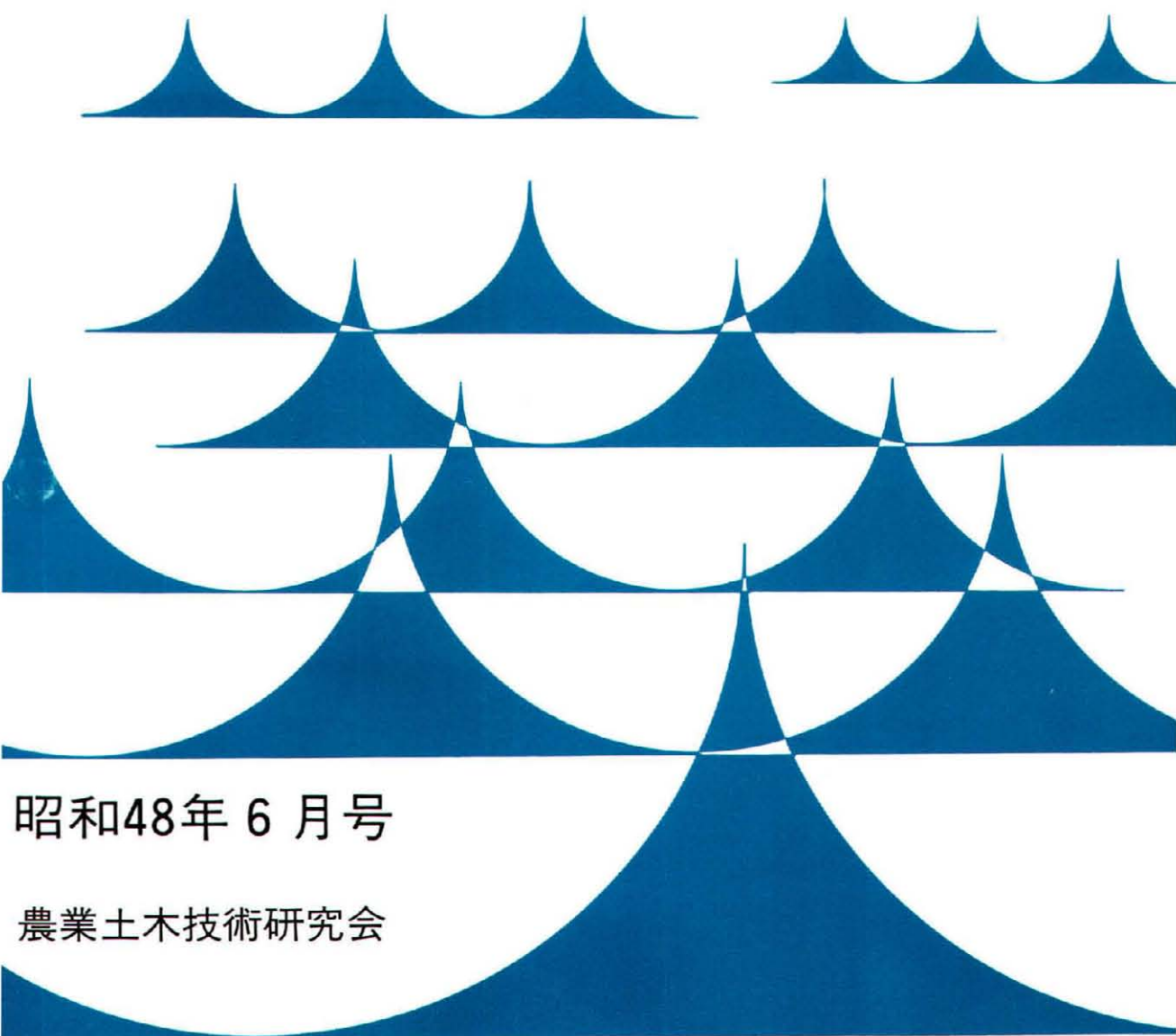


水と土

第 13 号



昭和48年 6 月号

農業土木技術研究会

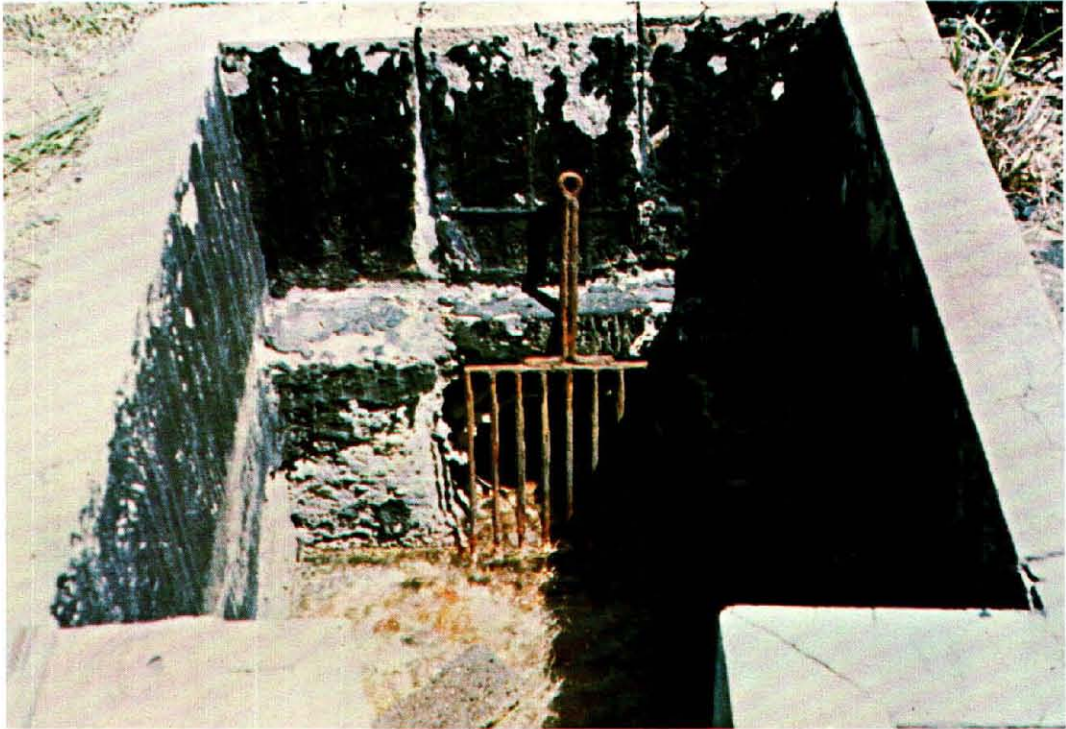
農業用水路の汚染状況



市街地のごみが流入した用水路



染色の排液による用水の汚染



製紙工場の廃液によるコンクリートの浸蝕



豚舎からの汚濁水流入による用水の汚染

水

と

土

No. 13

1973

June

目 次

グラビヤ

農業用水路の汚染状況

報 文

農業土木技術者のための公害ノート

岡 本 雅 美……(1)

水質管理の現状と問題点

駒 村 三 義……(6)

土壌汚染について

戸 塚 理 光……(10)

土地改良と水質

掛 川 正 司……(21)

農村環境と水質保全

山 内 一 郎……(27)

都市近郊の農業と基盤整備について

吉 岡 孝 信……(43)

水路コンクリートの腐食と防食について

中 谷 三 男
尾 崎 三 司
葛 上 久……(51)

水質調査の実例——都市近郊の水質汚染

許 斐 健次郎……(63)

かんがいの計画基準年について

——かんがい計画技術のシステム化

伊 藤 光……(71)

講 座

エコロジー

上 床 一 義……(75)

農業水利計画とコンピューター(2)

白 石 英 彦
中 道 道 宏
岩 崎 和 巳……(80)

会 告

……(91)

編集後記

……(95)

第二回農業土木技術研究会賞

本研究会では、事業の一環として毎年一回優秀論文の顕彰を企画しています。

今回、昭和46年度（会誌「水と土」5～8号）について、会員の代表（名簿から任意に100名を抽出）および編集委員会で選考した結果、第二回受賞は下記のとおりに決定いたしました。

正賞	（賞金 3 万円）	「頭首工の護床工に関する新しい水理設計法」	農業土木試験場	川合	享
				岩崎	和己
副賞	（賞金 1 万円）	「工事価格積算の電算化」	北陸農政局	設計課	
副賞	（賞金 1 万円）	「フルーム型水路にかかる土圧の現場試験」	農業土木試験場	仲野	良紀

