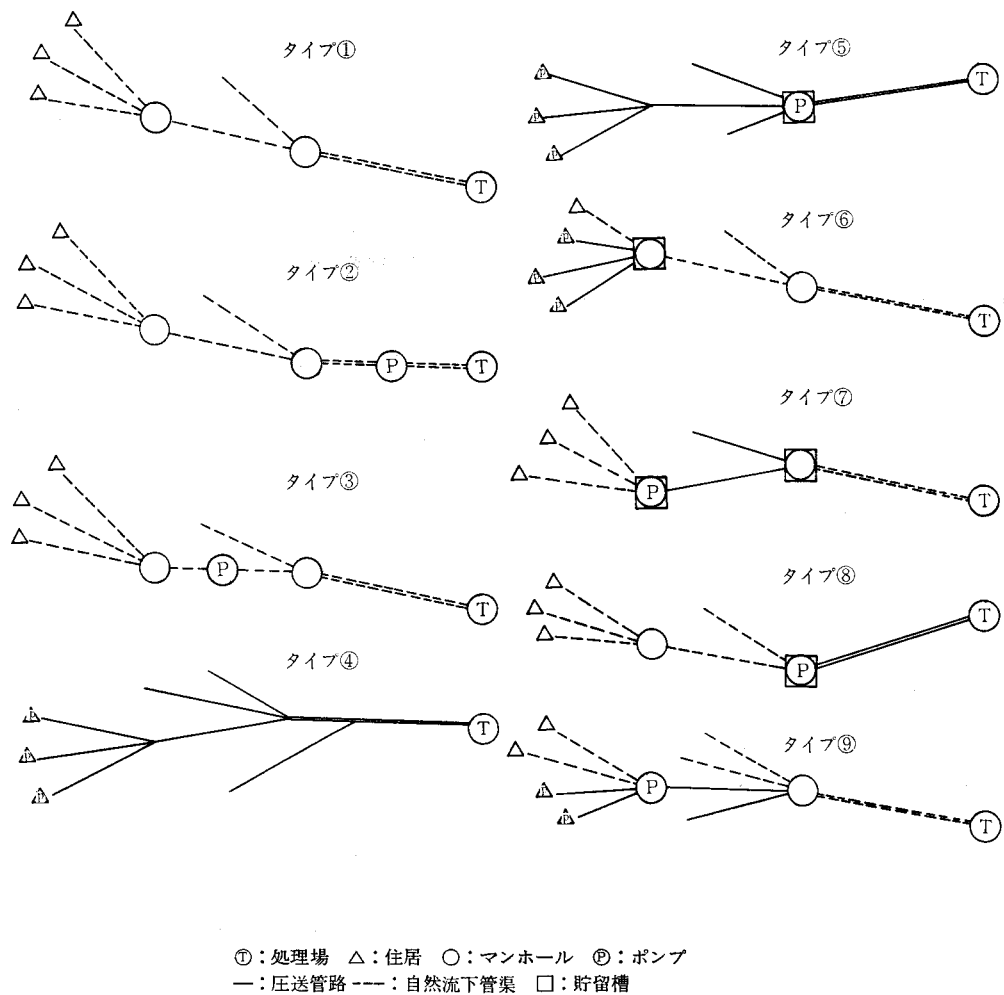


図-3 送水方式の一般的パターン

水ます・マンホール等の接続施設、ポンプ施設等の配置とその容量について検討すべきである。

検討すべき送水方式のパターンを例示すれば次のようになる。

- ① 自然流下方式
 - 1-1 全線自然流下のみのもの ①
 - 1-2 幹線系の一部にポンプ利用 ②
 - 1-3 支線系の一部にポンプ利用 ③
- ② 圧送方式
 - 2-1 直結圧送方式 ④
 - 2-2 中継圧送方式 ⑤
- ③ 併用方式
 - 3-1 戸別圧送収集方式 ⑥
 - 3-2 支線系圧送方式 ⑦
 - 3-3 幹線系圧送方式 ⑧
 - 3-4 複合圧送併用方式 ⑨

①は、地形を利用し、全線自然流下の管渠を用いた方式で、地形により施設配置上の制約はあるが、搬送のエネルギーコストは最低で最も望ましいタイプである。

②以下、ポンプ圧送を中継に用いたり、ブロック毎に自然流下と圧送を併用して、集落内外の地形条件（標高差）の障害を克服している。

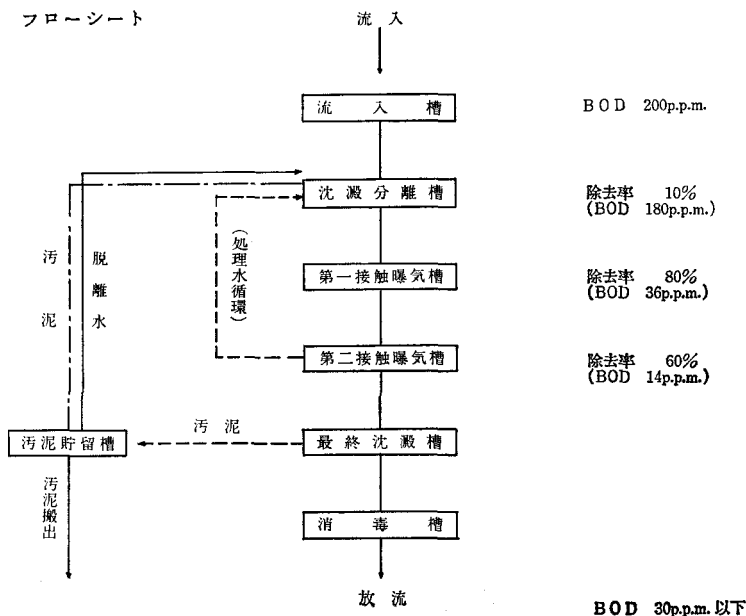
5. 設計事例

(1) 土壤被覆型接触曝気方式

1) 設計条件

- ① 計画処理人口……………500人
- ② 下水排除方式……………分流式
- ③ 単位汚水量

2) フローシート



- a. 計画1人1日平均汚水量……………240l/人日
 - b. 計画1人1日最大汚水量……………300l/人日
 - c. 計画1人1日時間最大汚水量……………750l/人日
- 計画汚水量

項目 名称	項目			
	m ³ /日	m ³ /時	m ³ /分	m ³ /秒
計画日平均汚水量Q1	132.0	5.500	0.093	0.0015
計画日最大汚水量Q2	165.0	6.875	0.115	0.0019
計画時間最大汚水量Q3	412.5	17.188	0.286	0.0048

④ 計画水質

- a. BOD負荷量……………60g/人日
- b. COD負荷量……………g/人日
- c. SS負荷量……………60g/人日
- d. T-N負荷量……………g/人日

	流入	流出	除去率
BOD	200ppm	30ppm	85%
COD	ppm	ppm	%
SS	200ppm	30ppm	85%
T-N	ppm	ppm	%

⑤ 除去率

- 沈澱分離槽 BOD除去率 10%
- 第1接触曝気槽 80%
- 第2接触曝気槽 60%

⑥ 処理方式

- a. 水処理……………土壤被覆型接触曝気方式
- b. 汚泥処理……………バキュームカーによる搬出

3) 設計諸元と実数値

名 称	設 計 諸 元	実 数 値	必要容量(A)	実 容 量 (B)	B/A
流 入 槽	時間最大汚水量の15分間	15.7分間	4.290m ³	4.50m ³	1.05
沈 澱 分 離 槽	日最大汚水量の16時間	17.5時間	110m ³	120m ³	1.09
第一接触曝気槽	BOD容積負荷 0.3 kg/m ³ ・日	0.29kg/m ³ ・日	99m ³	101.66m ³	1.03
第二接触曝気槽	BOD容積負荷 0.2 kg/m ³ ・日	0.19kg/m ³ ・日	29.7m ³	30.646m ³	1.03
最 終 沈 澱 槽	日最大汚水量の2時間	2.0時間	13.75m ³	13.880m ³	1.01
消 毒 槽	日最大汚水量の15分間	20.5時間	1.725m ³	2.352m ³	1.36
汚 泥 貯 留 槽	沈澱分離実容量の10%	13.4%	12.0m ³	16.03m ³	1.34
接触曝気分水槽	W0.6×L1.4×H1.9×2 0.6×3.0×1.9×3 0.6×1.3×1.7×2 0.6×2.8×0.6×1			17.112m ³	

処理施設内滞留時間

$$290.15\text{m}^3 \div 6.875\text{m}^3/\text{時} = 42.2\text{時間}$$

4) 容量計算

① 流入槽

(イ) 滞留時間

時間最大汚水量に対し15分間以上

(ロ) 必要容量

$$V = 0.286\text{m}^3/\text{分} \times 15\text{分} = 4.290\text{m}^3$$

(ハ) 槽寸法

$$W = 1.50 \times L 3.00 \times H 5.20 (\text{有効水深} 1.00\text{m})$$

(ニ) 実容量

$$V = 1.50 \times 3.00 \times 1.00 = 4.50\text{m}^3 > 4.290\text{m}^3$$

(ホ) ポンプ仕様

水中汚澱ポンプ(着脱型)

φ65mm 1.5KW × 2台(内1台予備)

(ヘ) 付属設備

粗目スクリーン目幅30mm(着脱型)

② 沈澱分離槽

(イ) 滞留時間

日最大汚水量に対して16時間以上

(第1槽と第2槽の比2:1)

(ロ) 必要容量

$$V = 6.875\text{m}^3/\text{時} \times 16\text{時間} = 110\text{m}^3$$

$$V_1 = 6.875\text{m}^3/\text{時} \times 16\text{時間} \times \frac{2}{3} = 73.3\text{m}^3$$

$$V_2 = 6.875\text{m}^3/\text{時} \times 16\text{時間} \times \frac{1}{3} = 36.7\text{m}^3$$

(ハ) 槽寸法

$$\text{第1槽 } W 2.30 \times L 9.00 \times H 5.400$$

(有効水深 4.00m)

$$\text{第2槽 } W 2.30 \times L 4.50 \times H 5.400$$

(有効水深 3.60m)

(ニ) 実容量

$$V = 8.28 + 37.26 = 120.06\text{m}^3 > 110\text{m}^3$$

$$\text{第1槽 } V_1 = 2.30 \times 9.00 \times 4.00$$

$$= 82.8\text{m}^3 > 73.3\text{m}^3$$

$$\text{第2槽 } V_2 = 2.30 \times 4.50 \times 3.60$$

$$= 37.26\text{m}^3 > 36.7\text{m}^3$$

③ 第一接触曝気槽

(イ) BOD容積負荷

$$0.3\text{kg BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$$

(ロ) 流入BOD量

$$200\text{ppm} \times 0.9 \times 165\text{m}^3/\text{日} = 29.7\text{kg}/\text{日}$$

(ハ) 必要容量

$$29.7\text{kg}/\text{日} \div 0.3\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日} = 99\text{m}^3$$

(ニ) 槽寸法

$$W 1.40\text{m} \times L 8.50\text{m} \times H 2.70\text{m} (\text{水深} 1.90\text{m})$$

(ホ) 槽数

4槽

(ヘ) 実容量

$$V_1 = 1.4 \times 8.5 \times 1.9 \times 4 = 90.44$$

$$V_2 = 1.1 \times 8.5 \times 0.3 \times 4 = 11.22$$

$$V = 90.44 + 11.22 = 101.66\text{m}^3 > 99\text{m}^3$$

④ 第二接触曝気槽

(イ) BOD容積負荷

$$0.2\text{kg BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$$

(ロ) 流入BOD量

$$200\text{ppm} \times 0.9 \times 0.2 \times 165\text{m}^3/\text{日} = 5.94\text{kg}/\text{日}$$

(ハ) 必要容量

$$5.94\text{kg}/\text{日} \div 0.2\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日} = 29.7\text{m}^3$$

(ニ) 槽寸法

$$W 1.30\text{m} \times L 7.70\text{m} \times H 2.70\text{m} (\text{水深} 1.70\text{m})$$

(ホ) 槽数

2槽

(ヘ) 実容量

$$V_1 = 1.3 \times 7.7 \times 1.3 \times 2 = 26.026$$

$$V_2 = 1.0 \times 7.7 \times 0.3 \times 2 = 4.620$$

$$V = 26.026 + 4.620 = 30.646 \text{ m}^3 > 29.7 \text{ m}^3$$

⑤ 最終沈澱槽

(イ) 滞留時間

日最大汚水量に対して2時間以上

(ロ) 必要容量

$$V = 6.875 \text{ m}^3/\text{時} \times 2 \text{ 時間} = 13.75 \text{ m}^3$$

(ハ) 水面積負荷

$$40 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日以下}$$

(ニ) 必要面積

$$4.125 \text{ m}^2 \text{以上}$$

(ホ) 槽寸法

$$W2.30 \text{ m} \times L2.30 \text{ m} \times H5.40 \text{ m}$$

(有効水深 2.95m)

(ヘ) 実容量

$$V = 2.30 \times 2.30 \times 2.10 + \frac{0.85}{3} (2.30^2 + 1.35^2 + \sqrt{2.30^2 + 1.35^2}) = 13.880 \text{ m}^3 > 13.75 \text{ m}^3$$

(ト) 実水面積

$$A = 2.30 \times 2.30 = 5.29 \text{ m}^2 > 4.125 \text{ m}^2$$

⑥ 消毒槽

(イ) 滞留時間

日最大汚水量に対して15分以上

(ロ) 必要容量

$$V = 0.115 \text{ m}^3/\text{分} \times 15 \text{ 分間} = 1.725 \text{ m}^3$$

(ハ) 槽寸法

$$W0.6 \text{ m} \times L2.80 \text{ m} \times H2.70 \text{ m}$$

(有効水深 1.40m)

(ニ) 実容量

$$V = 0.60 \times 2.80 \times 1.40 = 2.352 \text{ m}^3 > 1.725 \text{ m}^3$$

⑦ 汚泥貯留槽

(イ) 貯留容量

沈澱分離槽 実容量の10%以上

(ロ) 必要容量

$$V = 120.06 \text{ m}^3 \times 0.10 = 12.0 \text{ m}^3$$

(ハ) 槽寸法

$$W1.70 \text{ m} \times L2.30 \text{ m} \times H5.40 \text{ m}$$

(有効水深 4.80m)

(ニ) 実容量

$$V = 2.3 \times 1.7 \times 3.00 + \frac{1.8}{3} \times (2.3 \times 1.7 + 2.3 \times 0.5 + \sqrt{2.3 \times 1.7 + 2.3 \times 0.5}) = 11.73 + 4.386 = 16.116 \text{ m}^3 > 12.0 \text{ m}^3$$

(2) 回転円板方式計算例(回転板接触槽)

1) 円板面積の計算

① BOD面積負荷(B.L)

単位円板表面積上に1日何gのBODがかけられるかを表わすもので、次式で示される。

$$B.L = (Q \cdot C_0) / A (\text{g} \cdot \text{BOD} / \text{m}^2 \cdot \text{day}) \dots \dots \dots (1)$$

ここで、B.L=BOD Loading

Q=処理水量 (m³/day)

C₀:流入水濃度 (mg/ℓ)

A:全円板微生物付着面積 (m²)

である。この面積負荷表現法は他の水質項目、NH₃-N、SSなどにも用いられる。一般に流入BOD濃度が高いほど面積負荷は高くかけられる。

② 水量負荷(H.L)

円板上でのBOD除去速度が1次反応式に近似できるので、原水BOD濃度に関係なく一定の水量負荷で除去率は決まるとして、単位円板表面積当たり1日の水量負荷で表わす。

$$H.L = (Q/A) \times 10^3 (\ell / \text{m}^2 \cdot \text{day}) \dots \dots \dots (2)$$

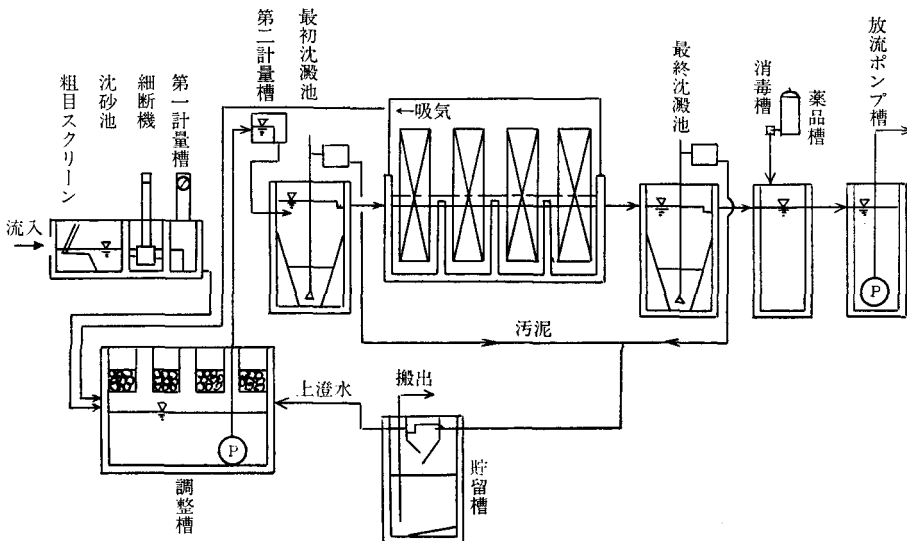


図-4 円板方式(500人)

ここで、 $H.L$ は *Hydraulic Loading* である。
 水量負荷は平均滞留時間、 G 値と密接な関係があり、
 液量面積比は次式で示される。

$$G = \frac{V}{A} \times 10^3 (\ell/\text{m}^2) \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 G : 液量面積比 (ℓ/m^2)
 V : 接触槽実容積 (m^3)

である。

また、平均滞留時間 T_a (hr) は次式で示される。

$$T_a = \frac{V}{Q} \times 24 = \frac{G}{HL} \times 24 (\text{hr}) \dots\dots\dots(4)$$

この T_a, G を媒介変数として BL, HL は互に次式
 の関係になる。

$$BL = \frac{Q \times C_0}{A} = C_0 \times HL \dots\dots\dots(5)$$

$$HL = \frac{Q}{A} \times 10^3 = \frac{G}{T_a} \times 24 \dots\dots\dots(6)$$

式(4)、(6)から G 値を一定とした場合、 $H.L$ を設定す
 ることは T_a を決めることである。 G 値はプラント各メ
 ーカーによって異なるが、 $5 \sim 7.5 \ell/\text{m}^2$ の範囲にあれば
 充分である。

式(3)~(6)より $B.L$ として次の基礎式が得られる。

$$B.L = \left(\frac{G \times C_0^2 \times HL \times 24}{T_a \times 10^6} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(7)$$

図-5 は式(7)を計算図示したもので C_0, BL と T_a, G
 から、 HL が求まる。

図-6 は Q, T_a, V_0, N (円板軸数), D (円板径) と
 ℓ (円板軸長) との関係図。

G 値の上限を決めると図-5 より $H.L$ が得られ最小
 必要円板面積 (m^2) が求まる。これより敷地配置上の制
 約条件から円板軸数、形状寸法を合理的に決定できる。

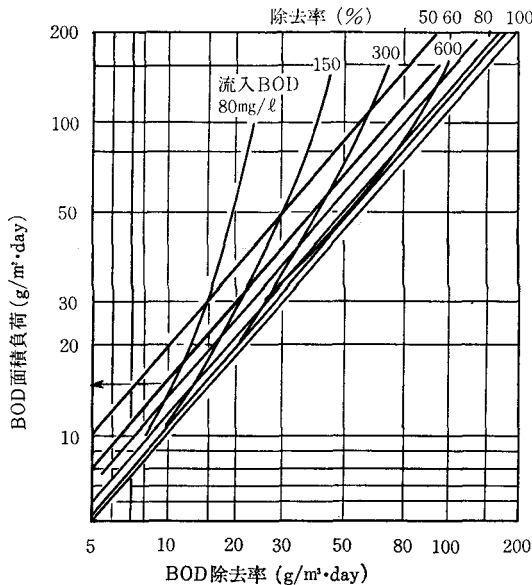


図-5 BL, C_0, HL, G, T_a 関係図

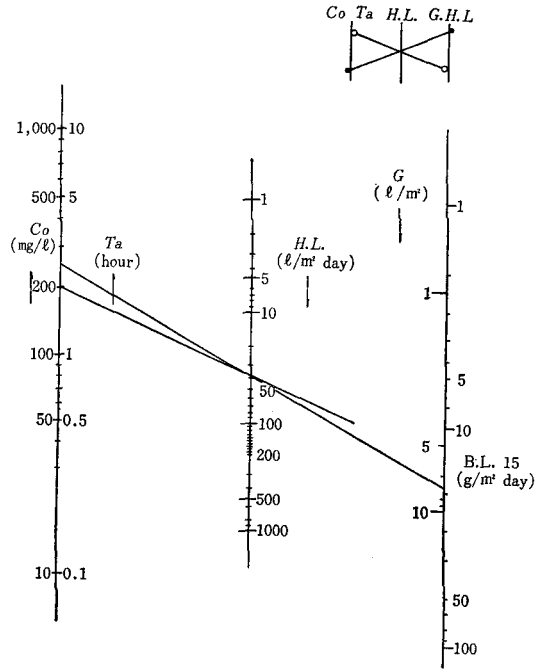


図-6 BOD面積負荷と除去率(都市下水)

2) 計算値

汚水量 $165 \text{m}^3/\text{day}$, 流入 BOD 200ppm
 除去率 85%

① 流入 BOD 200ppm , 除去率 85% (図-6 より)

$$B.L = 15 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$$

② C_0 200ppm , $B.L$ $15 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ (図-5 より)

$$H.L = 40 \ell/\text{m}^2 \cdot \text{day}, T_a = 3 \text{ hr}$$

③ 円板必要面積

$$H.L = \frac{Q}{A} \times 10^3 \text{ より } 40 = \frac{165 \times 10^3}{A}$$

$$\therefore A = 4,125 \text{ m}^2$$

④ 円板槽容積, 円板径, 円板軸長 (ℓ)

図-7 より, 円板槽容積 50m^3 , 円板直径 3m , 軸長 10m
 これを 1 本とする。

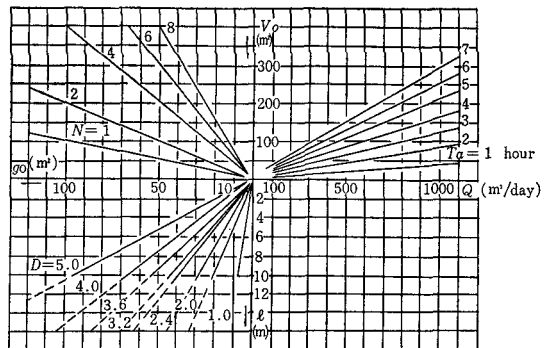


図-7 Q, T_a, V_0, N, D ($Q \leq 1,000 \text{m}^3/\text{day}$) 関係図

6. 3次処理について

昭和57年12月、水質環境基準の基準値の中に全窒素、全リンが追加されたが、湖沼、湾、主要河川等における富栄養化防止を図るためには、特定の指定地域のみならず、居住環境の整備の観点から重要な問題である。

しかし、集排事業に適合する3次処理技術は、リサイクルとして地下水還元を行うなどまた維持管理費の安い方式でなければならない。

ここではトレンチを用いた事例をあげて紹介する。

三次処理による各水質の除去率（最終除去率からの逆算による仮設定）の期待される値は表7のようである。

表—7

項目	BOD	SS	COD	T-N	T-P
除去率	70%	70%	60%	30%	99%

なお、T-N・T-Pの除去率（一次～三次処理）の検討を行なうと、T-Pについてはトレンチで99%以上の除去率が保証されておりT-Nについては一次～三次処理までの全フローを通して70%程度の除去率と想定される。

二次処理を経た放流水は配水管、散水管（有効管等）を通して各トレンチに配水（散水）され、浸透するが下部に設置された集水膜で受けた後、集水管で消毒槽へ搬送され、最後に地上放流される。

＜トレンチ規模の算定＞

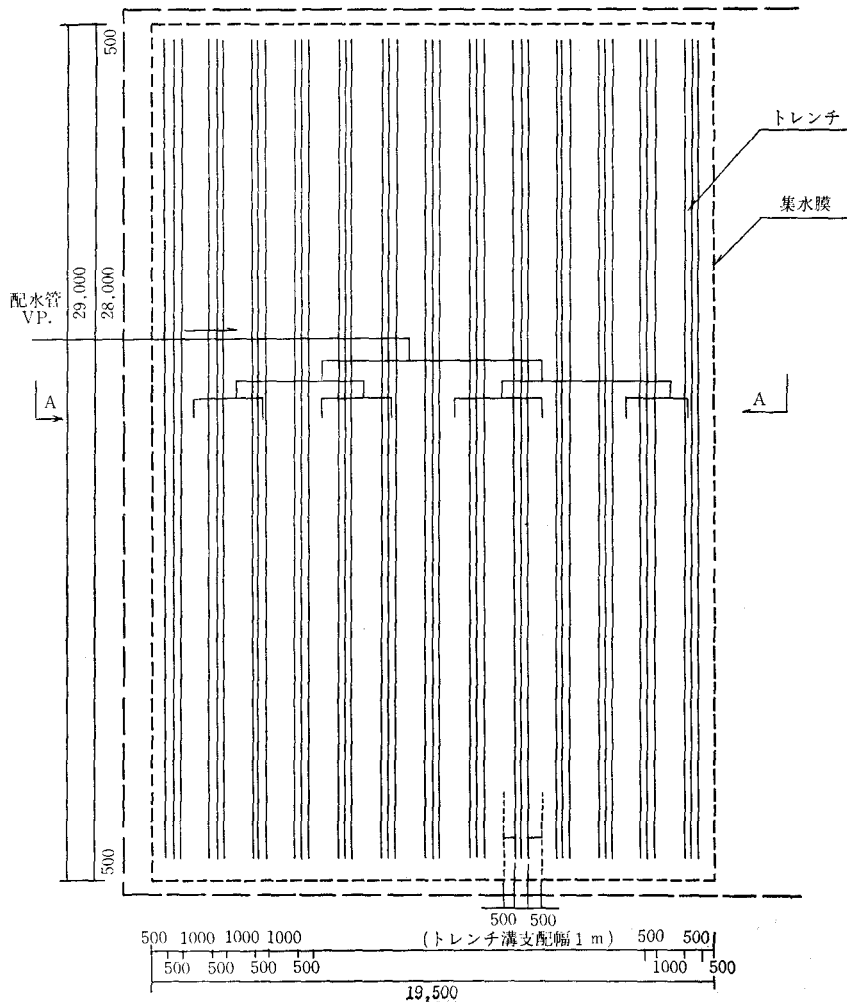
設定条件

（日最大汚水量：90m³/日
トレンチ水量負荷：250ℓ/m²・日
……トレンチ溝支配幅1mより250ℓ/m・日）

以上の設定より所要トレンチ延長：

$$90\text{m}^3/\text{日} \div 0.25\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{日} = 360\text{m}$$

∴トレンチ溝、1本の長さを28mとすると13本設け



図—8 トレンチ平面

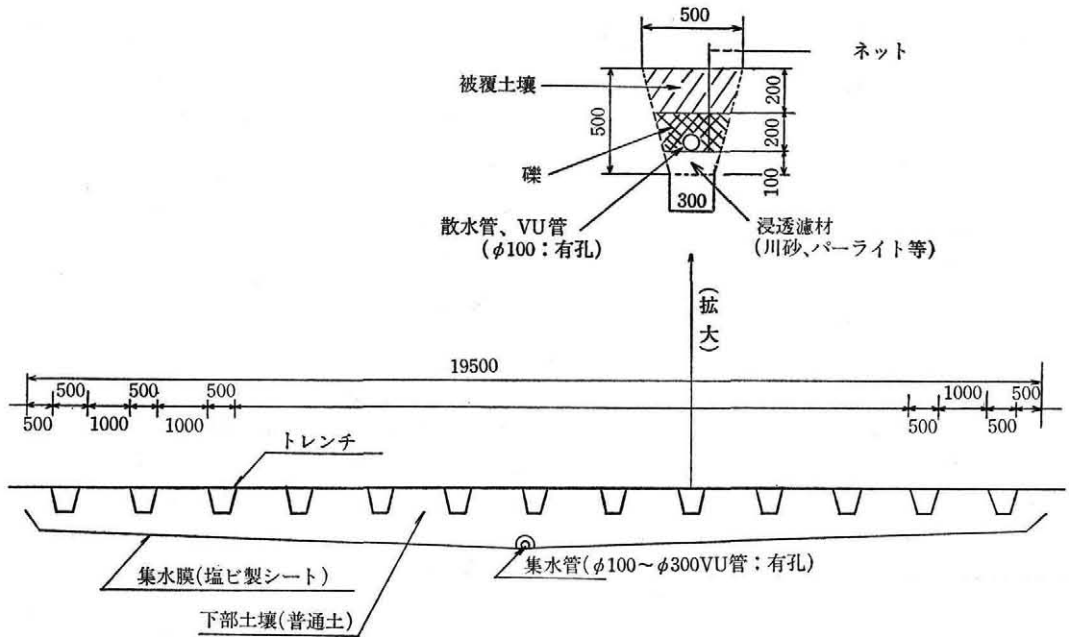


図-9 トレンチ断面図

ればよい。

$$28\text{m} \times 13\text{m} = 364 > 360\text{m}$$

7. 汚泥の農地還元

(1) 汚泥処理の現状

集排事業は、小規模分散処理方式で、主に1処理区当たり1,000人規準以下を対象としているため、発生汚泥量は年当たり1地区60 m^3 程度となっている。

処分方法は、衛生車で春秋に直接汚水処理場内に設置される濃縮汚泥貯留槽等から搬出されて、畑、樹園地(リンゴ、カキ、ブドウ等)、牧草地に施用されるものと、脱水ケーキにして施用されるものがある。また、コンポスト化施設に搬入してから施用されるケースもあるが、農地還元にあたっては、脱水ケーキ状にした方が、

扱い易く、悪臭もないため、肥料として用いようとする農家が多い。更に、集排地区は、3~4集落を範囲として設定されているため、自分達で汚泥を処理しようというコンセンサスも得られやすいので、農林水産省としては、集排事業の採択にあたって、農地還元を基本に指導している。

(2) 農地還元をめぐる問題点

汚泥を農林地等へ利用する場合には、汚泥に含まれる重金属や有機・無機系の物質による食物連鎖の有害性の有無、病原菌による影響、悪臭等が問題となる。

集排事業の汚泥は、し尿、生活雑排水を主に家庭排水のみを対象としているため、重金属の含有量は、一般下水に比較して負荷は少ない。このため、表-8に示す肥料取締法第2項及び第35条第1項の規定に基づく農林省告示第1021号(昭和51年11. 1)による特殊肥料指定のための基準値を満足している。

重金属汚染の問題は、長期的施用による農用地での蓄積であり、これによる作物への障害や食物連鎖による人体の影響である。

銅、亜鉛、ヒ素は作物障害を起こしやすく、カドミウ

表-8 特殊肥料指定のための基準値

項目	含有濃度 [mg/kg乾物]
ヒ素	50
カドミウム	2
水銀	2

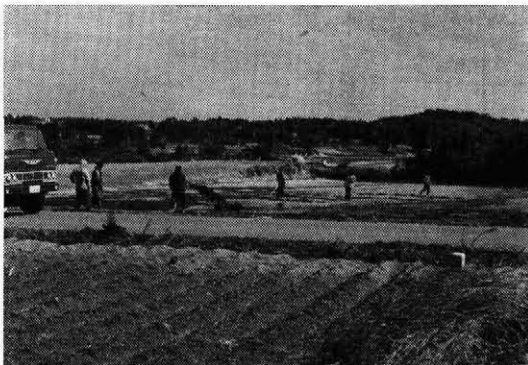


写真-4

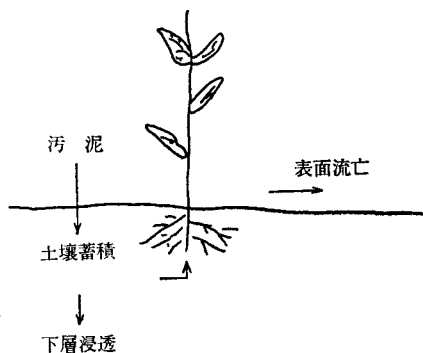


図-10 重金属のフロー

ム、水銀は人体に悪影響を及ぼすことが懸念されている。

また汚泥の肥効に関しては、施用量や施用時期を誤った場合の問題がある。これは、作目や肥効成分に関して十分な知識を持つことが重要である。

集排汚泥、下水道汚泥、堆肥の肥効成分を比較してみれば、集排、下水道汚泥成分の処理場による変動を考慮する必要があるが、表-9 乾物換算で全窒素約3~4%、全リン酸約3~5%、全カリ微少のものが多く、リン酸含有量は、窒素の含有量とほぼ同量であるものの、カリ含有量は非常に低い。これは、カリが水に溶けやすく、放流水中に溶出しているためと考えられる。稲ワラ堆肥と比較してもこれら汚泥中のカリ成分は非常に低く、肥料として短所となっている。そのため、追肥を施用して補う必要がある。

また未発酵の生汚泥は、汚泥コンポストや稲わら堆肥に比較して、かなり分解しやすく、汚泥中の窒素は、無機化してアンモニア態窒素になりやすいといわれている。このような特性から考えれば、汚泥の施用効果は窒素であることになるが、地方増強の有機質資材として、汚泥に過大評価を与えることは禁物である。

従って、農家が汚泥を利用する場合の注意事項は次の

表-9 集排・下水道汚泥と堆肥の成分

項目	集排汚泥	下水道汚泥	堆肥
PH	6.8	7.9	7.8
全窒素(%)	4.4	3.58	1.64
りん酸(%)	3.2	5.18	0.77
カリ(%)	1.1	0.32	1.76
カドミウム ppm	1.6	2.79	0.82
ひ素	0.3	4.55	2.22
水銀	0.8	1.37	0.11
鉛	0.5	36.8	9.5

下水道汚泥と堆肥の欄は農林水産省調査(昭和56年3月)から作成(平均値)

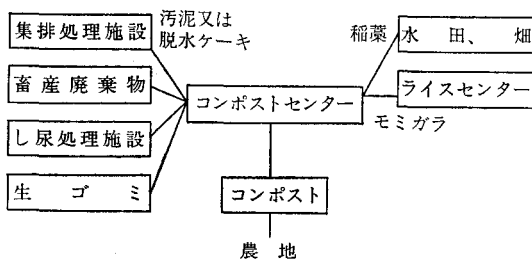


図-11 コンポストセンター

ような点である。

- ① 1回の施用量は、4t/10アール程度を限度とし、特に有機物の少い砂地、火山灰地での多肥を防ぐ。
- ② 石灰が混入している汚泥は、多用すると土壌がアルカリ化するので、あらかじめ、土壌のPHを測定してから施用量を決定する。
- ③ できるだけ均一に散布して土壌とよく混合し、発芽障害や植え込みをおこさぬよう播種の時期を10日程度遅らせる。
- ④ 汚泥のカリ分が少ないので、他にカリ肥料を併用し、窒素、りん酸については、汚泥によって供給される要素量を差し引いて、その分化学肥料を減らす。
- ⑤ 切り返しを繰り返かえて発酵させるか、乾燥させたり、稲ワラ等の有機粗材を混入して汚泥の形態を変える。

また桑畑のうね間等に散布されれば、汚泥は乾燥して肥料効果のみならず、風食防止や雑草防止にも役立つことになる。

次に汚泥を農地に還元する方式については、スラリローリー等による農用地への直吹、脱水ケーキの乾燥あるいは堆肥化による施用、モミガラ等を混入して発酵させるコンポストと3つの方法があるが、汚泥の発生量や地域複合的利用を考慮して、選択することになる。

8. 維持管理について

従来から、市町村は集排施設の設置及び管理に関する条例等を作り、受益者で構成する管理組合に、維持管理を委託したり、業者に請負させており、維持管理業務の内容は、機械設備の保守・点検・清掃等である。

また、処理水の水質については、公害対策基本法、水質汚濁防止法、廃棄物処理法、建築基準法、下水道法に目標となる水質基準が示されているが、集排事業では下水道法にいう(施行令第6条)BOD20ppm以下、SS70ppm以下を目標にしており、良好な結果を得ている。また浄化槽法の施行(昭和60年10月)後は、維持管理規準(同法第4条)について(社)日本農業集落排水協会が作成指導することになり、厚生省の制定する基準と

表一10 県地区水質検査一覧表
(処理人口・500人)

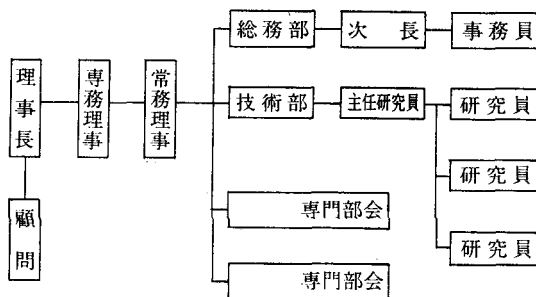
項 目	実施前 (52.4)	実施後 (54.7)
	地区下流地点	処 理 水
P H	7.1	7.0
S S	15.3	12
B O D	43.1	6.6
T N	6.0	1.7

同等の取り扱いを受けることになっている。表一10は、三重県の県(あがた)地区における集排事業実施前後の水質検査を比較したものである。実施前は、居住区域からの生活雑排水や散在する豚舎からの畜産排水が農業用排水路に流入して、農業生産を阻害した集落の保健衛生を悪化させていたが、実施後は、そういう状況が解消されたことが報告されている。

9. 集排事業の将来像

農業集落排水事業の創設、浄化槽法の制定に伴う構造、維持管理面での規制強化及び公害対策基本法に基づく環境基準の強化による窒素、リンの排水規制等に早急に対応するため、集排事業の推進体制の強化が望まれており、技術上の問題の解決、実施体制の整備を図る目的で社団法人、日本農業集落排水協会(集排協会)が、昭和58年8月に結成された。

集排協会は、このような状況を踏まえ、地方公共団体及び民間組織の活動力を結集しながら、農業集落排水に関する調査研究、新技術の開発、計画設計、維持管理に関



する援助、設計施工基準等の作成、関係業界の育成等、多方面にわたる事業を積極的に展開しており、建設省の日本下水道協会と同様な業務を遂行しようとするものである。

特に、農村に適合した汚水処理技術の開発と基準化(窒素、リンに関する対策も含めて)や汚水、汚泥の農林地への還元利用については、専門部会等での積極的な取り組みが期待されている。

10. あとがき

集排事業は、都市における下水道事業と比較すれば、技術、予算、人材、組織面等において、まだまだ不足していることは否定できない。集排事業は集排技術の向上が図られぬ限り、発展と責任を果たすことはできない。

事業の守備範囲は、非市街化区域全域、5千万人近い国民の汚水・汚泥処理を担当するのである。今こそ、農業土木技術の新しい結晶を育て上げ、夢を大きく持たねばならないと思う。

図一12 日本農業集落排水協会(事務局機構図)

フィルダムにおける盛土の簡易透水試験法

守 屋 卓*

目 次

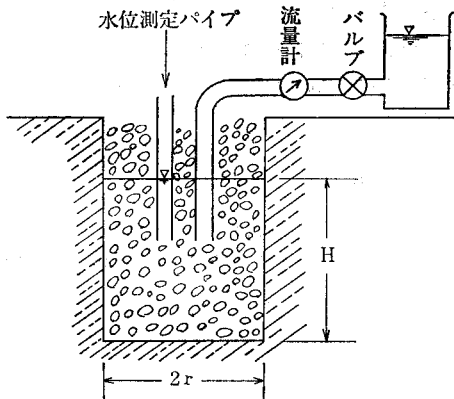
- 1. はじめに.....(29)
- 2. 従来の方法.....(29)
- 3. 簡易透水試験法.....(29)
- 4. おわりに.....(30)

1. はじめに

フィルダムの工事は設計条件に適合するよう施工を管理する必要がある。なかでもフィルダムの生命と言われる、遮水ゾーンの施工の良否は下流法面への漏水・法面崩壊ひいては堤体の決壊につながる。従って透水性についても施工を厳重にしなければならない。その管理方法として、古くから30~50cm程度の穴を掘り、保水試験と称して減水の状況のみて透水の良否を判断しているが、概念的には1日1cmの減水で透水係数が 10^{-5} cm/s程度と推定できるが、この保水試験と設計基準の立坑法とを関連づけ、簡易透水試験法を考案したので、ここに報告するものである。

2. 従来の方法

透水試験については「土地改良事業計画設計基準・設計ダム(昭和56年4月)」のP536に「不透水ゾーンの透水係数の測定法(立坑法)」が示されており、その手順は径30~60cmの立坑を掘削し、坑中を洗浄し碎石又は清浄な礫を $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 程の深さまで敷き、その上に口径約2インチのパイプを坑の中心に2本立て、更に残りの部分を清浄な粗礫で埋め、貯水槽から浸透量が一定となる



図—1 立坑法による透水試験

まで水を注ぎその時の水位と流入量を測定し、次式により透水係数(k)を計算する方法がとられている。

$$k = \frac{Q}{2\pi H^3} \left\{ H \sinh^{-1} \left(\frac{H}{r} \right) - \sqrt{r^2 + H^2} + r \right\}$$

$$= \frac{Q}{2\pi H^3} \left[H \log_e \left\{ \frac{H}{r} + \sqrt{1 + \left(\frac{H}{r} \right)^2} \right\} - \sqrt{r^2 + H^2} + r \right] \dots (1 \text{ 式})$$

但し H : 試掘坑中の水深 (cm)

Q : 一定流入量 (cm³/sec)

r : 試掘坑の半径 (cm)

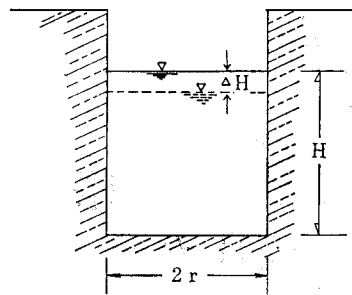
k : 透水係数(cm/sec)