受賞各論文の紹介

「頭首工の護床工に関する新しい水理設計法」

頭首工はわが農業土木独特の構造物とも言うべきもので、全国いたる所の河川に築造されているが、自然河川の性格が極めて複雑なこともあって、護床工末端が局所的洗掘を受けやすく、それが護床工、水叩き、本体と順次悪影響を及ぼしているケースがかなり見受けられる。

この論文は、上記の対策として、種々の河床状況に対し、それぞれに適合する護床工の設計法を紹介したもので、筆者の研究の成果であり、頭首工技術の進歩に重要な貢献をなすものである。今後、頭首工の設計に際しては、この成果を積極的に導入していただきたい。

「工事価格積算の電算化」

土地改良事業の実施に際し、工事価格の積算業務は煩雑の上に多大の労力を要し、技術者の大きな負担となっている。

この論文は、積算業務の合理化を目的として、電算機に施工数量と施工条件を入力して積算書を出力させるシステムの開発を紹介したものである。このシステムは、昭和47年から管内の国営事業所で実施に移され成果を挙げつつあり、他農政局や県にも普及しつつある。土地改良事業の抜本的な合理化が求められている今日、本件はこれに応えた有益な業績であり、日常業務の多忙な中にこの開発につとめた関係者一同の功績を称賛したい。

「フルーム型水路にかかる土圧の現場試験」

近年の農業用水路は、フルーム型水路を道路に沿って設置するケースが多い。この際の設計上の問題点としては、土圧の計算法が不明確なこと、特に自動車などによる動的土圧の算出法は不満足な仮定の上に成り立ち参考になる実測例も皆無のことが挙げられ、設計条件として不明確な要素があることに若干の不安が残っていた。

この論文は、これらを解明するために、フルーム型水路の建設現場で土圧と応力の測定を行なったことの報告で、所期の目的を充分に達成し、車輪による動土圧の考え方、土圧による側壁の変位量などを紹介し、前述の設計上の不安を一掃することに役立ったものである。

（文責 設計課 八木直樹）

農業土木技術者のための公害ノート

岡 本 雅 美*

目 次

1. まえがき……………	1	5. 公害における因果関係……………	3
2. 公害の概念をめぐって……………	1	6. 基 準……………	4
3. 価値観の転換……………	2	7. 拡散と濃縮……………	5
4. 公害の認識の指標……………	3	8. おわりに……………	5

1. まえがき

本稿は、筆者もその末輩の1人である農業土木技術者、それもとくに行政部門の農業土木技術者を念頭において、その人達がこれから公害問題を勉強するための入門の、さらに手引きのつもりで書いたものであって、昭和48年3月に開催された農業土木学会関東支部の研修会のテキストにも用いたものである。

公害問題に関する文献は、いまや書店の書棚に満載されている。「公害書コーナー」を設けていない大書店は珍らしいくらいである。公害と銘打った雑誌も、おそらく十指に余るはずである。したがって、公害問題を勉強するのに困難や障害があるとすれば、それは情報の不足のためではなくて過多のためである。とくに、誤った情報のためである。

そこで、筆者が自分なりに勉強してきたことを示して、読者の手引きに供したい。もとより、筆者の手製の粗雑な案内にすぎないが、お役に立てば、幸いこれに過ぎるものはない。

2. 公害の概念をめぐって

A 「公害」とは、事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気汚染、水質汚濁（水質以外の水の状態又は水底の底質が悪化することを含む。）土壌汚染、騒音、振動、地盤の沈下（鉱物の掘採のための土地の掘さくによるものを除く。）及び悪臭によって、人の健康又は生活環境に係る被害が生ずることをいう。

この法律にいう「生活環境」には、人の生活に密接な関係のある財産並びに人の生活に密接な関係のある動物及びその生活環境を含むものとする。

Aは、日本における公害に対する基本的施策を示した法律である「公害対策基本法」の第2条に示された、公

害の定義である。

今日、社会通念として「公害」といわれている現象は、情報公害というようなまったく比喩的な使い方を除いてもなお、この条文で示された範囲よりも広い。たとえば、最近の都市でしばしば問題化している日照障害も、公害の一種とみられている。

だが、この公害対策基本法では、この法の対象を、国の立場から、重要な社会問題を生じており、また生ずるおそれのある公害現象であり、その対策が必要であると認められるものに限っている——とされている。

ただ、この公害の定義規程は固定的なものではなく、公害現象に対する社会的認識の変化発展にもなっており、対象は拡大されるはずのものである。事実、昭和45年の改正で、公害の定義規程に若干の拡大があり、「水の状態又は水底の底質の悪化」と、農業土木技術者にとくに関係の深い「土壌の汚染」が加えられた。

土壌の汚染については、とくに解説を加えるまでもあるまいが、水質以外の水の状態又は水底の底質の悪化が加えられた経緯は、解説するに足りる。すなわち、水質以外の水の状態というのは、水温や水色のことである。水温がとくに問題にされたのは、発電所の冷却用水の排水によって、海湾の水温が上昇し、漁業被害が生ずることなどが主な原因であった。また、この条文の改正補足の結果、古くから農業土木技術者になじみの深いダムによる冷水温障害も、公害にいれられたわけである。また、田子ノ浦の事件ですっかり有名になったヘドロのようなものは、それ自体、水質の変化そのものとはいえないが、水底の底質の悪化として、水質汚濁にふくめることにされたのである。

だが、Aの基本法の条文だけからは、新聞やTVに現われる「怨」の字の旗印をかかげた公害は、感じとりにくい。

B 銭は一銭もいらん。そのかわり、会社のえらか衆

* 東大農学部

の、上から順々に、水銀母液ば飲んでもらおう。上から順々に、四十二人死んでもらう。奥さんがたにも飲んでもらう。胎児性の生まれるように。そのあと順々に六十九人、水俣病になってもらおう。あと百人ぐらい潜在患者になってもらおう。それでよか。

Bは、水俣病に関する政府見解の発表後、昭和43年10月から始まった加害企業（チッソ）と被害者（水俣病患者）との補償交渉で、患者側が提示した、死者1,300万円、患者年額60万円に対し、チッソ側がゼロ回答をもって答え、患者側が依頼した熊本県知事に、チッソ社長が「かつて結んだ見舞金契約は有効。補償交渉はチッソの好意で行なわれており、補償金は見舞金の上積み」と発言し、さらに厚生省への要望書のなかで、「追加補償問題」という言葉を使い、従来の見舞金契約書を有効とする補償態度をさらに明確化、患者側の要求額が非常に高いので難航しているが、これは一企業一地域の問題ではなく、公正な基準を求める必要があると思うと居直った時点で、補償交渉のゼロ地点に閉じこめられ、企業城下町水俣の一般市民たちの形なき迫害と無視のなかで、死につつある患者たちの吐く言葉である。

文中の「水銀母液」とは、昭和43年5月にいたって、水俣病の原因となったアセトアルデヒドの生産を中止し、それともなう有機水銀廃液100トンを韓国に輸出しようとして、第一組合が発見ストップされたドラムカンの有機水銀母液のことである。（石牟礼道子、苦海浄土）

大量の毒物を長い間工場から排出しつづけ、秘かに自分達で行なったテストで、それが多数の死者や病人を出した原因物質であることを知るや、被害者である漁民の貧しさにつけこんで見舞金を安く値切り、しかも将来、工場が病気の原因であると分っても、あらためて補償はしないと一札を書かせた。これが前記の「見舞金契約」の正体であった。その後、しだいに世論がきびしくなり、事実が隠しおおせなくなるや、社長が患者の家を一軒一軒詫びてまわる一方で、相も変らず詐欺に近い古証文（見舞金契約）をたてに補償を認めないばかりか、あらゆる証拠の隠滅をはかり、病気の原因であったことすら否定しかねない企業。

C 公害の公という字は、公けにみんなで私（企業）の出す害を我慢するという意味だ。みんなは害を受けているかもしれないが、私（企業）のおかげで利益も受けているのだから。

Cは、日本最大の製鉄会社の社長が、かつて、TVで喋った意見である。

残念ながら、日本は世界に冠たる公害先進国である。公害のデパートである。それも、企業の犯罪としかいいようのない公害が、あまりにも多いのである。

（水俣のチッソの場合、さらにやりきれない事実がある。ある工場廃水の処理技術者によれば、チッソ水俣工場の、水銀回収装置の設置費用は、150万円であったといわれている。誤植ではない、わずか150万円である。あれだけの死者と病人を輩出せしめ、この世に地獄を現出させたといってもよいあの事件が、わずか150万円の険約から起ったのだったとしたら——言うべき言葉もない。）