3. 簡易透水試験法

現場の透水係数の測定は一般的には土質が複雑で密度により透水係数も大きく変化する。従ってこの度の考え方は計算において1割程度の誤差は許容されとの判断から出発する。

その手順は、不透水性又は半透水性盛土で締固めが十分なされておれば試掘坑の内壁は注水によっても崩潰はしないので坑内は礫を入れなくて注水する。水深の測定時期は初期の吸着・浸透が終り安定した浸透が始まった時から始め、その時に坑の半径と水深の比率を定めておけば次に述べる式で透水係数が簡単に求まる。減少する水深は測定は当初水深の1割程度までとし経過時間を測定する。

前記の(1式)を変形すれば



図—2 簡易透水試験

*岡山県吉備高原開発建設事務所

$$k = \frac{Q}{2\pi H^3} \left[H \log_e \left\{ \frac{H}{r} + \sqrt{1 + \left(\frac{H}{r} \right)^2} \right\} - \sqrt{r^2 + H^2} + r \right]$$

において〔 〕の中から H を取り出す

$$\begin{aligned} &= \frac{Q}{2\pi H^3} \left[H \log_e \left\{ \frac{H}{r} + \sqrt{1 + \left(\frac{H}{r} \right)^2} \right\} - H \sqrt{\frac{r^2 + H^2}{H^2}} + H \times \frac{r}{H} \right] \\ &= \frac{QH}{2\pi H^3} \left[\log_e \left\{ \frac{H}{r} + \sqrt{1 + \left(\frac{H}{r} \right)^2} \right\} - \sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} + \frac{r}{H} \right] \end{aligned}$$

この式における Q について、 ΔH の減水に要した時間を T sec とすれば $Q = \frac{\pi r^2 \Delta H}{T}$ となり 1 秒間の減水深を Δh とすれば $\Delta h = \frac{\Delta H}{T}$ となり上式は次の如くなる。

$$\begin{aligned} &= \frac{\pi r^2 \Delta h}{2\pi H^2} \left[\log_e \left\{ \frac{H}{r} + \sqrt{1 + \left(\frac{H}{r} \right)^2} \right\} - \sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} + \frac{r}{H} \right] \end{aligned}$$

更に、坑の半径と水深の比を $\frac{H}{r} = \alpha$ とおけば

$$\begin{aligned} &= \frac{\Delta h}{2\alpha^2} \left[\log_e \left\{ \alpha + \sqrt{1 + \alpha^2} \right\} - \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha^2}} + \frac{1}{\alpha} \right] \\ &\dots\dots\dots(2式) \end{aligned}$$

となり、 α を決める事により上式は Δh の一次式となることが解り現場透水試験による k の測定が非常に簡単に判明する。

今仮に水深と坑の直径がの比、即ち $\alpha = 2, 3, 4$ の時の k の算式を計算すると

$$\alpha = 2 \text{ のとき } k \approx 0.103 \cdot \Delta h \dots\dots(3式)$$

$$\alpha = 3 \text{ " } k \approx 0.061 \cdot \Delta h \dots\dots(4式)$$

$$\alpha = 4 \text{ " } k \approx 0.041 \cdot \Delta h \dots\dots(5式)$$

又 $k = 10^{-5} \text{cm/sec}$ の場合 $\Delta H = 0.1 \text{cm}$ に要する時間 T は

$$(3式) \text{ は } T = 17.2 \text{分}$$

$$(4式) \text{ は } T = 10.2 \text{分}$$

$$(5式) \text{ は } T = 7.0 \text{分}$$

を要する事になる。

〔計算例〕

(1) 従来式

$$Q = 0.1 \text{m}^3/\text{sec}$$

$$r = 30 \text{cm}$$

$$H = 60 \text{cm}$$

の場合 (1式) に代入

$$\begin{aligned} k &= \frac{0.1}{2 \times 3.14 \times 60^3} \left[60 \times \log_e \left\{ \frac{60}{30} + \sqrt{1 + \left(\frac{60}{30} \right)^2} \right\} - \sqrt{30^2 + 60^2} + 30 \right] \\ &= 3.65 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

(2) 簡略法

$$\frac{H}{r} = 2$$

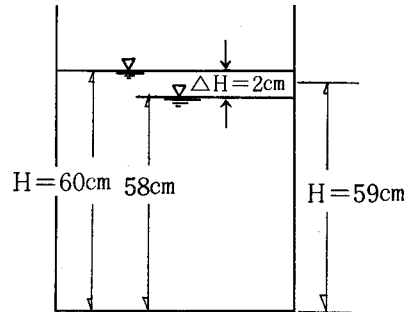
$$Q = \pi \cdot r^2 \cdot \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{Q}{\pi r^2} = \frac{0.1}{3.14 \times 30^2} = 3.5386 \times 10^{-5}$$

$$\begin{aligned} k &= 0.103 \times 3.5386 \times 10^{-5} \\ &\approx 3.65 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

以上の計算値は同一となる。

〔水深の変化による誤差〕



水深の変化が簡略法の計算に与える誤差の程度の計算してみる。

$\Delta H = 2 \text{cm}$ の場合、計算に使用する H を 59cm とした場合と 60cm のままとした場合との誤差の率は

$$\begin{aligned} H = 59 \text{cm} \text{ のとき} \\ \alpha &= \frac{59}{30} = 1.9667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= \frac{\Delta h}{2 \times 1.9667^2} \left[\log_e \{ 1.9667 + \sqrt{1 + 1.9667^2} \} - \sqrt{\frac{1.9667^2 + 1}{1.9667^2}} + \frac{1}{1.9667} \right] = 0.1054 \Delta h \end{aligned}$$

$H = 60 \text{cm}$ とした時との誤差率は

$$\text{誤差率} = \frac{0.1054 - 0.1032}{0.1032} = 0.021 \text{ 即ち } 2.1\%$$

$$\text{水深誤差率} = \frac{60 - 59}{60} = 0.017 \text{ 即ち } 1.7\%$$

以上の如く透水係数の性質よりみて $\Delta H = 2 \text{cm}$ 程度なら、水深の測定開始時の H をそのまま使用しても大差ないことが判る。

4. おわりに

立坑法による透水試験では手間・正確度等色々と面倒であったが、この簡易透水試験法により簡便に測定する事が出来るようになったので、施工管理もより頻度を増やし確実性も高められよう。

真栄里ダムの試験貯水について

長 友 安 章* 川 田 明 宏*
平 林 栄 裕**

目 次

1. まえがき……………(31)	5. 貯水計画……………(34)
2. 真栄里ダムの諸元……………(31)	6. 貯水経過……………(34)
3. 観測計器等の設置状況……………(31)	7. 試験貯水結果の解析……………(34)
4. 試験貯水実施態制……………(31)	8. おわりに……………(37)

1. ま え が き

真栄里ダムは沖縄県八重山群島の石垣島中央部宮良川の上流に位置し、かんがい用水の確保と治水を目的とした均一型フィルダムである。

昭和55年11月に築堤を完了、昭和57年5月から貯水を開始し、同年11月10日に満水となり現在に至っている。貯水過程においては、貯水を開始してから満水に至るまでの貯水位上昇による荷重増加に伴う、ダム及び周辺地山の挙動を、堤体及び周辺地山に埋設した各種の観測計器（間ゲキ水压計、オープンピエゾメーター、土中ヒズミ計、層別沈下量、表面沈下量、漏水量計測三角堰、平面変位量測定標）等により計測を行った。

貯水試験の結果、漏水量、変形（沈下）及び間ゲキ圧等の異常な挙動は認められなかった。

また、各計器の計測値と設計当初に予想した値（設計値）との比較を行い、堤体及び周辺地山の安全性について解析検討した結果、現況における堤体、地山の安全性は確保されていると判断している。

本稿では、試験貯水の経過及び第一期貯水期間において観測された諸データをもとに堤体の安定解析を行っ

たのでここに報告を行うものである。

2. 真栄里ダムの諸元

真栄里ダムの諸元は（表一1）に示すとおりである。

3. 観測計器等の設置状況

真栄里ダムの堤体及びダム周辺には（図一2）及び（図一3）に示す観測計器等を設置し、築堤途上から現在に至るまで継続して堤体観測を実施中である。

なお、各計器等の設置数、測定状況等については（表一2）に示すとおりである。

これらの計器による観測結果を別表一1～別表一4に示す。

4. 試験貯水実施態制

試験貯水に際しては「真栄里ダム試験貯水実施要領」を作成し、これに基づき実施した。

4-1 真栄里ダム試験貯水実施要領

4-1-1 試験期間

試験開始 昭和57年5月

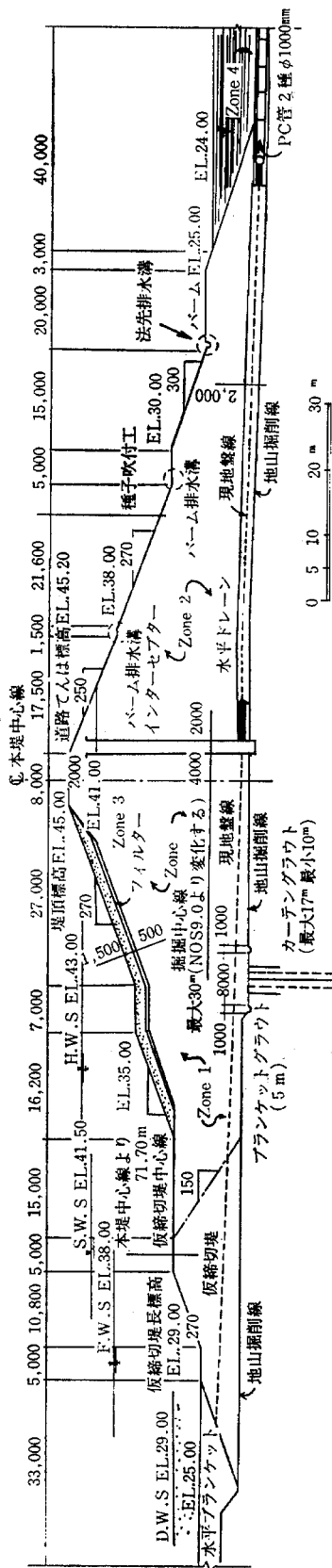
満水予定 昭和57年10月（満水時期 昭和57年11月）

表一1 真栄里ダム諸元

所在地	沖縄県石垣市字真栄里	河川名	宮良川
基礎地盤	片岩、名蔵礫層	ダム型式	均一型フィルダム
総貯水量	2,300千 m^3	有効貯水量	2,100千 m^3
流域面積	4.82km 2	満水面積	0.255km 2
堤高	27.0m	堤頂長	367.4m
堤体積	362千 m^3	天端標高	E L 45.0m
洪水調節工	側溝越流式、洪水調節量	90.0 m^3 /sec	
余水吐	側溝越流式、計画洪水量	290.0 m^3 /sec	
取水設備	斜樋、最大取水量	2.6 m^3 /sec	

*石垣農業水利事業所

**九州農政局土地改良技術事務所



図一 1 真栄里ダム堤体標準断面図

試験終了 満水後3ヶ月

4-1-2 試験期間中の放流量

1) 常時における放流量

常時における放流量は原則として、上水道用水、河川維持用水、ダム直下流域のかんがい用水を確保するほか河川の流況に応じて流量調節を行う。河川放流量は、 $0.170 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、流量計でチェックのうえ放流する。

(2) 洪水時における放流量

貯水位の許容変化量の日標値は原則として次のとおりとする。

E L 29.0m ~ E L 35.0m → 日変化量を 1.0m

E L 35.0m ~ E L 38.0m → 日変化量を 0.3m

4-1-3 構造物の管理

(1) 計器観測

各計器の測定頻度は(表一)に示すとおりであるが大雨等により水位変化の著しい場合は1日1回測定とする。

(2) 異常値の判定基準

漏水量については次の項目を異常値の判定の目安とする。

- ① 1日の漏水量が貯水池への流入量の1%を超えるとき。
- ② 1日の漏水量が総貯水量の0.05%を超えるとき。
- ③ 貯水位一定の場合の漏水量変化が1ヶ月間に10%以上増加するとき。
- ④ 貯水位と漏水量曲線に異常が生じたとき。
- ⑤ 漏水ににごりが生じた場合。

その他の計測項目の測定値については、観測結果により随時検討して判断を行う。

平面変位…測定点の座標が異常な方向に動いた場合及びその変位量が多い場合。

浸潤線…インターセプターより下流側に水位上昇が認められた場合。

その他…観測値に異常が認められた場合。

4-1-4 非常時の対応

暴風雨警報若しくは大雨洪水警報の発令をもって非常時とし、職員がダム管理所に待機して施設の管理、監視及び堤体の観測を行う。なお、緊急な事態が発生した場合には関係者への情報の伝達を速やかに行う。

4-1-5 観測値に異常が認められた場合の対応

異常値が認められた場合は次の対策を講じる。

- 1) ダム周辺の見廻り、監視の強化。
- 2) 貯水量の増加を防ぐための放流、若しくは貯水量を下げる。
- 3) その他必要な措置

4-1-8 観測データの記録及び整理保管

1) 気象、流況、及び堤体観測のデータはダム管理所に保管する。

観測点水位計 (No.8)

番号	設置位置	設置標高	設置種類	設置標高	
P-1	U-48.0	EL.12.00	P-15	U-25.0	EL.27.50
2	U-30.0	#	16	U-12.5	#
3	#	#	17	#	#
4	U-32.5	#	18	D-5.0	#
5	U-89.0	21.50	19	D-10.0	#
6	U-71.5	#	20	D-21.5	#
7	U-30.0	19.50	21	D-32.5	#
8	U-15.0	21.50	22	D-12.5	33.50
9	#	#	23	#	#
10	D-5.0	#	24	D-10.0	#
11	D-10.0	22.50	25	P-21.5	#
12	D-27.5	#	26	#	39.50
13	D-48.5	21.50	27	D-10.0	#
14	U-37.5	27.50	46	D-50.0	21.50

土中ピézメータ計 (No.8)

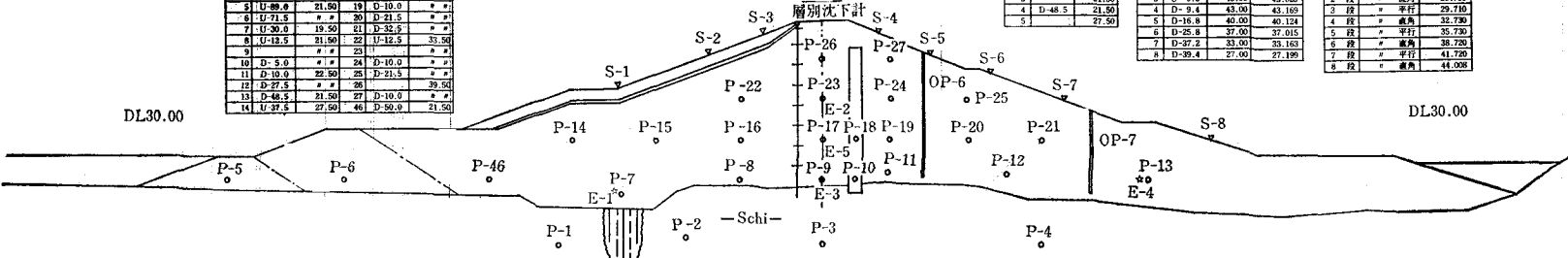
番号	設置位置	設置標高	初期読取値
E-1	U-30.0	EL.19.50	
2	#	33.50	
3	#	21.50	
4	D-48.5	21.50	
5	#	27.50	

表面沈下計 (No.8)

番号	設置位置	設置標高	初期読取値
S-1	U-32.0	EL.35.00	EL.35.333
2	U-17.8	40.00	40.118
3	U-9.5	43.00	43.023
4	D-9.4	43.00	43.163
5	D-16.8	40.00	40.124
6	D-25.8	37.00	37.015
7	D-37.2	33.00	33.163
8	D-50.4	27.00	27.129

層別沈下計 (No.8)

番号	設置方法	設置標高	
1	様	平行	23.723
2	様	直角	26.730
3	様	平行	29.710
4	様	直角	32.730
5	様	平行	35.730
6	様	直角	38.720
7	様	平行	41.720
8	様	直角	44.008



観測点水位計 (No.10)

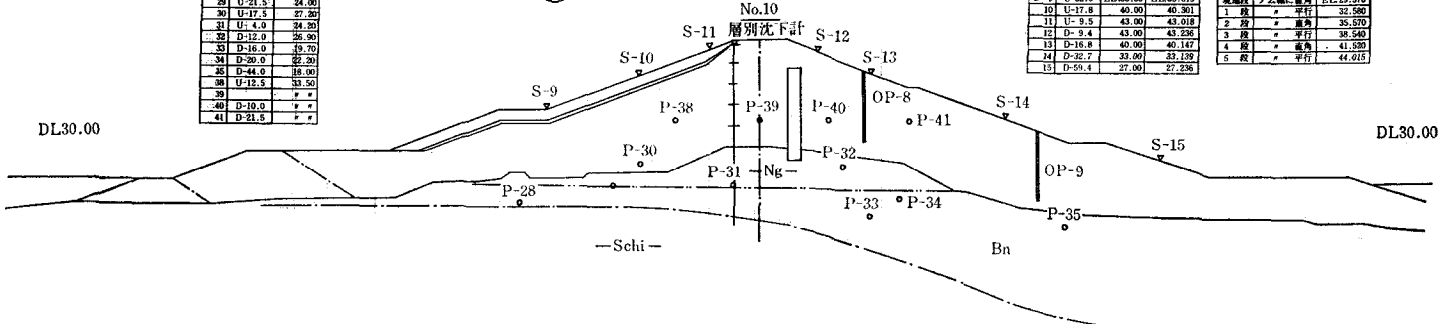
番号	設置位置	設置標高
D-28	U-25.0	EL.21.50
29	U-21.5	24.00
30	U-17.5	27.20
31	U-9.0	24.20
32	D-12.0	22.90
33	D-16.0	19.70
34	D-20.0	22.20
35	D-44.0	18.00
36	U-12.5	33.50
37	#	#
38	D-10.0	#
41	D-21.5	#

表面沈下計 (No.10)

番号	設置位置	設置標高	初期読取値
S-9	U-32.0	EL.35.00	EL.35.619
10	U-17.8	40.00	40.301
11	U-9.5	43.00	43.018
12	D-9.4	43.00	43.236
13	D-16.8	40.00	40.147
14	D-25.7	33.00	33.129
15	D-50.4	27.00	27.236

層別沈下計 (No.10)

番号	設置方法	設置標高	
1	様	平行	22.570
2	様	直角	25.570
3	様	平行	28.540
4	様	直角	31.520
5	様	平行	34.015



観測点水位計 (No.13+10.0)

番号	設置位置	設置標高
P-42	U-19.0	EL.21.00
43	U-15.0	30.00
44	U-4.0	20.30
45	#	33.20

表面沈下計 (No.13+10.0)

番号	設置位置	設置標高	初期読取値
S-16	U-32.0	EL.35.00	EL.35.333
17	U-17.8	40.00	40.749
18	U-11.5	42.20	42.566

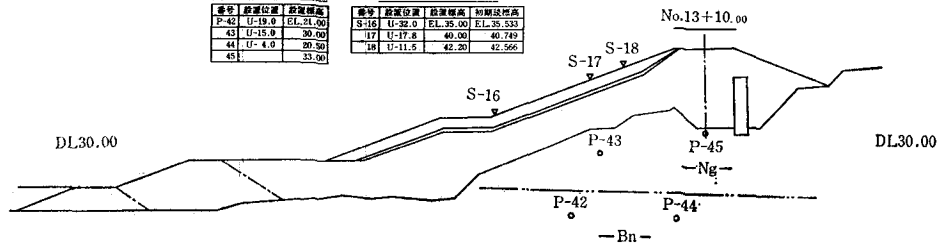


図-2 観測計器埋設位置図

オープンピエゾメータ

番号	天端標高	チップ天端標高	番号	天端標高	チップ天端標高
OP-1	EL.40.60	EL.32.20	OP-11	EL.35.40	EL.28.70
2	37.20	32.20	12	40.90	27.00
3	40.60	18.00	13	42.10	27.50
4	31.70	18.00	14	43.30	28.50
5	29.40	19.00	15	32.88	-----
6	40.60	21.80	16	40.93	-----
7	31.70	19.60	17	43.07	-----
8	40.60	30.30	18	45.79	-----
9	31.70	21.60	19	50.34	-----
10	30.00	28.50	-----	-----	-----

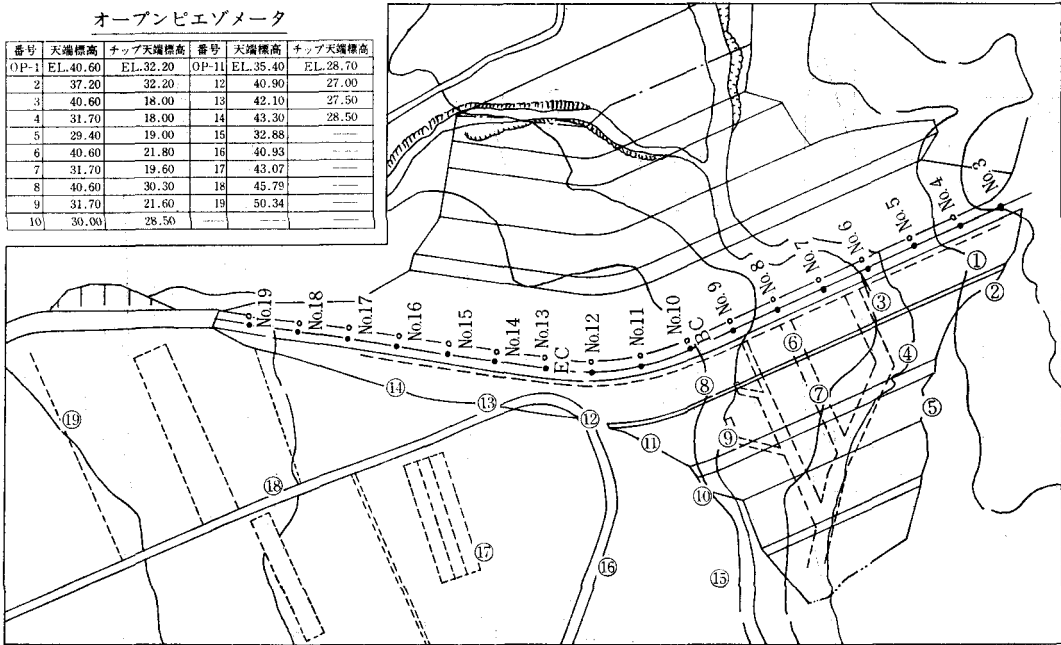


図-3 オープンピエゾメータ設置位置図

表-2 観測計器等一覧表

計器名	設置数	測定方法	測定頻度	備考
間ゲキ水圧計	3断面 44ヶ所	計器	毎日	電気式ヒズミゲージ型
現地盤沈下計	2断面 2ヶ所	直接	週1回	
層別沈下計	2断面 13ヶ所	直接	週1回	クロスアーム型
表面沈下計	3断面 18ヶ所	直接	週1回	
土中ヒズミ計	1断面 5ヶ所	計器	週1回	垂直, 45度, 水平の3成分
オープンピエゾメーター	19ヶ所	直接	週1回	地下水位測点
漏水量測定堰	1ヶ所	直接	毎日	三角堰
堤体平面変位測定標	16ヶ所	直接	週1回	
貯水位	1ヶ所	計器	毎日	
放流量	1ヶ所	計器	毎日	

2) 観測データは整理のうえ、前回のデータとの比較を行い、異常が発見された場合は速やかに再観測を行い測定値をチェックする。

3) 諸データは定期的に解析する。

5. 貯水計画

昭和39年から昭和48年までの10年間の日雨量を対象として各年別毎にダムの満水に要する貯水期間を試算した。その結果は(表-3)、(表-4)のとおりである。

6. 貯水経過

貯水の経過については(図-4)に示すとおりであるがその貯水過程については(表-5)に示すごとく3段階に大別することが出来る。

表-3 各年別の貯水に要する期間

年次	昭和39年	40年	41年	42年	43年	44年
貯水期間	120日	45日	45日	120日	155日	205日
年次	45年	46年	47年	48年	10年間平均	
貯水期間	140日	290日	110日	225日	145日	

7. 試験貯水結果の解析

7-1 計器の作動状況

間隙水圧計P-45(No. 13+10.0断面)は計器の故障に起因する計測値と判断している。またオープンピエゾ

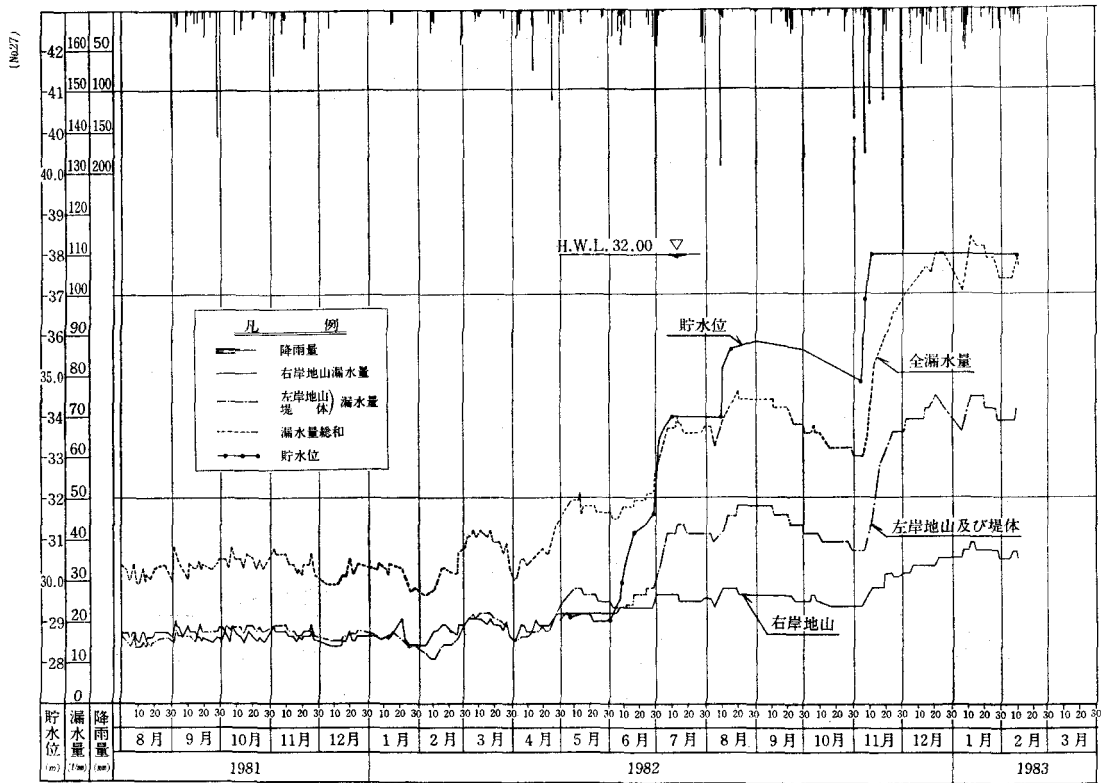


図-4 真栄里ダムの貯水経過

表-4 月間降雨量(単位ミリ)

	基準年 (44年)	10ヶ年 平均	最多兩年 (41年)	最少兩年 (46年)	57年
1月	102.1	142.5	166.0	225.5	34.5
2月	123.8	120.4	188.2	93.2	164.0
3月	147.2	132.0	267.8	51.7	57.5
4月	27.9	118.3	388.5	17.7	301.5
5月	169.8	191.4	478.2	53.8	94.5
6月	183.7	264.6	315.5	29.4	291.0
7月	60.4	188.8	266.8	96.1	130.5
8月	170.7	200.0	260.5	60.6	230.0
9月	387.0	289.0	548.5	474.4	133.0
10月	186.2	196.8	42.5	181.7	72.0
11月	279.2	207.1	163.2	211.8	672.0
12月	102.3	205.4	365.1	83.8	274.0
年計	1,940.3	2,255.8	3,450.8	1,579.7	2,454.5

メーターOP-6 (No. 8断面)の孔内水位は局部的なものであるか、あるいはモルタル填充不足による雨水の浸透に基因する計測値と判断され、不正確な値であると判断している。

上記以外の計器はすべて正常に作動しているものと判断している。

表-5 貯水過程(主な水位上昇)

段階	水位上昇 期間(日)	水位上昇高さ(m)	期間内雨量 (mm)
第1段階	6/28~7/1 (4日)	E L. 31.6~33.2 (1.6m)	151mm
第2段階	8/9~8/11 (3日)	E L. 33.9~35.4 (1.5m)	211mm
第3段階	11/4~11/7 (4日)	E L. 34.9~37.0 (2.1m)	196mm

7-2 圧密沈下量

各断面 (No. 8, No. 10, No. 13+10) の堤頂附近の圧密沈下量の実測値は設計当初に予想した沈下量の1/8~1/47であり堤体及び基礎地盤に残存する過剰間ゲキ水圧が小さい事を考慮すれば、今後予想される沈下量は数cm程度と考えられ、No. 8, No. 10において60cm, No.13+10.0において50cmの余盛を行っているので、設計洪水位 E L43.0mからの余裕高2.0mとした堤頂標高 E L45.0mは確保され、池水の堤頂越流に対して安全であると思われる。

7-3 間ゲキ水圧

1) 堤体及び基礎地盤に残存する過剰間ゲキ水圧 (図-5)

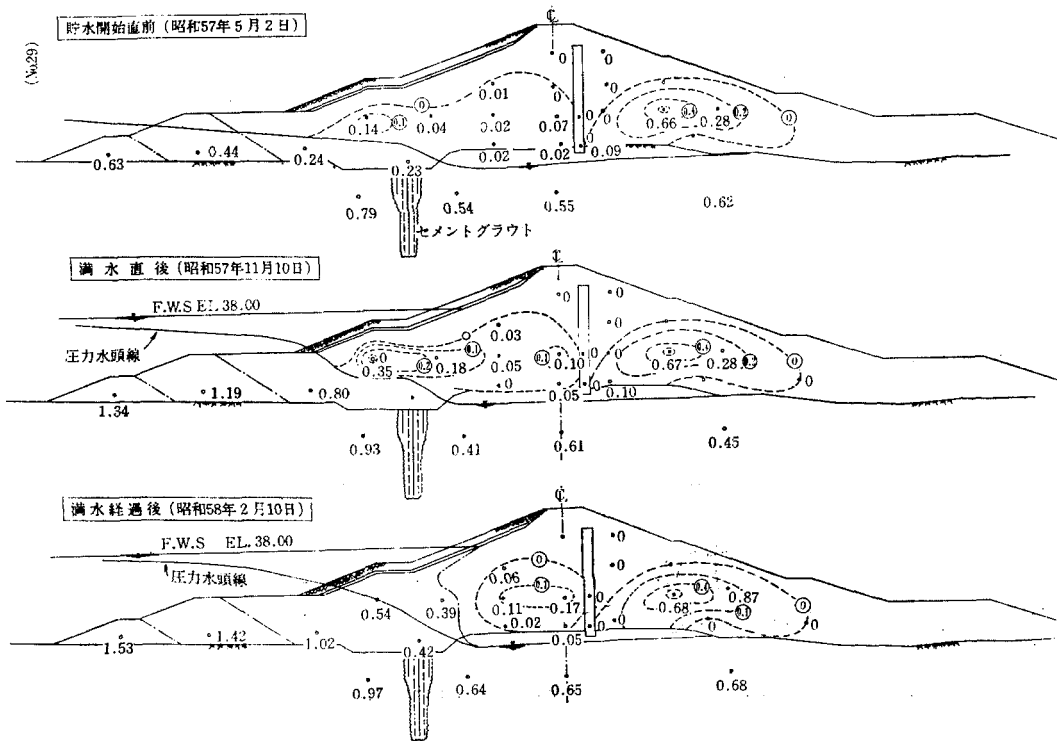


図-5 堤体および基礎地盤に残存する過剰間ゲキ水圧

ゾーン1 NO. 8断面においては、貯水に伴う荷重増加により過剰間ゲキ圧が最大 0.21kg/cm^2 (P-15) 増大したが、増大後の間ゲキ圧 $U=0.39\text{kg/cm}^2$ であり、設計値 $U_d=1.40\text{kg/cm}^2$ 以下の値である。またNo. 10, No. 13+10の断面については荷重増加の影響は微少である。

ゾーン2 各断面とも貯水による荷重増加の影響はないが、施工中に発生した過剰間ゲキ水圧が残存しており、その最大値は、NO. 8断面における $U=0.66\text{kg/cm}^2$ (P-20) であるが、設計値 $U_d=1.60\text{kg/cm}^2$ 以下の値である。

基礎地盤 過剰間ゲキ水圧はなく、計測値は静水圧(圧力水頭)であると判断される。No. 8断面におけるP-1とP-2の圧力水頭の差 $\Delta U=0.33\text{kg/cm}^2$ (水頭 3.3m)はグラウト工による遮水効果を示すものである。

2) 堤(体下流斜面)及び周辺地山の水位

右岸地山 貯水により右岸地山台地の地下水は、宮良川支流方向への流れが抑制された事と、貯水期間中(162日間)の降雨量が $1,242\text{m/m}$ と多量であった事により最大 3.6m (OP-11) 水位が上昇した。三角堰による右岸地山からの漏水量は、最大値で $39.7\text{m}^3/\text{日}$ である。しかし、この値は地山浸透流が定常状態でない現状においては貯水池からの迂回浸透量はほとんど含まれておらず、専ら右岸地山台地の地下水量であると判断され、迂回浸透量に対する安全性に対しては今後の課題である。

左岸地山 地下水の上昇は 0.35m (OP-5) とほとんど影響を受けていない。

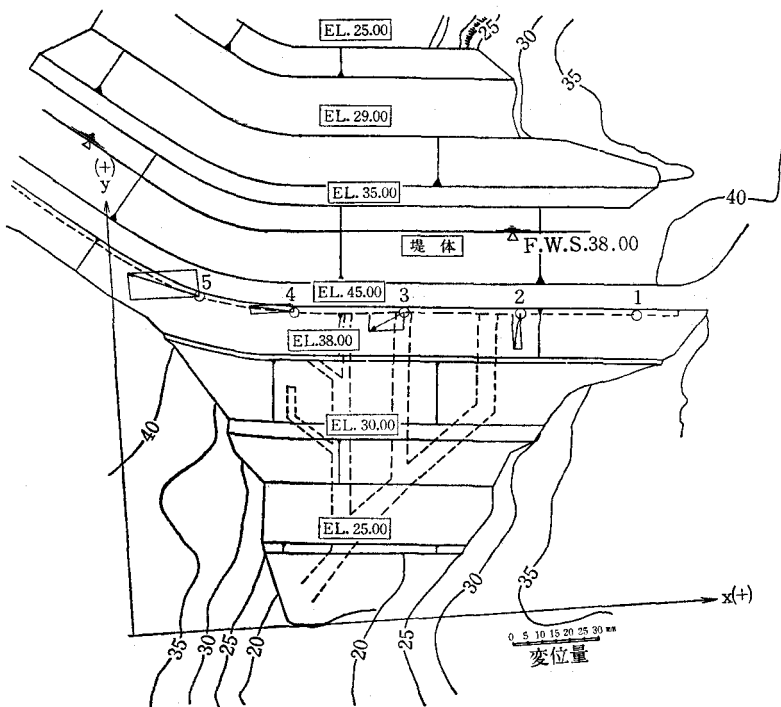
堤体 右岸地山の地下水の上昇に伴う地下水流量の増大により、堤体の右岸取付部(アバットメント)附近のオープンピエゾメーター(OP-9)が影響を受けて、水位が 1.37m 上昇した。しかし右岸地山取付部附近には排水ドレーンが設置してあるので、干天時には排水されるものと判断される。その他の堤体内の水位は低く問題はないと判断している。

7-4 漏水量

堤体及び周辺地山の浸透流は定常状態に至っていないため浸透に関する最終的な安全性を確認することは出来ないが、現地における漏水量は右岸地山で $54\text{m}^3/\text{日}$ ($37.1\text{L}/\text{分}$)、左岸及び堤体(基礎を含む)で $104\text{m}^3/\text{日}$ ($72.2\text{L}/\text{分}$)となっており、合計 $158\text{m}^3/\text{日}$ ($109\text{L}/\text{分}$)である。

なお、図-4に示される漏水量の小幅な変動は降雨に関連するものと考えられる。すなわち、現況における漏水量は主として左右岸地山あるいは河床部に布設した水平ドレーン付近で集水されたものであろうと思われ、このため降雨の地山浸透水が漏水量の一部として計測されるものと判断している。

今後浸透流が定常状態に至るに従い堤体からの漏水が加算される事になるが、満水後40日を経過した時点での



変位計No.	x方向 変位量	y方向 変位量	$\sqrt{x^2+y^2}$
1	+3mm	-1mm	3.16mm
2	-3	-12	12.37
3	-12	-6	13.42
4	-15	+3	15.30
5	-24	+9	25.63

図-6 貯水前後の堤頂付近の移動量

変動は比較的小さいことから、降雨の地山浸透が漏水状況に大きな影響を及ぼす事は無いものと判断している。

設計漏水量は487m³/日（設計基準による許容漏水量は750m³/日）であり現時点においては充分安全性は確保されているものと判断している。

7-5 浸透流が安定状態に至るまでの時間

堤体及び周辺地山に浸透した流水が定常状態に至るまでの時間は有限要素法による定常流浸透解析結果と満水直後から満水経過後の圧力水頭の変動状況より No. 8断面においては、満水後14.1ヶ月以後、No. 10断面においては14.0ヶ月以降、No. 13+10断面においては10.5ヶ月以降に定常状態になるものと予想される。

7-6 変形

貯水に伴う荷重増加(特に水圧による水平荷重の増加)により、堤体上流部(ゾーン1)の水平方向のヒズミが水圧により押された形になっている。

満水経過後におけるヒズミ量の最大値は $\epsilon=8.3\%$ と微量であるとともに、堤体内の変形はすべて圧縮方向であり、堤体の変形に対する安全性に問題はないと判断している。

また、堤頂付近の平均移動方向は、基礎地盤(特に洪

積堆積層)の影響により右岸方向に移動しており、その最大値は2.5cmであるが、堤頂附近全体が移動しており、測定区間内の相対差の最大値はx方向で9m/m、y方向で6m/mと微少である。(図-6)

8. おわりに

本稿は真栄里ダム満水後3ヶ月を経過した時点での解析結果であるが堤体及び地山への浸透水の状況は定常状態に至っていないので、今後更に計測を継続し、堤体及び周辺地山の安全性を監視する必要がある。特に右岸地山の水位(地下水)の変動については、貯水位、堤体内水位、漏水量及び堤敷に作用する揚圧力に対する関連性が高いので留意する必要がある。

なお、堤体及び周辺地山の浸透水の流況が定常状態に至った時点でダム構造物としての安全性に対する最終的な検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 昭和56年度「真栄里ダム右岸部浸透流解析および堤体埋設計器観測データ解析業務」報告書
- 昭和57年度「真栄里ダム貯水試験解析業務」報告書

別表-1 間ゲキ水圧計（電気式）による計測値一覧表

断面	計器番号		貯水開始直前	満水直後		満水経過後		
			昭和57年5月2日	昭和57年11月10日		昭和58年2月10日		
			観測値①	観測値②	②-①	観測値③	③-①	③-②
No. 8	堤 体 内	P-5	0.630	1.340	0.710	1.530	0.900	0.190
		P-6	0.443	1.189	0.746	1.416	0.973	0.227
		P-7	0.232	0.321	0.089	0.420	0.188	0.099
		P-8	0.021	0	-0.021	0.021	0	0.021
		P-9	0.024	0.047	0.023	0.047	0.023	0
		P-10	0	0	0	0	0	0
		P-11	0.091	0.102	0.011	0.136	0.045	0.034
		P-12	0	0	0	0	0	0
		P-13	0	0	0	0	0	0
		P-14	0.137	0.350	0.213	0.537	0.400	0.187
		P-15	0.035	0.176	0.141	0.387	0.352	0.211
		P-16	0.022	0.045	0.023	0.112	0.090	0.067
		P-17	0.073	0.098	0.025	0.171	0.098	0.073
		P-18	0	0	0	0	0	0
		P-19	0	0	0	0	0	0
		P-20	0.660	0.671	0.011	0.681	0.021	0.01
		P-21	0.275	0.275	0	0.271	-0.004	-0.004
		P-22	0.013	0.025	0.012	0.057	0.044	0.032
		P-23	0	0	0	0	0	0
		P-24	0	0	0	0	0	0
	P-25	0	0	0	0	0	0	
	P-26	0	0	0	0	0	0	
	P-27	0	0	0	0	0	0	
	P-46	0.239	0.801	0.562	1.016	0.777	0.215	
	基礎地盤内	P-1	0.793	0.930	0.137	0.967	0.174	0.037
		P-2	0.539	0.605	0.066	0.638	0.099	0.033
P-3		0.552	0.610	0.058	0.646	0.094	0.036	
P-4		0.619	0.654	0.035	0.676	0.057	0.022	
No. 10	堤 体 内	P-30	0.070	0.255	0.185	0.383	0.313	0.128
		P-38	0	0	0	0	0	0
		P-39	0	0	0	0	0	0
		P-40	0	0	0	0	0	0
		P-41	0	0	0	0	0	0
	基礎地盤内	P-28	0.302	0.732	0.430	0.851	0.549	0.119
		P-29	0.143	0.393	0.250	0.476	0.333	0.083
		P-31	0.255	0.441	0.186	0.511	0.256	0.070
		P-32	0.012	0.089	0.077	0.191	0.179	0.102
		P-33	0.197	0.312	0.115	0.347	0.150	0.035
		P-34	0.428	0.614	0.186	0.710	0.282	0.096
		P-35	0.085	0.171	0.086	0.223	0.138	0.052
		No. 13 +10.0	基礎地盤内	P-42	0.850	1.208	0.358	1.244
P-43	0.235			0.355	0.120	0.506	0.271	0.151
P-44	0.832			1.219	0.387	1.255	0.423	0.036
P-45	0.365			0.383	0.018	0.650	0.285	0.267

別表-2 層別盤下計, 現地沈下計および表面沈下計計測値一覧表

(単位: m)

断面	計器番号	満水直後	満水経過後	断面	計器番号	満水直後	満水経過後
		昭和57年 11月10日 (経過日数 651日)	昭和58年2月10日 (経過日数 743日)			昭和57年 11月10日 (経過日数 651日)	昭和58年 2月10日 (経過日数 743日)
No. 8	S-1	水没	水沈 ^m	No. 10	S-9	水没	水没
	S-2	0.008m	0.010 (1/27)		S-10	0.007	0.009
	S-3	0.018	0.018		S-11	0.008	0.008
	S-4	0.012	0.016		S-12	0.016	0.019
	S-5	0.013	0.016		S-13	0.014	0.017
	S-6	0.014	0.019		S-14	0.009	0.014
	S-7	0.018	0.022		S-15	0.007	0.013
	S-8	0.011	0.017		層別沈下計1段	0.010	0.007
	層別盤下計1段	0	0		〃 2	0.017	0.018
	〃 2	0.003	0.006		〃 3	0.019	0.018
	〃 3	0.007	0.002		〃 4	0.019	0.021
	〃 4	0.019	0.013		〃 5	0.040	0.043
	〃 5	0.023	0.020		現地盤没下計1	0.010	0.011
	〃 6	0.035	0.038		〃 2	0	0.001
	〃 7	0.028	0.029		No. 13 +10.0	S-16	水没
	〃 8	0.038	0.037	S-17		0	0
現地盤沈下計	0.007	0.009	S-18	0		0	

別表-3 土中ヒズミ計観測結果

計器位置	歪方向	S57.5.2 測定歪量	前回との 歪量の差	経過日数	S57.11.11 測定歪量	前回との 歪量の差	経過日数	S58.2.10 測定歪量	前回との 歪量の差
E-1	垂直	-60.46 ^{mm}	-2.16 ^{mm}	162 ^日	-67.85 ^{mm}	-7.39 ^{mm}	91 ^日	-73.83 ^{mm}	-5.98 ^{mm}
	45°	-44.46	-5.86	〃	-52.65	-8.19	〃	-56.70	-4.05
	水平	13.32	-5.58	〃	9.44	-3.88	〃	1.11	-8.33
E-2	垂直	-37.82	-2.42	〃	-40.87	-3.05	〃	-41.48	-0.61
	45°	-8.40	-2.40	〃	-11.40	-3.00	〃	-12.00	-0.60
	水平	-2.50	0.00	〃	-4.92	-2.42	〃	-6.15	-1.23
E-3	垂直	-42.57	-6.47	〃	-45.80	-3.23	〃	-45.15	0.65
	45°	-45.70	-1.20	〃	-47.85	-2.15	〃	-48.40	-0.55
	水平	-3.94	-0.94	〃	-6.41	-2.47	〃	-7.89	-1.48
E-4	垂直	-10.64	-1.24	〃	-12.98	-2.34	〃	-12.39	0.59
	45°	-	-	〃	-	-	〃	-	-
	水平	-3.30	-1.10	〃	-6.05	-2.75	〃	-6.60	-0.55
E-5	岸直	-35.30	-11.80	〃	-45.86	-10.56	〃	-52.33	-6.47
	45°	-19.30	-6.00	〃	-21.74	-2.44	〃	-28.99	-7.25
	水平	-17.02	-8.52	〃	-23.41	-6.39	〃	-26.60	-3.19

但し S57.5.2 貯水開始直前

S57.11.11 満水直後

S58.2.10 満水経過後

別表—4 オープンピエゾメーター水位観測結果

計器番号	設置区分	チップ先深標高	天端標高	S56.9.28 測定水位	経過日数	S57.5.2 測定水位	前回と水位差	経過日数	S57.11.11 測定水位	前回と水位差	経過日数	S58.2.10 測定水位	前回と水位差
OP-1	堤体内	E L32.20	E L40.60	E L32.06	日247	E L32.13	m 0.07	日162	E L32.67	m 0.54	日91	E L32.65	-0.02
2	左岸地山	32.20	37.20	チップ先深以下	〃	チップ先深以下	—	〃	チップ先深以下	—	〃	チップ先深以下	—
3	堤体内	18.00	40.70	19.01	〃	19.46	0.45	〃	19.76	0.30	〃	20.36	0.60
4		18.00	31.70	測定不能	〃	測定不能	—	〃	測定不能	—	〃	測定不能	—
5	左岸地山	19.00	29.40	19.15	〃	19.05	-0.10	〃	19.10	0.05	〃	19.45	0.35
6	堤体内	21.90	40.90	23.22	〃	25.20	1.98	〃	24.98	-0.22	〃	25.55	0.57
7		19.60	31.70	チップ先深以下	〃	チップ先深以下	—	〃	チップ先深以下	—	〃	チップ先深以下	—
8		30.30	40.80	〃	〃	〃	—	〃	〃	—	〃	〃	—
9		21.60	31.80	23.45	〃	23.84	0.39	〃	23.17	-0.67	〃	24.55	1.38
10	右岸地山	29.50	30.00	28.42	〃	28.45	0.03	〃	29.28	0.83	〃	29.52	0.24
11		28.70	35.40	29.84	〃	28.80	-1.04	〃	32.40	3.60	〃	32.04	-0.36
12		27.00	40.70	29.14	〃	29.59	0.45	〃	31.00	1.41	〃	32.30	1.30
13		27.50	42.10	30.88	〃	30.82	-0.06	〃	33.10	2.28	〃	33.79	0.69
14		28.50	43.30	30.09	〃	31.35	1.26	〃	31.51	0.16	〃	32.09	0.58
15		17.50	32.88	27.52	〃	27.93	0.41	〃	28.53	0.60	〃	28.53	0.00
16		27.50	40.93	35.41	〃	35.29	-0.12	〃	37.55	2.26	〃	36.79	-0.76
17		26.70	43.07	37.11	〃	36.59	-0.52	〃	39.86	3.27	〃	39.15	-0.71
18		26.60	45.79	41.07	〃	39.64	-1.43	〃	43.29	3.65	〃	43.29	0.00
19		12.90	50.34	44.72	〃	42.48	-2.24	〃	44.77	2.29	〃	47.02	2.25

但し、S56.9.28 一堤体完成直後 S57.5.2 一貯水開始直前 S57.11.11 一満水直後
S58.2.10 一満水経過後

津軽平野農業開発の経緯と今後の課題

高橋 正 明*

目 次

はじめに……………(41)	(2) 第二次大戦中……………(50)
1. 事務所発足の経緯と調査計画の概要……………(41)	(3) 第二次大戦後……………(50)
(1) 事務所発足の経緯……………(41)	(4) 安定成長期……………(51)
(2) 調査地域の概要……………(42)	5. 土地改良事業の効果の一例と今後の課題……………(52)
(3) 調査計画の経緯……………(43)	(1) 十三湖干拓建設事業の工事概要……………(52)
(4) 調査地域内の国営土地改良事業の概要……………(45)	(2) 十三湖干拓建設事業の効果……………(53)
2. 津軽平野農業開発の歴史……………(45)	(3) 今後の課題……………(53)
(1) 岩木川流域の概況……………(45)	(4) 課題に対する対応……………(53)
(2) 藩政以前……………(47)	6. 津軽平野の農業生産基盤整備の今後の課題……………(54)
(3) 藩政時代……………(47)	(1) 水田基盤整備の促進と
(4) 明治以降……………(47)	用排水管理の合理化……………(54)
3. 津軽地域の水利構造の特質……………(48)	(2) 樹園地の整備……………(55)
4. 土地改良事業の展開……………(49)	(3) 農用地の開発……………(55)
(1) 第二次大戦以前……………(49)	む す び……………(55)

はじめに

私達の調査事務所は通称“つがるそうごう”と呼ばれており、調査地域は青森県（青森市・東津軽郡及び下北郡を除く）の全域と馬淵川水系に関係する岩手県の北部（10市町村）の2県62市町村にわたる約 9,500km² の広範な地域です。

事務所の発足は昭和35年度今年で33年目を迎えております。この間関係各機関並びに諸先輩のご指導ご鞭撻と地元農業者のご理解により、現在全体実施設計中の地区を含め10地区の国営事業が当事務所から巣立っています

本報告では事務所発足の経緯と調査計画の概要及び事業実施地区の一覧表を示し調査事務所のご理解をいただくとともに、岩木川水系（津軽平野）の農業開発の歴史をひもとき本地域の農業基盤整備事業が他水系地域より大幅に遅れて現在最盛期を迎えている理由を明らかにし、今後本地域が日本の食糧基地として“あずましく”発展して行くための農業施策の方向に関する模索について報告する。

1. 事務所発足の経緯と調査計画の概要

(1) 事務所発足の経緯

岩木川沿岸に広がる津軽平野は日本有数の穀倉地帯であるが、河川の流域面積が小さいことと取水設備の不備

等のため例年渇水期には用水不足になやまされ、また水路の大部分が用排兼用となっているため低位部は排水不良でわずかの降雨でも湛水被害が生じていた。更に藩政時代に開発されたままの小区画水田が多く、用排水系統は数条もの水路が並行している等複雑であった。

このような現状から本地域の農業生産基盤の整備が極めて重要な課題とされ、まず流域内の支川に貯水池を設けそれで足りない水源を十和田湖の再利用に依存することとし、水源を確保した上で地域内の主要用排水施設の整備を図る。あわせて十和田湖水系の県南部地方にも増強した水源を還元して開田を行ない、津軽・南部両地域の農業構造改善に寄与しようとする構想を樹て、青森県は昭和27年とりあえず西津軽地域から調査に着手した。その背景には28年に特定地域総合開発計画の一環として十和田・岩木川地域が調査地域に指定されていることもある。

この頃地元体勢としては、昭和32年に岩木川上流11ヶ堰統合の意見一致から岩木川水系3市4郡の関係市町村及び土地改良区で構成される津軽地方かんがい排水連絡協議会（現津軽農業総合開発促進協議会＝28市町村・31土地改良区＝会長弘前市長）が発足し、津軽地域かんがい排水事業の国営化を農林省に陳情する等活発な運動がなされて来た。また青森県は33年津軽地区かんがい排水事業調査事務所を設置し、中規模特殊地区として調査を始め岩木川・十和田湖水系全般の調査を39年まで継続実

*前津軽総合開発調査事務所

施して来ている。この間、昭和33年のキャサリン台風によって弘前市の上流にある杭止堰を始めとする岩木川の取水堰はすべて甚大な被害を被ったため、この災害復旧事業を契機として永年の懸案であった杭止堰を含む12ヶ堰の統合問題も解決し、農業基盤整備事業に対する地元関係者の関心が急激に高まり、国直轄の調査事務所設置の動きに拍車がかかったのも否めない事実である。

このような経過をたどり、十和田・岩木川特定地域総合開発計画の指定をうけたこともあり、幅広い総合的な開発の必要性から一層強力な運動が展開され、国県営・市町村団体営の各事業の一本化を図り一定年限内に事業を完成させるため、昭和32年設置された八郎潟干拓事務所の例にならった総合開発事務所構想で国に強く働きかけた。しかし意図どおり実現しなかったが、昭和35年10月22日農林省組織規程の改正により津軽総合開発調査事務所の設置が認められ、同月27日弘前市に開所し現在に至っている。

なお本調査事務所の調査地域及び事務の分掌は、農林水産省組織規程第19条で調査地域は青森県弘前市・八戸市・黒石市・五所川原市・十和田市・三沢市・西津軽郡・中津軽郡・南津軽郡・北津軽郡・上北郡及び三戸郡、岩手県二戸市・二戸郡及び九戸郡並びに秋田県鹿角市十和田町と定められ、事務の分掌は開拓事業・干拓工事及び農業水利事業の総合的な実施に関する調査として、「事

業の実施に関する調査・計画及び実施設計の作成並びに建設工事計画及びその技術的可能性の調査」即ち一般的な調査計画から全体実施設計の作成までと規程されている。

前述の十和田湖水の再利用構想は、十和田湖の満水面は約 60km² あり1.1mの利用水深を設定すればその容積は6千万m³ となり、利用回数を考慮すると約1億m³ の水量が確保出来津軽・南部両地域を潤すことが出来た。しかし十和田湖には既に発電用水として満水位標高400mより1.67mの利用水深が設定されており、これ以上農業用水のために水位を低下させることは十和田湖の景観と奥入瀬川の観光用水に支障を来たすこととなり、厚生省（観光）及び通商産業省（発電）との調整が得られず、この構想を断念し現在進めている計画となっている。

(2) 調査地域の概要

ア. 調査対象地域の概況

調査地域は前述のとおりとなっているが、現在のところ調査対象地域を岩木川水系・高瀬川水系及び馬淵川水系の3水系に区分し、馬淵川水系については同水系内に入る岩手県岩手郡の一部を加え、同水系の流域外となる岩手県九戸郡の一部を除くとともに、秋田県鹿角市十和田町は水源のみの対象とし土地利用計画及び開発方向等の調査からは除外している。

＜岩木川水系＞

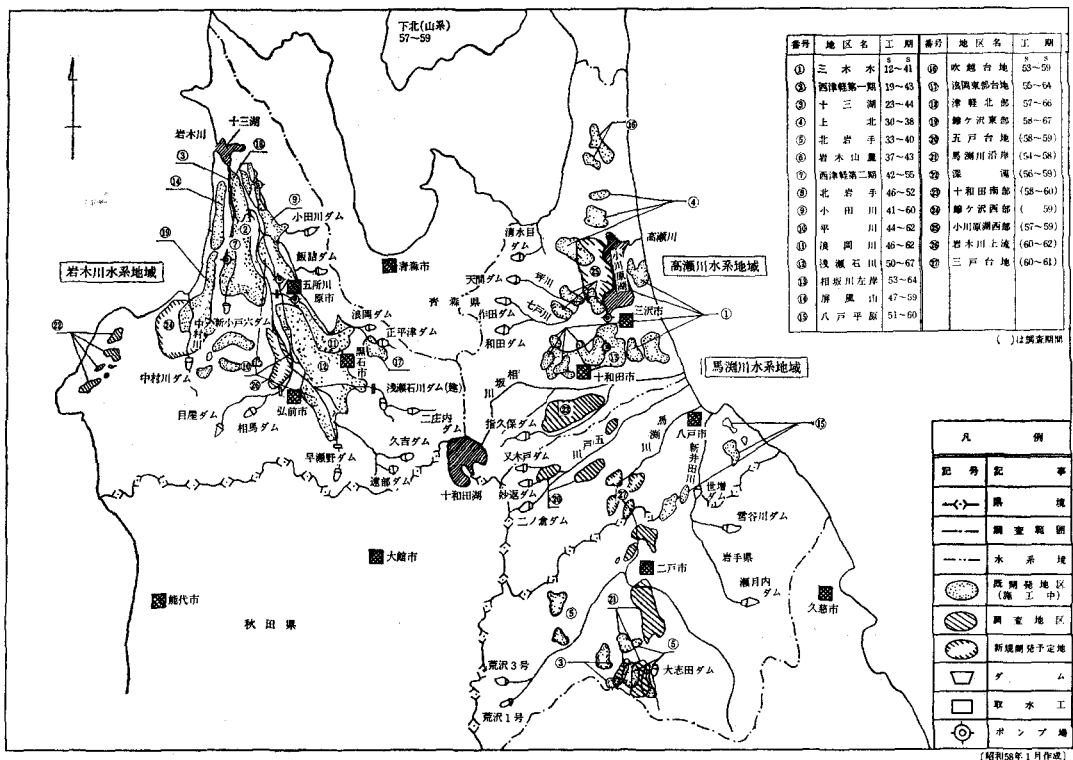


図-1 調査地域概要図

本地域が通称津軽平野と呼ばれる地域で、南北に走る岩木川を中心に発達した洪沖積扇状地並びに背後地等は水田地帯で代表され、これに隣接する周辺山麓の一带はリンゴ園が形成され、山林原野を含めると総面積約38万haの純農村地帯と云える地域である。農地面積はほぼ水田49,200ha・リンゴ園21,800ha・その他畑6,200haである。水田の大部分は国営及び県営の土地改良事業が計画的に実施されているが、その他の地域については改良計画が未樹立で用排水路・道路及び圃場条件等の改良整備等今後解決すべき問題点が累積しており、特にリンゴ園については薬液防除による土壌汚染、大型機械走行による表土層の硬化対策等の難問をかかえている。また山地の利用については極めて低位にあり開発の余地が残されている。

〈高瀬川水系〉

本地域は通称上北地域と呼ばれる地域で青森県における畑作・酪農地帯であるとともに津軽平野につぐ水稲主産地ともなっている。

農地はほぼ水田25,600ha・畑20,600haからなっており、北部地帯は戦後開発された耕地が中心で酪農を主体とした畑作農家が多く、南部地帯は古くから水田の開発が進められており水稲を中心とした農家が多い。水田の大部分は国営及び県営の土地改良事業が計画的に進められているが、畑地は大部分が未整備でしかも連作による生育障害等も発生しており、畑地かんがい施設を含む畑地整備とともに畜産農家の飼料自給率の向上や一般畑作の連作障害対策の輪作地確保のため低位利用となっている山林原野の開発を含めた総合的な畑地帯整備が必要となって来ている。

〈馬淵川水系〉

本地域は青森県の通称三戸地域と岩手県北部の地域からなっており、耕地面積55,000haのうち約65%の35,600haが畑地・19,400haが水田である。水田は河川沿いに細長く介在した古田がほとんどで、畑地のうち下流域には約6,000haの樹園地があり、リンゴは津軽平野につぐ主産地となっている。

水田は地形的制約等から大規模な整備は進んでおらず、畑地も樹園地及び高冷地野菜又はやまのいも、にん

にく等特定作物を栽培している地域を除いては生産性が低い地域となっており、既耕地の整備とあわせ低利用となっている山林原野の開発を行ない経営規模拡大等による経営改善が必要な地域である。

イ. 水系別土地利用計画の概要(表一1)

ウ. 水資源開発事業の概要(表一2)

エ. 水需給計画の概要(表一3)

(3) 調査計画の経緯

津軽平野地域は昭和34年度から水田地帯の基盤整備事業の調査計画を目的とする「大規模特殊(土地改良)調査」を開始しており、本調査事務所開設後これを引きつぎ小田川・平川及び浪岡川の各地区を調査・全計地区に順次送りこみ、最後に残った浅瀬石川地区が45年度地区調査地区として採択が決定されたことから、津軽平野ほぼ全域の調査は44年度をもって一応終了することとなった。

しかし、真の農業総合開発を図るためには単に水田地帯の整備にとどまらず、リンゴ園地帯の整備と開発、畑作地帯の振興及び畜産振興を図るとともに優良農用地の拡大確保を目的とした畑地整備と農用地開発をも併せ行ない、総合農政の推進と地域経済発展に資する必要があるとの認識に立って、昭和45年度から「広域農業開発基本調査(水系)」を岩木川水系から開始し、46年度から高瀬川水系、更に50年度から馬淵川水系とその調査範囲を拡大し、農林水産省令に定められた調査地域のほぼ全域に亘って次のような基本方針に基づいて調査を継続している。

ア. 各水系の総合的な水利用計画の樹立

イ. 水田地帯の再整備計画の樹立

ウ. リンゴ園地帯の基盤整備と開発計画の樹立

エ. 野菜類の生産団地形成を図るための基盤整備と開発計画の樹立

オ. 畜産(酪農・肉牛)振興のための採草・放牧地の開発計画の樹立

さらに、青森県の本調査地域内の三戸地域の山間丘陵地帯と津軽西部の海岸段丘地帯には未、低位利用の土地資源が相当残されており、今後これらを積極的に利用拡大をはかるとともに既耕地に包括した総合的な農用地の

表一1 水系別土地利用計画の概要

水系名 (ブロック別)	流域 面積	農用地面積 (S55年)				農振農用地面積 (S55年)			計画整備目標(S60年)				備 考	
		全体	水田	整備率	畑	整備率	全体	水田	畑	水田整備率	畑かん	率		
	km ²	ha	ha	%	ha	%	ha	ha	ha	%	ha	%		
岩木川水系	3,253	76,685	49,212	33	27,473	0	70,551	46,244	24,307	36,500	78	2,100	9	S55整備 率は50年調 査資料
高瀬川水系	1,839	46,360	25,633	28	20,727	0	37,339	21,208	16,191	17,200	77	900	7	
馬淵川水系	3,373	55,027	19,461	18	35,566	—	43,711	16,745	26,966	7,100	49	2,500	9	
計	8,465	178,072	94,306	平均 26	83,766	—	151,611	84,197	67,464	60,800	73	5,500	9	

表一 2 水資源開発事業の概要

名 称	水系名	河川名	目 的	開発水量	施設規模		工 期	事業主体	備 考
					m ³ /s	千m ³			
廻堰大溜池	岩木川	白 孤 川	A.			S			西津軽Ⅰ期事業
目屋ダム	〃	岩 木 川	F. P. A.	20.00	39,000	16~	農水省 建設省		
荒沢3号ダム	馬淵川	白 沢 川	F.	23.00	1,194	27~35	岩手県(農地)		西津軽Ⅱ期事業
天間ダム	高瀬川	坪 川	A. F.	5.50	19,580	36~43	青森県(土改)		
荒沢1号ダム	馬淵川	安 比 川	F.	39.00	2,133	36~47	岩手県(農地)		
新小戸六ダム	岩木川	山 田 川	F. A.	0.48	1,750	37~41	農水省		
二の倉ダム	馬淵川	五 戸 川	F.	15.70	2,810	39~47	青森県(農地)		
雪谷川ダム	〃	雪 谷 川	F. A.	9.70	2,662	43~52	岩手県		
飯詰ダム	岩木川	飯 詰 川	F. W. A.	0.04	2,380	44~48	青森県		
又木戸ダム	馬淵川	三川目川	F.	12.00	1,236	45~57	〃		
遠部ダム	岩木川	遠 部 沢	F.	30.00	1,420	46~50	〃		
作田ダム	高瀬川	作 田 川	F.	46.00	1,282	46~57	〃		
小田川ダム	岩木川	小 田 川	A.	2.99	9,700	46~53	農水省	小田川事業	
早瀬野ダム	〃	虹 貝 川	A.	7.45	13,500	48~58	〃	平川事業	
和田ダム	高瀬川	和 田 川	F.	46.00	3,055	48~63	青森県		
瀬月内ダム	馬淵川	瀬月内川	F. A.	0.65	1,250	49~60	岩手県		
浪岡ダム	岩木川	浪 岡 川	A.	3.20	7,600	50~58	農水省	浪岡川事業	
浅瀬石川ダム	〃	浅瀬石川	F. A. P. W.	11.75	53,000	51~60	建設省		
相馬ダム	〃	作 沢 川	F. A.	0.84	6,210	51~60	青森県(土改)		
清水目ダム	高瀬川	清 水 目 川	F.	49.50	2,310	53~61	青森県		
久吉ダム	岩木川	津 荊 川	F. W.	20.00	6,730	55~61	〃		
二庄内ダム	〃	二庄内川	A.	5.00	17,340	58~63	農水省	浅瀬石川事業	
正平津ダム	〃	正平津川	A.	0.42	2,014	56~61	〃	浪岡東部事業	
世増ダム	馬淵川	新井田川	A. W. I.	3.82	25,000	57~60	〃	八戸平原事業	
指久保ダム	高瀬川	後 藤 川	A.	3.20	2,581	58~71	青森県(土改)		
中村川ダム	岩木川	中 村 川	A. F.	4.47	45,000	59~64	農水省	鱒ヶ沢東部事業	
妙返ダム	馬淵川	妙 返 川	A.	0.43	3,000	61~65	〃	五戸台地事業	
大志田ダム	〃	平 糖 川	A.	1.91	18,500	61~65	〃	馬淵川沿岸事業	

摘 要

水系名は調査地域のブロック名としてある。

目的は A=農業用水 F=洪水調節 P=発電 W=上水道 I=工業用水

高度利用を推進し、畑作農業地帯としての産地形成をめざし地域農家の経営規模拡大と所得向上を図ることを目的に「広域農業開発基本調査(山系)」を、三戸地域は昭和53年度から当事務所直轄で津軽西部地域は同54年から東北農政局主体でそれぞれ3ヶ年実施して来ている。

昭和45年以降実施している「広域農業開発基本調査(水系及山系)」を基に、地元態勢のととのった地域から地区調査を併行して進め、57年度までに農業用排水関係事業地区として相坂川左岸・津軽北部及び鱒ヶ沢東部(58年度着工予定)の3地区が着工し、農用地開発事業地区としては屏風山・吹越台地及び浪岡東部台地の3地区が着工するとともに五戸台地(58年度全計予定)、深浦及び十和田南部(58年度新規調査予定)の3地区の調査を進めている。

以上述べたとおり当事務所の業務は(表一4)国営土地改良事業地区の発掘と云う点から見ると順風満帆の如

く見られるが、さきに述べたとおり当事務所は調査計画とともに全体実施設計も担当していること、水田地帯の基盤整備の調査計画の要望が非常に強く急がれておったこと、米の過剰問題を端緒とした農政の転換に対応した調査計画の変転が余儀無かったこと(十三湖Ⅱ期中止、南部中央の中止と相坂川左岸への切換、転作率の変更、牛乳の生産調整等々)、その他諸般の情勢(この中には農業土木及び農業技術系職員の絶対的不足等の要因も含まれる)から調査計画時における検討等が十分行き届かない点が含まれたままの土地改良事業計画として事業着工に送りこまざるを得ず、各事業所が着工後大変ご苦労されていることを伺い心を痛めている。

さらにまた、広域農業開発基本調査の着手に当たって掲げた基本方針の中で水系調査の根幹をなす各水系の総合的な水利用計画の樹立と、津軽地域を主体としたリンゴ園地帯の基盤整備計画の樹立に関する調査の進捗及び精

表一 3 水需給計画の概要

種 別	水系名	現 況	将 来	新 規	
		需要量 (S51年) 事務所 試算	需要量 (S60年) 事務所 試算		需要量
需 要 量	農業用水	岩木川	762,399	821,681	59,282
		高瀬川	863,576	890,588	27,012
		馬淵川	276,687	291,351	14,664
	生活用水	岩木川	21,637	27,937	6,300
高瀬川 馬淵川		11,007 45,469	51,146 110,171	40,139 64,902	
工業用水	岩木川	911	911	0	
	高瀬川 馬淵川	0 58,286	175,655 104,880	175,655 46,594	
計	岩木川	784,947	850,529	65,582	
	高瀬川 馬淵川	874,583 380,442	1,117,389 506,402	242,806 125,960	
種 別	水系名	開発水量	開 発 数	備 考	
供 給 計 画	河 川	岩木川	65,582	ダム7ヶ所	
		高瀬川	242,806	ダム4ヶ所	
馬淵川		125,960	湖1ヶ所 ダム2ヶ所		
計	岩木川	65,582			
	高瀬川 馬淵川	242,806 125,960			

(不確定要素を含む改訂作業中、中間試算)

度が、上記事情等から不意ながら片手間的なものとなっており今後は当初の基本方針に基づき鋭意努力する考えているが現時点では残念な結果となっている。

(4) 調査地域内の国土土地改良事業の概要

2. 津軽平野農業開発の歴史

(1) 岩木川流域の概況

津軽平野と呼ばれる地域は、さきに調査計画の概要で述べた「岩木川水系」の地域であるが、本項では青森・秋田の県境をなす八甲田、白神山地と津軽半島中央を南北に貫き八甲田山に至る津軽山地と西方日本海に接する屏風山に囲まれた地域で、地域のほとん中央を北流し十三湖を経て日本海に流出する岩木川低平部と周辺丘陵部を対象として説明する。

平野の周辺に展開する丘陵部の多くは新三紀層からなり、岩木川支流の平川と浅瀬石川合流部より上流は扇状地が発達し、中流部は自然堤防地形が見られる。五所川原市周辺より下流及び河川と自然堤防の間には後背湿地が発達し排水性が極めて悪い。五所川原市より下流の岩木川両岸地域の大部分は沖積層で排水不良の一毛作田地帯である。岩木山の北方日本海岸沿いに伸びる屏風山(最高標高78.6m)地域は洪積統を基盤としその上に砂丘が発達しており、砂丘形状は舌状砂丘で南北約30kmに

表一 4 調査経緯及び計画一覧表

凡例	調査	実施	予定
	全計	////	
事業	////		-----

種別	地区名	年度別	年度																																	備考
			35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65			
広域農業基本調査	津軽平野	全地改良																																		
	岩木川水系	水系開発																																		
	高瀬川水系	"																																		
	馬淵川水系	"																																		
	三戸地域	山系開発																																		
地区調査・全体実施設計及び事業実施地区	岩木山麓	開 拓																																	全計担当	
	小田川	かんばい																																	事業実施中	
	平 川	"																																	"	
	十三湖II湖	干 拓																																	中止(開田抑制)	
	浪 岡 川	かんばい																																	事業実施中	
	屏 風 山	開 拓																																	"	
	南部中央	総合開拓																																	中止(開田抑制) 相模川左岸に拡張	
	浅瀬石川	かんばい																																	事業実施中	
	八戸平原	総合開拓																																	"(ノータッチ)	
	吹越台地	開 拓																																	"	
	相模川右岸	かんばい																																	"	
	波瀾東部台地	開 拓																																	"	
	鱒ヶ沢東部	総合かんばい																																	58年度着工採択	
	馬淵川沿岸	"																																	北上調査に移管	
	津軽北部	かんばい																																	事業実施中	
五戸台地	開 拓																																	58年度全計採択		
深 浦	"																																	調査中		
十和田南部	総合開拓																																	58年度調査採択		
鱒ヶ沢西部	開 拓																																		(予定)	
小川原西部	総合開拓																																	"		
完了地区	西津軽II	かんばい																																	(着工S18)	
	北岩手草地	草地開発																																	津軽北部と重複	
	十三湖	干 拓																																	(着工S23)	
	三本木	開 拓																																	(着工S12)	
	北岩手	機械開墾																																	(着工S33)	
上 北	"																																	(着工S30)		

表一 5 調査地域内の国営土地改良事業実施地区の概要

事 項	地 区 名	受 益 地 域	受益面積		受益戸数	予定 工期	主 要 工 種	備 考
			地目	面 積				
かんばい (一般会計)	小 田 川	五所川原市, 金木町, 中里町	田畑計	4,330ha — 4,330〃	3,514戸	S41 S60	ダム=小田川ダム(Q=9,700千 ^m ³), 頭首工6ヵ所, 揚水機場2ヵ所, 排水機場2ヵ所, 用水路28.1km, 排水路12.0km	排水受益一部津軽北部地区と重複
かんばい (特別会計)	平 川	弘前市, 五所川原市, 平賀町, 尾上町, 大鱒町, 鶴田町, 板柳町, 田舎館村	田畑計	5,963ha — 5,963〃	5,969戸	S41 S62	ダム=早瀬野ダム(Q=13,000千 ^m ³), 頭首工5ヵ所, 揚水機場1ヵ所, 排水機場1ヵ所, 用水路51.5km, 排水路6.4km	用水受益の一部が浅瀬川地区の排水受益と重複
かんばい (一般会計)	浪 岡 川	五所川原市, 浪岡町, 板柳町, 常盤村	田畑計	3,992ha — 3,992〃	3,644戸	S46 S60	ダム=浪岡ダム(Q=7,600千 ^m ³), 頭首工4ヵ所, 揚水機場1ヵ所, 排水機場1ヵ所, 用水路13.8km	
かんばい (特別会計)	浅瀬石川	黒石市, 五所川原市, 鶴田町, 板柳町, 藤崎町, 浪岡町, 屋上町, 平賀町, 常盤村, 田舎館村	田畑計	8,730ha 90〃 8,820〃	11,160戸	S52 S65	ダム=二庄内ダム(Q=14,040千 ^m ³), 頭首工3ヵ所, 揚水機場1ヵ所, 排水機場3ヵ所, 用水路33.8km, 排水路17.3km	平川地区と一部重複
かんばい (一般会計)	相坂川左岸	十和田市, 三沢市, 六戸町, 七戸町, 百石町, 下田町, 上北町, 十和田湖町	田畑計	6,390ha 940〃 7,330〃	6,230戸	S53 S63	揚水機場2ヵ所, 用水路56.1km, 排水路11.8km	旧三本木開拓と重複
かんばい (一般会計)	津 軽 北 部	金木町, 中里町, 市浦村, 木造町, 稲垣村, 車力村	田畑計	6,890ha — 6,890〃	4,394戸	S57 S66	制水門1ヵ所, 揚水機場(用水専用)1ヵ所, 揚水機場(用排水兼用)5ヵ所, 用水路24.4km, 排水路14.3km	旧十三湖干拓と完全重複西津軽, 小田川地区の一部と排水受益重複
開 拓 (一般会計)	屏 風 山	木造町, 車力村	田畑計	— 893ha 893〃	885戸	S47 S60	農地造成(普通畑)893.0ha, 揚水機場1ヵ所, 加圧機場8ヵ所, 用水路(支線共)51.5km, 排水路(支線共)52.0km, 畑かん893.0ha, 道路(支線共)112.0km, 防風施設71.9km, 客土808ha	
総合開拓 (一般会計)	八 戸 平 原	八戸市, 階上町, 南郷村, 軽米町(岩手県)	田畑計	— 2,082ha 2,082〃	1,187戸	S51 S62	農地造成(普通畑)1,078.0ha, 区画整理(畑)1,004ha, 畑かん2,082.0ha, ダム=世増ダム(Q=25,000千 ^m ³), 揚水機1ヵ所, 用水路(支線共)70.0km, 排水路8.0km, 道路(支線共)297.0km, 防風林103ha	
開 拓 (一般会計)	吹 越 台 地	六ヵ所村(受益者 横浜町, 六ヵ所村)	田畑計	— 518ha 518〃	193戸	S53 S60	農地造成(牧草畑)518.0ha, 道路12.2km, 排水路3.2km, 雑用水施設1式, 防災施設(砂防ダム, 土留工)1式	
開 拓 (一般会計)	浪岡東部台地	浪岡町	田畑計	— 480ha 480〃	283戸	S55 S64	農地造成(樹園地)480.0ha, ダム=正平津ダム(Q=2,000千 ^m ³), 揚水機場4ヵ所, 用水路(支線共)15.0km, 道路(支線共)69.0km, 畑かん施設1式, 防災施設(防風施設, 土砂杆止林等)1式	
参 考 (完了地区)	西 津 軽 I, II期	五所川原市, 木造町, 鶴田町, 柏村, 森田村, 稲垣村, 車力村	田畑計	9,770ha — 9,770〃	7,757戸	S18 S55	ダム2ヵ所廻堰大溜池(Q=11,000千 ^m ³), 新小戸六ダム(Q=1,650千 ^m ³), 揚水機4ヵ所, 排水機場3ヵ所, 用水路67.6km, 排水路55.5km	

わたって展開し、藩政時代からの植林で砂丘発達がとまり近年畑地の開発が急速に進められている。

平野外周の丘陵部30~100mの沢筋には多数のタメ池が藩政時代より築造されている。水田と山地の移行部は段丘と段丘性山地からなりその多くはリング園として利用されている。

本地域の社会経済上の中心は弘前市であり、浅瀬石川中流部に黒石市、平野下流には五所川原市があり、それぞれ農業の重要な拠点となっている。津軽平野の農業は米とリングが中心でいずれも極めて高い生産性を発揮している。一般畑、牧草等は周辺山地部に展開しており生産性は高くないが、近年開発が進んでいる屏風山地区は水田からの転作及び農地開発により作目の多様化が進み、津軽地域の畑作農業の動向を進展させる道標的役割を果たすものとして大きく期待されている。

本地域は北緯40°30'~41°にあり、南北に長く、気温は太平洋側より高いが、積雪、融雪水、ヤマセ(偏東風)、暴風雨等による作物災害が多発している。平野部の年平均気温は10.4°C、年平均降雨量1,300mm前後、年日照時間1,650hr、結氷日数150日、積雪日数100~120日、無霜日数170日、かんがい期の降雨量は年降雨量の42%程度で冬期間の降雨(降雪)が多く、作物に適した季節が短い。

(2) 藩政以前

津軽平野開発の古代史は少なく、縄文式土器が屏風山の亀ヶ岡、岩木山麓大森の列石住居跡、浅瀬石川沿いの田舎館村高樋、垂柳、弘前市小栗山等から古代土器が出土しており、縄文期には定住が行われていたことがうかがわれる。この地域で農耕生産特に稲作が何時の時代から入って来ていたか近年まで不明であったが、昨年から発掘調査が進められている田舎館村垂柳遺跡から弥生時代(約1,900年前)の水田跡地(平均10㎡ほどに整然と区画され、あぜには水口もあり、一部水田跡には直径23~25cmの弥生人の足跡も残っている)が確認されるとともに、水田跡から出たプラントオパール(稲の葉の成分)量からジャポニカ(日本稲)と云われる品種が少くとも数10年間は継続して作付されていたことが判明し、寒冷な積雪のある本州最北端のこの地で1,900年も前から稲作が行われていたことがわかった。

津軽藩政以前は、阿倍比羅夫の蝦夷討伐(658)、坂上田村麻呂の蝦夷平定(801)を経、文室綿麻呂による陸奥の平定がなされてから津軽平野も次第に開拓されて来たと考えられる。

前九年の役(1,051~1,062)で源頼義に敗れた安倍氏の子孫である安東氏が現南津軽郡藤崎町に城を築(1,092)き内三郡を治め開発が進み、その後十三湖北岸の現北津軽郡市浦村に藤原氏が福島城を築(1,101)き外三郡を支配していた。安東氏は1219年に藤原氏を倒し内陸部の開

発を進め、十三港(十三湖河口)が産物の集散基地となり各地と舟による交流が進み、1340年の大津波によって壊滅するまで栄えていた。

鎌倉時代には幕府による直接統治が行われ水田も開かれていった。その後南朝方の北畠氏が現南津軽郡浪岡町付近を開発し、南部氏による津軽支配がなされたが南部氏の副将であった大浦氏が次第に津軽南部に進出し、天正年間(1573~1591)に至り津軽全土から南部氏を一掃し津軽統一がなされ、1589年豊臣秀吉によってこの支配が認められ姓を津軽氏と改め45,000石を領し津軽藩が誕生している。

(3) 藩政時代

津軽藩誕生以降明治に至るまでの津軽平野の開発は極めてめざましく、中世紀までにできた集落・水田は古村又は古田と呼ばれ開発の中心地となり、新田開発令(1620)によって津軽平野の開発は大きく動き始める。新田開発は小知行派(藩士又は民間人の組織による小規模開発)と御蔵派(藩直営による大規模開発)の二本立で進められている。小知行派の開発は比較的立地条件の恵まれた地域に限られ、開田者が藩士の場合は知行の増加・一般人の場合は土籍に加える等ほう賞を与えて奨励し、この新村を派又は派立と呼んでいる。御蔵派は岩木川下流部の排水不良地帯等立地条件の悪い土地を洪水防止の河川改修、排水改良と併行して行う大規模な開田を藩直営で行うもので、五所川原・広須・木造・金木・俵元などがあり、知行派の開田と区別し地域名の語尾に新田を付して木造新田などと呼び、現在もその名が付せられている。

この新田開発によって文禄検地時(1600年初め)45,000石の知行が幕末には10万石の石高となっている。津軽藩の内部記録である勘定方日記には耕地54,000千町・作付37,000町・出石72万石という驚異的な記録や、津軽平野開拓史には寛政年間(1789~1794)における津軽領の反別合計は田32,046町歩・畑17,735町歩、計49,781町と記されている等、藩政時代の新田開発と洪水等による改廃田の復旧維持に多大の努力がはられるとともに、新田開発安定のため藩政による強い規制も行われ、たとえば木造新田安定のため砂丘地であった屏風山に大規模な植林を行ない防風林の役割を保つため立木の盗伐者を極刑に処している。

この時代の水田経営は用水の不安定、排水不良と洪水の氾濫に加え稲の耐冷性が低く干害・湛水被害・たび重なる冷害等により平均収量は少なく、天保5年(1834)の津軽藩から幕府への報告では842村・石高317,600石となっており、これからすると平均収量は10a当り1~1.2石程度であったものと思われる。

(4) 明治以降

明治時代に入ってからこの本地域の農業開発は、藩政時

表一 6 津軽地域の水稲及びリンゴの栽培面積の推移 (ha)

西 歴	元 号 年	水 稲	リンゴ	備 考
1789 ~1794	寛政年間	32,000		注 1. 100ha に まらめて
1892	明治25年	36,500		計上
1902	" 35 "	36,600	(1,100)	2. リンゴ欄
1910	" 43 "	37,500	3,900	() は
1921	大正10 "	38,900	8,000	県全体
1932	昭和 7 "	40,100	7,300	
1942	" 17 "	40,600	17,300	
1947	" 22 "	36,100	12,000	
1957	" 32 "	42,400	16,500	
1965	" 40 "	43,700	19,600	
1970	" 45 "	43,000	19,500	
1975	" 50 "	43,800	20,800	
1980	" 55 "	39,200	21,600	

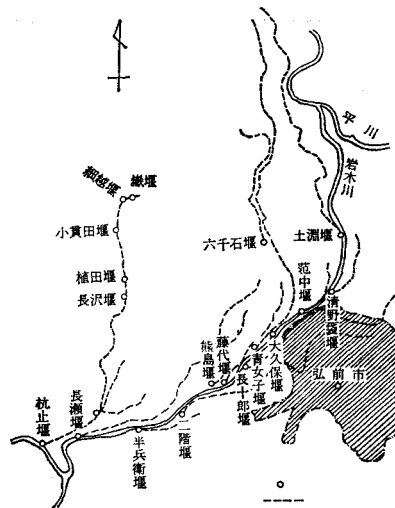
代に開発された新田の災害防止による安定化への努力とともに、災害防止によって開発可能となった土地での開田が進められ、寛政年間(1789~1794)から明治25年までの100年に約4,000haが開田され、昭和45年(1970)には水田は最高の51,600haに達しており明治以降約100年では15,000ha以上の開田が行われている。(表一6参照)