しかし、公害問題は、このような企業の犯罪と呼んだほうがよいような問題にかざられるわけではない。

そもそも、欧米の言語には、一語でもって日本語の「公害」を意味する言葉はない。以前、public nuisance とか public hazard とかの訳語に、「公害」を当てていたのは、不当であった。強いていえば、environmental pollution（環境汚染）というのが、いちばん近い。さらに、environmental disruption（環境破壊）といったほうが、より近いかも知れない。

いずれにせよ、これらの欧米の用語から察せられるように、日本の「公害」が、犯罪的、局地的、突発的で、人間の生命健康に直接関わるイメージが強いのに比べて、欧米系の人達がEPとかEDとか呼ぶのは、より広域的（時には地球規模大）な緩慢な生態系の破壊のイメージが強い。

その意味で、日本の「苦海浄土」に比すべき欧米の公害の教典は、カーソン女史の「沈黙の春」（邦訳名、生と死の妙薬）であろうが、その書に冠していわく、「湖水のすげは枯れ果て、鳥はうたわぬ」（キーツ）、またいわく、「未来を見る目を失い、現実に先んずるすべを忘れた人間。そのゆきつく先は、自然の破壊だ。」（シュヴァイツァー）

このように、公害とは、工場の生産過程から発生する公害に加えて、たとえば自動車の排気ガスや騒音、道路建設ともなう自然破壊、家庭から排出される大量のゴミといった、文明の発達がうんだ大量消費生活様式そのものに起因するものもある。

3. 価値観の転換

大量消費生活様式の問題は、そのまま資源の限界問題につながる。これが、公害問題と資源問題の一つの接点である。

ローマクラブの「豊かさの副産物が、限りある地球を破壊しつつある」という「成長の限界」に対する警告は、人口と資源と公害の関連に関するひとつの見解である。余剰農産物と餓死者が同時に発生する、現在の世界の社会構造を無視しているという欠点はあるにせよ。

D 資源は有限だ。

E 環境も有限だ。

D, Eはともに、ローマクラブの警告にみられる思想であり、Eはとくに、生態学者達の説く警告である。

このふたつのテーゼは、資源が無限であり、自然の浄化作用や復元能力もまた無限であるという、近代文明が暗黙のうちに前提としていた素朴な認識の破産宣言である。いまや、資源も環境も、その有限性がみえてきたのである。

F 汚れた空のもとでビフテキを食べるよりも、美しい青空の下でウメボシを食べたい。

Fは公害を発生させる一と危惧される一工場の建設に反対する住民の発言である。工場の建設によって生ずる一と信じられてきた一利益、たとえば、住民の就業の機会の増大とか所得の増大、地方自治体の固定資産税の増収が、住民の選択として否定されている。

戦後ひたすら、経済的繁栄を追求しつづけてきたその価値観の転換が始まったのである。それが、今後どこまで進むのか、経済的繁栄と環境保全、開発と公害の関係が、あらためて、いま問い直されている。二者択一なのか両者併立可能なのかさ定かではない。

しかし、いずれにせよ、近年の公害ないし環境問題に関する価値観くらい、深刻に激しく変わったものはない。恐らく、敗戦前後の日本人の価値観の転倒に匹敵するだろう。このように、前提となる価値観自体が、いま、はげしく動いていることを踏まえていないと、公害ないし環境問題は、ついに理解しがたいであろうと思う。

かつて筆者たちは、工場が吐き出す多彩な煙を、「七色の虹」と呼んで、文明の象徴として讚美させられた。また、河川改修によって河川を復断面化し、その高水敷を平坦な公園や運動場に利用することが、自然保護の観点から否定され非難されようとは気づかなかった。

最近、ある道路の建設工法が、その施工スピードが優れていたとして、土木関係の協会から表彰されたことがあった。すなわち、ある地区のスカイラインの建設にあたって、7カ所に資材を空輸して同時に着工し、掘削した土石は運搬できないので、近くの谷底に落とした工法である。その工事の結果、名勝で知られたその谷底が土石で無残に埋まり、山肌は100カ所以上で崩れ、原生林がなぎ倒され、樹木の立ち枯れが拡大していると非難されている。

われわれは、意識的にか無意識的にかは別として、じつは特定の価値判断のうえにたつて事業を進めているわけだが、価値判断の基準が変れば、その事業の意義や評価は大きく変わるのだから、いまやそのような価値判

断の基準、いいかえれば価値観が、大きくゆれ動いているのである。

4. 公害の認識の指標

公害の定義やその範囲は、行政的には自明であって、前に引用した公害対策基本法に示されているのだろうか。仮にそうだとすると、どんな指標で公害を捉えたらよいだろうか。

だが、公害対策基本法自体、社会通年の変化にともなうて、公害の範囲を拡大してきたことは前述した。しかも、土壤汚染の原因物質は、カドミウム、銅と次々にその範囲が広がっていく。

したがって、事実追認的な法令の条文を形式的に適用していると、後になって、かえって大きな後悔を招くことになりかねない。

一般的にいわれわれは、対象をいくつかの限られた測定可能な指標を選んでそれを測定し、計画や設計、施工や検査をすることに慣れている。だが、公害のような現象は、第三者が容易に確実に測定しがたい現象なのである。

たとえば、都市化の進行にともなうて、工場や住宅の廃棄物や汚水のために汚濁されつつある農業用水路を例にとってみよう。

現在、水質汚濁の度合は、たとえばBODの濃度で表現する。だが、流入する汚濁物量が一定であっても、その水路の流量によって濃度は変化する。したがって、BODの濃度の経年変化で、経年的な汚濁の進行悪化を証明することは、年により季節により、また日により時刻により流量が変動するので、意外に困難である。

しかも、BODという指標は、その用水路に浮いた豚の死骸や、始末に困るビニール容器を表現しない。しかし、被害者である農民は、BODだけで困るのではなく、汚濁の総体に困らされるのである。

そのような欠陥を免れるために、BODとかCODとかPHとかSSとかいう個々の指標を適当に組合わせた複合指標や、さらに具体的な生物(の生死)などを指標として選ぶことが工夫されている。いずれも、監視とか浄化の具体的な行為の指標としてなら有効だが、普遍性を欠くから、一般的な指標として他地域との比較に用いることはできない。

5. 公害における因果関係

公害問題の深刻化は、われわれの価値観までも問い直していることは前述した。だが、公害問題の深刻化は、前述の一般的な一市民としてのわれわれの価値観を問い直したばかりではなく、われわれが職業的に依拠してきた「科学」や「技術」に強く反省を迫っている。

公害問題における従来の科学や技術の失敗を検討すれ

ばすぐ分ることだが、公害問題をあつかうときに、従来の科学や技術を、いわば外挿してそのまま適用することは、危険である。

公害問題では、まずその因果関係が問題になる。なぜなら、公害のような問題では、最近の裁判で典型的にみられたように、損害に対する補償を要求するためには、まず、相手が被害の原因であることを証明しなければならないからである。

公害裁判との関連でいえば、「法的因果関係は、決して厳密に自然科学的に検証されたものであることを必要としない」とか「厳格な因果関係の証明を要求することなく、蓋然性の証明で足りる」という法理論が展開され、実際に判決にあたって採用されてきた。

だが、自然科学を少しでも噛った人間ならすぐ分るように、自然科学における因果関係の論証は、それほど厳密に行なわれているわけではないが、本題をはずれるのでここでは触れない。ただ、このような法律家の誤解を生ずるような背景が公害問題にはあるのであって、それを簡単に述べる。

ひとつは、現象に関与する要因が非常に多いうえに、統計的変動が大きいために、定量的な因果関係を把握しにくいことである。

それに加えて、現象を再現することが、ほとんど不可能なことである。この再現不可能の理由は、第1に、歴史的な条件（生産工程や生産量の変化、被害者の側の生活様式の変化）の再現ができないことである。たとえば、もういちど足尾銅毒事件を検討するために、足尾銅山を旧前のように掘削し、さらに旧前と同様の精錬などを行ない、明治年間の洪水まで再発させることはできない。その上、第2に、被害者は人間であって、人体実験は許されない。

このように、公害現象では実験室での研究のように、他の因子の影響を除いたある特定の因子相互間の関係を調べることができない。したがって、自然のなかで、実際に起っていることを、総体として複雑なままで丁寧に観察することが重要である。

したがって、研究室での実験や室内での微視的局所的観察は、すべて、現実の相似したモデルではなくて、公害の発生に不可欠な条件の確認、あるいは、想定されたメカニズムが現実にあるかどうかの確認にすぎないし、予想された結果がたしかに得られればよし、得られないからといって、再現できなかった環境条件のなかに、無視してはならない条件が残っていたためなのか、それとも、想定されたメカニズムが間違った仮説であったか分らない。