またこの期の津軽農業にとって特筆されることは、明治8年(1875)に勸業寮配布のリンゴの栽培開始で、明治20年代から収穫をはじめ第二次世界大戦後半に主食増産対策で一時減少したものの着実な進展を見ており、昭和55年には約20,000haで収穫され全国生産量の過半を占め、本地域農業粗生産額のトップとなっている。

3. 津軽地域の水利構造の特質

津軽藩による新田開発当初は水利条件も良く土地条件も良い箇所から進められてきたが、開発の進行とともに次の新村を派立させるためには次第に長い水路を必要とすることになる。このことは岩木川上流の各支川の兩岸にも見られるが、開発が遅れた下流域ほど用水の確保が困難となり、上流に立地した水路等の余剰水を別途の手段を講じて導水する以外に方途はなかった。

岩木川上流部左岸の長沢堰ほか4堰は一種独特の形態をもった慣行が成立しており、この例を宮下利三氏は「岩木川上流左岸の水利」の中で“一方に水番を置き監視する慣行”があり“他方に盗用する慣行”が成立し、しかもその支配する面積は杭止堰1に対し盗用者である下流5堰が2と大きく、“なぜこのような形態が、いつごろ成立したかは判明しない”と記しており、杭止堰のように上流に古くから開発された堰であればこそ十分な取水が意のままできたためと見られる。



〔注〕岩木川本川の12箇堰が昭和33年8月の大洪水で全て流出し長瀬堰下流の11箇堰は岩木川統合頭首工として同37年完成している。

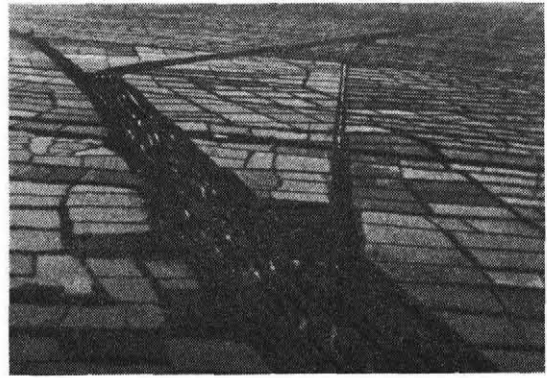
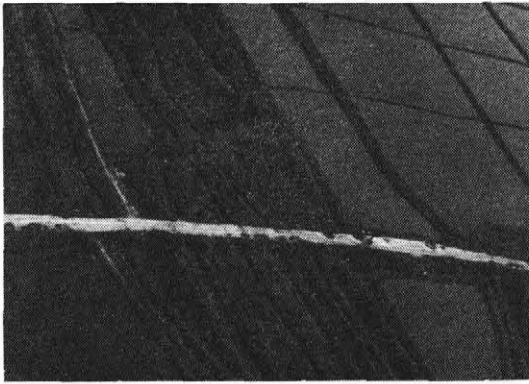
図一 2 岩木川上流取水堰の統合以前の関係図

下流部にもこれに似た形態を持つ水路が多く殊に西津軽郡下の複雑な水田地帯は図一3のように著しいが、昭和44年から始った大規模圃場整備事業によってほとんど消滅している。

この奇異な水路発生の原因は、小知行派による開田(1箇所当り6~10ha・大きくても30ha程度と見られる)が適地を見つけても用水源を新しく岩木川・その他から求めることは距離も長く資金もとぼしく、近くにある古田又は派立の用水からいくばくかの代償を払って分水を認めてもらい水路を引いたためのものである。

このことは開田時期が早ければ河川からの取水口をもつ水路が出来るが、その後発足する派立は用水確保が困難であり、古い派立と新しい派立の間で分水がまとまれば良いが、それが出来ない時は全く関係ない水路から分水してもらう方法がとられた。このため派立が極めて接近しているのに取水箇所が全く違う所があったり、延々と何本もの水路(津軽地方ではセキと呼んでいる)が平行して走り他のセキを掛樋や伏越で横断する等きわめて複雑な水利を発生させた。

一方御蔵派の開田の一つ土淵堰掛りにある広須・木造新田は2,840haの大規模なもので、これが新知行派が取水している杭止堰から11箇堰の取水後の下流で取水せざるを得ない状況(図一2参照)であったので、用水確保のため上流知行派地区の水利権と互に対立関係が生じた。土淵堰掛りは藩直営であるため各種の保護策が講じられ、その一つは堰の構造を変え洩水を生じさせ土淵堰に水が得られるようにしていた。しかし用水の配分は上流古田が優先し、石高割・反別割であり新田は石高割を優先させていた。



図一 津軽平野の複雑な水路

岩木川本川の12箇堰は上流ほど慣行取水量が多く認められており新田の下流にさらに新田開発の余裕があったと考えられる。土濁堰は単位用水量で見ると最も取水量が小さいが御蔵派の新田開発後も新田開発が行われており、下流部のため用水の反覆利用が可能ならぬ、廻堰大溜池・砂沢溜池等の築造による用水補給もあり極端な用水不足は平常時には生じなかったものと考えられる。

しかし、昭和18年のような大渇水時には上流にある11箇堰の一部を切欠き放流させて土濁堰に取水させるといふ非常手段も取られている。

このように新知行派と御蔵派との間・派立と派立の間ではいつも水利争争があり、これが集落対集落の対抗又は水利別個人集団対集団の対抗という型に発展し近年まで続いてきている。

このような水利の複雑さは昭和32年行われた岩木川水系農業水利悉皆調査によると、用水の取水 400 箇所・排水 140箇所を上り数値の上でも示しており、また水利の複雑さの中で生れた集落対集落又は個人集団対個人集団の対抗という構図が温存されており、これら二つの歴史的要因が本地域の広域的な土地改良事業の発足を他地域より大幅に遅らせていたものと考えられる。

4. 土地改良事業の展開

(1) 第二次大戦以前

明治初期の土地改良事業としては、西津軽郡森田村^{ヌキ}狄ヶ館付近開田のため明治4年小戸六ため池（貯水量40万 m^3 ）の築造が始まりである。明治34年以降県は測量設計の補助・工事指導等を行って土地改良事業の推進をはかっているが、冬期間に工事実施期間が限定されるため田植が適期を失する等の理由と、耕地整理に対する無理解としりごみのため取止めや地主の反対等から事業の不成立が多く、明治39年に西津軽郡木造町と柴田村が連合で行った約75haが最も古く、次に南津軽郡田舎館村の約42ha・同平賀町小知森の約23ha・弘前市鳥井野付近の約33haとつづけているが耕地整理の熱意は低調で、水田のみ

の耕地整理の実績は明治時代に約240ha・その後昭和初期までに約360haにとどまっている。

この時期は耕地整理法に基づく開墾事業が比較的大規模に行われている。大正5年浪岡町五郷の開畑約183ha・大正7年中里町田茂木の開田530ha・大正10年岩木町常盤野の開畑約298haなどが続き、明治35年から昭和7年までの30年間に約3,500haの開田とリンゴ園約6,000haの開畑が、県の補助を受け市町村営等として行われたことが特筆される。

また大正8年制定された開墾助成法により、金木町（開畑120・防風林12など計164ha）・弘前市高杉（開田60・開畑150・防風林9など計242ha）・弘前市裾野（開田40・開畑150・旧田畑55・防風林10など計445ha）及び五所川原市長橋（開田65・開畑42・防風林など計161ha）などが実施されている。

この時代岩木川は毎年のように各地で春の融雪及び夏の降雨による洪水が発生しており、地域農家及び自治体が一丸となった熱心な運動によって大正8年岩木川の改修工事が国の直轄工事として実現したものの工事は遅々として進まず、被害は昭和35年目屋ダム（総貯水量3,900万 m^3 ・堤高58mの多目的重力式コンクリートダム）が完成するまで続き、ダム完成後は十三湖水戸口突破工とも相まって洪水防御に大きな効果をあげている。

用排水改良事業については、藩政以来各河川流域における用排水改良と治水を目的とする小規模な河川改修が行われていたが、毎年水害に見舞われていた。

大正12年には枝川^{ヌキ}足水堰が県下最初の石造として完成し、大正13年には浅瀬石川流域約6,600haの扇状地形浅耕土地の用水確保のため大穴ダム（総貯水量220万 m^3 ・上流法面石張・アースダム）の着工、つづいて昭和2年に五所川原堰と三千石堰の取水水門が石造として完成する等、次第に用排水改良事業が活発となった。

戦前最も長期にわたって改良が重ねられた事業は、岩木山北麓（前記小戸六ダム地点）から西津軽郡を十三湖まで流れる山田川沿岸8,000haの排水改良をはかる事業

で、山田川は上流で用水として取水した土濁堰の排水を受ける低平地排水路であるため、土濁堰に制水門を設け洪水時に岩木川に放流する放水路や放水門の設置、支川である出精川・中の川・妙堂川の改修、下流部田光沼の嵩上げによる逆水防止等が行われたが、建設省所管区間の改修はいまだ完成していない。

この外県営かんがい排水事業として戦前に着工した事業としては、鳥谷川沿岸排水改良（中里町）、飯詰用水改良（五所川原市）、嘉瀬中川排水改良（五所川原市・金木町）等があげられる。

昭和5年から10年にかけての全国的な経済恐慌と東北大冷害の追い打ちは津軽地域にも及び、この時行われた救農土木事業は当時の県歳出予算の40～50%という大規模なものであったが、土地改良事業としては農民の救済を中心として行われたため小規模なものが大部分のため大きな成果とはなっていない。

（2）第二次大戦中

この時期の土地改良事業としては食糧緊急増産のため、開拓・かんがい排水・暗渠排水及び客土の各事業が主なものであった。開拓は昭和6年以来たびたびの災害で疲弊した農民を救済し、経営規模の拡大により自作農の創設と多角有畜農業を進展させる目的で県内5箇所で行われ、うち本地域では弘前市弥生地区（標高150～160m、155.5ha）で昭和11年から開始された。戦争の拡大とともに労力、物資とも極度に不足し入植者の苦況は戦後までつづいた。入植した農家にはいろいろな変転があったが現在では岩木山麓開拓事業による増反等によりリンゴ経営主体の農家として安定に向っている。これら農家の努力は戦後岩木山麓に戦後入植した緊急開拓農家の大きな励ましになるとともに目標となった効用は見逃せない。

食糧増産対策として最も効果があったとした戦争中の県計画は、昭和15年の暗渠排水559ha・客土399ha等と昭和19年の暗渠排水10,000ha・客土8,000ha・耕地整理150ha・開田150ha・開畑1,000haなどであり、この数字から見ると資材と時間のかからない土地改良事業が重点となっている。

この時行われた暗渠排水として現弘前大学金木農場の水田・南津軽郡尾上町季平の水田にはヒバ材・根曲り竹を使用した簡易暗渠が現存し現在も一部は利用している。

またこの時期の昭和18年に国営西津軽農業水利事業第1期工事が約9,500haの用排水改良（ダム新設1、溜池嵩上2、用排水路改修新設）を目的に三本木開拓に次ぐ県内第二の国営事業として発足（完成42年）している。

（3）第二次大戦後

前期まで大幅に遅れていた本地域の土地改良事業は昭和30年頃から急速な進展を見せておりこれにはいくつかの要因がある、①農地改革②食糧増産の要請③土地改良

法の施行と改正④洪水被害による頭首工の流失と統合⑤農業の省力機械化の急展開⑥順調な経済復興等があげられる。これを土地改良事業で見ると⑦食糧増産対策として緊急開拓事業と積雪寒冷対策事業⑧洪水災害を契機とする岩木川・浅瀬石川及び平川の頭首工統合の災害復旧事業⑨前記西津軽農業水利事業と昭和23年緊急開拓の一環として発足した国営十三湖干拓建設事業の二事業の展示効果と刺激で地元意識が向上して統発した国営土地改良事業⑩基幹国営事業の着工と相俟って発足した省力機械化農業に対応する圃場整備事業⑪農村定住環境を整備する農村基盤総合整備事業⑫米の生産過剰対策の一環である水田利用再編対策に対応する排水対策特別事業をはじめとする各種土地改良事業⑬農産物等の円滑な流通の促進をはかる農道整備事業等の各事業が相互に関連を持ちながら同一地域に数種の事業が重なり合って進められ、本地域の土地改良事業は現在最盛期を迎えている。

ア、食糧増産対策

昭和22年から同45年米の生産調整が始まるまでの23年間に本地域では緊急開拓事業をはじめ各種事業によって表一6に示すとおり水稲6,900ha・リンゴ7,500ha計14,400haと年平均500ha以上もの栽培面積を増加している。またこの時期平行して行われた積雪寒冷対策事業（昭和26年～43年）は小規模用排水改良7,237ha、小区画圃場整備10,590ha、暗渠排水820ha、客土875ha及び農道整備（未舗装）241,000mの各事業が行われている。これら各種土地改良事業は一部を除きほとんどが小規模事業で農業生産基盤の抜本的な改良となっていないが食糧増産対策に大きな寄与をしている。

イ、岩木川水系の治水と統合頭首工

岩木川水系の治水については利水の便もかねて古くから努力が重ねられてきており、洪水氾濫防止対策として岩木川本川に目屋ダム（前記）、平川には遠部ダム（総貯水量1,420千 m^3 ・洪水調節量120 m^3/sec 、重力式コンクリートダム、県土木部、昭和50年完成）、浅瀬石川には沖浦ダム（昭和20年完成、下記浅瀬石川ダムの築造で水没）の三ダムが防災ダムとして完成しているが根本的な治水対策とはならず、現在建設省が浅瀬石川に浅瀬石川ダム（多目的、総貯水量53,000千 m^3 ・洪水調節量1,500 m^3/sec 、重力式コンクリートダム）築造の工事を進めている。

本水系内には前記三川その他幾多の中小支川が一級河川の国直轄又は県管理河川として農業用排水対象河川としてあるが、その改良済率は40%未満と非常に進度が遅くその早期完成が望まれている。

岩木川水系農業水利悉皆調査（昭和32年）で用水取水施設が400箇所あり、これら施設は治水対策の不備、施設そのものの幼稚さから洪水のたびに災害を受けている。上記三川にある施設は比較的大規模なもので国直轄管理

区内だけでも岩木川本川12箇堰、平川21箇堰、浅瀬石川12箇堰の計45箇所がある。

これら各堰は昭和10年、昭和22、23年の大洪水で大きな被害を受け、この災害復旧に当って統合の問題が論議されたが前記御蔵派對知行又は派立對派立の対立が解消出来ず藩政時代からの位置づけのまま復旧されている。

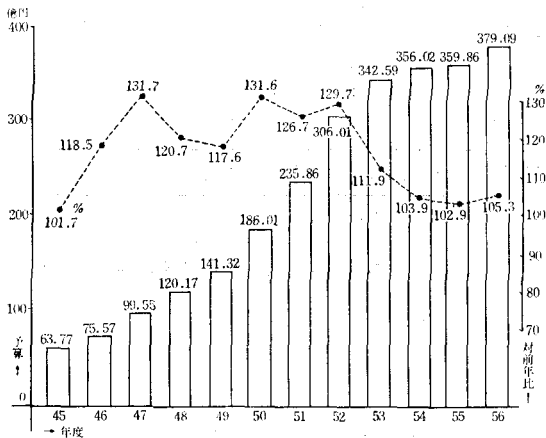
その後昭和33年8月の雷雨性豪雨で岩木川本川の12箇堰は潰滅の被害を受けた、これを契機に前記対立解消の努力が積重ねられて来た結果、その災害復旧で本水系内で始めての統合頭首工案が日の目を見、12箇堰が杭止堰と岩木川統合頭首工の2ヶ堰として統合が実現した。

平川及び浅瀬石川の各頭首工についても昭和33年8月に続く同35年8月の洪水で同様の被害を受け、平川の21箇堰が2箇堰に、浅瀬石川の12箇堰も2箇堰にそれぞれ統合が実現している。

ウ. 土地改良事業最盛期

藩政時代の新田開発に起因する御蔵派對知行派又は派立對派立の対立に端を発した津軽地域の対立感情は、前記統合頭首工実現へ向っての努力と統合完了後の効用、この時期進められていた国営西津軽農業水利・十三湖干拓の二大土地改良事業の地元民への展示効果等に加え、省力機械化農業の実現のために不可欠な圃場整備事業の重要性の認識等により、土地改良事業の実施に関してはほぼ完全に解消している。過去の対立感情の凶式は現在津軽選挙と総称される選挙形態としてその名ごりをとどめている。

津軽地域の対立感情から立ち遅れていた土地改良事業もようやく軌道にのり、青森県全体の土地改良事業予算の推移(図一4)を見ると、昭和45年度64億円弱であったものが10年後の54年には356億円と5.5倍以上の伸びで、この間年平均伸び率20%以上と著しい勢いで推移したが、54年度以降は1桁台の伸び率に移行し安定成長時代に入り57年度予算は約368億円(未確定)となっている。



昭和56年度青森県土地改良事業の実績より抜萃

図一4 青森県土地改良事業予算の推移

る。

このように急進展を見せている青森県の土地改良事業もその主体は水田におかれ全体予算の70%以上を占めている。本地域における土地改良事業も農振農用地区域に占める水田比率は3分の2未満であるにもかかわらずその予算に占める比率は県予算の比率と同様となっており、今後老朽化の進んでいる樹園地(リンゴ)の整備をはじめ畑地帯の生産性向上に対する事業の推進が必要となっている。

本地域(津軽地域28市町村)の昭和57年度当初予算における国庫補助対象の土地改良事業(農業構造改善事業等非公共事業を除く)は別表一7のとおり270億円余で、一市町村平均約10億円の投資が行われている。この投資による事業実績の一例として水田圃場整備について見ると、56年度末現在の水田48,814ha中34,345ha(70%)が整形され、うち26,803ha(55%)が20a以上の区画に整備され県平均の41%を大幅に上廻っている。

本地域における昭和44年以降56年度までに20a区画以上に整形された水田は約17,000haで年平均1,300haの施行実績となっていたが、56年度の実績は安定成長期に入った影響等で860haとなっており今後の事業促進の不安要因となっている。

(4) 安定成長期

前述のとおり本地域の土地改良事業は安定成長期に入る前に最盛期を迎え、水田の基幹用排水施設の整備は80%以上の地域が既に国・県営事業として、圃場整備も70%以上の地域が県営又は団体営事業としてそれぞれ進められており、その進捗が待たれている。畑については農道の整備が進められているほか一部地域を除いては全く手がつけられておらず今後の課題となっており、特に本県の特産であるリンゴは既に60年以上も経過した老朽園があり、老朽園の若返りと合わせ消費動向に合った品種への更新とともに省力化対策のための基盤整備が急務となって来ている。

このように安定成長期に入っても土地改良事業の重要性は増大して来ているが、昭和57年度予算(別表一7)で見ると国営事業(調査計画業務を除く)の57年度以降残事業費1,360億円余に対し当年度予算は95億4千万円で既着工事業を現予算で完了させるに要する残年数は14.3年となっており、同様の残年数は県営事業平均で7.2年うち広域農道整備事業のみについて見ると25.2年、団体営事業平均で5.1年と何れも標準工期より残年数が大幅に長期化している。

本地域は前述のとおり国・県営及び団体営事業とも多くの受皿が既にととのい一日も早い事業の完成を強く望んでおり、農業基盤整備事業の一層の進展が期待されておりその実現が望まれる。

表-7 昭和57年度当初予算に見る津軽地域の土地改良事業

事業主体	事業名	区分	地区数	総事業費	56年度まで	57年度当初	進捗率	備考
国 営	かんがい排水事業	一般会計	3	47,800,000	19,415,145	2,140,000		58着工予定
		特別 "	2	65,880,000	26,475,676	5,670,000		
		小計	5	113,680,000	45,890,821	7,810,000		
	総合かんがい排水事業	全体設計	1	43,200,000	140,000	70,000		
	農地開発事業	一般会計	2	33,470,000	8,315,063	1,660,000		
		小計	3	190,350,000	54,345,884	9,540,000		
	土地改良調査計画業務	農地開発	1	112,000	17,000	44,000		
		水系調査	1	1,880,000	1,473,275	162,131		
	小計		2	1,992,000	1,490,275	206,131		
	計			10	192,342,000	55,836,159	9,746,131	
県 営	かんがい排水事業	国営附帯	7	37,082,000	19,271,962	2,225,000		舎市町村営事業(環境基盤)
		一般	2	4,751,000	921,200	270,000		
		排水対策特別	6	1,490,000	446,000	226,000		
		小計	15	43,323,000	20,639,162	2,721,000		
	防災ダム事業		1	2,689,000	701,600	230,000		
	圃場整備事業		19	103,083,000	61,349,320	8,135,000		
	農地開発事業		1	1,403,000	414,000	150,000		
	ため池等整備事業		9	2,948,000	622,314	276,000		
	海岸保全施設整備事業		6	965,544	443,144	174,674		
	開拓地整備事業		6	989,000	496,246	160,000		
	農村総合整備モデル事業		16	28,287,000	6,003,900	1,543,000		
	農免農道整備事業		12	4,344,800	1,751,500	846,000		
	広域営農団地農道整備事業		4	14,959,000	2,205,936	505,000		
	一般農道整備事業		8	1,320,764	598,964	171,400		
	湛水防除事業		4	2,053,000	1,073,000	395,000		
農林地一体開発整備事業		1	821,000	—	20,000			
計			102	207,186,108	96,299,586	15,321,074	53.9	
団 体 営	かんがい排水事業		6	403,500	145,140	76,000		
		小規模開発特別対策事業	12	407,100	35,100	335,370		
	農用地開発事業		9	3,182,000	1,116,722	367,000		
	圃場整備事業		7	2,648,900	1,816,568	160,082		
	農村基盤総合整備事業		4	1,539,000	349,000	124,000		
	農道整備事業		36	8,744,710	3,069,534	1,005,700		
	土地改良総合整備事業		3	575,900	74,634	73,000		
	ため池等整備事業		12	621,200	115,228	86,872		
	農業用排水安全施設整備		2	7,500	—	7,500		
計			91	18,129,810	6,721,926	2,235,524	49.3	
合計			203	417,748,418	158,902,795	27,317,129	44.6	

(57.6.津軽農業総合開発促進協議会総会資料)

5. 土地改良事業の効果の一例と今後の課題

ここで紹介するのは、本地域で最初に完了した「国営十三湖千拓建設事業（昭和23年度～昭和43年度）」の地域農業構造に及ぼした効果と今後の課題について、当所が東北農業試験場経営部に調査委託した内容の一部（報告

の概要は「圃場と土壌」56年5月号に大越篤氏が発表している）と今後の課題として提起された事項に如何に対応したかについての報告である。

(1) 十三湖千拓建設事業の工事概要

本事業は、岩木川改修計画の一環として建設省が実施した十三湖囲統堤に囲まれた岩木川左右岸の一部十三湖

及び内漏沼を含む湖面の干拓と、それに接続する標高3.0m以下の低湿排水不良地帯(北津軽郡金木町・中里町・市浦村及び西津軽郡木造町・稲垣村・車力村の6町村)の水田7,202ha(水田新規造成1,463ha,既水田排水改良4,739ha)の排水改良を主として行われた事業である。(位置は図一1参照)

排水改良の基準は10年確率降雨における田面湛水の許容範囲を30cm以上の湛水が12時間以上の面積を30%以内に抑える計画とし、岩木川左右岸に11ヶ所・総排水量51.08m³/secの排水機場を設置してある。

排水路計画は末端小排水路の掘削深を60cmとし、排水改良による地盤沈下(脱水収縮・圧密)を泥炭(低位)層の深さ等から概ね30~120cmあるものと見込んで施工されている。

主要構造物の基礎は、35年以降はコンクリートパイル等が使用されているが、それ以前は逆水防止の要である鳥谷川制水門で農業土木初のサンドパイル工法を採用しているほかは大部分が木杭となっている。

排水路の大部分は低水敷について木矢板又は木柵工が行われているのみである。

(2) 十三湖干拓建設事業の効果

ア. 経営規模の拡大

本事業による新規干拓造成田1,463haと排水改良によって開田可能となった土地の補助事業等による新規開田340haの計1,803haの開田が、中里町・市浦村・稲垣村及び車力村の4町村で行われ、4町村平均戸当たり水田耕作面積は50%以上の増となっている。また4町村の昭和35年以降55年までの農家減少率は9%未満で青森県全体の減少率13%を大幅に下廻っている。

イ. 単位当たり収量の増加と労働時間の短縮

関係6町村の水稲10a当り収量の単純平均を昭和24年以降10年毎に見て見ると24年308kg/10a, 34年400kg/10a, 44年510kg/10a, 54年606kg/10aと確実に増加している。この間に品種及び耕種の改良もあったが、最大の効果は本事業の効果と云える。

水田10a当りの労働投資時間は昭和30年当時腰切り田で202時間・乾田で153時間、平均175時間であったものが、大区画の圃場整備がほとんど行われていなかった51年には54時間と大幅に短縮されている。この間に共同育苗、機械化等の普及による省力化もあるが、排水改良によって地盤が安定し機械化が可能となったことが最大要因と云える。

更に本地域については乾田化の進展による品質の向上が目ざましく、聞きとりによると1等米の比率がこの10年間で倍増しており、上位等級米の生産による所得向上も見逃せない効果である。

ウ. 排水改良による地盤沈下と安定

この地域の排水改良以前はヘドロ層の上に生い繁る芦

萱地帯と、腰まで泥につかっの農作業を強いられた腰切田の地域で、オオアシ(60×30cm程度の厚板に鼻緒をつけた一種の田下駄)と田舟(繰状の箱舟)に頼っておったものが、排水改良による脱水収縮や圧密沈下で岩木川左右岸とも概ね90cm,事例的には2m以上も地盤沈下し安定して来て、前述のような多くの効果をもたらしている。地盤沈下と安定が地域生活環境の基幹である道路の整備を可能とし、昭和40年代前半には全く見られなかった舗装した道路が地域内を縦横に走り、冬期間の除雪で交通途絶が解消され地域社会経済の発展と安定に寄与するとともに、農作業は腰切田の重労働から解放され神経痛・腰痛等風土病とも云える農夫病も減少して来ている。このように十三湖干拓建設事業は土地改良事業の効果として計量されていない大きな効果をもたらしている。

(3) 今後の課題

十三湖干拓建設事業は上記のような効果を発揮しているが、①基幹排水施設は田面湛水を許容した施設となっているため現在進められている水田利用再編対策に十分対応出来ない。②第一次排水改良による地盤沈下で機械排水能力が保持されても部分的には水稻作においても湛水被害が発生する。③圃場区画の狭少・不整形、道水路の不備等のため農業機械を導入しても利用は不十分で省力化の目的が十分達せられない。④十三湖干拓事業で造成された施設は地盤沈下等の影響で老朽化が進んでいる。⑤弱少土地改良区が多く(左岸8・右岸5)それぞれ単独で施設の管理運営が行われているため合理性を欠いており、一部下流土地改良区等は過大な機械排水費用の負担を余儀なくされている。⑥農家の単作経営の欠陥が顕在化し水田の老朽化が進んでいる。等々今後この地域の農業振興を図る上で重要な課題が提起されている。

(4) 提起された課題への対応

岩木川水系開発調査の一環として行った上記委託調査結果の報告をもとに津軽北部地区として地区調査に入り、昭和55,56年度の2カ年で調査計画及び全体実施設計をとりまとめ57年度新規着工地区として採択されている。事業計画は十三湖干拓建設事業で造成した施設の改修又は新設により基幹用排水施設を国営及び国営附帯かんがい排水事業として整備するとともに、県営圃場整備事業及び土地改良総合整備事業により末端圃場の整備を行ない、全地域の水田を汎用的土地利用が可能な条件に整備することとして事業が発足している。

なお水田を対象に十三湖干拓建設事業で設置された11排水機場の総排水量51.08m³/secが、水田汎用化に対応した排水能力とした結果同一地域の排水機場は国営事業合わせて11機場となり、総排水量97.57m³/secと排水能力で191%にアップされている。

また土地改良区については現在13あったものを行政指導により吸収合併等を行ない3土地改良区に再編するこ

ととして合意を得ており、農家の経営改善については県が主体となって指導が進められ車力村では肉用馬の導入、稲垣村では稲わらの飼料化による乳用牛牝の肥育等が始められている。

6. 津軽平野の農業生産基盤整備の今後の課題

(1) 水田基盤整備の促進と用排水管理の合理化

本地域の水田の約80%は現在進められている国営事業をはじめ各種土地改良事業の進捗により、藩政時代から続いて来た錯綜した用排水慣行は解消し、水田利用再編対策に対応した基幹用排水施設と、省力機械農業に対応した圃場条件の整備は概ね完成するので、既着工地区の早期完成を図るとともに残された地域の基盤整備について調査計画を行ない計画的に事業を進める必要がある。

本地域は水田面積に比し山林原野の面積が僅か4倍程度と流域比が非常に小さいため、随所に中小溜池を設けるとともに排水の反覆利用を図る等、水の有効利用によって開発が進められている。国、県営事業計画もこの慣行を尊重し地元意欲と緊急性の高い地域から地区単位に水源開発及び整備計画を樹立して来た経緯もあり、農林水産省直轄ダム7ヶ所(廻堰・新小戸六・小田川・早瀬野・浪岡・二庄内・正平津)、県営ダム6ヶ所、建設省直轄多目的ダム2ヶ所(目屋・浅瀬石川)のダム群と旧米からの溜池群及び反覆水利用の揚水施設群等数多くの水源開発施設が計画され事業が進められているが、これら水源開発施設は同一水系内でありながら施設相互間の関連は乏しい計画となっており、土地改良法に基づき開発

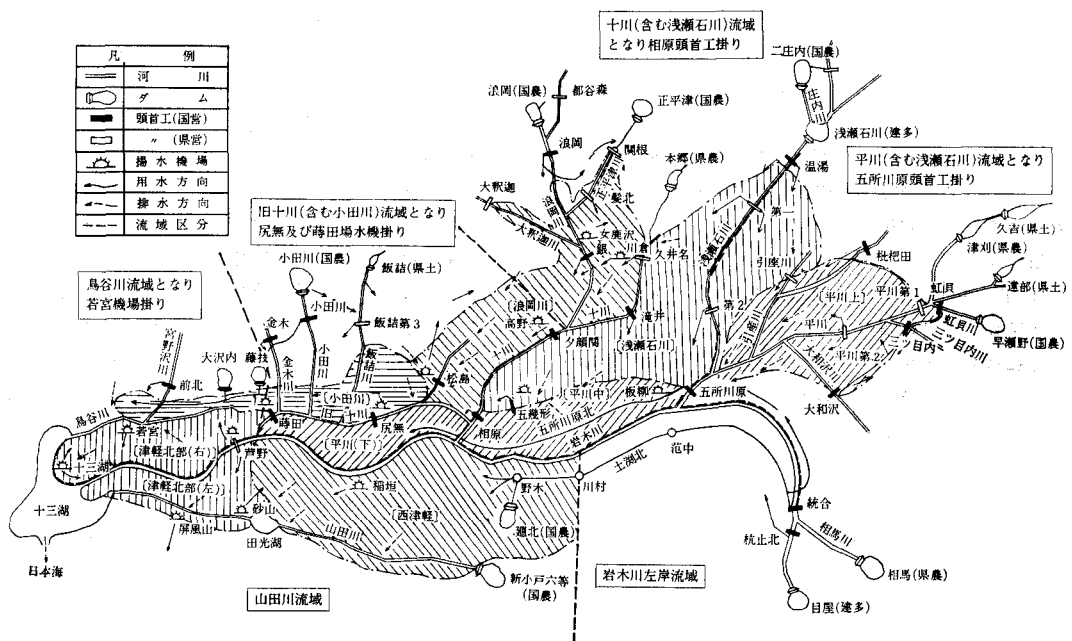
整備される水源施設等は、それぞれの土地改良区等が一部費用を負担して建設され、完成後はその施設を管理する計画となっている。

本地域の主水源を中心に用水系統を見ると、①岩木川本川の目屋ダムから統合頭首工を経て右岸は平川農水に合流し、左岸は西津軽農水・十三湖干拓(新津軽北部農水)及び屏風山開拓へ、②平川は早瀬野ダム(平川農水)から平川農水・小田川農水及び十三湖干拓へ。③浅瀬石川は二庄内ダム(浅瀬石川農水)から浅瀬石川ダムを経て浅瀬石川農水・平川農水・小田川農水及び十三湖干拓へ。④十川は浪岡ダム(浪岡川農水)、正平津ダム(浪岡東部台地開拓)から浪岡川農水・小田川農水及び十三湖干拓へとそれぞれ連なっている。

また岩木川右岸の主要排水河川である十川(十川及び旧十川)は、浅瀬石川・浪岡川・平川及び小田川と各農水の排水を受けるとともに、上流から久井名(浪岡川)滝井(浅瀬石川)夕顔関(浪岡川及び相原・尻無・蔦田(小田川)の各頭首工が設けられダムからの注水及び排水が用水として利用され、最終は岩木川に合流後芦野頭首工(十三湖干拓)で再度用水に利用されている。

上記のように岩木川水系の用排水系統は有機的に結ばれ、流域比の小さいことに起因する供給用水量の絶対的不足を、数回に亘る排水の反覆利用等によってカバーしている実情である。

今後水田利用再編対策に対応した圃場条件(用排水分離等)の整備、農村の生活環境はじめ地域環境等の整備の進展によって、更に用水需要の増加も見込まれている



図一五 岩木川水系流域区分別用排水系統図

折から、本地域のように広範な地域で用排水系統が有機的に結ばれている地域においては、水源開発単位等による用排水管理を抜本的に改め広域的な一元管理を行ない、用排水の利用実態を把握するとともに管理の適正化と合理化をはかる必要がある。

特に現在事業が進められている水源開発施設（ダム・頭首工・揚水機場）等の管理は、高度な技術と経験及び多額の費用を要するため土地改良区等の管理は技術的にも困難であるので、少なくとも用排水利用の実態把握と一定規模以上の主要施設は国等公的機関で管理し、限られた用水及び排水の合理的な配分を行い異常気象時等における農業災害の未然防止を図る等、地域農業の安定的発展を期す必要がある。

以上の考えから当事務所では昭和55年度から岩木川水系の用排水管理の合理化に関する調査を始めた。その後さきに述べた津軽農業総合開発促進協議会、青森県土地改良事業団体連合会に一部会として組織された青森県国営土地改良事業連絡協議会及び国営事業受益の各土地改良区から、岩木川水系の基幹農業用排水施設の国等公的機関の管理による合理化の要望が出され、57年度からは現在事業を実施している国営事業所及び青森県も含め東北農政局が一体となって調査検討を進めている。

（2）樹園地の基盤整備

本地域にリンゴが導入されて以来一世紀以上の年月が経過し、その植栽面積は21,600haに達し農業生産額に占める比率も米を抜いて第一位となり、その生産量は全国の生産量の過半数を占めるまでに発展して来ている。

リンゴは成木になるまでの年数が他果樹に比し永くしかも成園期間も永いため、基盤整備事業が実施しにくい条件にあり、現在までは一部農道と小規模な排水改良及び土壌改良等が行われているのみである。

本地域のリンゴ園の大半は植栽後35年以上経過しており、この間に消費者の嗜好に合わせた品種とするための高接ぎによる更新、大型防除機械等の導入による耕土の硬化と排水不良地の増大及び土壌の酸性化の進行等により樹園地の老令化が進み、地元からこの老令化した樹園地の抜本的な改良、消費者嗜好に合った品種への更新とワイ性化園の切替えと育成対策、機械化作業体系に対応した農道の整備及び品質向上と均一化に対処する農業用水の確保等、樹園地に対する基盤整備事業の要望が強くなって来ている。

現在老令化した樹園地の分布の実態、耕土の硬化及び酸性化等土壌の老朽化の実態と経済的な事業対策、いや地性の生態の解明と更新対策等明らかにされていない面が多くあり、早急にこれら実態の調査解明を行ない抜本的な樹園地の基盤整備対策を確立し、老朽化した樹園地の更新対策を含む総合的な基盤整備計画を樹立して事業を計画的に実施し、我が国の一大主産地である本地域の

リンゴ経営の安定的発展を図り、消費者の嗜好にあったしかも安いリンゴの供給をはかる必要がある。

（3）農用地の開発

本地域の平野部とその周辺の丘陵地は米とリンゴを中心に高い生産力を確保しているが、単作化経営の進展による弊害と機械化省力化経営に伴う一部余剰労働が発生している。また南部山間地帯と西部海岸地帯は経営規模が極端に小さくみるべき作物もないため農業もふるわず出稼ぎや過疎化の進展が見られる。

水田地帯では水田利用再編対策による導入畑作物の定着化をはかり複合経営を推進するとともに、既に一部農家集団が進めている遠隔地の造成農地を借り入れ通勤耕作により経営規模の拡大をはかっている等の事例もある。本地域には27千haの開発適地があるとされているので積極的に農用地の開発を進め、地域農家の経営規模の拡大により経営の安定を図ることが重要な課題である。

農用地の開発には、民有地の権利調整、国有林野の解放等用地調達問題、導入作物の決定と流通問題、担い手の育成等多くの困難な問題があるが、開発可能地を積極的に開発し規模の大きい生産性の高い農家を育成し、地域農業の振興を図る必要がある。

むすび

本地域は農業が基幹産業であり農業の振興によって地域経済の発展をはかるためには、今まで述べた農業生産基盤の整備を推進するとともに、水田利用再編対策を効率的に進め定着させるための作物別集団化と輪作体系の確立、樹園地整備の受入態勢特に成木の改廃に伴う損失補償対策と共同防除等共同作業体系の確立、農用地開発における権利の調整と畑作の集団化及び輪作体系の確立、個別単作経営の進展による弊害特に耕土に対する有機物の還元不足対策等、営農面の改善や農家相互の関係改善など多くの課題をかかえている。

これらを解決するためには従来までのバラバラな個別独立的農業経営から、一農業集落又は数農業集落を単位として中核農家に経営農地を集約化し規模拡大をはかるとともに、中核農家を中心とした営農集団を組織し、地域農業集落を単位にその地域の実情に即した農業振興計画を策定し、各営農集団は地域農業振興計画の実現に向け相互に有機的な連繋をはかりながら営農を推進することが必要と考えられる。

これらのことは、言うに易く実現には農家自身の意識革命と最大限の努力はもとより、各方面からの助言指導と援助がなければならないが、一日も早く実現し「真にあずましい津軽農業の創造」を強く念願して本報告とする。

（追記）あずましい＝津軽地方の代表的な方言。昭和56年7月青森県が策定した「津軽地域開発の基本構想」

の副題も（真にあずましい津軽風土の創造）とあずまし
いを使っている。

気持の良い時（お風呂にゆったり入った時）、いごち
の良い時、思いどおりに物事が運ばれた時、条件がとと
のった時、経済的又は生活にゆとりがあるとき（大金持

に対しては使わない）、掃除をしてきれいになった時（さ
っぱりした）、相応の自宅を新築した時、仲の良いこと、
幸福な事、完全な事等広い意味に使われている含蓄ある
言葉

新鋭奈良工場本格稼動

—— 未来へはばたく丸島水門 ——



営業種目

ゲートとバルブ
ダム取水・放流設備
鋼管・鋼橋等鋼構造物
小水力発電設備
除じん装置と焼却炉
じん芥処理設備
下水道機械設備
水処理・排水処理設備

株式会社 **丸島水門製作所**

本社 〒544 大阪市生野区鶴橋1-6-15 TEL(06)716-8001

信濃川水系開発の全容

久保田 昭彦* 中村 義文*
高橋 信弘*

目次

はしがき	(57)	第1節 水系開発基本調査	(66)
第1章 序説	(57)	第2節 地盤沈下対策調査	(67)
第1節 地域の概況	(57)	第3節 現在実施中の国営土地改良事業地 区調査	(70)
第2節 地域農業の特徴	(60)	第5章 水利現況	(70)
第2章 信濃川治水事業の進展過程	(60)	第1節 概要	(70)
第1節 信濃川の変遷と洪水	(60)	第2節 水利の現況	(71)
第2節 信濃川の主な治水事業の沿革	(61)	第6章 水系総合開発	(72)
第3章 農業開発の過程	(63)	第1節 概要	(72)
第1節 概要	(63)	第2節 水需給計画	(74)
第2節 水系内における国営土地改良事業 の実施状況	(66)	第3節 土地改良事業の将来構想	(77)
第4章 調査事務所の調査概要	(66)	おわりに	(77)

はしがき

信濃川は長野県、新潟県を流下する流路延長367kmの河川で、延長は我が国第1位であり、流域面積も11,900km²で第3位である。

流域内には約21万ha（うち新潟県10万ha）の広大で肥沃な農地を擁し、特に下流域においては、大河津分水をはじめとする治水事業等とあわせて積極的な土地改良投資がなされ、我が国における代表的穀倉地帯として位置づけられている。このため、その豊富な流量は発電をはじめとして、都市用水、舟運にも利用されているが、取水量においては農業用水が圧倒的に大きく、新潟県内のみについてみると農業用水は全取水量の91%を占めている。

水系調査では、このような背景のもとに、農業用水の将来における水需給計画、基盤の整備計画及び地域開発計画の策定等、水資源開発を主体として調査を進めているところである。

ここでは、地域の現況、開発発展過程、治水事業及びこれに関連して変化する土地条件、更に農業の生産構造の変遷を長期的に分析するとともに、水系開発の将来構想について紹介する。

第1章 序説

第1節 地域の概況

第1項 流域

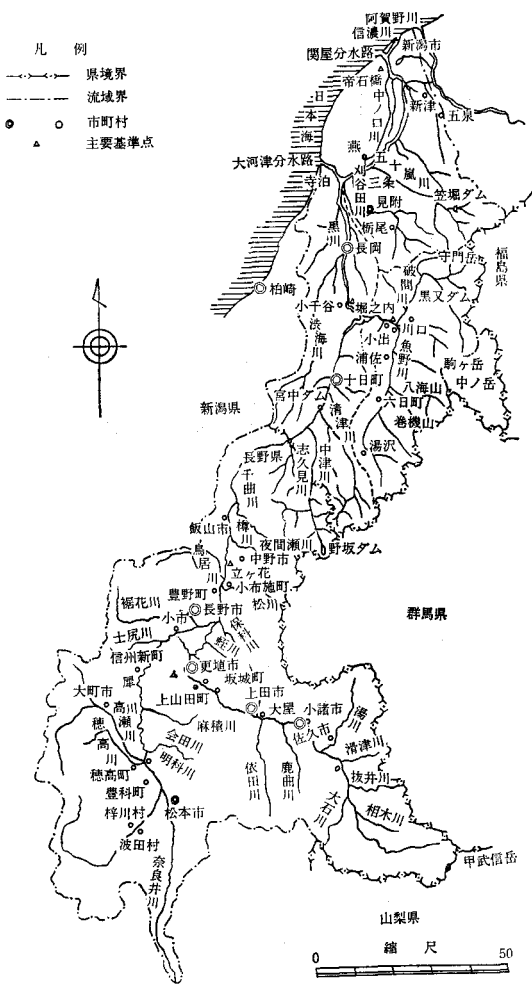
信濃川は、上流長野県側を千曲川といい、下流の新潟県側を信濃川と呼んでいる。

信濃川水系は、その源を関東山地の甲武信岳に発し、千曲川として佐久平を流下し、途中、槍ヶ岳を水源とする左支犀川を長野で合流し、善光寺平を流下、北上して新潟県境に至り信濃川と名を改める。県境を過ぎて右支中津川及び清津川を合流し、雄大な堆積河岸段丘の間を流れ、川口地点に至り水量の安定した右支魚野川を合流する。小千谷下流で新潟平野へ出ると長岡で左支波海川を合わせ、大河津地先において大河津分水路を分派し、下流新潟市に至る間には刈谷田川を入れ、三条市上流で中ノロ川を分流し、五十嵐川、加茂川及び小阿賀野川を右岸に合流し、蛇行しつつ黒埼で再び中ノロ川を合わせ新潟市に至る。新潟市では関屋分水路を左岸に分流し、本流は市内を貫流して日本海に注いでいる。信濃川水系の流域及び主な支川は図-1及び図-2のとおりである。

第2項 地形

千曲川は古くは利根川の流域であったのが、第三紀末期の造山運動によって現在の流域になったといわれている。信濃川中・下流の地形は、信濃川の流下土砂に大きく依存している。県境の火山岩地からなる欠け谷や、新潟県下の津南町から十日町市を経て兩岸に連なる壮大な

*北陸農政局信濃川水系農業水利調査事務所

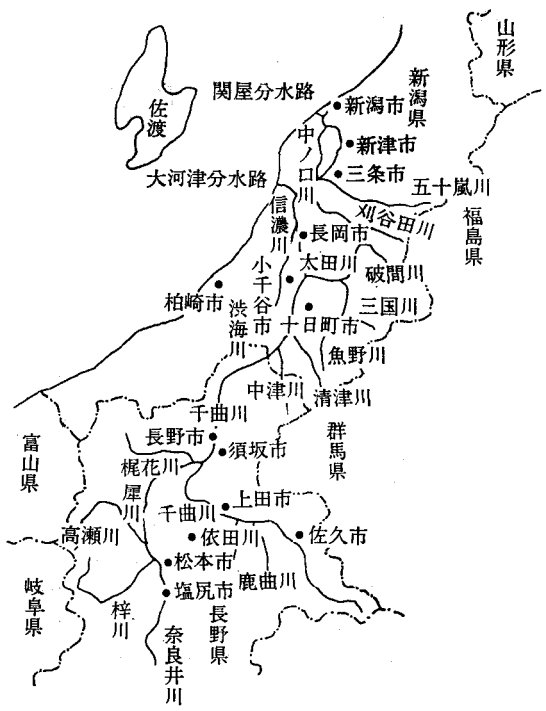


図一 信濃川流域図

堆積河岸段丘は、河川の側方侵食による崩壊により、かなりの土砂を下流に供給したものと考えられる。このように流下した土砂は、小千谷市を通過して新津市まで延びる東山山系と、小千谷市から弥彦山、角田山まで延びる西山山系の半島を足がかりとして、北東流する沿岸流によって砂嘴が湾曲して発達し、これらの砂嘴と周囲の山々によって抱かれた過去的大海湾は、信濃川などの流送土砂によって次第に縮小して潟となり、更に沼沢地となって平野が形成された。新潟平野の沖積層の厚さは約200m程度と考えられ、不整合面をもって第三紀層の向斜地に接している。

第3項 地質

流域の地質をみると千曲川流域は主として安山岩よりなり、長野・新潟県境付近の地質は第三紀層～第四紀層に属する火山灰質土、段丘堆積物、火山碎屑物及び魚沼層などにより構成され、基盤となる魚沼層は砂岩、泥岩、礫岩（安山岩等）などからなる。このほか志久見川、信濃川沿いには角礫凝灰岩様を呈する安山岩類が分布して



図一2 主な支川

いる。
 中・下流部の新潟平野は、日本海側の新第三系を形成した「羽越地向斜」と呼ばれる構造性的堆積盆地のほぼ中央にあり、長岡から新潟方面に向ってゆるく傾いた舟底型の向斜軸をもっている。洪積層、沖積層はこの向斜部を埋める形で発達し、その層厚は最大2,000mにも達し、各地域でも数100mと推定されている。

第4項 気象

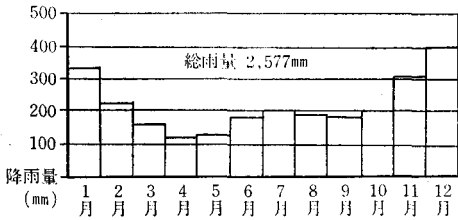
長野県は2,000m級の諸山脈に囲まれ、中央高地型といわれる本州では最も顕著な内陸性気象区となっている。また、大小の山脈の交錯と千曲川水系の諸盆地の介在や高原など起伏に富んだ地形をなしているため、一層変化に富んだ気候を呈している。

千曲川流域の雨量は、犀川上流部の1,600～3,000mmが最も多く、最も少ないのが千曲川中流、犀川中・下流域の1,000mm前後で、北海道の内陸部を除いては日本一雨の少ない地域である。一方、下流部の新潟県は日本海性の気候で、降雨の型は太平洋側とは全く逆の型となっている。太平洋側では降水量が秋から春に少なく、夏季に多いという凸型分布を示すのに対し、信濃川の下流部では冬季の降水は無論のこと、春と秋に雨が夏には少ない凹型分布である。(図一3) 年降水量(昭和46～55年の平均)は新潟市が1,766mm、内陸平地部の長岡市が2,577mmと長野県側と比較して2～3倍程度と多い。これは冬期間の降水量(雪)の相違からくるものである。積雪量は海岸部は少ないが、内陸部の長岡市では約1m前後であ

第5項 流況

広大な流域を有する信濃川は、我が国屈指の豪雪地帯を有しており、このことが流出に大きな影響を与えている。すなわち、信濃川の年総流出量は小千谷の基準点（流域 9,719km²）において約156億m³（昭和46～55年の平均）であり、日本一の水量を誇っている。上流域（長野県）と下流域（新潟県）を比流量で比較すると、豪雪地帯をもつ魚野川は1km² 当り年間350万m³の流出を示し、千曲川の約5倍の比流量となっている。（図一4）融雪出水は信濃川の治水、利水に大きな影響を与えている。融雪による流出は3月から6月にみられ、この時期に降雨が続くと河川流量が増大し、指定水位あるいは警戒水位相当流量が一週間から数週間に亘り継続する。

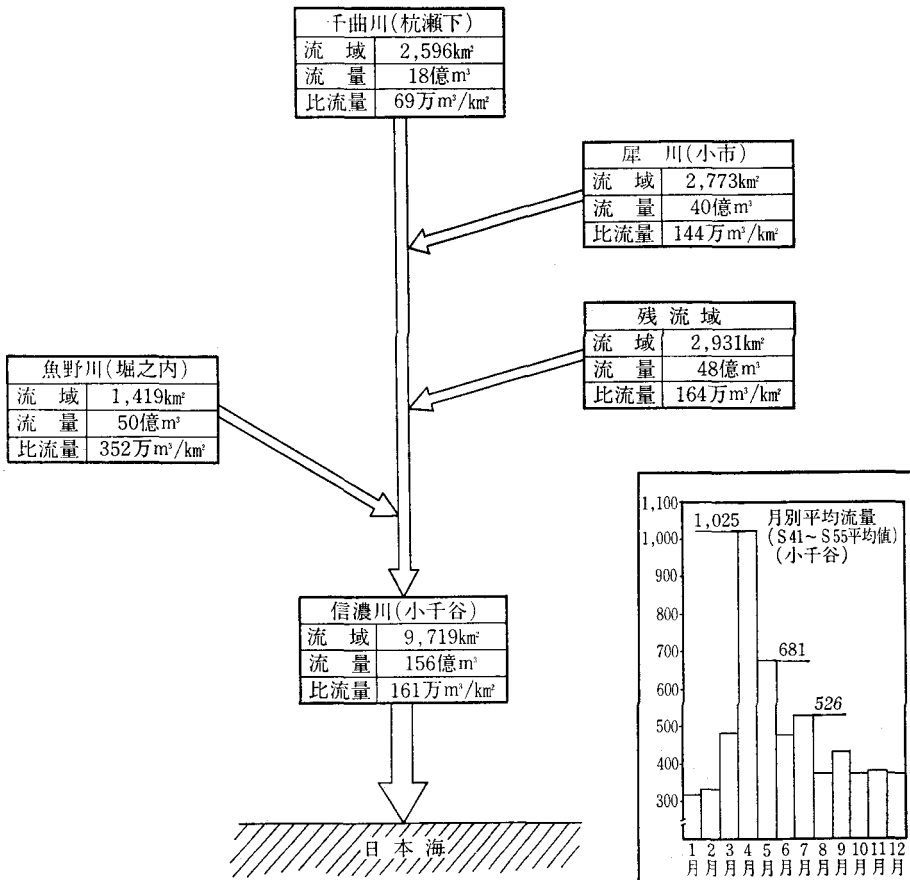
一方、山間部の積雪は自然の貯水ダムでもあり、融雪期において河川に安定した大量の流出をもたらし、貯留された降雪は発電、かんがい用水等の貴重な供給源となっているが、かんがい期後半の7月下旬から8月にかけて渇水が発生する確立が高い。なお、信濃川及び魚野川の最近10カ年間の流況は、表一1のとおりである。



図一3 月別降水量 (S46~S55平均値) (長岡)

り、更に山沿いに及ぶにしたがって多くなり、長野県、群馬県、福島県との県境の山地部は日本一の豪雪地帯で2m以上の積雪深になり、年降水量は3,000mmに達する。気温についてみると、新潟市の年平均気温は13.0°Cで長野市、松本市の約11.0°Cより高く、軽井沢と比較すると6°C近く気温が高いことになる。

また、日照時間は新潟県側は長野県側と比べ少なく、特に冬期間の12月、1月、2月の3カ月間は長野市、松本市の半分以下と非常に少ない。



図一4 信濃川(千曲川)年間流況図 (S26~S55平均値)

表一 最近10ヶ年間の流況表

河川名	観測点	流域面積 km ²	最大流量		豊水量		平水量	
			m ³ /s	比流量	m ³ /s	比流量	m ³ /s	比流量
信濃川	立ヶ花	6,442	2,820	43.78	240	3.73	182	2.83
〃	小千谷	9,719	6,106	62.83	530	5.45	375	3.86
〃	帝石橋	(1,260) 11,647	1,738	137.94	480	4.12	410	3.52
魚野川	堀之内	1,408	2,752	195.45	171	12.14	102	7.24

河川名	観測点	低水量		渇水量		最小流量		年平均流量		備考
		m ³ /s	比流量	m ³ /s	比流量	m ³ /s	比流量	m ³ /s	比流量	
信濃川	立ヶ花	150	2.33	123	1.91	79	1.23	221	3.43	S43~52平均
〃	小千谷	292	3.00	213	2.19	64	0.66	481	4.95	〃
〃	帝石橋	349	3.00	259	2.22	89	0.76	427	3.67	〃
魚野川	堀之内	71	5.04	47	3.34	9	0.64	158	11.22	〃

- (注) 1. 最大流量、最小流量は10ヶ年間の最大値、最小値である。
 2. 豊水量、平水量、低水量は各年の豊水量等を平均したものである。
 3. 帝石橋の()は大河津下流の流域面積である。
 4. 比流量の単位は100km² 当りである。

第2節 地域農業の特徴

第1項 土地利用現況

水系内の総面積は 11,900km² で、昭和55年の耕地面積は208,000ha、耕地率19%である。また、耕地面積の中では水田が141,000haで68%、普通畑、樹園地が67,000haで32%であり、新潟県だけをとってみると、水田が89,000haで耕地面積の88%を占めている。(表一2)

第2項 耕地の現況(新潟県)

昭和51年の農政局の調査によれば、水田の区画整理は80%が完了しているが、区画が小さく20a以上の大きさで整備されているものは24%と少ない。一方、基幹用排水施設は約70%の地域について整備されており、特に信濃川下流域は90%の高い率を示している。(表一3)しかし、この整備は水田利用のみを考えた整備となっており、特に排水施設についてみると、現在叫ばれている汎用耕地を前提とした施設の整備はなされておらず、今後、基幹排水施設の整備、圃場整備の推進が必要であり、この推進に伴い必然的に用水施設の整備が一層推進されなければならない状況である。

第2章 信濃川治水事業の進展過程

第1節 信濃川の変遷と洪水

甲武信岳の源流から信越国境の志久見川合流点までの千曲川における河道の変遷について、「千曲川治水誌」には、長野盆地の東辺の河道は、沖積世初期においてはおよそ標高340mの線の流れ、現在の河身よりも1~2km東に偏っていたと結論付けている。

平野部における信濃川は乱流を極め、幾多の水路を網

表一2 土地利用現況表

資料：昭和55年~56年農林水産統計年報

ブロック名	流域面積 km ²	農用地積 ha	水田 ha	畑 ha
長野県	7,180	107,240	52,610	54,630
新潟県 上流	2,440	25,920	21,870	4,050
中流	1,090	32,000	28,520	3,480
下流	1,190	42,820	38,180	4,640
小計	4,720	100,740	88,570	12,170
計	11,900	207,980	141,180	66,800

状に分かちながら流下していたものと思われ、河道の安定後においても水勢による河身の変更、洪水による堤防の決壊等、自然的な要因及び対策上からの人為的要因により幾多の変遷をたどっている。なかでも三条付近から白根付近にかけては、1500年代から1600年代の120余年間で図一5のとおり大きく4回の变遷を経ており、現在の信濃川の流路が確立したのは享保3年(1718年)頃と考えられる。

洪水禍は、治水事業の進展した昭和40年代まで繰り返され、絶えず沿岸住民を脅かし、そのため、集落の移転も数多く行われてきた。

新潟平野は信濃川、阿賀野川の下流部に位置しているが、別名、蒲原平野と呼ばれていることから想像できるように低平地で、数百年前までは一面に蒲や葦が生え茂っていた地域である。輪中状の地形になっているところも多く、治水がこの地域の発展のうえで大きな課題で

表-3 耕地分級表

資料：北陸の農地の現況(51年)

区分		信濃川上流		信濃川中流		信濃川下流		計	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
水田面積(52統計)		22,561	18	29,258	23	49,662	40	101,481	100
傾斜区分	1/300 未満	1,125	5	18,140	62	44,696	90	63,964	63
	1/300~1/100	9,250	41	5,266	18	2,483	5	16,999	17
	1/100~1/20	6,091	27	2,926	10	1,490	3	10,507	10
	1/20 以上	6,091	27	2,926	10	993	2	10,010	10
基幹用排水施設	用水, 排水完備	9,476	42	16,384	56	44,695	90	70,555	69
	用水完備排水不備	1,128	5	117	0.4	1,490	3	2,735	3
	用水不備排水完備	225	1	176	0.6	495	1	896	1
	用水, 排水不備	11,732	52	12,581	43	2,982	6	27,295	27
ほ場整備	30a 以上	2,707	12	878	35	5,959	12	9,544	9
	30~20	1,805	8	1,463	6	12,416	25	15,684	15
	20~10	3,384	15	18,433	3	28,804	58	50,621	50
	10a 未満	4,287	19	585	2	49	0.1	4,921	5
	未整形	10,378	46	7,899	27	2,434	5	20,711	20
地耐力区分	A 5 kg/m ² 以上	—	—	1,755	6	994	2	2,749	—
	B 3.5~5	—	—	6,437	22	5,959	12	12,396	—
	C 2~3.5	—	—	8,192	28	33,770	68	41,962	—
	D 1~2	—	—	2,288	42	8,393	18	21,227	—
	E 1 未満	—	—	586	2	—	—	586	—
土性区分	細粒質	—	19	—	81	—	78	—	66
	中粒質	—	28	—	12	—	17	—	19
	粗粒質	—	53	—	7	—	5	—	15

あった。この地域の治水対策は、まずなによりも洪水対策が重要であったため、もっぱら洪水対策が先行して進められたが、近年は、内水排除対策も進められるようになってきている。

ここでは、信濃川下流地域の洪水対策と、この地域の代表的輪中の一つである西蒲原地域の内水排除対策を中心に紹介する。

第2節 信濃川の主な治水事業の沿革

第1項 大河津分水

信濃川は、その中流部大河津付近(河口より約60km上上の地点)において北流していた流れを東方に転じていたため、その転換部の「熊之森」は常に洪水の衝撃の中心地であった。しかし、この地点から日本海への距離は最も接近しており、更に大河津と日本海の間点には円蔵子瀨があり、土地が低窪という条件に着目し、信濃川の根本的治水は大河津から日本海に放水路を開削し、信濃川の洪水を日本海に放流するということであると考えられた。この計画は、享保年間の幕府出願を初めとして数次に亘って行われたが実現されず、明治元年5月の大洪水を契機に明治2年5月に着手された。しかし、政府

の経済力や新潟港の維持、下流におけるかんがい用水の確保等の関係で反対意見も多く、工事半ばにして大河津分水工事は放棄された。

明治29年の大洪水は、工事の再開を求める声を再び呼び起し、幾多の紛争を経て明治40年に至り、「信濃川改良工事」という名目で国会承認を得て、明治42年から大正14年までの18年間の歳月を要して完成された。

この間、地すべりの発生による掘削の増大を伴いながら延長10kmの分水路、放水路側の堰堤工、本川側の洗堰工、閘門工等の工事が実施された。これに要した費用は2,010百万円で、労務者は延べ1,000万人に及んだ。

昭和2年自在堰が陥没したため、補修工事によって可動堰を自在堰の上流100mに移動させた。固定堰の補強等と合せて、昭和6年に補修工事は全て完了し、大河津分水路は装いを新たに再出発し現在に至っている。

大河津分水の完成により、洪水時には上流からの洪水は全て放水路を通じて直接日本海に放流されることになり、500km²に及ぶ広大な下流域の洪水の被害は著しく軽減され、流域開発の基礎をつくった。

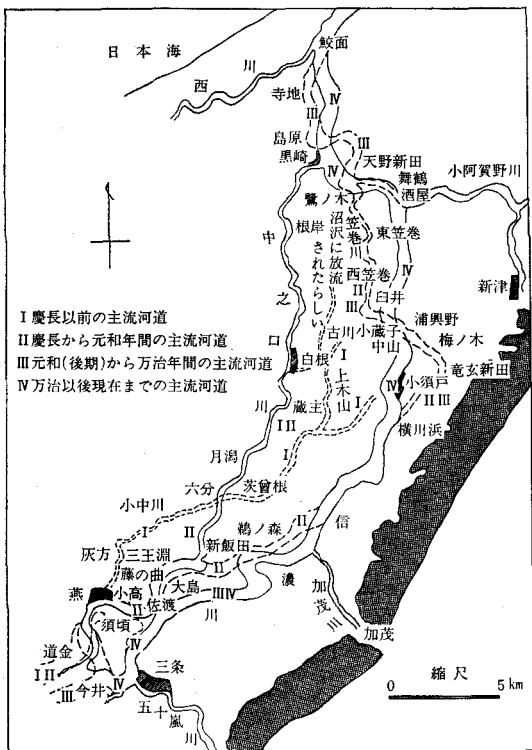


図-5 信濃川河道変遷図

第2項 河川改修及びダム建設

信濃川における最大の事業であった大河津分水路に関する事業が完成した後、大河津より上流の小千谷に至る約30km間の改修工事は、計画高水流量 $5,570\text{m}^3/\text{s}$ を目標に進められてきた。その後 $9,000\text{m}^3/\text{s}$ に改訂され、これに伴い大河津分水路など一連の施設を改良するとともに、堤防のかさ上げ、堤防の引き堤、築堤及び水制の増強等、各種工事が行われた。しかし、この計画高水流量の規模は、整備水準で15~30年程度のものであることから、昭和49年に「信濃川水系工事実施基本計画」を策定し、背後地の重要性等も考慮して、計画高水流量を魚野川合流点から大河津分水までを150年、新潟県と長野県の県境に近い宮中堰堤から魚野川合流点までを100年として計画高水流量の再検討を行い、 $11,000\text{m}^3/\text{s} \cdot 9,500\text{m}^3/\text{s}$ とそれぞれ改訂された。

現在、本川については上流の計画洪水量に基づいて河川改修が行われている。なお、下流の中ノロ川及び後述する関屋分水路下流の本川については、地盤沈下地帯であること、また、関連社会施設の錯綜した市街部を流下していることなどの条件によって、本川なみの改修工事が不可能であり、本川筋の洪水流下能力に応じて洪水の流下を規制する水門施設を設けている。

大河津分水点における基本高水流量 $13,500\text{m}^3/\text{s}$ を $11,000\text{m}^3/\text{s}$ に減小させるためには、上流地域にいくつかの洪水調節用のダムを建設することが必要である。このため、現在新潟県側の魚野川に三国川ダム、長野県側の犀川に大町ダムが多目的ダムとして、建設省の直轄工事により実施されている。また、この二つのダムだけでは目的を達成することができないため、なおいくつかのダムの建設が調査・検討されている。

第3項 中ノロ川水門

中ノロ川は、本川上流部の燕市道金地先から分派し、下流部黒崎町善久地先で再び合流する延長約34kmの派川で、約10,000haに及ぶ水田のかんがい利用されるほか、古くから長岡~新潟間の舟運に利用された川である。このため、燕市、白根市等をはじめとして、沿岸には本川筋に比べ人家連たん地区が多い。

中ノロ川の改修工事は、明治17年から同35年にかけて行われた信濃川河身改修工事により現在の河道が形成されたものである。その後、維持修繕工事が行われたのみでほとんど大きな改修は行われなかったが、昭和33年頃に至り中流部の白根市を中心に地盤沈下が著しくなり、昭和35年から新潟県において地盤沈下対策事業が白根市を中心として中・下流部において実施され、現在に至っている。

昭和36年8月6日、洪水により中ノロ川が白根市の左右岸から溢水した際、農民達が土俵の代わりに、政府指定倉庫から奪取した米俵によって、破堤を防いだ事件は

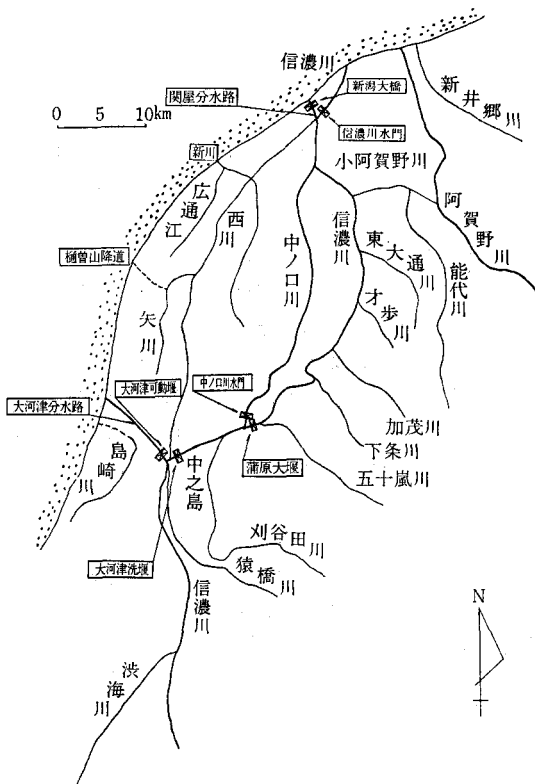


図-6 信濃川水系における主なる河川管理施設

有名である。

中ノロ川水門は、この中ノロ川の治水を抜本的に解決するために、中ノロ川の分派点に設置された水門で、我が国でも例をみない洪水調節のための主ゲートと低水管理のための調節ゲートが設けられる水門である。工事は昭和48年に着手し、昭和53年に竣功した。

第4項 蒲原大堰

中ノロ川の治水対策は、中ノロ川水門によって行うことは可能であるが、中ノロ川への流入を規制した残りの流量は、全て信濃川本川で受け持つ必要が生じてくる。このため本川の河道を抜本的に改修し、洪水の安全な流下を図らなければならない。本川改修は築堤工事のほか、低水路拡幅、掘削によって効果をあげることにしている。しかし、この改修方式で行けば、洪水位の低下のみならず、低水位まで低下することとなり、本川と中ノロ川の分派量が変わることになる。

一方、両川の水利用量は中ノロ川筋が多い（本川39 m^3/s 、中ノロ川49 m^3/s ）ことから、本川改修のみでは中ノロ川の利水が成り立たなくなる。

そこで、分派点の本川側に蒲原大堰を設置し分派点の水位を堰上げ、低水時における両川の計画的な分流を図るとともに、洪水時には、蒲原大堰ゲートは全開し、中ノロ川水門主ゲートにより洪水調節を行う計画となっている。工事は昭和53年に着工して現在工事中である。

第5項 関屋分水路

関屋分水路の目的は、治水・利水の両面を有し、治水上は、日本海側最大の都市である新潟市を洪水から防ぐ目的のほか、信濃川の河口から約8kmある区間を関屋分水路によって約1.8kmに短縮し、上流の洪水位を低下させ、氾濫を防止する目的を持つ。また、利水面からは、関屋分水路河口の新潟大堰と分水点直下流の本川に設ける信濃川水門の両ゲートによって、塩分の侵入を防止し、さらに低水時及び高水時には水位を人為的に制御し、各種利水に貢献することとなっている。そのほか、新潟西港の埋没土量の軽減や関屋分水路から洪水を放流することによって、新潟海岸の侵食防止をするなど多様な目的をもっている。工事は昭和39年に着手し、昭和49年に竣功した。

第6項 新川排水

新川は、新潟平野の代表的な郷の一つである西蒲原地域の排水幹線である。新川は古来、早通江と称して鑑潟より北東に流れ、新潟市貝柄付近より北西に向って西川と合流して信濃川に流入していた。しかし、上流部の排水を運ぶ西川は、洪水時には水位が上昇し新川の水は西川へなかなか排水できず、西川の水位が下がるまで新川流域は長期間の洪水が続いていた。このような排水問題を解決するため、文政年間（1818～1829年）貝柄より下流に新川を開削するとともに、西川の下を箱樋で立体交

差して新潟市五十嵐に至り、砂丘地帯を開削して直接日本海に放流する計画が、地元有志の間でつくられ実施された。

その後、天保（1830～1843年）、慶応（1865～1867年）年間にも西川底樋及び新川を改修したがなお排水不良のため、大正元年に西川底樋の断面拡大を図るとともに、レンガ及びコンクリート造りに改造された。

しかし、その後地域内開発等による排水量の増大、農業経営の進歩に伴う水位低下の必要性から、国営新川土地改良事業により、新川全域の河川改修と西川底樋を撤廃して水路橋が架設された。

現在、新川は延長13kmを流下して日本海に至る263 km^2 の流域面積を有する二級河川で、河床こう配は1/10,000内外の緩流河川である。

この地域においても、信濃川下流域の他の地域と同じように昭和30年代に至り顕著な地盤沈下が発生し、堤防及び新川へ排水していた排水機場が沈下したため、国営新川二期事業により、河口に240 m^3/s の排水能力を有する新川河口排水機場を設置して、排水機能の維持、強化を図った。

第7項 樋曾山隧道

信濃川の二次派川である矢川は、西蒲原地域西部の水田、山地からの流出水を集め、常時水位の高い西川に合流していたため、排水は悪く流域内の水田は常時湛水し、洪水時には西川の水が逆流して被害を助長していた。

そこで、矢川を西川から分離し、日本海に放流する案は天保7年（1836年）頃からあったが、当時の土木技術ではどうすることもできなかった。明治37年に西川閘門を設置して、洪水時における信濃川から西川への洪水の流入を制御し、合流点の洪水位の低下並びに持続時間の短縮を図る工事が行われた。

昭和8年に至り、矢川を樋曾山地点から直接日本海に放流する「県営樋曾山隧道事業」に着手したが、事業費の不足のため十分な断面はとれず19.7 m^3/s となった。昭和22年にトンネル内で大きな落盤があり、侵食・崩壊著しく、昭和31年にコンクリート巻立をしたため、通水能力が11.0 m^3/s に減じたので、昭和33年に再度県営事業（国営付帯新川地区）により、既設の隧道に平行し48.5 m^3/s を排除する新隧道を掘り、矢川水系の抜本的改良を図った。

第3章 農業開発の過程

第1節 概要

第1項 新潟平野の土地状況

信濃川と阿賀野川の二大河川が、東部の山地から運んできた土砂を堆積してできた新潟平野は、いわゆる潟湖充填平野に属する低平な湿地で、いたるところに旧河道の氾濫原、蛇行跡、鳥畑及び自然堤防があり、微高地を

た地盤沈下によって、地域の排水施設等に障害が現われ、所期の目的の達成は期待できなくなった。

これら施設の維持と効果的排水強化を目的に、新川河口に排水機場を建設するとともに、地区内排水路及び排水機場の整備を行う、国営新川二期事業が、昭和42年度から昭和54年度まで実施され、基幹排水施設は一応の整備をみた。しかしながら、昭和53年6月26日の水害を契機として、水田の汎用化を促進するとともに、農地防災の効果を期待して排水の強化を図るために、昭和55年度から国営西蒲原排水改良事業が実施されている。

なお、用水対策については、これまで県営事業等により整備が進められてきたが、地区内における用水の合理的再配分及び水質障害対策を目的に、末端用水路のパイプライン化、幹線用水施設の統合等について、国営地区調査として検討を行っている。なお、西蒲原における発展過程を図一8に示す。

3. 亀田郷土地改良区

亀田郷は信濃川、阿賀野川、小阿賀野川及び海岸砂丘に囲まれた、面積約11,000haの完全輪中地域である。また、新潟市に隣接している都市近郊農村地帯で、信濃川下流域の中で最も標高の低い地帯であり、農地の約8割を占める水田の大半は、標高が(-)1mから(+).0.6mであるため、地域の排水が日本海の潮位に左右される低湿地帯である。

かつては、地図にない湖と言われ、降水のたびに破堤と洪水に悩まされる水害の常襲地帯であった。

土地条件は白根郷に類似しているが、大規模な土地改良事業の着手は遅れ、昭和18年の栗ノ木排水施設工事から始められた。これを契機として亀田郷は水利組織の統一、大排水機による統一的排水体制の確立、用排分離、耕地整理と乾田化への道を歩み、他郷が40年の歳月を経て到達しようとしている乾田化段階を、わずか10数年に

して達する進捗状態であった。

しかし、昭和31年頃から地盤沈下が進み、栗ノ木排水機場をはじめとする農業施設の機能が低下し、昭和34年から新潟地域特殊排水事業、昭和50年から新潟地盤沈下対策事業によって、機能回復が進められている。

地区内の乾田化が進むにつれて、新潟市に隣接するという立地条件のため都市化が進行し、水質障害等いわゆる公害対策が必要となっている。国勢調査によると、人口は昭和35年の8.4万人に対し、昭和55年には20万人と激増しており、都市近郊農業地域における基盤整備の課題は、この地域においても同様起ってきている。

4. 新津郷土地改良区

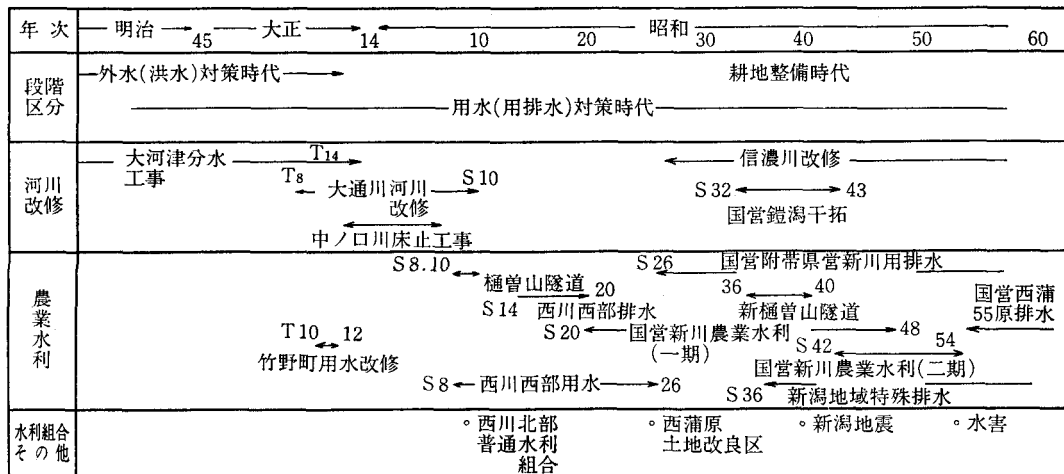
新津郷は、信濃川下流右岸に位置し、東は新津丘陵、残りは信濃川及び小阿賀野川の河川堤防に囲まれた、約7,000haの不完全輪中地域で、農地は約4,000haであり大部分は水田である。本地域も下流沿岸地帯共通の低湿地として、その悪水排除に苦慮してきた地域である。その上、東部山麓の油田に発する鉱毒水が流入し、ひとたび大雨が降れば耕地一面が湖沼化し、その災害は甚大であった。

大正6年、県が東大通川改修工事を計画し、現在の東大通川の位置に山麓部の鉱毒水排除の水路を新設し、直接信濃川へ排除することにした。これに伴い、用水機場を阿賀野川左岸及び信濃川右岸に設置した。

その後、施設の老朽化、信濃川の河床低下による取水能力の低下、背後地の開発による湛水被害等の抜本的解消のため、昭和47年度より、国営新津郷土地改良事業が実施されている。

第3項 主な土地改良区の賦課金及び維持管理費

新潟県平均及び信濃川下流域における、主要土地改良区の賦課金及び維持管理費を示すと、表一4のとおりである。各土地改良区とも用水、排水についてポンプに頼



図一8 西蒲原における水利の展開と農業発展

表一 4 主な土地改良区の賦課金及び維持管理費

	組合員数	経常賦課面積			10a 当り賦課金 (平均)			10a 当り 維持管理費
		水	田	畑	計	経常賦課金	特別賦課金	
	人	ha	ha	ha	円	円	円	円
白根郷土地改良区	3,738	4,875	746	5,620	13,204	869	13,253	8,470
西蒲原土地改良区	14,970	19,339	1,138	20,477	9,302	2,604	12,803	6,966
亀田郷土地改良区	5,308	4,824	939	5,763	9,105	893	9,268	8,115
新津郷土地改良区	3,270	3,207	230	3,437	12,295	2,811	15,103	8,211

(注) (1) 資料：「新潟県土地改良区要覧 (S56年度版)」による。

(2) 面積及び組合員数は S56年 4月 1日現在のものであり、賦課金、維持管理費は S54年度のものである。

(3) 特別賦課金は、特別賦課額を特別賦課延面積で除して求めたものである。

っており、最近の電力料金、人件費の増嵩により維持管理費が高く、このため近年、経常賦課金が高くなってきている。

第 2 節 水系内における国営土地改良事業の実施状況

信濃川水系における、完了又は実施中の国営土地改良事業の概要を示すと表一 5のとおりである。表より明らかのとおり全体で 16地区の内、すでに完了しているのが半数の 8地区である。

ここでは、事業実施中の地区について、現況及び計画の概要を紹介するものとする。

第 1 項 かんがい排水事業

(1) 刈谷田川右岸農業水利事業

地区内は排水施設の不備、能力不足により年々湛水被害を生じている。また、用水不足のために排水路を堰上げして反覆利用をしているので大半が湿田となっている。このため、用排水を抜本的に改良して、用排水施設を完備した生産性の高い土地基盤を造成するものである

(2) 新津郷農業水利事業

既設用排水機場の統廃合並びに用排水路の整備を行い、洪水の完全排除と乾田化、用水不足の解消を図り、大規模の圃場整備を実施するものである。

(3) 西蒲原農業水利事業

農地の汎用化に対応した排水改良と併せて農作物、農用地及び農業用施設の雨水等による災害を未然に防止するため、それに必要な基幹排水施設の整備を行い、地域全体における体系的な排水機能の強化を図るものである

(4) 信濃川左岸二期農業水利事業

国営信濃川左岸農業水利事業により造成した用水路が老朽化したのでこれを改修して、将来の営農形態に即応した用水の安定供給を図るとともに、用水管理施設を整備し、水管理の合理化と水不足の解消を図るものである。

(5) 信濃川下流農業水利事業

信濃川の水位低下が著しく、また、中ノロ川については取水施設の能力不足、老朽化等により農業用水の取水に多大な影響が出ているため、信濃川本川に頭首工を設置し、取水施設の統廃合を行うことにより取水の安定を

図り、基幹施設の整備を行い、農業生産性の向上と農業経営の安定を図るものである。

第 2 項 農地開発事業

(1) 苗場山麓総合農地開発事業

信濃川右岸河岸段丘の未墾地を開発し、635ha(普通畑 707ha、桑園 59ha、牧草地 169ha)の農地造成を行うとともに、貯水池の新設等用水施設を整備し、普通畑の 239haについて用水補給並びに区画整理を行い、農業規模の拡大と基盤の整備を図るものである。

(2) 苗場山麓第二総合農地開発事業

信濃川右岸河岸段丘の未墾地を開発し、591ha(普通畑 537ha、桑園 54ha)の農地造成を行うとともに、旧来の事業によって造られた用水施設を改修又は新設補充して、711ha(水田 436ha、桑園 37ha)について用水補給、899ha(水田 624ha、普通畑 238ha、桑園 37ha)の区画整理を行い、農業規模の拡大と基盤の整備を図るものである。

(3) 下田総合農地開発事業

五十嵐川左右岸の未墾地を開発し、491ha(普通畑 348ha、桑園 77ha、飼料畑 66ha)の農地造成を行うとともに、未墾地に隣接する既耕地(水田 408ha)について、区画整理並びに貯水池の新設等農業用排水施設の整備拡大を図り、農業生産性の向上と農業経営の安定を図るものである。

第 4 章 調査事務所の調査概要

第 1 節 水系開発基本調査

広域農業開発基本調査は、将来の地域開発計画の基礎資料を得るため、農業の現況把握と、動向・予測の上にしたった基本調査を行うもので、現況調査と開発調査に大別される。

現況調査は水利現況、営農現況、水源現況等を把握し現況水収支を行い、開発調査の基礎資料とする。

開発調査は開発方向を策定し、営農計画、土地利用計画、水利用計画、水源開発計画を盛り込んだ農業開発計画を樹立するとともに、水需給計画を策定するものである。

表一 5 信濃川水系における国営事業地区概要

区分	地区名	事業目的	受益面積 ha	総事業費 億円	主要工事	事業年度
排水	阿賀野川	排水改良 用水改良	24,596 6,432	85	排水機場10ヵ所, 排水路121.6km, 用水機場2ヵ所, 用水路12.2km	S 16~48
	新川	排水改良	20,234	80	排水水門1ヵ所, 排水機場7ヵ所, 排水路84.7km	20~48
	信濃川左岸	用水改良	5,364	16	取水口1ヵ所, 頭首工1ヵ所, 用水機場1ヵ所, 用水路42.6km, 放水路0.8km	21~39
	新川二期	排水改良	19,476	97	排水機場1ヵ所, 排水水門工1ヵ所, 排水路7.4km, 排水制御施設	42~54
	刈谷田川右岸	排水改良 用水改良	4,622 3,604	246	排水機場1ヵ所, 排水路29,2km, 取水口1ヵ所, 用水機場2ヵ所, 用水路14.6km	45~60
	新津郷	排水改良 用水改良	3,917 3,055	248	排水機場2ヵ所, 排水路17.5km, 用水機場2ヵ所, 用水路10.1km	47~60
	信濃川左岸二期	用水改良	4,951	124	頭首工改修2ヵ所, 用水路31.2km	54~63
	西蒲原	排水改良	21,560	509	排水機場8ヵ所, 排水路67.6km	55~66
	信濃川下流	用水改良	4,520	176	頭首工1ヵ所, 用水機場1ヵ所, 用水路14.9km	57~66
農地 発 開	水沢津南	農地造成	1,838	3	貯水池6ヵ所, 導水路5.3km, 用水路1.8km, 排水路1.0km, 道路46.8km	17~36
	六日町	農地造成	687	6	取水口1ヵ所, 導水路6.9km, 用水路8.3km, 道路32.0km	17~37
	魚野川	農地造成 区画整理 用排水改良	618 1,233 1,785	103	取水口1ヵ所, 頭首工3ヵ所, 用水機場1ヵ所, 用水路45.6km, 排水路9.3km, 道路21.4km	40~53
	苗場山麓	農地造成 区画整理 用排水改良	635 239 239	125	城源ダム(有効1,170千m ³), 用水機場2ヵ所, 用水路15.5km, 排水路51.9km, 道路25.5km, 農地造成635km	48~60
	苗場山麓第二	農地造成 区画整理 用排水改良	591 711 899	216	大谷内ダム(有効1,200千m ³), 源内山ダム(有効400千m ³), 頭首工2ヵ所, 用水機場3ヵ所, 用水路15.4km, 排水路92.8km, 道路25.7km, 農地造成591ha	50~62
	下田	農地造成 区画整理 用水改良	491 408 408	170	鹿熊ダム(有効1,900千m ³), 用水機場16ヵ所, 用水路47.1km, 道路25.6km, 農地造成491ha	56~65
干拓	鐵 瀉	農用地 用排水改良	232 2,342	16	築堤0.2km, 用水機場2ヵ所, 用水路7.4km, 排水機場3ヵ所, 排水路12.1km, 道路15.8km	33~43