6. 基準

公害問題では、いろいろな「基準」にぶつかる。

まず、閾値（イキチ）である。これは、その値をこえたら障害が現われるという限界値を指す。

つぎに、許容量だが、この量については、実は許容する主体が何であるかが問題である。すなわち、ある人にとって、それを受けることでどれだけの益と、どれだけの害があるかの比較が問題である。たとえば、放射能を浴びることについて、その値以下なら無害だという限界値は、まだ発見されていない。しかし、結核の検査のさいに行なうレントゲンの検査では、いわば結核の診断がつかない危険性と放射線と白血病にかかる危険性とを比較して、ある程度までの放射線の照射を許容するという論理である。したがって、論理としては、受益のない人間の許容量は、このような場合には本来ゼロである。

関連した概念に、受認限度というのがある。これは民事上の概念だから、ある公法上の目的を達成するために設定される後述する公法上の基準とは区別しなくてはならないが、公害に関して具体的にいえば、公害の程度が社会生活を営むうえで各自が受認するのが妥当であると認められる限度であって、これをこえたら損害賠償すべき義務をまぬがれないのである。

いま、たとえばある目標（鮎が住める）を定めて、それを満足する水質（たとえば、BOD 3 PPM）を、ある河川の水質の達成すべき目標値として定めたとしよう。これは、いわば環境の基準だから、このような濃度で表示された環境の基準値を、環境基準という。

この環境基準は、公害対策基本法第9条に基づいて政府が定めることになっている。「大気の汚染、水質の汚濁および騒音にかかわる環境上の条件について、それぞれ人の健康を保護し、および生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準」とされている。

行政の立場では、この基準を公害防止行政の達成目標としている。環境が限度以上によごれている場合には、その限度以下に改善することを目標として、排出などの規制、土地利用、工場立地の規制、公害防止施設の整備などを組み合わせ、有効適切に達成することをねらいとしている。政府はその目標達成の政策責務を負っている。というのが基本法の立場である。つまり環境基準は、属のなかめの役割をもっており、その達成と維持のためにいろいろな法律や行政が組み合わされて動かされることになる。この環境基準は行政の目標としての性格をもつものであるから、この基準には直接に強制を伴う規制基準としての作用はない。

しかしこの基準を達成するために、発生源施設に対し法律に基づいて排出基準をきめて適用するので、発生源者はこの排出基準を強制されることになる。また環境基準達成のため、土地利用や工場設置を規制する手段がとられると、その規制が直接に強制されることになる。

環境基準は直接的に強制される条件にはならないが、

間接的に規制基準の型で強制されることになる。

大気汚染防止、水質保全、騒音規制でも、まず個別の発生施設を特定して排出規制を行なうことから出発している。このような個別の排出規制だけで環境条件に問題が生じなければ、環境基準というような論議はおこらなかったであろう。しかし、発生源の数が増加してきて、ある地域に集積してくると、たとえ1つずつの発生施設が排出基準にあっても、全体としてはよごす能力が合わさって、しだいに環境が悪化してくる。これは自然界の浄化作用、距離・空間を介しての拡散・減衰が十分に有効に働いている間は問題ない。しかし、このように自然の環境悪化を防ぐ能力をこえるようになってくると、どうしても環境悪化が進行し始める。そこで、1つずつの発生施設の規制基準とは別に、環境条件の限度をきめてこれを達成し、またこれ以下のよい条件を維持するためにどの程度、今までの排出に関する規制基準を変えなければならないか、という計算をする。そしてそれに基づいて排出基準をきびしくするという結果になってくる。

この場合当然、今後発生源がどの程度、新設されたり増設されたりするか、という計算を考慮にいれなければならない。また発生源規制の技術限界があれば、発生限全体の規模の限界も考慮しながら、このような基準の限定が行なわれなければならない。

ここで排出基準といっているのは、法律や条例で遵守義務が課されている基準で、これに違反すれば、強制命令が出され、これに従わなければ懲役や罰金などの罰則が適用されるものをさしている。

いま、その環境の汚濁に寄与する汚濁源から発生する汚濁物質の量と、環境濃度との因果関係が自然の浄化作用などを含めて分っているとすると、ある環境基準値を達成するために必要な、各汚濁源からの排出汚濁物量のワクが定まる。地域内の汚濁物の排出量を、このワク内に押さえようというのが、最近しきりにいわれている、総量規制である。

ところで排出基準をつねに必要な環境基準を達成できるように定めれば、それはおのずから、必要な総量規制を行なっているということである。ただ、実際問題としては、個々の地域で排出基準を定めると、妥協的で甘い基準になりやすいことと、排出基準が濃度表示であることから、それを悪用して、たとえばBODを減らす処理をしないで、冷却用水のような汚濁されていない水で希釈することによって排出基準を見掛け上達成するような

欠陥がある。

この点が、環境基準と総量規制の方式であれば、改善されることになる。総量規制では、実質的な汚濁物の総量が規制されるから、希釈して濃度を下げても駄目だからである。

ただ、環境の許容量ないしは自然の浄化作用の許量には、多くの仮定がふくまれていて、おそらく、年を追うて経験を重ねるたびに、その値は小さくなっていくだろうと予想している。

7. 拡散と濃縮

自然の浄化作用とか環境の許容量というものを、有機物を例にとって考えてみれば、たとえば河川水中の微生物の働きによって、河川水中に排出された有機物が分解されて無機物のガスとなることを意味するのであろう。

一般に、大気中であれば水中であれば、汚濁物が拡散されて希釈されてある濃度以下になれば無害になると考えられてきたのは、この自然の浄化作用を期待しての話であるはずである。

だが、現実には、単純な理論のように汚濁物が拡散によって希釈されない場合が、大気中でも水中でも起こっている。

さらに、従来の拡散信仰が決定的に破産する例が、公害問題に現われた。食物連鎖による濃縮がそれである。つまり、ごく少量の有毒物（たとえば水銀）を大量の流量の河川中に放流すれば、誰しも、拡散希釈されて、ほぼ無害になることが期待されよう。だが事実は不幸にして逆であって、ある生物によってそれが摂取されて水中の濃度より高くなったものを、別の生物が餌として食べてさらに濃縮していくという食物連鎖によって、最後には、人間がその魚を食べると発病するほどの濃度に達する。このような、生物による濃縮現象は、われわれ物理学系統の教育を受けた人間の盲点であった。

8. おわりに

他に、われわれを捉えている迷信のひとつとして、スケール・メリット信仰、その具体例としての共同処理場の問題、それから下水処理場と流域下水道の問題などは、紙数の関係で割愛する。

また、公害規制行政の不備が、法律、政令の不備、直罰規定や取締員の身分保証の不備、規制手段の不備、適用範囲の不備、さらに怠慢などのいろいろなレベルがあることも、同じ理由で割愛する。

水質管理の現状と問題点

駒 村 三 義*

目 次

はじめに.....	6	4. 水質管理の問題点.....	7
1. 水質公害の歴史.....	6	5. 水質環境アセスメント.....	8
2. 水質の環境基準と現状.....	6	おわりに.....	8
3. 水質汚濁防止対策.....	7		

はじめに

最近のテレビや新聞等に、交通事故と公害問題を扱っていない日は殆んどない社会情勢である。これは人々の環境に対する要求度の高まりもあるが、人間の活動規模が、量的にも質的にも自然の同化または浄化の限界を超えるほどに至ったためと思われる。

近年における人類の活動状況をみると、世界の人口は1970年に36億人で、年率2.1%の増加を示している。このペースでいけば世界人口は33年間で倍増となる。また鉱工業生産に関連のある石油の使用量は、年率3.9%の増加で、20年以内に倍増する。このような状態で、世界の食糧は何十億の人口に対して、汚染なしに安定供給できるか、また再生不可能な世界の鉱物資源はどのくらい余裕があるか、汚染は鉱工業生産に止らず、農薬・施肥によりどのように拡大されるか、ということなどについての研究開発と、全世界的なレベルでの合意と実行を我々はせまられている。

このような社会情勢の中で環境問題のうち、特に水質汚濁を中心にして考えてみたい。

1. 水質公害の歴史

わが国で水質公害が発生した時期は定かでない。しかし、軽度な水質汚濁は古くからあったものと想像される。たとえば、人家の密集した地域の小河川や、陶器製造業や鉱山付近の河川などであり、水質汚濁が沿岸住民に被害を及ぼして問題となったのは、明治初期に足尾銅山の坑内排水が渡良瀬川に流出して、水稲に被害を生じたことに始まるとされている。

明治以後の急速な産業近代化の動きにより、産業排水の汚水量の増大と有害物質の多様化がもたらされた。これは当初は局地的で、その程度も軽微であったが、下水道や排水処理施設の立ち遅れと、公的規制の未整理な状況下で、除々に水質汚濁が進んでいった。

戦後、江戸川下流で製紙工場と漁民との紛争が社会問題化し、これを契機に昭和33年に「水質保全法」と「工場排水規制法」が制定され、わが国における水質公害に対する法的規制の端緒となった。これらの法規制の方法は汚濁進行の著しい水域を指定し、その流域内の事業場の排水基準を定め、これをチェックし、必要に応じて改善命令を出すものであった。しかし、汚濁が進行してからは遅すぎ、この設定方式では環境保全の要請に追いつけない状態を生じた。その典型は比較的へき地で、我々が感覚的に感じない微量な有害物質の蓄積により発生した水俣病や、イタイイタイ病である。

このため、従来の水質規制の方式を根本的に再検討をし、水質公害の法制的整備を図る目的で、昭和45年12月の第64国会（通称公害国会）で公害関係14法が制定された。水質公害に関しては前記二法にかわって「水質汚濁防止法」が制定され、事前に環境目標が設定され、排水規制が強化され、排水違反に対しては、直罰まで課せられることとなった。

さらに、政府は昭和46年7月に環境公害問題を専門に扱う中央行政機関として、環境庁を発足させた。

一方、国際情勢から見ると、昨年6月には“Only One Earth”を合言葉に、国連人間環境会議がストックホルムで開かれ、この第二回会議を日本で開催しようとしている。

2. 水質の環境基準と現状

公害対策基本法第9条に「政府は、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ人の健康を保護し、及び生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準を定めるものとする。」と規定されている。これに基づき昭和45年4月に「水質汚濁に係る環境基準について」の閣議決定が行なわれ、人の健康の保護に関する環境基準（通称「健康環境基準」）と生活環境の保全に係る環境基準（通称「生活環境基準」）が設定された。

* 環境庁水質保全局水質管理課

健康環境基準はシアン等の有害物質8項目について基準値を定め、直ちに全国の公共水域に一律に適用されている。生活環境基準は13種の水域類型(河川—A A, A, B, C, D, E。湖沼—A A, A, B, C。海域—A, B, C。)にわけて、それぞれ水素イオン濃度(PH)、生物学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質(SS)等について基準値を定め、この類型を各公共水域に指定する(通称「あてはめ」)ことによって適用する。この類型指定の状況は昭和47年度末で、主要600水域中約200水域が指定され、昭和51年度中に完了することを目途としている。

なお、環境基準という公共水域とは、その所有または財産が公共的なものに限定されたものでなく、一般不特定多数の人と接触したり、または他の公共水域と密接な関連のある水域も含まれるものである。したがって、パイプライン以外の農業用排水路や貯水池も公共水域である。

公共水域の汚濁状況は昭和46年度の全国調査結果によると、有害物質の含有率が健康環境基準値を越えるものは89,074検体中565検体で0.6%を占め、前年度の1.4%より低くなっている。項目別には、シアン、カドミウム、鉛の基準超過率が高く0.7~1.4%で、有機リン、6価クロム、ヒ素、総水銀は0.1~0.4%であり、アルキル水銀は全く検出されなかった。

また生活環境基準についてみると、測定検体数76,757検体のうち生活環境基準値を超えるものは17,335検体であり、その割合は22.5%である。この非達成率を水域形態別にみると、河川では23.0%で、主にBODと大腸菌群数が多く、湖沼では43.9%でCOD, SS, 大腸菌群数が多く、海域では17.8%でCODの達成率が悪い。

これを地域別にながめると、京浜、中京、阪神を中心とした東海道ベルト地帯の水質汚濁が著しいほか、新産業都市および工場整備特別地域が集中している瀬戸内海沿岸部の海域や、仙台市、福岡市等の地方中核都市の水域で水質汚濁が進行しており、その他の地域では横ばいの状態であり、全体的に汚濁のテンポは鈍化したがるが、必ずしも改善方向に向っているとはいえない現状である。

また現状の水質汚濁防止対策のままで、経済成長したとすれば昭和60年の水質汚濁発生負荷総量は現状の倍以上になると予想されている。(BOD総発生負荷量の推移30年3,300千トン、45年6,400千トン、60年21,100千トン)

3. 水質汚濁防止対策

前述の環境基準を達成するための対策としては、下水道等の汚水処理施設の整備と、工場事業場からの汚废水の排出を規制することが、最も重点的な対策である。

下水道の整備については、一般家庭の排水は規制にな

じまず、また中小企業が個々に汚水処理施設を設置するのは効果的でない観点から、下水道の整備は水質汚濁防止対策のキメ手であり、昭和46年8月に第3次下水道整備5箇年計画(事業費総額2兆6千億円)が閣議決定された。しかし、この計画が完了した時点でも下水道普及率は約38%しか見込まれず、イギリス・オランダの90%、スウェーデン・アメリカの70%前後、西ドイツの63%等に比して、わが国の下水道整備が遅れていることを示している。したがって、この第3次計画の繰り上げ実施と、第4次計画への早期改訂が望まれている。

事業場からの汚水の排出規制については、水質汚濁防止法により全国一律基準と都道府県令による一律基準以上の強化基準(通称「上乘せ基準」)に2大別される。なお、これらはさらに水質環境基準と同様に、健康項目と生活環境項目に別れている。これらの排出規制を遵守させるため、この法では強制措置や直罰制度が導入されており、昭和46年6月に法施行されて以来1年間の措置状況は、特定事業場の届出数約10万件、計画変更命令2件、改善命令247件、行政指導勧告2,500件、直罰等の告発31件となっている。

前述の二つの対策の他に、河川浄化用水の導入、河川流況の調整、河川や港湾内の底質ヘドロの浚渫、土地利用の適正化、汚水処理技術の高度化への研究開発、汚水処理施設々置に対する融資および税制措置、水質監視体制の整備、各種開発計画に対する環境影響事前調査の徹底、公害防止計画の実施など総合的な水質汚濁防止対策が必要である。

4. 水質管理の問題点

水質管理の目標としては、一応環境基準や排水基準はあるが、これが全てではなく、水質の評価の方法や水質変化にともなう汚濁負荷の許容量の推定方法など、現状では解明されていないので、水質管理には常に問題点がつきまとうこととなる。

水質管理上の最近の問題点あるいは話題を拾ってみよう。

(1) PCBなど新しい汚染物質が現われ、その実態調査や対応策の検討が急がれている。今後、開発される新しい物質や製品による汚染を未然に防ぐには、どう対処すべきであろうか問題が提起されている。

(2) 河川・湖沼・港湾等の水底に堆積した底質(ヘドロ)は悪臭のみならず、かなりの量の重金属・PCBなどが含まれている場所があり、これらの生物への影響の究明と処理対策の確立が必要である。

(3) 瀬戸内海、伊勢湾等の赤潮による水産被害が近年増大の傾向にある。この問題の原因と対策の究明が急がれている。

(4) 琵琶湖・霞ヶ浦・諏訪湖など湖沼において、赤潮

に類する窒素・リン等の栄養塩類の過多、即ち富栄養化現象が進みつつあり、上水道水の着臭や農業用水の窒素過多の問題が発生している。これは水交換が悪い等の条件下にあるため、一度汚染されるとその回復は難しいとされている。

(5) 田沢湖・北上川など自然温泉や休廃止鉱山の廃水による酸性河川の対策も必要である。

(6) 各種汚水の処理技術の向上と、工業の排水水を出さないクローズドシステムの開発を促進すべきである。

(7) 水質監視測定体制と公害研究機関の整備拡充を図らなければならない。

(8) 工場再配置等地域開発にともなう地方公害の未然防止のため、環境容量の推定方法と環境アセスメントの究明が急がれている。地域の環境保全を考える際、地域開発にともなう発生汚濁を浄化し得る能力、即ち環境からみた入れ物の大きさが問題であり、これが「環境容量」と呼ばれているものである。この環境容量の推定方法ならびに開発の環境への影響評価、即ち環境アセスメントの解析手法の確立が急がれており、これが不明確であれば、その地域開発に対し環境保全上の不安が残ることとなる。

なお、現状で考えられる水質環境アセスメントの手法の概要について次項で述べることにする。

(9) 以上述べた他に排水規制の今後の動向としては、規制項目の拡大や温排水対策・地下水汚染対策・地盤沈下対策や水質規制から総排出量規制への移向などが検討されている。

5. 水質環境アセスメント

地域開発を行なう際に、環境に対する影響を事前に十分調査すること——即ち、環境アセスメントを行なうことが必要であり、昭和47年6月6日の閣議了解「各種公共事業に係る環境保全対策について」も、この趣旨からなされている。