(注) 昭和58年1月現在

信濃川水系農業水利調査事務所は、現在、信濃川水系のほか阿賀野川、関川水系についても調査を行っているが、水系調査地域の概要は、図一9及び表一6のとおりである。

第2節 地盤沈下対策調査

この調査は、昭和28年頃から急激かつ広範囲に生じた新潟平野における地盤沈下現象の原因と細部機構を解明し、その防止と被害を受けた農地及び農業用施設の機能

復旧のために、対策事業計画を樹立するとともに、実測値と推定沈下量等を検討しながらアフターケアを行って、対策事業の有効な推進を図ろうとするものである。

調査地域は、新潟市ほか24市町村にまたがる約56,000haを対象としている。現在実施中の主な調査は、①地域全体の沈下現象の実測(水準測量)、②代表地点の各層毎の収縮量の測定(観測井)③将来沈下量の予測等である。

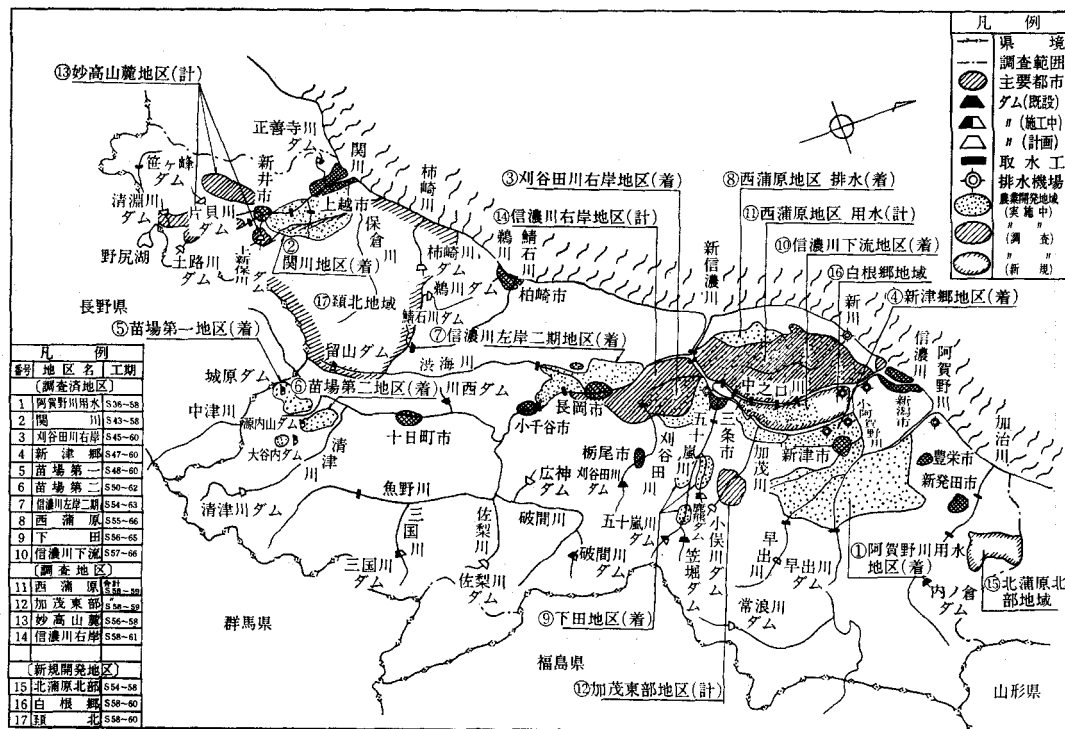


図-9 水系開発基本調査信濃川地区概要図

表-6 水系調査地域の土地利用現況表

水系名	ブロック名	流域面積 (km ²)	農用地面積 (S55年)			備考
			水田 (ha)	畑 (ha)	計 (ha)	
信濃川	上流	2,440	21,870	4,050	25,920	新潟県
	中流	1,140	28,520	3,480	32,000	
	下流	1,190	38,180	4,640	42,820	
阿賀野川		2,300	36,770	4,480	41,250	
関川		1,720	31,700	3,290	34,990	
小計		8,790	157,040	19,940	176,980	
信濃川	長野県	7,180	52,660	54,630	107,290	群馬県
阿賀野川	福島県	5,410	33,260	9,850	43,110	
小計		12,590	85,920	64,480	150,400	
計		21,380	242,960	84,420	327,380	

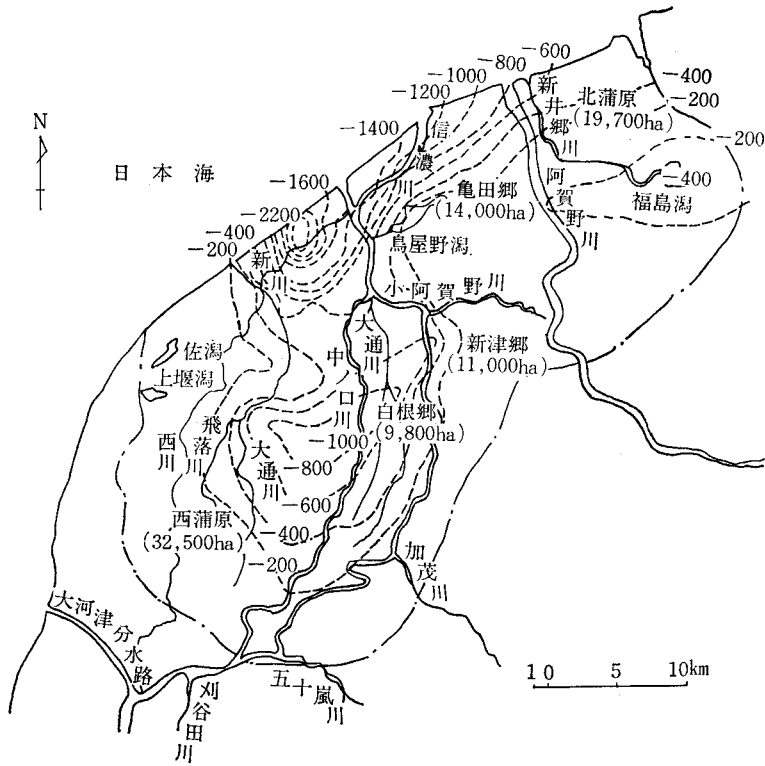
(注) (1) 資料：昭和55年～56年農林水産統計年報による。

(2) 信濃川中流部の流域面積には、派川島崎川分の50km²を含む。

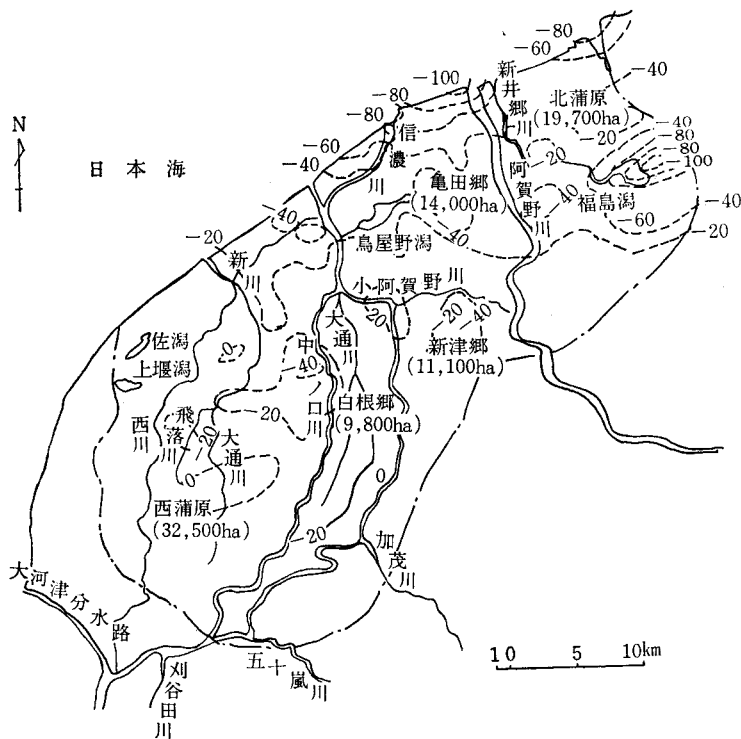
(3) 長野県の水田面積には、関川水系分の50haを含む。

新潟平野の地盤沈下は、この地域に賦存する水溶性天然ガスの採取に伴う地下水の大量汲み上げに原因しているが、昭和47年以降、地上排水方式によるガス水の採取は全面的に禁止されており、沈下は落ちついてきてい

る。一方、新潟平野に大量に賦存する水溶性天然ガスの有効利用を図るため、新潟県及びガス関係企業は、昭和46年以降ガス付随水の地下還元方式による一連の企業化実験を行っており、現在この方式によるガス水採取の地



図一10 累計沈下量等値線図



図一11 最近5年間累計沈下量等値線図(単位: mm S52.9.1~S57.9.1)

盤変動に与える影響についても監視を行っている。なお、地域における沈下状況を示すと図-10及び図-11のとおりである。

第3節 現在実施中の国営土地改良事業地区調査

第1項 西蒲原用水地区（調査51～57年度全計58年度～）

本地区は新潟県のほぼ中央部に位置し信濃川、中ノロ川、新潟砂丘、弥彦山麓に囲まれた受益面積21,100haの広範な地域である。現況は信濃川、中ノロ川、西川を主水源とし、不足用水は地区内の排水河川である新川、大通川、飛落川などからの反覆利用を行っている。これらの取水施設の多くがポンプ設備であるのに加え、用水系統が複雑であるため、用水管理を十分に行うことができない状況である。また、西川下流域は市街化に伴う都市汚水、工場排水の流入による水質の悪化が進行しているとともに、新川下流域では塩水クサビの遡上が見受けられ、農業用水の取水に影響を与えている現状である。

計画では用水組織を抜本的に改善するため、河川からの自然取水を原則とした施設の統廃合を行い、末端施設を管網化し、用水管理の合理化を図ることにより維持管理費の節減、水質障害地域の水源転換を図り、営農変化に対応できる基盤整備を行うものである。

第2項 信濃川右岸地区（調査58～61年度）

本地区は新潟県のほぼ中央部に位置し、長岡市をはじめ見附市、柴町、中之島村を中心とした信濃川右岸に展開する10,000haの穀倉地帯である。

用水現況は、信濃川より自然取水している福島江を中心とし、これより直接分水される地域及び福島江より刈谷田川に放流された用水を取水している地域に大別される。土地改良区も数多く錯綜しているため旧来からの用水の慣行が残り、用水系統も複雑化している。用水不足のため地区内の排水河川から数多くのポンプによる反覆利用が行われているが水量は安定していない。さらに今後都市化の進展による水質汚濁の心配、近年における長岡市を中心とした地下水位の低下、排水改良効果の発現による所要水量の増加も現われてきている。このため、必要水量を全量信濃川及び刈谷田川から自然取水し、反覆利用を解消するとともに、乾田化及び地下水低下などに伴う減水深増に対処する用水確保並びに水質改善を行い、用水系統の整備を行うものである。

また排水の現況は、地域の中央を横断する猿橋川の八丁瀨附近はその昔湿地帯であったため、標高も低く洪水時には甚大な被害を被ってきた。このため、猿橋川改修事業、湛水防除事業が実施されているが、用水不足に起因する地域内の利害関係の対立から進捗が遅れている。またこの地域の北部を流下する中之島川の流域は低平な輪中地帯であり、信濃川の洪水位が高いために排水が悪くしばしば湛水被害を被っている。このため、これらの

地域の排水能力の増強を行い湛水被害の防止を図るとともに、農地の汎用化を促進し農業経営の安定を図ろうとするものである。

第3項 加茂東部地区（調査55～57年度全計58年度～）

本地区は新潟県のほぼ中央部に位置する加茂市の東部にあつて、標高50～400mの山間丘陵地帯であり、耕地率はわずか5%に過ぎず、そのほかの殆んど地域は未利用の山林・原野で占められている。本地域は総戸数の77%が農家で、農家1戸当たりの平均耕地面積は0.94haと県平均の1.13haに比べ極めて零細であり、また、第2種兼業農家（78%）への移行が著しく、地理的条件から、恒常的賃労働を主体とした都市近郊的な通勤兼業地帯となっている。

計画では開発適地である山林・原野の未墾地を開発し、600haの農地造成を行うとともに、未墾地に隣接する既墾地280haの区画整理並びに農業用排水施設の整備拡充を図る。一方、農業用水は地区内河川に水源を求めダム、用水機場、幹・支線水路の新設により水の有効利用を図るとともに、道路及び畑地かんがい施設等を整備し、更に農業の機械化及び省力化のため農地の集団化を図り、生産性の高い農業地帯としての発展を図るものである。

第5章 水利現況

第1節 概要

第1項 水利用の変遷

信濃川は、地域住民を慈しみ育ててくれた恩人で“母なる信濃川”である。それは、集落の多くが扇状地や沖積平野の上に存在し、主要都市が信濃川と密接な関係をもって発達していることからもうかがえる。しかし、その水を利用するに至るまで沿川の住民は、洪水との苦闘の明け暮れでもあった。

信濃川の豊富な水は、古くから長野県内の佐久・中信・善光寺平や、新潟県の魚沼・越後平野の農業用水として利用されてきた。そして、その水利用は戦後の食糧不足を背景に、開田による農地の拡大、用排水改良の進展等により用水量も増加した。

また、信濃川の水は、沿川の市町村の飲み水として利用されているが、上水道の普及や生活水準の向上等から家庭用使用量の増加が著しい。

工業用水は長野県の製紙、精密機械工業、新潟県での燕市の洋食器、新潟市の金属・化学工業、発電所における冷却用水等に利用され、高度成長期の昭和37年から昭和46年までの10年間で、使用量が3倍にも増加している。

一方、信濃川の上・中流部は、豊富な水と落差を利用した水力発電の好適地となっており、大正時代の終り頃

から大規模発電所などの電源開発が進められてきた。近年に入りピーク発電や揚水式発電等、需要に応じた水利用が行われている。

そのほか信濃川は、かつては河川交通路として、また、近年では雑用水、とりわけ消雪・流雪用水や希釈水の水源等として多面的な利用が行われている。

第2項 河川管理の状況

信濃川水系における直轄管理区間は、昭和40年4月1日の一級河川指定と同時に、6河川251kmが指定された。その後、追加指定、変更等により、現在では11河川310kmとなっている。

主要な河川管理施設としては堤防、護岸等のほか、信濃川下流においては新潟大堰（関屋分水門）、信濃川水門、中ノロ川水門、蒲原大堰（工事中）、中流で大河津洗堰・可動堰などがあげられる。

第3項 利水及び治水による流況への影響

都市用水は、現在のところ比較的取水量は少ないが、今後の経済・社会の変化に伴い消費量の増大が予想される。

一方、発電については、位置のエネルギー利用で消費量はないが、大量の水（場合によっては全量）をトンネルなどによって導水を行っており、その間では取水が不可能であり、更に調整池と組み合わせることによるピーク発電によって、下流の取水位、取水量を大きく変化させ、農業用水等の取水に多大の影響を与えている。

特に、中流部の小千谷市にある国鉄信濃川水力発電所においては、首都圏を中心とする国鉄の電力を供給するため、上流の宮中堰堤で最大 $167\text{m}^3/\text{s}$ を取水し、調整池を利用して最大使用水量 $300\text{m}^3/\text{s}$ のピーク発電を行っている。発電量は最大24万kwであり、年間発生電力量は約11億kWhと、年間の国鉄使用電力量の約1割を供給している。このため、発電所の放出口から下流の信濃川においてはピーク発電の影響を受けて、渇水時には1日の間において河川水位が、最大取水量 $25.7\text{m}^3/\text{s}$ の福島江取入口では最大1.5m程度（昭和57年）変動しており、農業用水をはじめとする取水に大きな影響を与えている。

また、河川管理施設である大河津洗堰下流の利水は、大河津洗堰操作規程に左右される。すなわち、「洗堰下流の出水が予想されない平時においては、信濃川本川流量が毎秒270立方メートル未満の場合には、全量を本川に流下させるが、毎秒270立方メートル以上の場合には、原則として毎秒270立方メートルを本川に流下させる。」となっていることから、非出水時においては、大河津洗堰下流へは $270\text{m}^3/\text{s}$ を超える流量の流下が原則としてないことになる。

なお、近年大河津分水工下流の河床が著しく低下し、白根郷、新津郷等においては取水に支障を来している。

第2節 水利の現況

第1項 全体の現況

信濃川の豊富な水は、発電をはじめとして、農業用水、都市用水、舟運等に利用されているが、取水量においては、発電用水を除くと農業用水が圧倒的に大きく全体の94%を占め、工水が4%、上水が1%、雑用水が1%である。また、新潟県内のみをとると農業用水は91%、工水6%、上水2%、雑用水1%である。（表一7）

第2項 農業用水の現況

昭和51年現在の水系全体の農業水利権は4,700件、最大取水量 $698\text{m}^3/\text{s}$ 、かんがい面積164,000haである。また、新潟県のみをとると最大取水量 $396\text{m}^3/\text{s}$ 、かんがい面積106,000haである。

河川の流況について前に述べたように、信濃川は3月から6月に豊富な融雪水が安定的に流出するために、下流域に広大な水田が開かれている一方、早ばつの害は7月から8月を除いては殆んどないという特徴を有している。

近年、農業用水は人口の集中に伴って、都市近郊農村の都市化及び農地の潰廃、都市排水の混入による水質障害、また、排水改良の進展による用水量の変化、農業の機械化・近代化等による営農形態の変化などから、用水量の再検討が必要となっている。

第3項 上・工水の現況

昭和51年現在、水系全体における河川表流水に依存している上水道は、給水人口170万人を対象とし取水口58カ所、取水量 $11\text{m}^3/\text{s}$ である。このことは、流域内人口300万人の約6割が信濃川の水を飲むことになり、上水の計画取水量は、その後も増加の傾向を示している。

一方、工業用水は許可件数32件、取水量 $27\text{m}^3/\text{s}$ が現況であるが、戦前からのものは3件のみで、そのほかは、産業の高度成長期の昭和30年代の後半からのもので占められている。工業用水のうち $22.8\text{m}^3/\text{s}$ は河口にある新潟火力発電所の冷却用水であり、これ以外の工業用水の取水量は、近年における経済成長の鈍化傾向の影響を受けて、最近は顕著な増加はみられない。

第4項 発電の現況

信濃川水系における最初の水力発電は、明治32年にさかのぼるが、初期の1,000kw程度の流込み式発電所から、電力需要に応じた調整池式発電所、季節的な調整ができるダム式発電所、更にピーク需要のための揚水式発電所へと、その規模を拡大しながら進められてきている。

現在は、100万kwを超える揚水式発電所も稼働しており、水系全体の発電用の取水量は最大約 $4,000\text{m}^3/\text{s}$ 、年間発生電力量は約7,000,000MWhで全国の水力発電の約1割を占めている。

昭和57年5月の通産省の第5次発電水力調査中間報告

表一七 信濃川水系水利使用状況

(昭和51年3月31日現在)

県名	① 上水道		② 工業用水		③ 農業水利権				④ 雑用水				合計		発電用水				
	件数 (件)	取水量 (m^3/s)	件数 (件)	取水量 (m^3/s)	許可取水量 (m^3/s)	慣行水利権		業用水		件数 (件)	取水量 (m^3/s)	件数 (件)	取水量 (m^3/s)	件数 (件)	最大取水量 (m^3/s)	件数 (件)	最大取水量 (m^3/s)		
						かんがい 面積 (ha)	取水量 (m^3/s)	かんがい 面積 (ha)	取水量 (m^3/s)									最大	普通
新潟	(3) 35	(0.328) 8.307	22	26.299	293257.029	222.325	72,531	377	138.845	33,012	1,670	395.874	21	3.821	(3) 1,748	(0.328) 434.301	(27) 27	(1,260.539) 1,260.539	(448.156) 448.156
長野	(2) 23	(0.358) 2.664	10	0.735	409219.862	135,879	35,199	2,564	82.351	23,673	3,063	302.213	29	4.441	(2) 3,125	(0.358) 310.053	(13) 82	(2,309.85) 2,764.689	(302.61) 518.357
計	(5) 58	(0.686) 10.971	32	27.034	702476.891	358,204	107,730	4,031	221.196	56,685	4,733	698.087	50	8.262	(5) 4,873	(0.686) 744.354	(40) 109	(3,570.389) 4,025.228	(750.766) 966.513

(注) (1) 資料：信濃川百年史による。
(2) () 内書はダム依存を示す。

によれば、信濃川水系は、豊富な水量と豊富な落差からして、全国でも最も包蔵水力が大きい水系とされており、今後、水力発電の建設促進が予想される。

更に今後は、県内に建設が予定されている柏崎原子力発電所、巻原子力発電所等の電力を利用した、大規模な揚水式発電所の建設計画が一層推進されると思われる。

第6章 水系総合開発

節1第概要

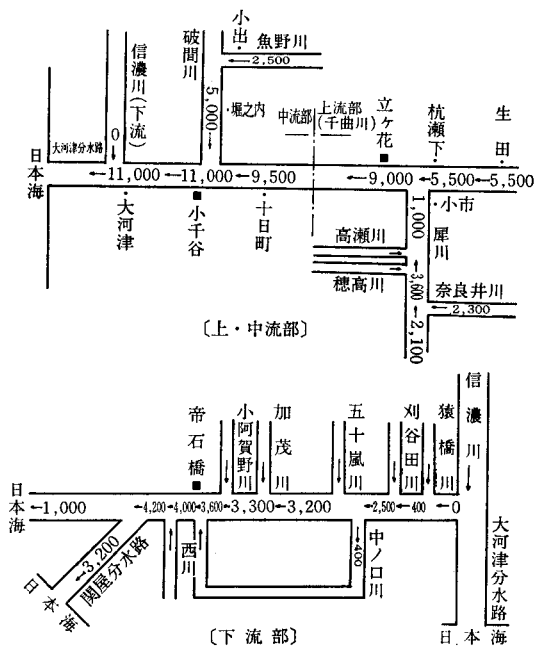
第1項 洪水調節

信濃川は河川延長も長く、流域面積も広いので、信濃川水系工事実施基本計画では、主な支川に基準点を設け、流域の広範囲に亘って治水効果が及ぶようにされている。主な基準点における基本高水流量と計画高水流量及びダム調節量は、表一八及び図一12のとおりである。

これによると、直轄管理区間において、洪水調節のた

表一八 基本高水流量等一覧表

河川	基準点	基本高水流量 (m^3/s)	計画高水流量 (m^3/s)	ダム調節	
				調節流量 (m^3/s)	必要容量 (百万 m^3)
犀川	小市	6,000	4,000	2,000	100
千曲川	杭瀬下	7,000	5,500	1,500	75
魚野川	堀之内	6,000	5,000	1,000	55
信濃川	小千谷	13,500	11,000	2,500	90
計					320



図一12 信濃川計画高水流量図 (単位: m^3/s)

表-9 多目的ダム及び利水供給施設

区分	ダム名	企業者	目的	型式	ダム高(m)	貯水容量(×10 ⁶ m ³)			利水基準年	利水	利水供給区域	工期			利水供給施設					摘要
						総容量	治水	利水				実調	建設	竣工	施設名	目的	供給区域	日最大(m ³)	着工年	
既設	笠堀	新潟県	F.W.P.N	G	74.5	15.4	8.7	P12.2 W0.63 N5.07	S.21	三条市, 下田村	29	36	39	龍場頭首工 ダム直上流部	W	三条市 下田村	15,600 2,150	S.36 S.36	S.42 S.42	
〃	刈谷田川	〃	F.W.I	G	83.5	4.45	3.25	W I 0.9	S.37	栃尾市	43	48	55	取水堤導水管	W I	栃尾市	6,400 30,500	S.48	S.55	S.55
〃	裾花	長野県	F.W.P	A	83.0	15.0	予2.5 10.0	0.3	S.24	長野市	37	39	44	長野市上水道	W	長野市	20,000			
〃	奥裾花	〃	F.W.P	G	59.0	5.4	2.55	0.6	S.42	長野市, 鬼無里村	44	47	54	〃	W	長野市	32,250			
〃	湯川	〃	F.N	G	50.0	3.4	2.45	0.25	S.39	—	42	45	53	—	—	—	—	—	—	
建設	大町	建設省	F.N.W.P	G	107.0	33.9	20.0		S.39	大町市, 池田町, 松川村, 長野市	47	49	59		W W	大町市, 池田町, 松川村, 長野市	18,000 100,000			
〃	三国川	〃	F.N.W	R	115.5	27.5	18.0	N0.9 W0.9	S.42	六日町, 大和町, 塩沢町	50	52	60	導水管	W	六日町, 大和町, 塩沢町	76,000	S.55	S.60	
〃	破間川	新潟県	F.P.N	G	93.5	15.8	12.6	N0.5	S.48	—	48	49	60	破間川発電所	P	—	80m ³ /s	S.55	S.60	
〃	五十嵐川	〃	F.W	R	75.5	21.1	13.75	W3.3	S.21	三条市, 加茂市, 柴 町, 下田村, 田上町	46	50	64	導水管	—	三条市, 加茂市, 柴 町, 下田村, 田上町	67,000	S.54	S.60	
〃	奈良川	長野県	F.W.N	R	60.0	8.0	3.5	2.9	S.31	松本市, 塩尻市	41	48	57	水道用水供給	W	松本市, 塩尻市	86,400	S.48	S.60	
〃	内村	〃	F.W.N	G	51.3	2.0	非0.9 洪1.3	非0.7 洪0.3	S.39	丸子町	47	49	60	丸子町上水道	W	丸子町	14,200			
〃	古谷	〃	F.N	G	48.5	2.2	1.6	0.2	S.36	—	44	48	57	—	—	—	—	—	—	
〃	豊丘	〃	F.W.N	G	81.0	2.58	1.2	0.92	S.45	須坂市		57	64	須坂市上水道	W	須坂市	10,000	S.57	S.64	
実調	佐梨川	新潟県	F.W.P	R	95.5	34.4	3.5	W0.5		小出町外	47	60	71							
〃	広神	〃	F.N	G	90.5	14.1	9.8	N2.6		—	54	59	68	—	—	—	—	—	—	
〃	大仏	長野県	F.W.N	G	72.0	7.35	3.55	1.9	S.39	松本市, 塩尻市	50	59								
〃	浅川	〃	F.W.N	G	58.0	1.65	1.0	0.25	S.48	長野市	52	59								

(注) (目的) F:洪水調節, N:流水の正常な機能の維持, W:水道用水, I:工業用水, P:発電, A:農業用水
(型式) R:ロックフィルダム, G:重力式ダム, A:アーチダム

めのダム容量は320百万 m^3 を必要とすることになっているが、実調又は工事中のものは犀川の大町ダム、魚野川の三国川ダム、佐梨川ダム及び破間川ダムの4ダムで、合計54.1百万 m^3 であり約17%の進捗となっている。

第2項 河川総合開発事業の現況

信濃川流域における河川総合開発事業として、現在、実調中、建設中及び完成したダムの概要は表一9のとおりで、また、その位置は図一13のとおりである。

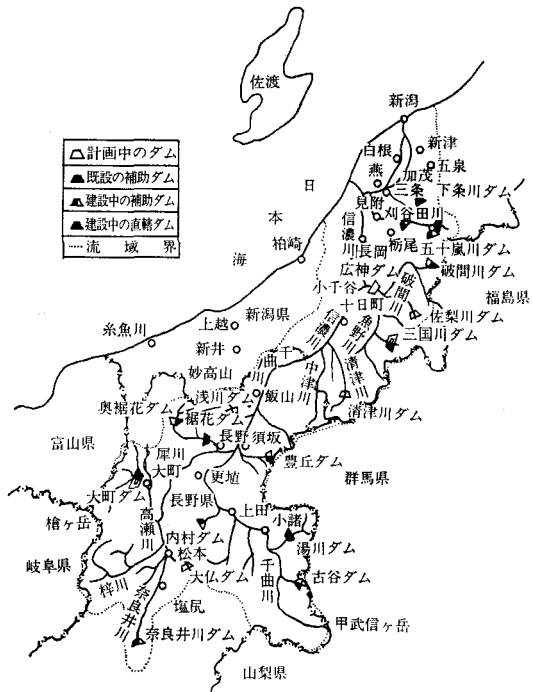
信濃川水系においては、これまで水資源量に比べ需要量がそれ程大きくなく、水系全体の水需給に影響を与えるような大規模な水資源の開発はなかった。近年、建設省は新潟県内の支流の清津川に、大規模な多目的ダムを建設することを計画している。

建設省の発表によれば、現時点のダム概要は表一10のとおりであり、このダム計画が実現すれば、水系全体の水利用に大きな影響を与えると思われるので、農業側としても慎重な対応が必要である。

第2節 水需給計画

第1項 全体の水需給

水資源の基となる年間降雨は、新潟県平均値2,600mm



図一13 信濃川水系河川総合開発事業ダム一覧図

表一10 清津川ダム及び貯水池概要表

ダ	位置	左岸：新潟県南魚沼郡湯沢町大字三保 右岸：同 上	
	型式	重力式コンクリートダム	
ム	堤高	150.0m	
	堤頂長	370.0m	
	堤体積	1,543,000 m^3	
	集水面積	193.0 km^2	
貯	湛水面積	4.2 km^2	
	総貯水量	170,000,000 m^3	
水	有効貯水量	160,000,000 m^3	
	洪水調節容量	60,000,000 m^3	
	利水容量	100,000,000 m^3	
	池	流水の正常な機能の維持	22,300,000 m^3
		かんがい用水	27,800,000 m^3
	都市用水	49,900,000 m^3	
	堆砂容量	10,000,000 m^3	
貯水池使用計画	開発水量	全体 28.5 m^3/s かんがい用水(最大) 15.0 m^3/s 都水用水 13.5 m^3/s 上水 9.5 m^3/s 工水 4.0 ha/s	
	洪水調節量	2,500 m^3/s	

であり、全国平均年降水量1,800mmに比較し豊富な水資源を有する地域である。

一方河川流量においても、日本アルプスに源を発し、途中幾つもの中小河川を合流させ貫流する信濃川本流を擁していることから、年間流出量は約156億 m^3 である。これに対し、昭和50年における水消費量は42億 m^3 であり、その利用率は26.9%と低率である。

水需要量が増大するかんがい期間における流出量は約94億 m^3 であり、その大部分は信濃川本流の流量であることから、信濃川沿いの受益地区は水利用に困窮することはあまりないが、それ以外の地域ではかんがい期間に6割近くが流出し、その大部分が4・5月の融雪期に流出することと、水需要量のうち9割以上を占める農業用水の需要期と時的にずれることもあり、河川表流水はかなり利用しにくい状態となっている。

このように、今後更に増量する水需要に対して夏期の絶対量の不足は必至であり、これに対処するには水源開発施設等により信濃川本川の有効かつ合理的な利用を図る必要がある。

こうした現状をふまえて、新潟県は昭和52年度から3年計画で「高次整備圏長期水収支予測調査」として、県内の6つの高次整備圏(村上, 新潟, 長岡, 魚沼, 上越, 佐渡)について、水需要量と水収支の予測を行っている。その報告書から内容を紹介する。

調査基準年は昭和50年とし、調査目標年は昭和60年としている。ただし、水需要量予測に関しては「第3次全国総合開発計画」の超長期試算値を参考として、昭和75

年値を予測している。

信濃川の流域圏は、新潟圏、長岡圏、魚沼圏であり、ここではこの3圏について取り上げた。3圏の全体の水需要量は表-11のとおりである。なお、新潟圏は信濃川水系地域と阿賀野川水系地域を含んでいるため、信濃川水系のみを分けて取り出した。

第2項 新潟圏

1. 昭和50年

年間総需要量は1,977百万 m^3 であり、内訳は表-11のとおりである。水収支計算の結果、かんがい期間中の約3,600千 m^3 、非かんがい期間中約100千 m^3 の不足を生じたものと推測される。かんがい期における農業用水については、比較的多くの水利権を取得しているため、全般的にはバランスのとれた水収支となっている。

圏域内を12ブロックに分割して水収支計算の結果、大河津分水ブロックで900千 m^3 、西川下流ブロックで2,900千 m^3 と2ブロックで不足が予測される。

西川下流ブロックにおいては、西川自体が自己流域をほとんど持たず、信濃川からの注水による農業用水形態の河川であるため各年の流況にはあまり変化はないが、毎年代かき・かんがい期において不足が生ずるため、反復利用により不足を補っている。

2. 昭和60年

年間総需要量は2,294百万 m^3 と予測され、昭和50年に比べ1.16倍の伸びとなる。用水別の伸びは、農業用水1.02倍、生活用水1.68倍、工業用水2.02倍、消雪用水3.60倍となる。

それぞれの伸率について考察すると、

農業用水：圃場面積については、50年面積48,290haに比べて45,300haと約94%に減っているが、これは減反施策を反映したものである。一方、湿田の乾田化、圃場整備率の向上等による水需要量の増加があり、全体的には現状通りの水需要となる。

生活用水：生活様式の高度化と多様化（上水道普及率の増加、下水道の普及化等）に伴い、1人当りの水使用量の増加と人口の増加により使用量はふえる。

工業用水：工業出荷額については、50年比で2.7倍となっているが、回収水率、節水率の向上等生産工程の合理化により使用水量比は減ずる。

消雪用水：山間地において現在整備を進めている消雪施設が、昭和60年をピークとして整備される。なお、国道については、現状維持となっている。

以上により昭和60年の新規需要量は317百万 m^3 となり、昭和60年不足量は4,400千 m^3 となる。この不足量については清津川ダムに依存することとしている。

3. 昭和75年（全域）

年間総需要量は昭和50年比で1.39倍の4,621百万 m^3 と予測される。農業用水の全体に占める比率は相変わらず

表-11 水需要量予測 (単位：需要量百万 m^3 、構成比%)

圏域	農業用水			生活用水			工業用水			消雪用水			計			
	50年	60年	75年	50年	60年	75年	50年	60年	75年	50年	60年	75年	50年	60年	75年	
新潟	需要量	1,660	1,690	(3,101) 1,781	119	201	(473) 371	195	394	(1,026) 783	3	10	(21) 10	1,977	2,294	(4,621) 2,945
	構成比	84.0	73.7	(67.1) 60.5	6.0	8.8	(10.3) 12.6	9.9	17.2	(22.2) 26.2	0.1	0.4	(0.5) 0.3	100.0	100.0	(100.0) 100.0
長岡	需要量	1,297	1,301	1,340	58	104	158	48	162	230	44	77	77	1,447	1,643	1,804
	構成比	89.6	79.2	74.3	4.0	6.3	8.8	3.3	9.9	12.7	3.0	4.7	4.3	100.0	100.0	100.0
魚沼	需要量	695	698	699	17	29	42	12	61	99	30	58	58	755	845	898
	構成比	92.1	82.6	77.8	2.3	3.4	4.7	1.6	7.2	11.0	4.0	6.9	6.5	100.0	100.0	100.0
計	需要量	3,652	3,689	3,820	194	334	571	255	617	1,112	77	145	145	4,179	4,782	5,647
	構成比	87.4	77.1	67.6	4.6	7.0	10.1	6.1	12.9	19.7	1.8	3.0	2.6	100.0	100.0	100.0

(注) 新潟圏は、信濃川水系地域と阿賀野川水系地域に分けて算出されており、信濃川水系分の値のみを示した。新潟圏75年は2地区合算値()内の値しかないので、阿賀野川水系地域との比例配分で求めた。

高いものの50年構成比の84%に比べると17%も下がっており、量的にはほぼ横ばいとなっている。したがって新規需要量は、生活用水と工業用水によるものである。

第3項 長岡圏

1. 昭和50年

年間総需要量は1,447百万 m^3 であり、内訳は表一11のとおりである。水収支計算の結果、かんがい期間中約74,000千 m^3 の不足を生じたものと予測される。

圏域内を大きく5区域に分けているが、特に不足の目立つ地域は柏崎・刈羽郡で、約49,200千 m^3 の不足があったことが推定される。そのほか、越路町を除く三島郡で約9,400千 m^3 、小千谷・長岡・越路町地域で約12,300千 m^3 、栃尾地域で約3,000千 m^3 、川口・堀之内町で約200千 m^3 の不足が6月下旬～8月にかけて発生したと考えられる。この不足量の大部分は農業用水であるが、生活用水についても、中小河川の流況の悪化、地下水位の低下、湧水量の減少などから取水が困難となり、給水制限等の措置を取らざるを得ない地域が発生したことは容易に推測される。一方、消雪用水として多量に揚水されている長岡地域の地下水については、安全揚水量を110,000 m^3 /日とした場合、12月中旬から3月上旬にかけ、信濃川右岸で5,800 m^3 /日、左岸で1,900 m^3 /日過剰に汲み揚げられたと考えられるため、今後早急に対策を講ずることが肝要である。

2. 昭和60年

年間総需要量は、昭和50年に比べ1.14倍の1,643百万 m^3 と予測される。用水別は、生活用水1.80倍、工業用水3.39倍、消雪用水1.74倍と大幅に伸びる反面、農業用水はほぼ同量の1,301百万 m^3 となっている。

これは圃場整備面積が昭和50年の3,992haに対し、昭和60年には10,950haと田総面積の30%（昭和50年、10%）と整備率も上がり、水需要が高まる反面、昭和60年までの減反面積2,200haによる水使用量分が落ちこむことが予想されるためである。

各用水の増量要因としては次のことが上げられる。

生活用水は、圏域内市町村人口が昭和50年に比べ、約8%の人口増となり、水道普及率も78%から91.3%と水道施設が整備拡充されるとともに、1人当りの日使用量も310 l から510 l へと増大すると予想されること、工業用水は昭和50年の平均回収率28%が31%と上回り、原単位が小さくなる反面、工業出荷額が昭和50年比で3.3倍と大きく伸びることが予想され、日補給水量が増大するためである。

消雪用水は昭和50年消雪パイプ施設延長195kmに対し、380kmと約2倍の整備率に高めたいとしているためである。

これら新規需要増に伴う昭和60年不足量は73,200千 m^3 となり、全量を水源開発に頼らざるを得ない。この不足

量を補給するためには10,800～13,400千 m^3 の貯水容量施設が必要となってくる。

このため次の3ケースが考えられる。

ケース1：湯之谷村・広神村・小出町・川口町・堀之内町に対し、佐梨川ダム（S47より実調中）より導水する。

ケース2：小千谷市・長岡市他12市町村に対し、清津川ダムより導水する。

ケース3：西山町・刈羽村・柏崎市・小国町に対し、渋海川ダム（構想）により導水する。

3. 昭和75年

年間総需要量は昭和50年比で1.25倍の1,804百万 m^3 と予想され、農業用水の構成比は73.4%と高いが、昭和50年に比べると15.3%減少している。

第4項 魚沼圏

1. 昭和50年

魚沼圏としての水資源は、総雨量36億 m^3 にも及び、これらの流出総計が自己流域内だけでも28億 m^3 、自己流域外の地域内へ流入する流量が76億 m^3 にも上ることから、水資源の豊富さを物語っている。

さらに、地形、地質、水利上の条件から溜池等の利用が余儀なくされ、また、地下水利用の容易さからも積極的地下水開発が進み、それらを総合すると水資源総量は優に105億 m^3 にも及ぶ。その中での水需要量は、昭和50年で7.5億 m^3 、賦存量の7.1%となり総量におけるバランスから見れば、全く不足は起り得ないことになる。

しかしながら、本圏域には他地域に導入してその目的が達せられる水力発電用の取水があり（国鉄の発電所用の取水）、水収支におけるブロック単位、圏域単位のバランスがくずれやすくなる。

清津川上流から魚野川上流へ導入している湯沢発電所、また、信濃川本流では宮中堰堤より取水して他圏域で放水されている国鉄千手並びに小千谷発電所がある。これらの発電所取水と水源区流域の浅いこともあって、信濃川上流左右岸ブロックにおいては、かんがい期間中の大半（5月3半旬～9月3半旬）が水不足現象となっている。

2. 昭和60年

年間総需要量は845百万 m^3 と予測され、昭和50年に比べ1.12倍の伸びとなる。水需要の大部分を占める農業用水は0.3%程度の伸びが予測され、その内訳は水田の500haに及ぶ減少、畑地の1,447haの増が見込まれ、僅少ではあるが増加しているのは未整備水田が整備されることによる用水増、畑地のかんがい等が考えられる。

生活用水は、人口増と1人当り給水量があいまって、1.7倍程度に増加すると見込まれる。工業用水は、出荷額が2.72倍の予測となり、5.19倍の伸びが見込まれる。

六日町他2町を含む広域上水道計画があり、全面的な

地下水依存を地表水依存に切替え、建設省において施工中の三国川ダムに新規利水として900千 m^3 の依存が配慮されている。

消雪用水は、本圏域における冬期間需要として重要な位置づけとなるが、昭和50年需要が全て地下水に依存していることと、地下水の方が消雪水の有効水温が得られることから、昭和60年においても大部分を地下水依存として見込まれる。

昭和50年同様に水資源総量と水需要総量では不足数値は見出せないが、自己流域は無論、上流残量し見込むことのできない十日町地域の信濃川上流左右岸は最も水手当ての条件が悪く清津川ダムへの依存が考えられる。