環境アセスメントの結果の判断についての基本的な考え方には未だ議論があるところであるが、ここに私見を提示し、諸兄のご批判ご検討の材料としたい。

① 開発の結果もたらされる地形、水流等の変化、ならびに開発地域からの汚濁発生の影響により、開発地域近傍水域の水質悪化ならびに生態系への悪影響が生じないこと。

② 工事中の環境悪化については、環境基準を達成できる範囲で施工されることを原則とする。また、環境基準を部分的、一時的に達成できない場合は、十分な補償措置を講ずること。なお、工事の環境影響が生態系等に悪い後遺を残す工法は採用しないこと。

次に、環境アセスメントを行なうための調査プロセスの一例を事項と模式で示す。

① 計画の把握：当該地域における各種開発計画，ならびに水質保全計画を把握する。

② 基準設定状況の把握：当該公共水域における環境基準，および上乗せ排水基準の設定状況，または設定予定状況を把握する。

③ 現況水質の解析：当該公共水域の現況水質を解明する。

④ 発生汚濁負荷量の推定：現況の発生汚濁負荷量，ならびに各種開発計画や水質保全計画にともなう発生汚濁負荷量の増減を検討し，計画後の発生汚濁負荷量を推定する。

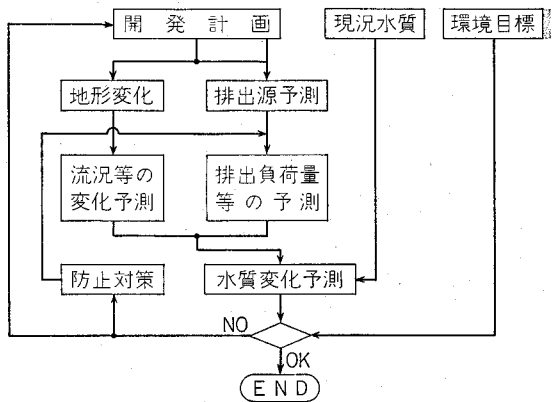
⑤ 流入負荷量の推定：計画後の発生汚濁負荷量に対して，どのように排水規制するか，さらに規制後の当該公共水域への流入負荷量を推定する。

⑥ 流況等の変化の検討：各種開発計画，ならびに水質保全計画にともなう水理，流況等の状況変化を検討する。

⑦ 計画後の水質の推定：上記③～⑥より，計画後の当該公共水域の水質を推定するとともに，生態系への影響も検討する。

⑧ 防止対策の検討：計画後の水質と環境基準，ならびに現況水質とを比較検討し，計画後の水質が環境基準を達成できない場合，または，現況水質より大巾に悪化するおそれのある場合は，その防止対策を検討する。

⑨ 工事中的影響検討：工事中的環境変化や，生態系への影響を検討する。



おわりに

かつて人類は自然の複雑な生態系の一員として、その制御下に生存してきた。しかし、人類の英知と努力により、その自然の制御から脱皮して、地球上における万物の霊長となって既に数千年を経過した。特に、20世紀に入ってからの人類の活動は、量的にも質的にも飛躍的拡大をなしつつある。

ここで、人類が今後とも豊かな生活を求めるためには、我々は各種の開発行為には、より一層の注意を加え

必要がある。ちなみに、昨年「国連人間環境宣言」の一部を紹介して、筆をおくことにする。

「人は科学技術の加速的な進歩により、自らの環境を無数の方法と、前例のない規模で変革する力を得るに至

り……四囲の環境を変革する人間の力を……誤って、または不注意に用いるならば……人間と人間の環境に対して、はかり知れない害をもたらすことにもなる。」

お詫びと訂正

前号（第12号）の〔報文〕宗好秀：山本義弘両氏の“北海道における水路の凍上対策について”の文中において、編集及び校正の不備によりミスプリントが行われてしまいましたので、下記の通り正誤表を掲載し謹んで読者の皆様にお詫び致します。

頁	欄・行	誤	正
1	目次4-2	地盤上の凍上性	地盤土の凍上性
〃	目次5-7	脱落	5-7今後の問題点
〃	右下1	水路一機に侵食される	水路が一機に侵食される
2	表-1	Corps of Engineers	Corps of Engineers
		凍上性大	凍上性大
〃	右上3	北海道の水路地盤上の凍上性	北海道の水路地盤土の凍上性
3	図-1	凍結深ε cm	凍結深ε (cm)
4	左上18	適用するよう提案している8)。	適用するよう提案している18)。
〃	右上20	積雪20~30cm深以上	積雪深20~30cm以上
〃	右上24	今後路各部について	今後水路各部について
5	図-6	(Σ/Σ max)	(ε/ε max) (%)
〃	右下11	床版と壁の凍上量	床版と擁壁の凍上量
6	図-7ネーム	凍量とウラ込厚の関係	凍上量とウラ込厚の関係
〃	〃	(塚本らの資料を筆者が	(塚本らの資料を筆者が
〃	左下2	この年だけ門板の	この年だけ円板の
7	右下12	30年間の年間の年最大積算寒度	30年間の年最大積算寒度
〃	図-9ネーム	ヘーゲンプロットによる確率れ計算図	ヘーゲンプロットによる確率計算図
8	表-4	19年留萌の数字 689	686
〃	〃	31年網走の数字 504	506
〃	〃	32年 〃 〃 450	500
〃	〃	37年室蘭の数字 77	78
〃	〃	41年旭川の数字 667	756
〃	〃	〃 〃 514	747
〃	〃	〃 〃 608	723
〃	表-5ネーム	年最大積算寒度の確立値	年最大積算寒度の確率値
9	表-6ネーム	年最積算寒度	年最大積算寒度
〃	表-6	14年旭川起点月日 11. 29	11. 26
12	左上1	道内主要都市	道内主要11都市
〃	図-10	図中の記号R ₂ , R ₁ , R ₂ , Rはk ₂ , k ₁ , k ₂ , kとなる	
〃	左下9	$d_2 = \left[-\left(\frac{R_2}{R_1}\right) + \sqrt{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 + \frac{1}{m^2} - \left(\frac{R_2}{R_1}\right)\left(\frac{L_2}{L_1}\right)} \right] d_1$	$d_2 = \left[-\left(\frac{k_2}{k_1}\right) + \sqrt{\left(\frac{k_2}{k_1}\right)^2 + \frac{1}{m^2} - \left(\frac{k_2}{k_1}\right)\left(\frac{L_2}{L_1}\right)} \right] d_1$
〃	左下7	$m_r = 1 / \left[1 - \left(\frac{R_2}{R_1}\right) + \sqrt{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 - \left(\frac{R_2}{R_1}\right)\left(\frac{L_2}{L_1}\right) + \frac{1}{m^2}} \right]$	$m_r = 1 / \left[1 - \left(\frac{k_2}{k_1}\right) + \sqrt{\left(\frac{k_2}{k_1}\right)^2 - \left(\frac{k_2}{k_1}\right)\left(\frac{L_2}{L_1}\right) + \frac{1}{m^2}} \right]$
〃	左下5	R ₂ /R ₁ = 1.5,	k ₂ /k ₁ = 1.5,
〃	表-7	R ₂ /R ₁ = 1.5,	k ₂ /k ₁ = 1.5,
16	左上20	(t)	4)
〃	表-10	道路工事設計基準欄の数字30	80
17	左上21	脱落	5-6 置換材料
			水路の凍上対策としての置換工法において、適当な置換材料の撰択はきわめて重要な問題であり、こゝでは置換材料の品質について述べる。 水路の置換材料に必要なとされる条件は次のようなものが考えられる。
〃	左下15	粗粒で風化の徴候がなく	粗粒で風化の徴候がなく
〃	左下3	5-6 今後の問題点	5-7 今後の問題点
18	左下7	水路の凍上防止工としての有意性を見い出している。	水路の凍上防止工としての有意性を見い出している ⁵ 。
〃	右下4	0.000081cal/m・sec・C°	0.000081cal/cm・sec・C°
19	表-12	吸水率 0.01g/100cm ²	吸水率 0.01g/100cm ²
〃	〃	密度 0.040g/cm ²	密度 0.040g/cm ²
21	右下1	厚38%区	厚38%区
23	左上4	装工材料や寒暖の	装工材料が寒暖の
26	右上6	断熱材による凍上防止について。	断熱材による凍上防止工について。