3. 昭和75年

年間総需要量は昭和50年に比べ約19%増の9億 m^3 程度となる。農業用水並びに消雪用水はそれほど伸びないが、生活用水、工業用水はそれぞれ2.4倍、8.4倍の増となり、今後の増加が予測される。

本圏域は比較的地下水依存度が高く、近年においては各用途毎に地下水の利用に積極性を示しているため、地域的には既に需給のバランスがくずれているところもあることから、市町村条例によって採取規制を図っているのが実態である。

特に六日市街地では安全揚水量21,000 m^3 /日に対して、冬期間67,000 m^3 /日の利用実績から319%の地下水依存となっている。主として消雪用水利用と見られるが、これからの課題としては消雪用水の地表水依存とした水利用を考えなければならない。

第3節 土地改良事業の将来構想

新潟県の土地基盤整備水準についてみると、水田整備率は全国水準（推定整備率約53%）を上回り、76%とかなり高い水準になっているのに対し、畑地は低い水準にある。しかし、水田の整備状況についてもその内容を見ると、約3/4は区画形状のみの整備であって、用排水施設が完全に分離され、かつ、農道も大型機械に対応できるような、完備された圃場整備面積は約1/4であって、水田総面積の18%にすぎない。また、転作が容易にできる条件（地下水水位が田面から70cm以下）を整備するために、圃場整備事業及び排水対策特別事業等が実施されているが、整備状況は十分とは言えない。

平野部の区画整理済地区の大半は広域排水対策、地表水排水対策、地下水排水対策が一貫して進められる必要があるが、このような観点から、現在進められている国営西蒲原排水事業は、現在計画中の西蒲原用水改良事業とあいまって、平場地帯における水田汎用化推進の方向を示すものと言える。

このような現況を踏まえ、今後、農業基盤整備事業を推進するに当たっては、次のような課題を緊急に解決し、

国内は勿論のこと、外国にも負けない生産性の高い農業地帯へ発展させることが大切である。

① 現在の農政の重点課題である、水田利用再編の推進に資するための汎用水田化を進めるため、一貫した排水対策とあわせて用水対策、圃場整備の推進を図るなど、総合的な対策を積極的に行い、基盤整備の質的向上を図る必要がある。

② 汎用化耕地における合理的な営農計画、土地利用計画を策定し、それを普及させ、土地利用率の向上と農家所得の増大を図る。

③ 農地開発事業等により畑地の基盤整備を積極的に推進するとともに、大規模開発畑の畑作定着化に努める必要がある。また、整備が遅れている中山間地帯、豪雪へき地、過疎地域の基盤整備を重点的に推進する必要がある。

おわりに

信濃川は、全国で一番流出量の多い河川である。隣接する利根川と比べてみても、年間総流出量は、利根川が80億 m^3 （栗橋地点）であるのに対し、信濃川は156億 m^3 （小千谷地点）と約2倍であり、流況も安定している。

しかし、近年、域内の経済の発展により、上・工水等、農業以外の部門の水需要の伸びが大きく、新規の水利権取得は困難になってきている。

一方、農業用水については、汎用化を前提とした農地の整備を考えると、排水改良、圃場整備の促進が必要であり、それに応じて用水量の増大も予想される。

したがって、今後は、多目的ダムによる水源の活用を図るほか、農業独自の水源開発をも考え、基盤整備の推進を図らねばならない。

また、信濃川の豊富な水量については、広域的な水利計画が今後検討される可能性があり、農業側として、これに対応する調査の推進も必要であると考えられる。

【引用文献】

- 1) 建設省北陸地方建設局：信濃川百年史（1979）
- 2) 建設省長岡工事事務所：信濃川大河津分水誌（1）（1968）
- 3) 金沢農地事務局：信濃川下流域における農業水利の展開と農業発展（1959）
- 4) 新潟県：昭和57年度新潟県農業の動き（1982）
- 5) 新潟県：高次整備圃別長期水収支予測調査報告書（新潟圏、長岡圏、魚沼圏）（1978）
- 6) 北陸農政局：国営土地改良事業計画書
- 7) 信濃川水系農業水利調査事務所：管内資料
- 8) 日本建政協会：日本の河川（1972）

OA のための例題中心 BASIC 講座 (第 4 回)

ファイルの使い方と水文データファイル作成プログラム

丹 治 肇* 山 本 徳 司**

目 次

<p>I 基本例題.....(78)</p> <p>1) ファイルの種類.....(78)</p> <p>2) 例題16 シーケンシャル・ファイル その1 OPEN 文, CLOSE 文 WRITE #文.....(80)</p> <p>3) 例題17.....(81)</p>	<p>4) 例題18 シーケンシャル・ファイル その2 INPUT #文.....(81)</p> <p>5) 例題19.....(81)</p> <p>6) 例題20 シーケンシャル・ファイル その3 EOF文.....(82)</p>
---	---

I 基本例題

前3回までの講座は小さな例題を付けて、要点を簡潔に述べてきました。反面、調子がかたくて読みづらかったと思います。今回はファイルの利用法について述べますが、ファイルについて話をするには、今までのように小まぎれに分割することはできません。なぜなら、後で説明しますように、ファイルの利用は、書き込みと読み出しがペアになって始めて可能になるからで、一方だけではどうにもならないからです。そこで今回は調子をかえて、まずは読み物風にファイルとはどんなものを理解してもらおうことにします。また、パソコン利用の天王山ともいえるところで、頑張りましょう。

1) ファイルの種類

コンピュータにデータやプログラムをしまっておくときに、収納する場所(入れもの)をファイルといいます。これは、文房具のバインダーをファイルと呼ぶのと同じことです。データやプログラムは中央処理装置(CPU)にもしまうことができますが、ここでいうファイルとは、コンピュータの電源を落としても消えてなくなるものを特に指します。

パソコンではファイルを作る機器(ハードウェア)としては、カセットテープとフロッピー・ディスクを良く用います。ここでは、このうち特に実用性の高いフロッピー・ディスクについて説明します。フロッピー・ディスクは図-1の様な型をした円盤で、サイズは直径が8インチのものと、5.25インチのものが良く使われます。この他に、最近ではこれより更に小さい、3インチ位の大きさのものが出ています。直径が同じ大きさでも、たと

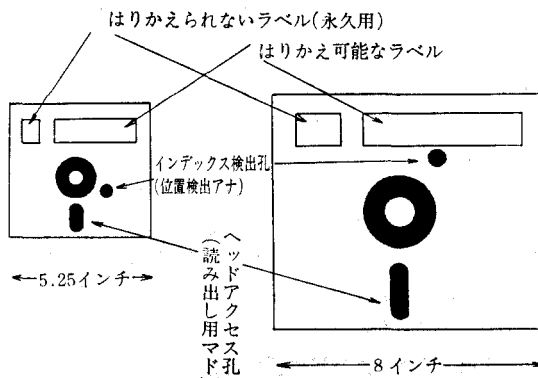


図-1

えばカセットテープに60分用、90分用といった書きこめる情報量の差がある様に、フロッピー・ディスクにも、両面読み書き用、片面読み書き用、単密度、倍密度のちがいがあります。ですから、表の様に4通りの組み合わせ

	単 密 度	倍 密 度
片 面 用	片 単	片 倍
両 面 用	両 単	両 倍

せが可能であり、4種類のフロッピー・ディスクがあることになります。どのフロッピー・ディスクを用いるかは、ドライブ(フロッピー・ディスクをかけるレコード・プレーヤーの様なもの)によって決まっていますので、適合したものを使うように注意します。

LOAD や SAVE コマンドを使うと、ファイルの中の BASIC プログラムを読んだり、ファイルに BASIC プログラムを書き込んだりすることができます。これと同じように、フロッピー・ディスクにプログラムを使うで

*農業土木試験場 水利部
** " " 水工部

ータを書き込んだり、読みだしたりすることもできます。この場合ファイルは、データの書き込みの仕方によって、シーケンシャル・ファイルとランダム・アクセス・ファイルに分けることができます。

シーケンシャル・ファイルは、データを一列に並べて書き込み、読み出しを行います。データは必ずファイルの一番最初のデータ(図-2-1)から読み込まれ、また書き込まねばなりません。例えば、図中のEのデータを入れ替えるためには、ファイルの内容全体をいったん読み込み、続いて、中央処理装置の中でEの値を入れ替えた、ABCD\$E'F\$を作ってから、これを全体として書きこみます。即ち、シーケンシャル・ファイルでは、実際には内容(数値)の変更されないA、B、C、D\$、F\$、についても読み出しと書き込みを行わなければならないわけです。ファイルの内容が長くなります

と、修正が少ないのに大きな処理時間がかかってしまいます。この欠点のある反面、シーケンシャル・ファイルは各々のレコード(A、B、Cの値の情報量)の長さを気にせずに使えるので、書きかえが頻繁でなかったり、ファイルの内容が小さいときには便利です。

ランダム・アクセス・ファイルは名前のおり、でたために(頭Aからでなく、好きなところから)データを読み出ししたり、書き込んだりすることができます。ただし、ランダム・アクセス・ファイルでは、ファイルに入れる情報(レコード)の長さをそろえてやる必要があります。シーケンシャル・ファイルの様に前も後ろも目いっぱい情報が詰めこまれていると、情報を一部書き替えることは出来ません。例えば、Eの値が1だったのを12 12 12 とすると情報量はずっと増えてしまいます。しかし、予めそれだけのスキマをファイル上に取ってない

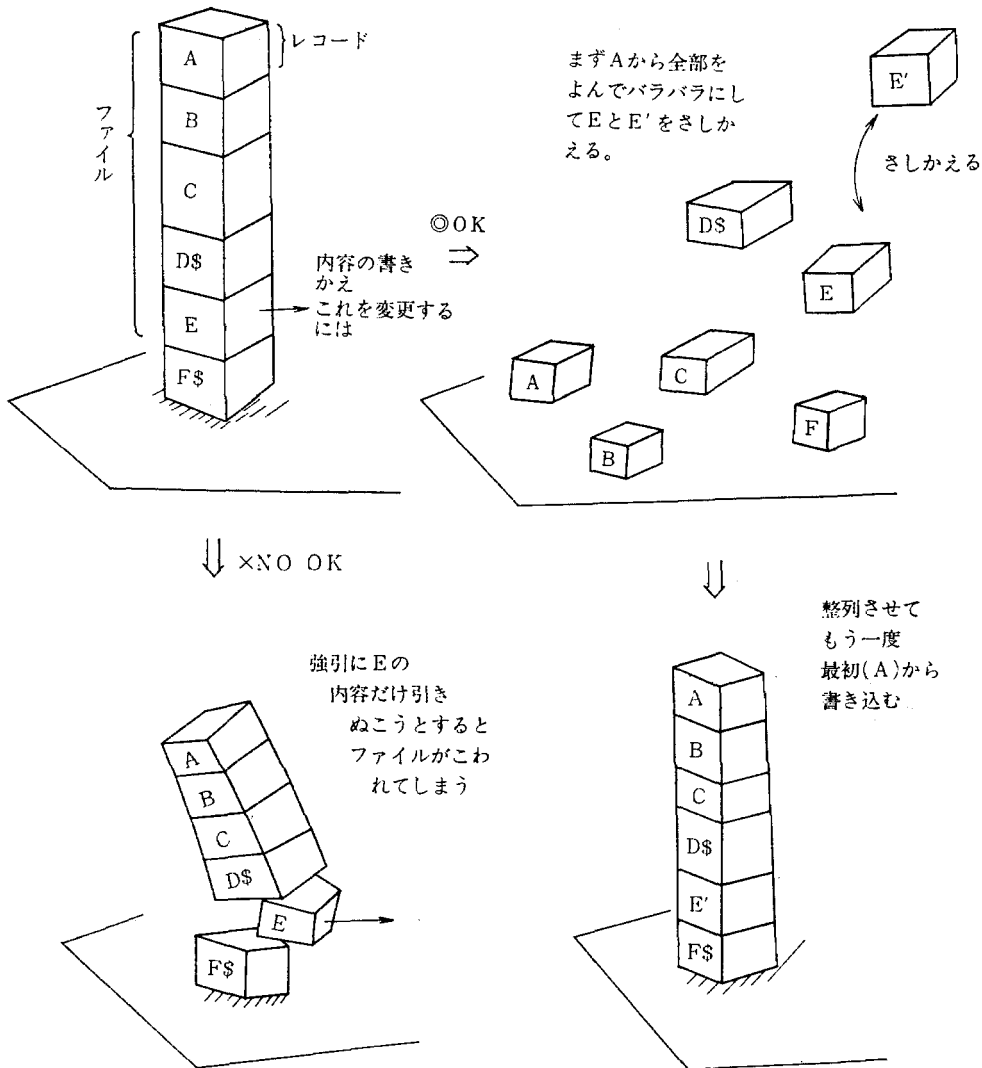
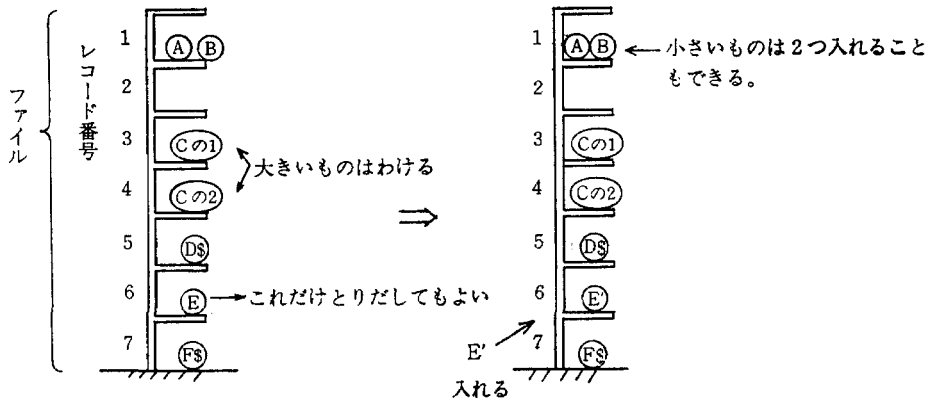


図-2-1



シーケンシャル・ファイルはランダムアクセス・ファイルが棚だとすると積木のようなものである。ランダム・アクセスファイルでは既に箱の大きさは決っているので書き込む内容が大きい場合には2つ以上に分けて別々のレコード番号のところに書き込みます。逆に小さいときには同じレコード番号に2つ以上の値を収納します。箱の大きさが決っているのでどれかひとつ（ここではE）の内容をとり出してもファイルはこわれません。

図-2-2

と書き込みができません。このため、ランダム・アクセス・ファイルでは、レコードの長さが一様に決められており、また、自由に呼び出すためにレコード番号がつけられています。(図-2-2)

ひと休み (BREAK TIME) —RENUM

今までの講座とちがって今回は全て、10ずつの文番号を付けています。これは RENUM (renumber) のコマンドを使ったためです。今回は4回目ですので、ひとつ前の例題との一行一行の対応は見れば判るものとして、RENUM による見比べのするプログラム作りをしました。

RENUM ↓

とプログラムを作ったあとキーインすると10ずつ文番号がすすんだように整理されます。古い例題をとり上げてためてみられるとすぐ理解できることでしょう。

2) 例題16 シーケンシャル・ファイル その1

OPEN 文, CLOSE 文, WRITE # 文

初心に帰って "MANNING KOUSHIKI" とファイルに書きこみます。ファイルはドライブ2に "REIDAI" という名前で作ることにします。

```
10 OPEN "2:REIDAI" FOR OUTPUT AS #1
20 INPUT "NAME$";NAME$
30 WRITE #1,NAME$
40 CLOSE #1
50 END
```

20行の INPUT 文は、この講座の最初に習ったものでした。NAME\$ は "MANNING KOUSHIKI" を入力する文字変数です。今回初めて登場した文は、10, 30,

40の3行に及んでいます。ファイルを使うためにはまず、10行目の OPEN 文と40行目の CLOSE 文が必要です。データの書き込み、そして次の例題で示すように、データの読み出しは必ずこの OPEN 文と CLOSE 文のあいだで行われます。OPEN 文は次の様な形で示されます。

OPEN "ドライブ番号:ファイル名" FOR OUTPUT AS#ファイル番号

OPEN 文はファイル名にファイル番号を対応させる役割りをします。この後では、ファイルへのデータの書き込みは、ファイル名ではなく、このファイル番号を使って行われます。OUTPUT は、このファイルに書き込みを行うことを予告しています。データの書き込みは WRITE 文で行います。WRITE #1とある#1はファイル番号を指定しており、NAME\$ をファイル番号1番で指定したファイル・即ち "REIDAI" に書き込みます。この NAME\$ の内容は、その前の INPUT 文によりキーボードより入力されます。実行すると次の様な画面になります。

```
run
NAME? MANNING KOUSHIKI
Ok
```

WRITE 文でデータの書き込みをした後で、最後に CLOSE 文でファイルをとじます。CLOSE #1とある#1もファイル番号です。こうしてみると、OPEN 文、WRITE 文、CLOSE 文に付いているファイル番号は全て同じなので、省略しても良い様に思われるかもしれませんが、次の例を見て下さい。

3) 例題17

```
10 OPEN "2:REIDAI" FOR OUTPUT AS #1
20 OPEN "2:REI" FOR OUTPUT AS #2
30 INPUT "NMAE";NMAE$
40 INPUT "GOU";NUMB
50 WRITE #1,NMAE$
60 WRITE #2,NUMB
70 CLOSE #1
80 CLOSE #2
90 END
```

この例の様にファイルが2つ以上になると、ファイル番号を付けることが是非とも必要になってきます。ファイル番号は、ドライブ番号とちがい、それが1であっても省略することはできません、実行すると次の様な画面になります。

```
run
NMAE? MIZU TO TSUCHI
GOU? 54
Ok
```

4) 例題18シーケンシャル・ファイル その2

INPUT #文

今度は、今シーケンシャル・ファイルに書き込んだものを読み出してみることにします。

```
10 OPEN "2:REIDAI" FOR INPUT AS #1
20 INPUT #1,NMAE$
30 PRINT NMAE$
40 CLOSE #1
50 END
```

今度のプログラムは OPEN 文のところ、前の例題では FOR OUTPUT とあったところが、FOR INPUT に代わっているのと、WRITE #1文の代わりに INPUT #1文があるところが異なります。前の例題はデータの書き込みであったのに対し、今度のプログラムはデータの読み込みであるので、ファイルの OPEN 文は FOR INPUT となり、WRITE #1の代わりに、INPUT #1が対応することになります。ファイルの OPEN 文と CLOSE 文が対をなし、そのあいだにファイルに作業する INPUT #文が来ていることは、データの書き込みのときと全く同じです。実行時の画面は次の様になります。

```
run
MANNING KOUSHIKI
Ok
```

また、この例題と前の例題では文字型データ（変数のあとに\$のついたもの）の書き込み、読み出しの例をあげましたが、シーケンシャル・ファイルでは全く同じようにして、数値の書き込み、読み出しを行うことができます。

練習16

ドライブ1のシーケンシャル・ファイル "RENSYU"

にあなたの名前を書き込んで下さい。

練習17

練習16で書きこんだあなたの名前を読み込んで PRINT 文で画面上に書かせて下さい。

補足

① PC-8801, 9801等では、OPEN "1:REIDAI" FOR INPUT (or OUTPUT) AS #1を OPEN "REIDAI" FOR INPUT (or OUTPUT) AS #1とドライブ番号を省略することができます。

② N⁸⁸-BASIC を最初に起動してくる How many files ?に対する答が実はこのファイル番号です。

③データを追加するときには OUTPUT の他に OPEN "ドライブ番号:ファイル名" FOR APPEND #ファイル番号という使い方ができます。

④アメリカなどで最もよく利用されているパソコンの利用法は英文ワードプロセッサとしての利用です。この場合に印字（印刷）は普通のドットプリンターでなくタイプライターを連動させて用います。今回の講座の基本例題プログラムは試みにタイプライターを使って表示してみました。このために今回はカタカナは使用していません。また>や<は後でペンで書き込んでいます。この様に不便な点も多いのですが前回と比べると印字が美しいことはお判りになると思います。

⑤例題17の様に2つの変数の値を書きこむのに2つのファイルを準備することは非常にまれです。普通は次の様に1つのファイルに2つの変数の値を書き込めばこれで十分です。

```
10 OPEN "2:REIDAI" FOR OUTPUT AS #1
20 INPUT "NMAE";NMAE$
30 INPUT "GOU";NUMB
40 WRITE #1,NMAE$,NUMB
50 CLOSE #1
60 END
```

5) 例題18

BASIC 講座も今回で第4回目を向えました。この講座は51号から始まり、今回の55号までに掲載されています。会誌の名称「水と土」とこの講座の掲載されている会誌の号数をシーケンシャル・ファイルに書き込み、読み出すプログラムを作ります。ファイルはドライブ2に "REIDAI" という名前で作ります。

書き込みのプログラムは次の様になります。

基本的な部分、即ち、10行目の OPEN 文、80行目の CLOSE 文とその間にあるファイルにデータを書き込む WRITE #文は例題16と同じです。そして、この WRITE #文でファイルに書き込む変数 NAME\$, と NUMB の値は20行と40行の INPUT 文で読み込んでいます。このプログラムが前のプログラムと異なる点は、WRITE #文を繰り返し用いて、多数の情報を書き込んで

```

10 OPEN "2:REIDAI" FOR OUTPUT AS #1
20 INPUT "NMAE";NMAE$
30 WRITE #1,NMAE$
40 INPUT "GOU";NUMB
50 IF NUMB=0 THEN GOTO 80
60 WRITE #1,NUMB
70 GOTO 40
80 CLOSE #1
90 END

```

いることと数値 NUMB を書き込んでいることです。(60行目)この様に、シーケンシャル・ファイルには、文字ばかりでなく、数値を直接そのままファイルに書き込むことができます。また、70行目の GOTO 40によってこのプログラムは数値が0になるまで(50行目)40~70行のあいだを繰り返されます。そして、この間を一回実行するごとに NUMB の値をひとつずつファイルに書き込んでいきます。この様に同じ変数名を繰り返し使って、次々と異なった値がファイルに書き込まれる点にも注目して下さい。

実行結果は次の様になります。まず、会誌の名前を入力し、次いでひとつずつ号数を入力します。ここで、最後には0(ゼロ)を入れてCR(キャリッジ・リターン)キーを押すか、あるいは以下のように、何も入力せず、単に↓キーを押します。

```

run
NMAE? MIZU TO TSUCHI
GOU? 51
GOU? 52
GOU? 53
GOU? 54
GOU?
Ok

```

8) 例題20 シーケンシャル・ファイル その3 EOF 文

次に読み出しです。まずはプログラムを見て下さい。

```

10 OPEN "2:REIDAI" FOR INPUT AS #1
20 INPUT #1,NMAE$
30 PRINT "NMAE ";NMAE$
40 IF EOF(1) THEN GOTO 80
50 INPUT #1,NUMB
60 PRINT "GOU";NUMB
70 GOTO 40
80 CLOSE #1
90 END

```

OPEN 文、CLOSE 文があるところは例題18と同じです。読み出しですので OPEN 文には FOR INPUT という部分があります。実際の読み出しは INPUT #文で行われます。例題18では読み出しの値はただひとつだけでした。今度の例題では、会誌の名前と号数が4つの全部で5つが書き込まれています。そこで数を5個分読み出しなさいと指定しても良いのですが、そうすると、号

数がひとつ増えるごとに、それに合わせて数を5、6と変化させる必要があり不便です。これを解消するのが、40行にある EOF 文です。EOF 文はシーケンシャル・ファイルのデータの一番最後に書かれた End Of File のコードをチェックする関数で、データの終わりではこのコードを読み出して、EOF の値は真(-1)、そうでなければ偽(0)になります。したがって、40行により、データがなくなったら、80行へとびます。EOF (1) の1はファイル番号を意味しています。例題19で EOF コードがどの様に書き込まれていったかは次のように示せます。

```

NMAE$
MIZU TO
TSUCHI

```

EOFコード

```

NMAE$ GOU
MIZU TO 51
TSUCHI

```

```

NMAE$ GOU GOU
MIZU TO 51 52
TSUCHI

```

```

NMAE$ GOU GOU GOU
MIZU TO 51 52 53
TSUCHI

```

```

GOU GOU GOU GOU
MIZU TO 51 52 53 54
TSUCHI

```

図3

このプログラムの実行結果は次の様になります。

```

run
NMAE MIZU TO TSUCHI
GOU 51
GOU 52
GOU 53
GOU 54
Ok

```

ひと息 (BREAK TIME) BASIC の互換性

BASIC にもいろいろな流派がありますが今回説明している N⁸⁸-BASIC は NEC が米の Microsoft Co から買っているものです。同じところから BASIC のソフトを買っているものに富士通の FM シリーズ、日立のレベルマスターシリーズがありますが、内容はほとんど同じです。そういう意味では、ごく普通の BASIC ではあり、日立のマシンも富士通のマシンも同様に使えるといえましょう。しかし、この BASIC は命令が200程もあり、現在使われている BASIC の中では最も多いものです。また、PC-9801 用の N⁸⁸-BASIC (86) とは漢字扱とディスプレイ密度に関する命令が一部ちがうだけであとは全く同じものです。

(以下次号に続く)

土地改良事業計画設計基準（耐震設計指針）の概要について

鈴木 正彦*

目 次

1. 耐震設計指針の紹介……………(83)	2. 各耐震設計法の概説……………(86)
(1) 耐震設計の手順……………(83)	(1) 管路構造物の耐震設計……………(86)
(2) 耐震計算法とその選択……………(84)	(2) 一般構造物の耐震設計……………(86)
(3) 各耐震計算法……………(84)	

土地改良施設の地震に対する安全性の検討についてはダム等特殊な構造物を除いては、各施設の全体的な構造設計上の安全率に包括され、特殊な検討はされなかった。これは、地震現象が、確率的であり数年あるいは10数年に一回起こるか否かわからず、またその規模さえ不明なものに対して一定以上の安全性を確保するよう設計する社会的要請や経済的余裕が無かったこともある。

しかし、近年農業及び社会経済情勢の変化と、科学技術の進歩に伴い、土地改良施設も大型化、高度化、精密化し、また混住化等の農村地域の変貌により、災害時における人的災害や復旧費も増大する傾向にある。

そうした中で、昭和53年6月に発生した宮城県沖地震（地震被害状況は、農地、農業用施設で2,621件、約100億円）を契機として土地改良施設の耐震設計法の確立がクローゲアップされてきた。

このような背景から地震に対する各方面の基準又は地震動に対する新しい考え方をもとに、施設の安全性の向上を図るため耐震設計指針を昭和57年11月に制定したところである。

なお、本指針は、土地改良施設のうち耐震設計法が土地改良計画設計基準（農林水産省構造改善局制定）に明示されていない構造物に対する耐震設計方法について解説したものであり、今後この指針の計算法が積極的に活用され、その結果安全性が確認され技術基準としての熟度が高まった暁には、逐次設計基準に取り入れるものとし、当面は設計のための参考資料として位置付けている。

（本指針の作成に当たっては昭和53年度より（財）日本農業土木総合研究所に委託し、耐震設計検討委員会、委員長、白滝山二東京農工大学教授 を設け学識経験者の指導のもとにまとめあげたものである）

1. 耐震設計指針の紹介

耐震設計というと一見難しい数式を並べてたてて理論的にその施設の挙動を解明しようとするのが想定されるわけであるが、構造物の構造を部分的に改良する。例えば継手構造の改良、基礎工法の改良も耐震性能の向上のための一手法といえる。また地震時における二次的災害を防止するために計画する施設も一つの耐震対策といえる。こうした部分的な構造改良、事業計画時点での耐震対策とともに以下に述べる設計法等を用い施設の安全性の向上を目指してゆくことが大切である。

なお、地震時の挙動については、未だ不明確な点も多く将来にわたって種々の計測や調査研究が行われ適切な手法を確立してゆくことが望まれ、今後とも期待するところである。

(1) 耐震設計の手順

耐震設計は、地震動による構造物の挙動に対する正しい認識をもつことを基本として地震動及び構造物特性の検討、耐震計算、安全性の照査等の手順によって行う。なお以下に示す手順は地震荷重を算出し、安全性の照査を行うまでの過程を示すものであり、構造物によっては構造規定（構造物の性能を確保するために定められた構造細目、構造細則等の総称）による設計のみの耐震設計も有り得るし、途中の過程を省略することも場合によっては有り得る。

＜設計手順＞

- ① 震害経験等の資料収集及び各種調査、試験
- ② 地域特性を考慮した工学的な地震動強度の設定
- ③ 建設地点の地盤特性及び構造物系の地震応答を考慮した地震荷重の設定
- ④ 耐震計算
- ⑤ 安全性の照査

*前構造改善局建設部設計課（現国土庁水資源局水資源政策課）

(2) 耐震計算法とその選択

従来、地震に対する安全性の評価としては、構造物の地震時の応力、変形、及び安定解析を静力学的に扱える震度法により行ってきた。しかし、地震被害の状況を見ると構造物の建設地点の地盤、構造物固有の特性と被害の程度とは特有の関係があり、単に震度法のみでは地震時の構造物の安全性を確保するには十分ではない。

従って指針では、構造物の種類、剛性、重量分布、基礎の条件等の構造特性を固有周期(注2)でとらえ、比較的固有周期の長い構造物については、地震時における構造物の挙動を設計震度(注1)に反映させる修正震度法によるものとした。また、埋設構造物のように地盤と一体となって挙動する構造物のように、地盤の変位が構造物に作用するものについては変位法によるものとした。なお指針に記述した耐震計算法とその適用は次のとおりである。

① 震度法

比較的剛性の高い構造物で、基本固有周期で0.5秒以内のものに対して、地震荷重を構造物に静的に作用させて計算する耐震計算法

② 修正震度法

基本固有周期が0.5秒以上の構造物に対して構造物及び地盤の応答を考慮して、震度法の設計震度を修正して行う耐震計算法

③ 変位法

地下埋設管路の地震時の挙動を、周辺地盤の変位を管路に作用させて行う耐震計算法

なお以下に各耐震計算法の概用を紹介する。なお各数値等は(社)日本道路協会発刊「道路橋示方書・同解説V、耐震設計編」建設省「新耐震設計法(案)」等を参考にし、従来から使用されている設計震度等を勘案して決めたものである。

注1 震度 最大加速度の重力の加速度に対する比で通常Kで表わされる。

注2 基本固有周期

地盤又は構造物を動力学的にモデル化し、それが自由振動するときの最低次数(最も長い)周期であって構造物の種類、剛性、重量分布、基礎の条件等によって複雑に変化する。なお、構造物の固有周期は振動次数によっても変化する。

算定方法は、修正震度法参照

(3) 各耐震計算法

(ア) 震度法の適用と、その計算方法は次の通りである。

- ① 一般に剛性が高くその基本固有周期が0.5秒以下となるような構造物の耐震計算は震度法によるものとする。
- ② 震度法における設計水平震度は次式(1)により算定するものとする。

$$Kh = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot K_0 \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

ここに Kh:設計水平震度(小数点以下2桁に丸める。)

K_0 :標準設計水平震度($K_0=0.2$)

A_1 :表(1)に規定する地域別補正係数

A_2 :表(2)に規定する地盤別補正係数

A_3 :表(3)に規定するその他の補正係数

ただし、設計水平震度の最小値は0.1とする。

式(1)で求めた設計水平震度を構造物及び載荷重に乗じた値を地震の影響即ち自重、載荷重に起因する地震時慣性力として扱う。

(イ) 修正震度法における設計震度

比較的長周期の構造物に対して、強度観測結果に基づいて地震動の特性、構造物の動的特性等を考慮して設計震度を修正した耐震計算法である。

表一1 地域係数 (A_1)

地域区分	地域係数 A_1
A	1.0
B	0.85
C	0.7

表一2 地盤の特性による補正係数 (A_2)

区分	地盤種別 ¹⁾	係数
1種	(1) 第三紀以前の地盤(以下岩盤と称する) (2) 岩盤までの洪積層 ²⁾ の厚さが10m未満	0.9
2種	(1) 岩盤までの洪積層の厚さが10m以上 (2) 岩盤までの沖積層 ³⁾ の厚さが10m未満	1.0
3種	沖積層の厚さが25m未満でかつ軟弱層の厚さが5m未満	1.1
4種	上記以外の地盤	1.2

- (注) 1) 地盤種別は一応の目安を示したものであるから、建設地点の状況に応じて係数を判断する。ここでいう地層の厚さは地表面からの厚さとする。
 2) 沖積層の積った砂層、砂れき層、玉石層をふくむ。
 3) がけくずれなどによる新しい堆積層をふくむ。

表一3 その他の補正係数

区 分	係 数
特に重要な構造物	1.0
一般の構造物	0.7~0.8
巨大な剛体状の構造物、土構造物	0.5~0.7

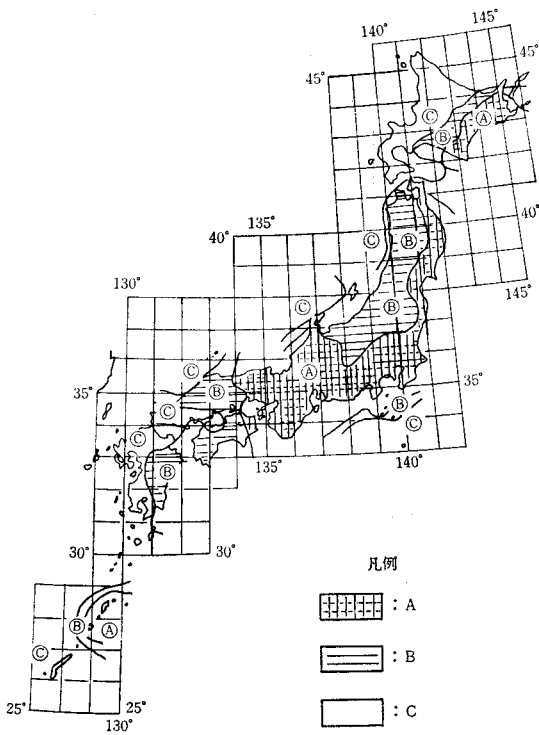


図-1 地域区分

なお修正震度法における設計水平震度は式(2)により算出する。

$$Khm = \beta \cdot Kh \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

ここに Khm : 応答を考慮した修正震度法における設計水平震度 (小数点以下2桁に丸める。)

Kh : 式(1)で与えられる設計水平震度

β : 構造物の基本固有周期による設計水平震度の補正係数 (図(2)によるものとする。)

なお取水塔等の塔状構造物の基本固有周期は式(参1)で示される。なお詳細は指針を参照されたい。

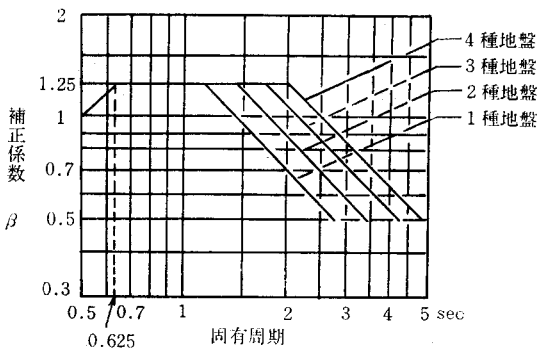


図-2 補正係数 β

$$T = 1.62 \sqrt{\delta} \dots \dots \dots \text{式(参1)}$$

ここに δ は式(参2)で示される。

$$\delta = \frac{rAI^4}{gEI} \dots \dots \dots \text{式(参2)}$$

ここに $r \cdot A$ は m 当りの荷重

(ウ) 変位法における振幅

地中構造物のように地盤の変位、変形が、地中構造物に影響を与えるものについては、地中に埋設された線状構造物の軸線上の地震時における地盤変位を地中の線状構造物に作用させて行う耐震計算法即ち変位法により設計する。

変位法は上記のとおり地盤の応答変位量を求めこれによる歪を計算し構造物の安定を照査するものである。その地盤の応答変位量は次式(3)で表わされる。

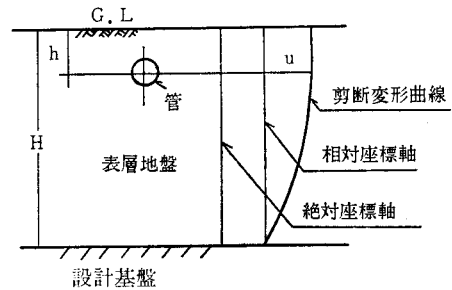


図-3 地盤モデルと基盤に対する相対変位

$$u = \frac{2}{\pi^2} \cdot K_{HG} \cdot S_v \cdot T_s \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot h}{2H}\right) \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

ここに (図3参照)

h : 地表面から管路の中心までの深さ (cm)

u : 管埋設位置の水平応答変位 (水平方向の振幅) (cm)

H : 地表面から設計基盤面までの深さ (cm)

S_v : 速度応答スペクトルの基準値 (単位震度当たりの応答速度) (図4)

K_{HG} : 設計基盤面における標準水平方向震度 (表4)

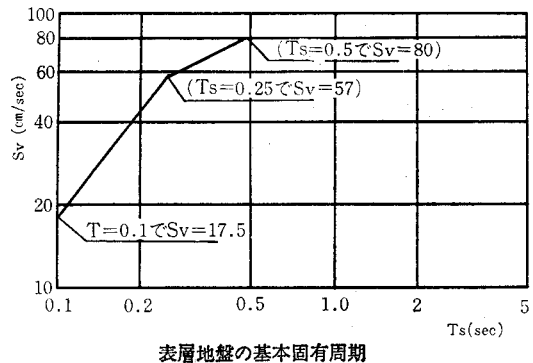


図-4 速度応答スペクトル曲線

表—4 標準水平方向震度 K_{HG}

地域区分	標準水平方向震度 K_{HG}
A	0.15
B	0.13
C	0.11

T_s : 表層地盤の固有周期

地震波の周期と表層地盤の固有周期と等しいと仮定したとき、表層地盤の厚さを H (cm)、その表層地盤中を伝わる剪断弾性波の伝波速度を V_s (cm/sec) とすると、次式(4)にて V_s (sec) が表わされる。

$$T_s = C \frac{H}{V_s} \dots\dots\dots \text{式(4)}$$

ここで C は、比例定数で設計基盤 (N 値 >50 の地盤とする。)

まではほぼ様な V_s を持つ粘土地盤のとき $C=4.0$ 、表層地盤の深さ方向に V_s が一様に増加する砂質地盤のときは $C=5.2$ とし、このときの V_s は表層底部の値を用いる。更に V_s が深さ方向に不均一な場合は、各層の V_s を求め次式(5)にて求める。このときの C は 4.0 とする。

また、表層地盤の卓越周期を常時微動測定法で求め、その値の2倍を T_s としても良い。即ち、 V_s の剪断弾性波速度を地震時に生ずる剪断ひずみの大きさを考慮して実測された剪断弾性波の1/2をとる。

また、 V_s については物理探査 (屈折法、 P_s 検層、孔間速度測定法等) による直接測定を原則とするが、簡便的に標準貫入試験による N 値から次式にて求めることができる。

$$\begin{aligned} H \leq 10\text{m 以浅} & \quad V_s = 20 \times 10^2 \sqrt{N} \\ H > 10\text{m 以深} & \quad V_s = 40 \times 10^2 \sqrt{N} \\ T_s = 4.0 \cdot \sum \frac{H_i}{V_{si}} & \dots\dots\dots \text{式(5)} \end{aligned}$$

2. 各耐震設計法の概説

(1) 管路構造物の耐震設計

埋設管の設計手法としては表(5)のとおりヒューム管、PC管、FRPM 管等のように継手構造により布設してゆく継手構造管路と、鋼管等のように溶接を主体とした継手方法の一体構造管路にわけられる。

設計方法としては、それぞれの構造に合った設計法を用い計算してゆかねばならないが、どちらも応答を考慮した応答変位量をもとにそれぞれの応力、歪を検討し安全性を照査する。

表—5 耐震構造上からの埋設管路の分類

(1)継手構造管路	管体の歪に対して、継手の変位により対応する管路。従って管体に発生する応力は小さく、継手伸縮量の検討を主とする。
(2)一体構造管路	管体自身の強度及び伸び特性により、対応する管路。従って軸方向応力度の検討を主とする。

なお紹介までに継手構造管路の設計方法を次にあげる。

地震時に継手伸縮量の計算

地震時に継手に生ずる伸縮量 (cm) は次式(5)にて算出する。

$$e = \ell \cdot \varepsilon \dots\dots\dots \text{式(5)}$$

ここで e : 継手の伸縮量 (cm)

ℓ : 管長 (cm)

ε : 地震時の地盤の伸縮歪

ε は次式(6)にて算出する。

$$\varepsilon = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{T_s \cdot A}{V_s} \dots\dots\dots \text{式(6)}$$

ここで A : 表層地盤中の応答加速度 (cm/sec^2)

なお A は既応の地震記録から推定することもできるが、次式にて求めることもできる。

$$A = \frac{4\pi^2}{T_s^2} \cdot u \dots\dots\dots \text{式(7)}$$

($u \cdot T_s$ 、は変位法に 応答変位量 (振幅参照))

地震時の継手屈曲角度の計算

地震時の継手に生じる屈曲角度は次式(8)にて与えられる。

$$\theta = \frac{\ell \cdot A}{V_s^2} \dots\dots\dots \text{式(8)}$$

ここで、 θ : 継手の屈曲角度 (radian)

ℓ : 管長 (cm)

A : 表層地盤中の応答加速度 (cm/sec^2)

V_s : 表層地盤中を伝わる剪断弾性波の伝波速度 (cm/sec)

以上に求めた地震時に継手伸縮量、継手屈曲角度を t とに許容継手伸縮量、許容継手屈曲角度を満足するか否か比較する。

(2) 一般構造物の耐震設計

地上構造物の耐震設計としては、震度法、修正震度法をもとに算定された設計水平震度により、地震時の影響 (構造物自身の重量に起因する慣性力、載荷重に起因する慣性力、地震時土圧、地震時動水圧等) を算定し、構造物の地震時の安全性を検討する。構造物自身の重量に起因する慣性力、載荷重に起因する慣性力は、各重量に

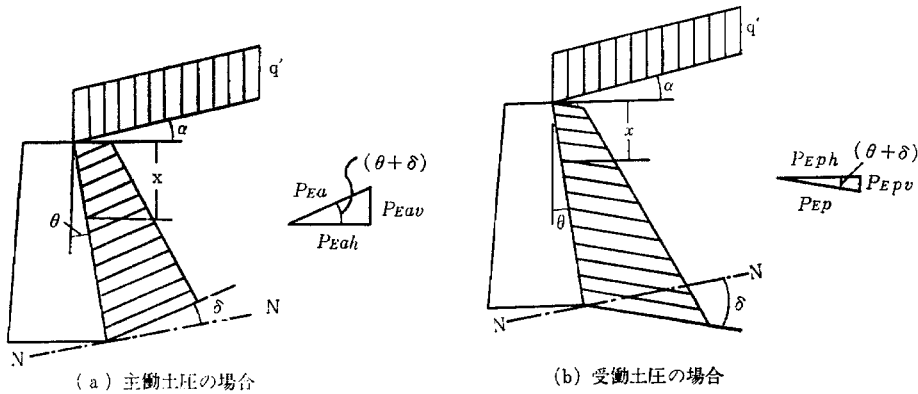


図-5 地震時土圧

設計水平震度を乗じた値とし、地震時土圧、地震時動水圧は次により求める。

① 地震時土圧

地震時土圧は、分布荷重として、次の式(9)、(10)により求める。

主働土圧強度 (P_{EA})

$$K_{EA} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos\theta_0 \cdot \cos^2\theta \cdot \cos(\theta - \theta_0 + \delta)} \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \theta_0 + \delta)\cos(\theta - \alpha)}} \right]^2$$

$$P_{EA} = r \cdot x K_{EA} + 2 \cdot c \sqrt{K_{EA}} + q' \cdot K_{EA} \dots \text{式(9)}$$

受働土圧強度

$$K_{EP} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 + \theta)}{\cos\theta_0 \cdot \cos^2\theta \cdot \cos(\theta - \theta_0 + \delta)} \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta)\sin(\phi + \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta - \theta_0 + \delta)\cos(\theta - \alpha)}} \right]^2$$

$$P_{EP} = r \cdot x K_{EP} + 2 \cdot c \sqrt{K_{EP}} + q' \cdot K_{EP} \dots \text{式(10)}$$

ここに

P_{EA} : 深さ x における地震時主働土圧強度 (t/m^2)

P_{EP} : " 地震時受働土圧強度 (t/m^2)

K_{EA} : 地震時主働土圧係数

K_{EP} : 地震時受働土圧係数

r : 土の単位重量 (t/m^3)

x : 土圧 P_{EA} , P_{EP} が壁面に作用する深さ (m)

c : 土の粘着力 (通常は 0 とする。)

q' : 地震時の地表載荷重 (t/m^2)

ϕ : 土の剪断抵抗角 ($^\circ$)

α : 地表面と水平面とのなす角 ($^\circ$)

θ : 壁背面と鉛直面とのなす角 ($^\circ$)

δ : 壁背面と土との間の壁面摩擦角

θ_0 : $\theta_0 = \tan^{-1} Kh$

Kh : 震度法、修正震度法より求める設計水平震度

ただし、 $\phi - \alpha - \theta_0 < 0$ のときは $\sin(\phi \pm \alpha - \theta_0) = 0$ とする。

なお、壁面摩擦角は、土圧がコンクリート壁面に直接作用する場合は $\delta = \frac{\phi}{2}$ 、片持梁等のように、土中の鉛直仮想背面に土圧を作用させる場合は

$$\tan\delta = \frac{\sin\phi \sin(\theta + \Delta - \beta)}{1 - \sin\phi \cos(\theta + \Delta - \beta)}, \quad \sin\Delta = \frac{\sin(\beta + \theta)}{\sin\phi}$$

より求める。ただし $\beta + \theta \geq \phi$ となるときは $\delta = \phi$ とする。

② 地震時動水圧

i) 壁状構造物に作用する地震時動水圧

壁状構造物に作用する地震時動水圧としては、ウェスターガードの次の近似式により求めることができる。

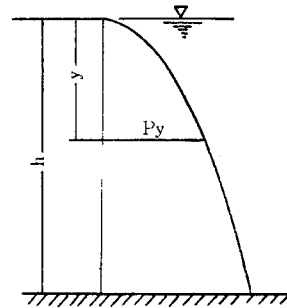


図-6 壁面に作用す

$$Py = \frac{7}{8} Kh \cdot w \sqrt{h \cdot y} \dots \text{式(1)}$$

$$Pw = \frac{7}{12} Kh \cdot w \cdot h^2 \dots \text{式(2)}$$

ここに

Py : 深さ y における地震時動水圧強度

Kh : 設計水平震度 (式(1)式(2)より求める。)

w : 水の単位体積重量

y : 地震時動水圧強度を求めようとする点の水表面からの距離

h : 水面から地盤までの水深

Pw : 地震時動水圧合力

2) 柱状構造物に作用する地震時動水圧

周辺を完全に水でとり囲まれた柱状構造物に作用する地震時動水圧は次式(13)により求める。

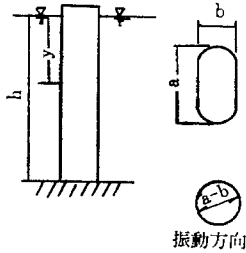


図-7 柱状構造物

$$P_y = Kh \cdot w \cdot A \cdot \frac{a}{b} \left(1 - \frac{a}{4h}\right)^3 \sqrt{\frac{y}{h}} \dots \text{式(13)}$$

ただし $\frac{a}{h} \leq 2$

ここに

P_y : 深さ y における地震時動水圧

Kh : 設計水平震度 (式(1)式(2)より求める。)

w : 水の単位体積重量

A : 構造物の断面積

a : 振動方向の幅

b : 振動方向の奥行

y : 水深

h : 水面から地盤までの水深

③ 安全性の照査

一般構造物の安全性の照査については、単に強度と応力の比較のみで検討されるものではなく、変形や振動数、振幅等についても検討し、許容応力度、許容支持力許容変位、安全率又はこれらの組み合わせによって総合的に判断し安全性の照査を行う。(なお擁壁等の単純な構造物については、地震時における地震時土圧、地震時動水圧等を擁壁等に作用させ地震時における安全率にて、滑動、転倒、支持について確認する。)



*** 農業土木事業調査設計 ***

※ 農業開発事業に関する調査・計画・設計並びに施工管理
 海外開発事業に対する農業土木技術のコンサルティング
 業務、一般土木事業の調査・計画・設計業務
 農業集落排水の新規計画・設計・実施

株式会社 日本農業土木コンサルタンツ

代表取締役社長 岡 本 勇
 常務取締役 西 岡 公

本 社 東京都港区新橋5丁目34番4号 農業土木会館4階
 TEL 03 (434) 3831~3
 仙台事務所 仙台市本町2丁目9番12号 藤ビル2階
 TEL 0222 (63) 7595~6
 札幌連絡所 札幌市西区手稲金山33-100
 TEL 011 (684) 0581

水質保全の最近の動き

月 山 光 夫*

目 次

はじめに.....(89)	4. 農業用水の水質汚濁による農業被害.....(91)
1. 水質汚濁の現状.....(89)	5. 環境影響評価に関する動き.....(93)
2. 湖沼の窒素及び磷に係る環境基準.....(90)	おわりに.....(93)
3. 湖沼水質保全特別措置法案.....(90)	

はじめに

最近における環境保全の全般的状況について、環境白書では「環境汚染の現状は、高度経済成長の過程でみられたような危機的状態からは一応脱することができ、全般的には改善の方向を示しているが、依然として改善の進まない分野も残されている。」と述べている。

水質保全の分野についてみると、歴史的には産業の発達に伴い、産業系からの汚水が増大・多様化し、水質汚濁や土壌汚染の問題を生ずるようになったが、当初は、水質汚濁の進行はゆるやかで局地的なものにすぎなかった。しかし、30年代半ばから40年代にかけて、経済の高度成長に伴い、公的な規制の立遅れもあって、汚濁は急速に広域化していった。

このため、42年には公害対策基本法が制定されて公害対策を総合的に推進する方向が打ち出され、45年には、いわゆる「公害国会」において、公害対策に関する法制度の抜本的な整備強化が行われ、水質関係では水質汚濁防止法をはじめ、海洋汚染防止法、農用地土壌汚染防止法が制定され、46年には環境庁が設置され、水質保全行政も大きな前進をみた。

しかし、その後も水質汚濁による被害形態の多様化・複雑化が進んでいった。特に瀬戸内海では大規模赤潮の発生による養殖魚の被害などの問題が生じ、これに対応するため、瀬戸内海環境保全臨時措置法が48年に制定され、更に53年には同法が特別措置法として恒久法化されたが、同時に従来の濃度規制に加え、総合的な負荷量削減対策の確立を目指して総量規制が制度化され、瀬戸内海のほか東京湾、伊勢湾でも実施されることとなった。

このように、排出規制の実施や下水道の整備など各般にわたる努力により水質の改善が進められてきたが、人口、産業の集中した大都市周辺では改善の進んでいない地域も多く残されている。特に、湖沼や内湾などの閉鎖性水域における富栄養化は、現在最も大きな問題となっ

ている。問題を深刻化した理由として、従来の水質汚濁対策が、有害物質やCODを指標とする有機性汚濁物質の排出規制に重点が置かれ、富栄養化の要因とされる窒素、磷などの栄養塩類の削減まで及ばなかったことがあげられているが、その結果、富栄養化が進行し、赤潮やアオコの大発生を引き起しており、種々の障害を生じている。また、この対策として流入してくる汚濁物質を削減する措置が必要とされているが、発生源は特定の工場、事業場からの産業排水に限らず、一般家庭からの生活排水等複雑多岐にわたっている。したがって、削減対策を行うに当たっては、水質汚濁の実態及びその要因の把握が十分になされ、各種の対策が総合的に行われることが要請されている。

1. 水質汚濁の現状

水質に係る環境基準は、水質保全行政の目標として公共用水域の水質について達成し、維持することが望ましい基準を定めたものであり、人の健康の保護に関する基準（健康項目）と生活環境の保全に関する基準（生活環境項目）の2つから成っている。健康項目については公共用水域一律に定められているが、生活環境項目については、河川、湖沼、海域毎に利用目的等に応じた水域類型を設け、それぞれ基準値を定めている。

健康項目に係る水質汚濁はほぼすべての水域で環境基準が達成されており、基準の不適合率は56年度には0.05%となっている。また同様に生活環境項目に係る水質汚濁の基準の達成率を水域別にみると河川（BOD）63.3%、湖沼（COD）42.7%、海域（COD）81.6%となっているが、後背地に大きな汚濁源を有する湖沼や東京湾、伊勢湾などの内湾等の閉鎖性水域では、依然として環境基準の達成状況は低い水準にあり、特に、湖沼については、環境基準の達成率は他の水域に比べ著しく低い状況にある。

*構造改善局資源課

2. 湖沼の窒素及び磷に係る環境基準

閉鎖性水域である湖沼は水の滞留時間が長く、汚濁物質が蓄積しやすい傾向にあり、更に後背地に大きな汚濁源を有する場合には水質汚濁、いわゆる富栄養化が進みやすい。

元来、富栄養化は湖沼が流域からの窒素、磷などの栄養塩類の供給を受けつつ長い年月をかけて徐々に湖底土や湖水中に栄養塩類を蓄積して行く自然現象を指していたが、近年いわれているものは、流域における人口、産業活動が増加し、栄養塩類の流入が急激に増大することにより、藻類その他の水生生物が増殖し、短期間のうちに水質が累進的に悪化する現象である。このような富栄養化が多くの湖沼において急速に進みつつあり、湖沼の透明度が年々低下するとともに、水色の変化による美観の劣化のほか、水生生物の異常増殖により水道水の異臭味や浄水場のろ過障害の発生、魚貝類のへい死等種々の問題を生じている。

このような富栄養化の防止対策を実施するに当たって、その要因物質に関する環境上の目標を明らかにする必要がある。このため、環境庁は窒素及び磷に係る水質目標の検討を行ってきたが、57年12月25日、環境庁告示「水質汚濁に係る環境基準について」の一部を改正し、生活環境保全に関する環境基準として従来の pH, COD 等に加えて湖沼の窒素及び磷に係る環境基準を告示した(表一1)。

この窒素及び磷に係る環境基準の設定は、次のような基本的考え方に基づいて行われた。

① 水中の窒素及び磷の濃度が上昇し、水域が富栄養化すると、水域の利用上種々の障害が生ずる。

② これらの障害は、主として藻類の増殖によるものである。

③ 藻類の増殖は、基本的には窒素及び磷の濃度により支配されるものである。

以上の観点より、湖沼の窒素及び磷に係る環境基準は、湖水中に含まれる窒素及び磷が藻類等を増殖させることなどにより生ずる障害を防止するため、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準として定められている。今後は各湖沼(湖沼には、1000万㎡以上の人造湖も含まれる)への類型指定(いわゆる「あてはめ」)が順次行われる。

また、この環境基準達成のための大きな柱となる排出規制を行うため、湖沼の富栄養化の防止に係る窒素、磷の排水基準の設定について政府内で検討が進められている(58年9月現在)。

なお、54年に滋賀県において、窒素、磷の排出規制、磷を含む合成洗剤の使用、販売の禁止等を内容とする画期的な「琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」が制定

表一1 湖沼の窒素及びリンにかかわる環境基準

類型	利用目的の適応性	基準値*	
		全窒素	全リン
I	自然環境保全及びⅡ以下の欄に掲げるもの	0.1mg/l以下	0.005mg/l以下
Ⅱ	水道1, 2, 3級(特殊なものを除く) 水産1種 水浴及びⅢ以下の欄に掲げるもの	0.2mg/l以下	0.01mg/l以下
Ⅲ	水道3級(特殊なもの)及びⅣ以下の欄に掲げるもの	0.4mg/l以下	0.03mg/l以下
Ⅳ	水産2種及びⅤの欄に掲げるもの	0.6mg/l以下	0.05mg/l以下
Ⅴ	水産3種 工業用水 農業用水** 環境保全	1mg/l以下	0.1mg/l以下

*基準値は、年間平均値とする。

**農業用水については全リンの項目の基準値は適用しない。

(注) 自然環境保全：自然探勝等の環境保全

水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行なうもの

水道2級：沈澱ろ過等による通常の浄水操作を行なうもの

水道3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうもの(「特殊なもの」とは、臭気物質の除去が可能な特殊な浄水操作を行なうものをいう)

水産1種：サケ科魚類及びアユ等の水産生物用並びに水産2種及び水産3種の水産生物用

水産2種：ワカサギ等の水産生物用及び水産3種の水産生物用

水産3種：コイ、フナ等の水産生物用

環境保全：国民の日常生活(沿岸の散歩等を含む)において不快感を生じない限度

されている。

3. 湖沼水質保全特別措置法案

湖沼の水質の現状を見れば、閉鎖性水域という自然的条件に加え、湖沼周辺で営まれている生活及び生産活動に起因する汚濁が進んでいるが、湖沼の水質汚濁の要因は、周辺地域の状況により極めて多様であり、従来からの水質汚濁防止法による規制等のみでは十分対応できない面があるため、新たな施策を含め諸施策を総合的に講じることが必要になってきた。

既に、滋賀県においては前出の「琵琶湖の富栄養化の

防止に関する条例」が施行されていたが、茨城県においても「霞ヶ浦の富栄養化の防止に関する条例」が57年9月から施行されたほか、いくつかの湖沼において湖沼水質管理計画の検討など湖沼保全に関し活発な取り組みがなされている。

しかし、富栄養化の現象は、特定の地域の湖沼だけではなく、全国的に広く進行しつつあるため、新たに「湖沼水質保全特別措置法」の制定（58年9月現在で継続審議扱いとされている）が企図されている。同法案の趣旨は、湖沼の水質の保全を図るため、湖沼水質基本方針を定めるとともに、水質の汚濁に係る環境基準の確保が緊要な湖沼について水質の保全に関する計画の策定及び汚水、廃液その他の水質の汚濁の原因となる物を排出する施設に係る必要な規制を行う等の特別の措置を講じようとするものである。この法律案の主な内容は次のとおりである。

(1) 湖沼水質保全基本方針の策定

国は、湖沼の水質の保全に関する基本構想等を内容とする湖沼水質保全基本方針を定める。

(2) 指定湖沼の指定

内閣総理大臣は、都道府県知事の申出に基づき、水質の保全に関する施策を総合的に講ずる必要がある湖沼を指定湖沼として、指定湖沼の水質の汚濁に関係のある地域を指定地域として定める。

(3) 湖沼水質保全計画の策定

都道府県知事は、湖沼水質保全基本方針に基づき、指定湖沼ごとに、湖沼の水質保全に関する方針、下水道の整備その他の湖沼の水質の保全に関する事業、水質の保全のための規制その他の措置等を内容とする湖沼水質保全計画を定める。

(4) 指定湖沼の水質の保全に関する特別の措置

① 湖沼特定事業場に係る排出水の排出の規制

従来の濃度規制のほか、都道府県知事は、指定地域内の湖沼特定事業場（湖沼特定施設（水質汚濁防止法に規定する特定施設及びみなし特定施設をいい、政令で定めるものを除く。）を設置する工場又は事業場で一定規模以上のもの）について、排出水に関する汚濁負荷量の規制基準を定め、湖沼特定施設の新増設に係る排出水がこの規制基準に適合しないと認めるときは、改善その他必要な措置を採るべきことを命ずることができる。

② みなし特定施設に係る排出水の排出の規制

一定規模以下の浄化槽等、湖沼の水質にとって生活環境に係る被害を生ずるおそれのある汚水等を排出する施設として政令で定める施設を水質汚濁防止法の特定施設とみなし、同法の規定を適用する。

③ 指定施設の設置の届出等

一定規模以下の畜舎等、排水基準による規制により難しいものとして政令で定める指定施設を設置しようとする

者等について、届出の制度を設けるとともに、都道府県知事は、その者が構造等の基準を遵守していないと認めるときは、改善の勧告、さらには、命令をすることができる。

④ 汚濁負荷量の総量の削減

人口及び産業の集中等のため、排水規制等によっては水質環境基準の確保が困難な指定湖沼については、汚濁負荷の総量を削減するための措置を講ずる。

⑤ 湖辺の自然環境の保護

指定湖沼の水質の保全のため、緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護に努めなければならない。

(5) その他

湖沼の水質の保全を図るために必要な指導、援助、関係行政機関の協力等について所要の規定を設けている。

4. 農業用水の水質汚濁による農業被害

今まで述べてきたように、最近の水質をめぐる動きは湖沼等の閉鎖性水域を中心としたものであるが、同時に汚濁源として工場、事業場からの排水に加え、一般家庭からの生活排水等が大きなものとして注目されてきた。これらの傾向は農村部においても同様であり、生活排水の増大による水質汚濁は、河川、湖沼のみならず、農業用水の水質悪化をもたらし、農業生産活動に種々の問題を生じさせている。従来、農業被害は鉱山からの酸性水や重金属によるもの、あるいは工場等からの排水によるものが中心であったが、これらは汚濁原因者による対策等により改善が進み、その一方、生活排水による被害が中心となってきた。

農林水産省では、33年より概ね5年ごとに「農業用水の汚濁による農業被害の実態調査」を行っているが、この調査結果にもこの傾向が現われている。以下に調査の概要を紹介する。

(1) 調査の内容

この調査は、全国の農地を対象に農業用水の水質汚濁による農業被害の実態を把握し、農業被害を防止するための基礎的資料とするもので、33、40、44～45、49～50、54～55年に実施されている。なお、この調査は原則として聞き取り調査であること、調査結果は被害面積で表示されており、被害量が把握できていないことなど、今後検討すべき点も残されている。

農業用水の汚濁による被害は、農作物被害、つまり作物の生育阻害、病虫害の発生、倒伏、収量及び品質の低下による減収が一般的である。このほかに珪砂等の流入固結により耕起、砕土が困難となる場合や重金属等が流入し土壌汚染が生ずるなどの農地被害や浮遊物が水路、スクリーン等に付着して機能低下を生ずるなどの農業用施設被害がある。更に、これ等に伴う農作業や維持管理の増大などである。

(2) 調査結果の概要

①被害の状況 54～55年（以下55年調査とする）の調査（第2表）によれば、全国の被害地区数は959地区、被害面積は99,873haとなっている。これを50年調査の結果（1,349地区、157,325ha）と比較すると、この5カ年間に地区数は29%、面積は37%減少しており、過去のピーク時であった45年の194,322haに比して約半分になっている。

地域別（農政局単位で区分している）の被害面積についてみると、55年調査では東海の24,400haを筆頭に、東北16,300ha、関東15,200ha、近畿12,700ha、以下中国四国、北陸、北海道、九州の順になっている。50年調査との比較では、各地域とも減少しているが、減少割合が高い地域は北陸51%、関東44%、北海道42%、九州38%減といったところである。

また、被害面積のなかで畑、樹園地の割合は4%を占めるにすぎず、大部分が水田である。全水田面積に対する被害面積の割合は3%に当たる。地域別の水田面積に対する被害面積をみると、東海が最も高く13%、次いで近畿が5%となっているが、大都市をかかえたり、またその周辺にある都府県では20～30%に達するところもみられる。

②汚濁源別被害状況 汚濁源の種類別についてみると、55年調査（第1図）では、都市污水（農村地域の集落からの排水によるもの等を含む）による被害が68,200ha、次いで工場からの排水によるものが18,900haであり、これらで全被害面積の87%に達している。従って他の汚濁源によるものはわずかであり、鉱山8%、自然汚濁2%、鉱温泉0%、その他3%である。

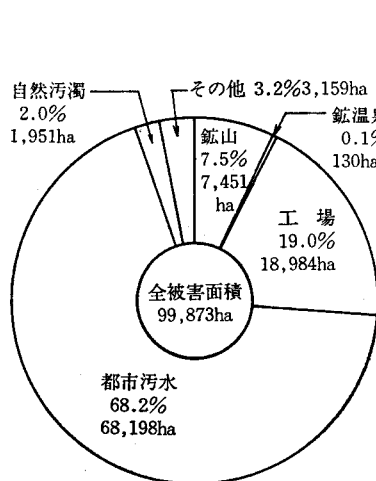
45年及び50年調査の結果と比較するといずれの汚濁源

表一 2 汚濁源類型別、地域別被害地区数及び被害面積

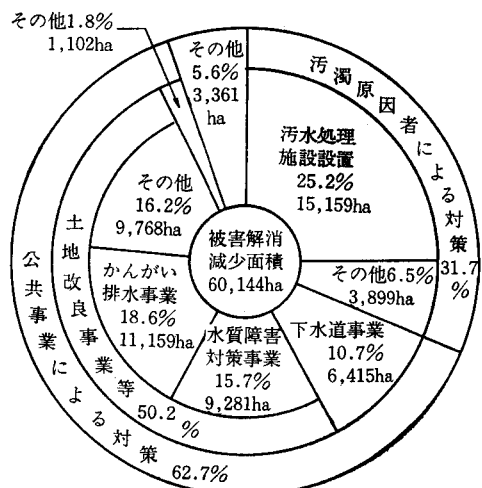
(55年9月1日現在、単位：ha、%)

地域名	鉱山		鉱温泉		工場		都市污水		その他		自然汚濁		計		構成比	
	地区数	面積	地区数	面積	地区数	面積	地区数	面積	地区数	面積	地区数	面積	地区数	面積	地区数	面積
東北	65	3,643	1	35	10	2,067	72	8,422	4	232	3	1,855	155	16,254	16.2	16.3
関東	7	672	0	0	26	1,131	166	11,880	14	1,392	4	96	217	15,171	22.7	15.2
北陸	5	1,290	0	0	15	1,402	33	5,851	4	302	0	0	57	8,845	5.9	8.9
東海	0	0	0	0	42	10,487	85	13,695	7	189	0	0	134	24,371	14.0	24.3
近畿	6	266	1	60	42	2,589	104	9,393	13	416	0	0	166	12,724	17.3	12.7
中国・四国	8	634	0	0	8	395	72	9,483	13	279	0	0	101	10,791	10.5	10.8
九州	18	933	1	35	10	913	63	3,403	5	87	0	0	97	5,371	10.1	5.4
北海道	2	13	0	0	0	0	27	6,071	3	262	0	0	32	6,346	3.3	6.4
全国	111	7,451	3	130	153	18,984	622	68,195	63	3,159	7	1,951	959	99,873	100	100
構成比	11.6	7.5	0.3	0.1	16.0	19.0	64.8	68.2	6.6	3.2	0.7	2.0	100	100		

(注) 農林水産省調べ



第1図 汚濁源類型別被害面積割合 (注) 農林水産省調べ



第2図 被害減少面積理由別割合 (対50年度比較) (注) 農林水産省調べ

によるものとも減少しているが、汚濁源別のシェアについてみると、工場からの排水によるものが低下し、都市汚水によるものの比率が高まっている。

③被害動向 被害地区の動向については、50年調査の被害地区のうち74,900haが減少しているが、このうち農地の転用により農地でなくなったものなど14,800haを除いた60,100haについて被害が解消している。被害が解消した内訳（第2図）は、公共事業によるもの37,700ha（解消面積の63%）、汚濁原因者の対策によるもの19,100ha（同32%）である。なお、公共事業のうち土地改良事業（主要なものは水質障害対策事業、かんがい排水事業等である）によるものが30,200ha、下水道事業によるものが6,400haである。また、汚濁源類型別にみると、鉱山の場合は汚濁原因者によるもの（以下原因者という）78%、公共事業によるもの21%、同様に工場の場合は原因者50%、公共事業49%と原因者により対策が講じられる比率が高いが、都市汚水のように不特定多数の汚濁源については、被害解消面積のうち公共事業によるものが85%に及んでいる。

一方、50年の調査以降に新たに被害が発生した面積は12,200haであるが、このうち都市汚水によるものが9,800haで80%を占めている。これは農村地域の都市化の急速な進展に対し排水処理施設等の整備が遅れていることなどに起因しているものとみられる。

④区域区分等 55年調査では農業振興地域の割合が76%、市街化区域が20%であり、これは50年調査の比率と大きな変化はみられない。また、経済地帯区分では都市近郊67%、平地農村27%、農山村・山村6%で、都市近郊の比率が50年調査の57%より高まっている。

⑤汚濁物質の流入経路 水質を汚濁させるものが流入している経路としては、農業用水を取水している河川あるいは湖沼が汚濁しているものが35%、水源から取水

後、農業用水路の途中で汚濁するものが40%である。鉱山、工場からの排水による場合は、河川等への流入が多いのに対し、都市汚水の場合には、農業用水路の途中で流入しているものが多くなっている。

なお、農業用水としての望ましい基準として農林水産省において、45年に農業（水稲）用水基準を公表している（第3表）。

5. 環境影響評価に関する動き

水質汚濁による農業被害に代表されるように、従来、農業は被害者の立場であった。しかしながら土地改良事業の実施に当たって、工事の内容によっては、周辺環境への影響を配慮すべきであるとの考え方が強くなってきている。今般、国会で継続審議扱い（58年9月現在）となっている「環境影響評価法（案）」では、規模が大きく、環境に著しい影響を与える事業について環境影響評価を行うこととなっており、農林水産関連の事業については、湛水面積200ha以上のダムの新築、土地改良事業に係わる150ha以上の埋立及び干拓、最大団地面積500ha以上の農用地開発が対象になると考えられている。このため、農林水産省としても、環境影響評価の技術面について検討を進めているが、予測、評価を行う項目として水質は大きな分野を占めている。更に、各地方公共団体においても環境影響評価への取り組みがかなり進んでおり、条例、指導要綱等に基づく環境影響評価が行われ、農林水産関連事業についても実施された例がいくつかみられる。

また、近年、国民の環境に対するニーズに対応し、公害防止、自然保護の一層の充実に加え、環境汚染の未然防止や快適な環境づくりを含め、地域環境の望ましいビジョンに基づく具体的な目標、環境利用が適切に行われるための指針及び目標達成のための施策を内容とした地域環境管理計画の考え方が出されている。この環境管理計画は、個々の事業のアセスメントではなく、ある地域の環境からみた、総合的保全計画と言えるものである。

おわりに

このように、水質汚濁の要因として、産業排水に加え生活排水が注目されている。生活排水対策としては都市部における下水道の整備や農村部における集落排水処理施設の整備を計画的に推進するとともに、未整備地域においても簡易な雑排水対策を行うなどきめ細かい排水対策をたてて、実施していくことが必要となっている。

更に、富栄養化対策の検討の過程では、上記のような点源のみならず農地などの面源へも関心が向けられており、流入する汚濁物質を総負荷量としてとらえ、それぞれの発生源に係る対策を総合的に推進するという考え方がとられるようになってきている。しかし、流入する負

表—3 農業（水稲）用水基準
（昭和45年、農林省公害研究会）

水質汚濁指標項目	基準値
水素イオン濃度（pH）	6.0～7.5
化学的酸素要求量（COD）	6 ppm以下
無機浮遊物質（SS）	100ppm以下
溶存酸素（DO）	5 ppm以上
全窒素（T-N）	1 ppm以下
電気伝導度（EC）	0.3ミリモーター/cm以下
砒素（As）	0.05ppm以下
亜鉛（Zn）	0.5ppm以下
銅（Cu）	0.02ppm以下

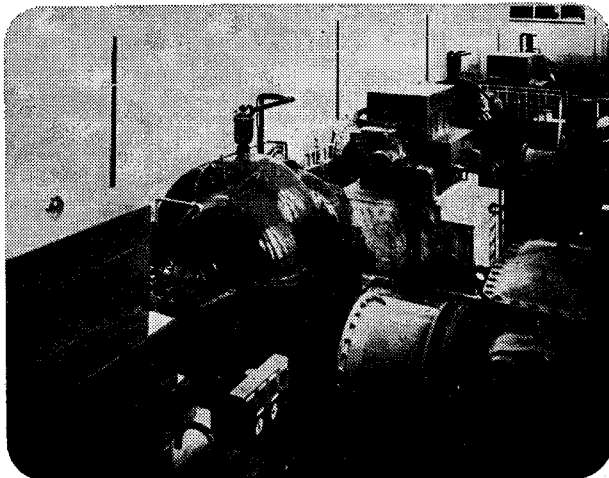
（注）この基準値の利用に際しては、栽培条件、土壌条件、汚濁発生源の種類等現地の諸条件を考慮すること。

荷は自然的社会的条件により大きく変化するものである
 ので、現地に即した調査を行い、実態の把握をする必要
 がある。特に面源については、負荷のとらえ方について
 も十分煮詰っていない部分もあるので、負荷は水利用等
 との関連を正しく把握する必要があるとともに、農林業
 が有する保全機能を認識した上で、正しい評価を行う努
 力が必要であろう。また、水質の保全のためには負荷の
 削減が不可欠であるが、やみくもな規制等の措置ではな
 く、地域住民の生活と地域の経済活動を支える地域資源
 としての水を守るという観点に立って、実行性のある保
 全計画を立て、総合的な施策を推進する必要がある。

同様に、農業被害の実態が示しているように、農業用
 水の汚濁の主因は都市化の進展、あるいは生活様式の高
 度化によるものとみられるが、地域によって汚濁の発生
 源や流入する経路、被害発生の形態などが多様であり、
 画一的な規制や対策では必ずしも十分な効果を期待でき
 ない面もある。したがって、土地改良区、市町村等を中
 心として実態の解明に努めるとともに、地域住民に水質
 保全の重要性を理解させ、地域ぐるみで水質の保全に努
 めることが重要となっている。更に、一つの地域のみで
 は解決が困難な場合には広域的な取り組みを行い、大切
 な資源である水を守って行くことが必要であろう。

治水利水事業に貢献する!

大利根・干潟地区(千葉県)の用水不足を解消



関東農政局殿 大利根用水農業水利事業所
 笹川揚水機場納
 口径1200mm×1100mm 両吸込うず巻ポンプ

トリシマポンプ

—各種ポンプの製作から
 ポンプステーションの設計・
 施工・アフターサービスまで—



株式 西島製作所
 有限会社

本社 大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号
 工場 ☎0726-95-0551(大代)

営業所 大阪 06-344-6551(代) 東京 03-211-8661(代)
 6671(代) 2361(代)

名古屋 052-221-9521(代) 福岡 092-771-1381(代)

札幌 011-241-8911(代) 仙台 022-23-7292・3971

広島 082-243-3700(代) 高松 0878-22-2001(代)

那覇 0988-36-7011 シンガポール 4799011

出張所 佐賀 0952-24-1266-1267 新潟 0252-33-1772
 宇部 0836-32-4574

会

告

農業土木技術研究会役員名簿(昭和59年1月5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
〃	国廣 安彦	構造改善局水利課長
〃	末松 雄祐	構造改善局首席農業土木専門官
〃	村山 昶	関東農政局建設部長
〃	中原 通夫	農業土木試験場水工部長
〃	秋山 光	北海道開発庁農林水産課長
〃	八木 直樹	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 徹	(財)日本農業土木総合研究所常務理事
監 事	那須 丈士	関東農政局建設部設計課長
〃	岡本 勇	㈱日本農業土木コンサルタンツ代表取締役社長
常任顧問	中川 稔	構造改善局次長
〃	福沢 達一	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	山崎平八郎	衆議院議員
〃	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 編集委員長	末松 雄祐	構造改善局首席農業土木専門官
常任幹事 編集委員	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
〃	一川 保夫	〃 整備課課長補佐
〃	亀田 昌彦	〃 設計課農業土木専門官
常任幹事 編集委員	黒澤 照正	全国農業土木技術連盟事務局局長
〃	手代木八郎	構造改善局地域計画課係長
〃	内山 直治	〃 資源課係長
〃	岩村 和平	〃 事業計画課係長
〃	相沢 恒徳	〃 設計課係長
〃	高橋 昭昌	〃 水利課係長
〃	小林 和行	〃 〃

〃	御前 孝仁	構造改善局整備課係長
〃	丸山 和彦	〃 開発課係長
〃	黒澤 純	〃 〃
〃	半田 仁	〃 防災課係長
〃	山田津登武	関東農政局設計課農業土木専門官
〃	吉野 秀雄	農業土木試験場施設水理第二研究室
〃	清野 修	国土庁計画調整局調整課専門調査官
〃	辰巳 隆一	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ツ	〃
㈱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㈱	〃

旭コンクリート工業 ^株	1口	東邦技術 ^株	1口
旭測量設計 ^株	〃	東洋測量設計 ^株	〃
伊藤工業 ^株	〃	^株 土木測器センター	〃
茨城県調査測量設計研究所	〃	中川ヒューム管工業 ^株	〃
上田建設 ^株	〃	日兼特殊工業 ^株	〃
梅林建設 ^株	〃	日本エタニットパイプ ^株	〃
エスケー札幌産業 ^株	〃	日本技術開発 ^株	〃
^株 大本組	〃	日本国土開発 ^株	〃
神奈川県農業土木建設協会	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
金光建設 ^株	〃	日本プレスコンクリート工業 ^株	〃
技研興業 ^株	〃	日本舗道 ^株	〃
^株 木下組	〃	農業試験場農地利用部	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	農林建設 ^株	〃
久保田建設 ^株	〃	八田工業 ^株	〃
久保田鉄工 ^株 (大阪)	〃	福井県土地改良事業団体連合会	〃
久保田鉄工 ^株 (東京)	〃	福岡県農林建設企業体 岩崎建設 ^株	〃
京葉重機開発 ^株	〃	福本鉄工 ^株	〃
^株 古賀組	〃	^株 婦中興業	〃
^株 古郡工務所	〃	^株 豊蔵組	〃
^株 後藤組	〃	ポゾリス物産 ^株	〃
小林建設工業 ^株	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
五洋建設 ^株	〃	(財)北海道農業近代化コンサルタント	〃
佐藤企業 ^株	〃	堀内建設 ^株	〃
^株 佐藤組	〃	前田製管 ^株	〃
佐藤興業 ^株	〃	前沢工業 ^株	〃
^株 塩谷組	〃	真柄建設 ^株	〃
(社)静岡県畑地かんがい事業協会	〃	^株 舛ノ内組	〃
昭栄建設 ^株	〃	^株 マルイ	〃
新光コンサルタンツ ^株	〃	丸伊工業 ^株	〃
新日本コンクリート ^株	〃	丸か建設 ^株	〃
^株 新システム企画研究所	〃	^株 丸島水門製作所	〃
須崎工業 ^株	〃	丸誠重工業 ^株 東京営業所	〃
世紀東急工業 ^株	〃	水資源開発公団	〃
第一測工 ^株	〃	水資源開発公団奈良俣ダム建設所	〃
大成建設 ^株 高松支店	〃	宮本建設 ^株	〃
大和設備工事 ^株	〃	山崎ヒューム管 ^株	〃
高橋建設 ^株	〃	(社)山梨県土地改良建設協会峡中支部	〃
高弥建設 ^株	〃	菱和建設 ^株	〃
^株 田原製作所	〃	菱和建设 ^株 山形営業所	〃
中国四国農政局土地改良技術事務所	〃	若鈴コンサルタンツ ^株	〃
^株 チェリーコンサルタンツ	〃		(86社)
中央開発 ^株	〃		(アイウエオ順)
東急建設 ^株	〃	計 115社	160口

地方名	通 常 会 員							地方名	通 常 会 員						
	県	農水省	公団等	学校	団 体 会 社 等	外国	合計		県	農水省	公団等	学校	団 体 会 社 等	外国	合計
北海道	170	209	9	9				近 畿	滋 賀 京 都 大 阪 兵 庫 奈 良 和 歌 山	37 52 37 42 62 51	8 56 — 19 21 9	3 — 2 — — —	1 7 4 4 — —		
東 北								小計	281	113	5	16			
中 国								鳥 取 島 根 岡 山 広 島 山 口 徳 島 香 川 愛 媛 高 知	23 25 62 53 40 34 29 35 25	5 24 54 9 2 13 — 15 —	— — — — — — 2 — —	3 7 4 — 1 — 5 4 1			
東 関								小計	326	122	2	25			
北 陸								九 州	福 岡 佐 賀 長 崎 熊 本 大 分 宮 崎 鹿 児 島 沖 縄	29 38 18 77 50 49 62 1	23 14 3 45 5 18 3 15	25 — — 2 — — — —	7 2 — — 3 — — 2		
東 海								小計	324	126	29	14			
東 海								岐 阜 愛 知 三 重	31 48 35	8 78 26	2 30 10	4 1 2			
東 海								小計	114	112	42	7			
総 計									2, 658	1, 449	195	120	1, 107	24	5, 553
賛助会員総計									115社		口数 160口				

編 集 後 記

明けましておめでとうございます。

会員の皆さんには、新年を迎えて新たな気持で仕事にとり組んでおられることと思います。

さて、昨年の師走総選挙の政見放送で都市部のある候補者が、「農村県の一人当たりの公共事業費は全国平均の1.5~2.0倍になっているのに対し、大都市圏のそれは平均の半分ほどにしかかかっていない」と訴えていた。公共投資配分を、どのような指標で判断するかによって大きく変わると思われるが、居住人口当りだけで判断できるものだろうか。また先の臨調の中でも「農業者の所得を確保するために国民は多くの財政負担をしている」と農業過保護論がさかんだった。果して日本の農業が過保

護なのだろうか。先進諸国の予算状況をみると、農業関係予算は日本に比べて決して少なくない。先進諸国は食糧自給率の向上を国の重要施策としているのである。

わが国の食糧自給率は先進諸国の中では最低である。日本は、まさに農業危機、食糧危機と言えまいか。また農家は、この20年間で140万戸も減り、第2種兼業農家は7割近くを占めるようになった。

今こそ、農業基盤を整備し、地域農業を確立するための土地基盤整備、農山村の環境整備を行う必要を考えなければならない時はない。新年に当り、一人の農業土木技術者のはしくれとして、純農家に生れ育った人間として、ふと思う事を記して編集後記とする。(半田 仁)

水 と 土

第 55 号

昭和59年1月5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)

投 稿 規 定

- 1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること
東京都港区新橋5-34-3 農業土木会館内, 農業土木技術研究会
- 2 「投稿票」
 - ① 表 題
 - ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
 - ③ 氏名, 勤務先, 職名
 - ④ 連絡先 (TEL)
 - ⑤ 別刷希望数
- 3 1回の原稿の長さは原則として図, 写真, 表を含め研究会原稿用紙 (300字) 65枚までとする。
- 4 原稿はなるべく当会規定の原稿規定用紙を用い(請求次第送付), 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語事典に準じられたい。数字はアラビア数字 (3単位ごとに, を入れる) を使用のこと
- 5 写真, 図表はヨコ7cm×タテ5cm大を300字分として計算し, それぞれ本文中のそう入箇所を欄外に指定し, 写真, 図, 表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 6 原図の大きさは特に制限はないが, B4判ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記をされたい。
写真は白黒を原則とする。
- 7 文字は明確に書き, とくに数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと,
たとえば
C, K, O, P, S, U, V, W, X, Z の大文字と小文字
O(オー)と0(ゼロ) a(エー)と α (アルファ)
r(アール)と γ (ガンマー) k(ケイ)と κ (カッパ)
w(ダブリュー)と ω (オメガ) x(エックス)と χ (カイ)
l(イチ)とl(エル) g(ジー)とq(キュー)
E(イー)と ε (イプシロン) v(バイ)と ν (ウブシロン)
など
- 8 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと
数字は一マスに二つまでとすること
- 9 数表とそれをグラフにしたものとの併載はさけ, どちらかにすること
- 10 本文中に引用した文献は番号を付し, 末尾に文献名, 引用ページなどを記載すること
- 11 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること
- 12 掲載の分は稿料を呈す。
- 13 別刷は, 実費を著者が負担する。