土 壌 汚 染 に つ い て

戸 塚 理 光*

目 次

はじめに……………10
 1. 土壌汚染防止法と土地改良事業……………10
 2. 土壌汚染調査事業……………12

3. 土壌汚染の概況と調査結果……………13
 おわりに……………20

はじめに

土壌の汚染は、足尾鉾山による渡良瀬川流域農用地の鉍毒被害に代表されるように歴史的にはかなり古い時代から地域住民によって問題を提起されてきていたが、その根本的な解決方法が見い出されないまま現在に至っている。

また、ここ数年の間に公害に対する問題が、全国各地で発生しており、地域住民によって取上げられた訴訟は、次々と勝訴の判決が下っている。

一方、政府においては、昭和45年12月の第64国会（一般に公害国会と言われている。）において既存の公害関係諸法案の一部改正および新法案を成立させ、公害法の分野は、法体系的にも、またその内容においても著しく充実され、公害法史上特筆すべきものとなった。この64国会で成立した新法案の中に「農用地の土壌の汚染防止等に関する法律」（土壌汚染防止法）が含まれている。

土壌の汚染は

- ① 汚染物質が河川に流入し、かんがい用水を通じて農用地に流入し蓄積する場合。（水質汚濁によるもの。）
- ② 汚染物質が空中に飛散し直接農用地に降下して蓄積する場合。（大気汚染によるもの。）
- ③ ①と②の両方によるもの。
- ④ その他によるもの。

上記4つの経路が考えられる。

最近問題となっている福島県磐梯地域、群馬県碓氷川流域地域は降下ばいじん（大気汚染）によるものが主となっており、富山県神通川流域、兵庫県市川流域地域の場合は鉾山からの排水水質による水質の汚濁が主要原因となっている。

このように土壌の汚染は、水質、大気等を媒体とした2次汚染によるものが大部分である。

以下、土壌汚染防止法と土地改良事業、土壌汚染調査事業、土壌汚染の概況と調査結果および土壌汚染対策進捗状況について取り上げていく。

1. 土壌汚染防止法と土地改良事業

土壌汚染に関する法律制度は、諸外国に例がなく世界で最初のものであると言われている。

この法律の制定の経緯は、カドミウム・銅・亜鉛等の重金属による農用地の汚染が全国各地域において大きな社会不安を起していることから、土壌汚染の防止施策を積極的に進める必要性より制定されたものである。

土壌汚染防止法の目的は、農用地の土壌の特定有害物質による汚染の防止および除去ならびにその汚染に係る農用地の利用の合理化を図るために必要な措置を講ずることにより、人の健康をそこなうおそれがある農畜産物が生産され、または農作物等の生育が阻害されることを防止することにより、国民の健康の保護および生活環境の保全に資すること。

となっている。

特定有害物質とは、カドミウム等その物質が農用地の土壌に含まれることに起因して人の健康をそこなうおそれがある物資のことであり、現在、土壌汚染防止によって、カドミウムおよびその化合物、銅およびその化合物が定められている。

カドミウムおよびその化合物については、玄米中カドミウム濃度が1.0ppm以上およびそのおそれのある地域、銅およびその化合物については、土壌中濃度〔(2×水口+中央+水尻)/4〕が125ppm以上となるところを、農用地土壌汚染対策地域として指定することが出来るようになってきている。

都道府県知事は、汚染農用地を土壌汚染対策地域として指定した場合は、地域内の土壌の汚染に対して特定有害物質による汚染を防止し、除去し、または汚染農用地の利用の合理化をはかるために対策計画を定めなければならないことになっており、

対策計画には

- ① 対策地域の区域内にある農用地についてその土壌の特定有害物質による汚染の程度を勘案して定める利用上の区分および、その区分ごとの当該農用地の利用に

* 環境庁水質保全局土壌農業課

2. 土壌汚染調査事業

土壌汚染にかかる調査としては、農林省農蚕園芸局所管の概況調査、環境庁水質保全局所管の細密調査、および地域調査等がある。

① 概況調査

農用地の土壌のカドミウム、銅、および亜鉛による汚染の状況等を把握するため、汚染源の位置、用水系統および土壌の種類等を勘察し、水田にあっては、おおむね1000haに1点、畑地にあっては、おおむね2000haに1点の割合で調査地点を選定して行なう調査であり、昭和46年度から開始されている。

② 細密調査

概況調査の結果等を参考にし、農用地に特定有害物質が含まれることに起因して、人の健康をそこなうおそれがある農畜産物が生産され、もしくは農作物等の生育が阻害されると認められる地域、またはおそれがあると認められる地域を対象とし、その地域内にある農用地の面積がおおむね10ha以上である地域に対して、おおむね2.5haに1点の割合で行なう調査であり、本調査結果により土壌汚染防止法による地域指定が行なわれる。

③ 地域調査

細密調査の結果により、土壌汚染防止法に定められたカドミウムおよび銅が基準値以上（カドミウム：玄米中濃度1.0ppm以上、銅：土壌中濃度125ppm以上）検出された場合、都道府県知事が地域指定することが出来るようになってきている。この地域指定が完了した地域およびその周辺地域を対象として、おおむね25ha

に1点の割合で行なう調査であり、土壌・農作物・水および大気の特有害物質による汚染の状況を把握するために行なう調査である。

なお、本調査結果により、水質汚濁防止法・大気汚染防止法で定められている排水基準・排出基準を都道府県知事が、土壌汚染防止の立場からさらに、上のせ（強化規制）することが出来る仕組みになっている。

この他、土壌汚染に関係のある調査試験としては、農振地域内の農用地で、公害の発生しているところ、または土壌の汚染のおそれのあるところに対して、改善対策を確立するために、現地に排土・客土等の試験ほを設置して行なう現地改善対策試験。

水質の汚濁、大気の汚染等による農用地の土壌の汚染の状況ならびにその汚染に係る物質の農用地への流入および流出の状況を把握することにより、土壌汚染の機構を明らかにし、土壌汚染対策の処方箋を検索するために、行なう土壌汚染機構解析調査。

重金属類を特異的に吸収し、汚染された土壌の浄化に役立つ植物を自然界より検索し、これを増殖することによって低廉な植物学的重金属汚染除去対策方法を確立するとともに、汚染に対して抵抗性の強い農作物もあわせて検索し、汚染農用地における有望な転換作物を選択することにより、汚染農用地の利用の合理化に寄与することを目的として行なう重金属特異吸収植物検索事業。

等があり、この他にも汚濁物質の除去等の調査研究が各方面で進められている。

土壌汚染は、汚染の歴史が非常に古いにもかかわらずその研究が始められたのは最近になってからで、汚染機構の複雑さ、などの事情からその成果も現在のところ対

第1表 土 壌 汚 染 の 概 況 (昭和45年)

イ 地域別の面積

(単位：ヘクタール)

地 域	北海道	東 北	関 東	北 陸	東 海	近 畿	中四国	九 州	計
水 田	1,710	12,450	4,940	1,980	1,510	3,560	3,510	1,380	31,040
畑	1,070	1,500	880	—	260	560	70	2,040	6,380
計	2,780	13,950	5,820	1,980	1,770	4,120	3,420	3,580	37,420

ロ 汚染源別（推定）の面積

(単位：ヘクタール)

地 目	汚 染 源	排 水	排 煙	廃 棄 物	そ の 他	備 考
水 田		29,180	2,870	1,230	310	実数合計が37,420haを越えるのは重複汚染がその原因である。
畑		860	1,880	2,090	1,580	
計	実 数	30,040	4,750	3,320	1,890	
	%	80	13	9	5	

(農林省農政局調べ)

(備考) この表は、銅、亜鉛、カドミウム、鉛および砒素等の主要重金属類による汚染のおそれのある農用地面積について、地力保全基本調査成績から推計したものである。

策事業にあたって十分に生かすことが出来ない現状にあり、今後さらに各種研究の積み重ねによりその手法の確立を図る必要がある。

3. 土壌汚染の概況と調査結果

土壌汚染による被害は、主として鉱山や工場等から排出される排水、ばい煙等に含まれる有害物質によるもの

が大部分であるが、地域によっては自然的な原因（有害物質含有鉱石の露頭）との両者によって汚染されているものがある。

汚染の原因となる物質としては、カドミウム・銅・亜鉛・鉛および砒素等の重金属類が中心であると考えられている。

重金属類に起因する土壌汚染の実態は、昭和45年の調

第2表 細密調査結果

都道府県名	調査地域名	該当市町村	調査対象面積 ha	玄米中			
				調査 点数	うち 10 ppm以 上の点数	最高値 ppm	最低値 ppm
北海道	国富周辺	共和町	120	75	7	1.30	0.06
岩手	宮古	宮古市	225	37		0.71	0.09
宮城	二迫川流域	栗駒町	230	58		0.87	0.10
秋田	中通り	十和田町	150	13		0.44	0.06
〃	上向	小坂町	150	1		0.93	—
〃	田代	田代町	80	12		0.49	0.07
〃	藤琴	藤里町	240	102		0.95	0.00
〃	若木立, 細越, 相内	小坂町	73.8	28	1	0.47 1.27 0.48	0.04 0.18 0.08
〃	弥助	比内町	18.1	13		0.30	0.14
〃	有浦, 葛原	大館市	59	50	1	0.55 1.93	0.05 0.03
〃	発盛	八森町	31	10		0.91	0.07
〃	杉沢, 柳沢	西仙北町	49	15	3	2.75 1.44	0.23 0.17
〃	野田	角館町	27	9		0.55	0.07
〃	川尻	川尻町	27.5	9		0.9	0.23
山形	吉野川流域	南陽市	150	60	1	1.03	0.03
〃	大鳥川流域	朝日村	16	5		0.42	0.09
福島	横田	金山町	250	79		0.21	0.02
〃	磐梯	磐梯町, 河東村, 塩川町	354	108	5	1.92	0.08
〃	いわき	いわき市小名浜	35	14		0.66	0.08
茨城	塩子	七会村	15	12		0.49	0.14
〃	浜田	水戸市, 常澄村	30	15		0.23	0.00
栃木	足利	足利市, 福富町, 福居町	400	146		0.70	0.02
〃	小山	小山市, 野木町	75	29	1	1.77	0.05
群馬	碓氷川流域	安中市, 高崎市	700	210	23	1.82	0.02
〃	渡良瀬川流域	桐生市, 太田市	1300	267	11	1.51	0.01
千葉	野田谷津	野田市	30	19		0.90	0.00

査によれば、第1表のようにになっている。

① 細密調査の結果

昭和46年度に環境庁において調査した細密調査結果（カドミウム対象）によると第2表のようにになっている。

玄米中のカドミウムについてみると、調査実施地域数117、調査点数4,477のうち最高値は、大阪府高槻地

域の 3.75 ppm であり、カドミウムの量が 1 ppm 以上の玄米が検出された地域数は28であり、その点数は292点となっている。

次に土壤中のカドミウムについてみると、調査実施地域数117、調査点数4,607のうち最高値は、千葉県野田谷津地域の 109.2ppm であり、地域ごとの平均値の最高値は、福島県磐梯地域の 15.26ppm となっている。

(昭和46年度：環境庁水質保全局調査)

平均値	土 壤 中				調査の種類	公表年月日	備 考 (防止対策の進捗状況等)
	調査 点数	最高値	最低値	平均値			
ppm 0.55	88	ppm 6.20	ppm 0.19	ppm 1.71	国補, 県単	47. 1.31	
0.21	86	3.25	0.12	0.54	国 補	47. 5.31	
0.33	80	8.0	0.7	3.7	〃		
0.16	52	1.68	0.51	1.2	〃	47. 7.10	
—	54	7.6	0.3	3.3	〃	〃	
0.28	12	7.77	1.80	4.3	〃	〃	
0.19	107	7.46	0.42	2.5	〃	〃	
0.15 0.52 0.18	32	3.9 6.5 6.0	2.1 2.3 2.5	2.9 4.6 3.7	県 単	46.12.28	上段より若木立、細越、相内以下同じ
0.22	14	6.6	2.4	4.0	〃	〃	
0.23 0.31	50	2.3 11.1	0.5 1.6	1.5 4.7	〃	〃	
0.43	10	6.6	1.6	3.6	〃	〃	
0.76 0.75	5	10.8 7.0	2.8 1.9	5.5 4.5	〃	〃	{地域指定案、県審議会に48年2月6日諮問 2月6日答申
0.33	9	6.1	0.15	3.3	〃	〃	
0.59	9	2.8	1.1	1.6	〃	〃	
0.33	60	7.0	0.3	3.8	国 補	47. 3.28	
0.27	3	2.8	0.3	1.2	〃	〃	
0.07	101	2.1	0.1	0.47	〃	47. 5. 9	玄米のうち5点は陸稲
0.31	108	55.90	3.21	15.26	県 単	47. 2. 7	{地域指定案、県審議会に47年11月12日諮問 47年2月21日答申、3月2日指定
0.23	17	0.84	0.25	0.44	〃	〃	
0.24	12	3.0	1.3	2.1	国 補	47. 2.28	
0.11	15	0.6	0.3	0.4	〃	〃	
0.17	160	1.28	0.31	0.73	〃	47. 5.15	
0.29	29	15.12	0.93	1.89	国補, 県単	47. 6. 6	
0.45	268	28.0	0.1	6.42	〃	国補46.12.17 県単47. 1. 7	{地域指定案、県審議会に47年1月24日諮問 4月1日答申、4月17日指定
0.26	291	3.3	0.1	1.29	〃	国補46.12.28 県単47. 1.24	{地域指定案、県審議会に47年3月29日諮問 4月25日答申、5月8日指定
0.22	19	109.2	0.40	14.55	国 補	47. 5.16	

都 道 府 県 名	調 査 地 域 名	該 当 市 町 村	調 査 対 象 面 積 ha	玄 米 中			
				調 査 点 数	う ち 1.0 p p m 以 上 の 点 数	最 高 値 p p m	最 低 値 p p m
千 葉	市川北西部	市 川 市	100	36		0.27	0.01
"	八千代高津	八 千 代 市	30	12		0.32	0.03
"	佐倉寺崎	佐 倉 市	50	19		0.21	0.01
"	茂原下永吉	茂 原 市	50	20		0.15	0.00
東 京	多摩川流域	羽村町, 昭島市, 立川市, 日 野市, 国立市, 府中市, 調布 市, 稲城市	759	178	18	2.20	0.03
"	秋川流域	五日市町, 秋川市, 八王子市	39	4		0.29	0.04
"	平井川流域	神川市, 日の出村	11	2		0.05	0.04
"	浅川流域	日野市, 八王子市	202	15		0.35	0.02
"	程久保川流域	多摩市, 日野市	16	2		0.24	0.04
"	谷地川, 大栗川, 湯殿川流 域	八 王 子 市	11	7		0.05 0.09 0.31	0.04 — 0.06
"	境川, 鶴見川流域	町 田 市	50	6		0.04 0.27	0.02 0.07
"	成木川, 黒沢川, 霞ヶ川流 域	青 梅 市	20	4		0.05 0.24 0.04	— 0.03 —
"	柳瀬川流域	東村山市, 清瀬市	14	3		0.32	0.07
"	仙川流域	狛江市, 世田谷区	29	10		0.62	0.10
"	利根川流域	足 立 区	177	12		0.28	0.02
"	中川流域	葛 飾 区	47	4		0.10	0.04
"	江戸川流域	江 戸 川 区	62	6		0.33	0.12
神奈川	横 浜	横 浜 市	36	57		0.25	0.01
"	大 和	大 和 市	10	11		0.22	0.02
"	小 田 原	小 田 原 市	25	25		0.19	0.02
"	厚 木	厚 木 市	25	25		0.20	0.01
"	南 走 柄	南 足 柄 市	10	10		0.56	0.01
山 梨	大幡川流域	都 留 市	50	20		0.7	0.1
長 野	八ヶ岳山麓	諏 訪 市	300	122		0.24	0.01
新 潟	宇田沢川, 三国川流域	六 日 町	200	72	3	1.40	0.01
"	三条市西鱈田	三 条 市	15	7	1	1.40	0.08
富 山	婦 中	婦 中 町, 富 山 市	731	292	46	2.34	0.02
"	黒 部	黒 部 市	295	201	5	1.42	0.03
福 井	大納, 下山	和 泉 村	14	54		0.46	0.02
岐 阜	神 岡	神 岡 村	200	84		0.39	0.01
"	畑 佐	明 方 村	30.7	5		0.37	0.07
愛 知	祖父江, 八開	祖 父 江 町, 八 開 村	150	48		0.20	0.00

平均値	土 壌 中				調査の種類	公表年月日	備 考 (防止対策の進捗状況等)
	調査 点数	最高値	最低値	平均値			
P P m 0.10	36	P P m 0.80	P P m 0.27	P P m 0.46	国 補	47. 5.16	
0.15	12	1.01	0.35	0.62	〃	〃	
0.08	19	0.52	0.25	0.34	〃	〃	
0.06	20	1.02	0.12	0.32	〃	〃	
0.43	175	41.9	0.2	3.13	国補, 都単	47. 6.13	
0.11	4	0.4	0.2	0.3	都 単	46.12.27	
0.04	2	0.4	0.2	0.3	〃	〃	
0.13	15	2.3	0.3	0.9	〃	〃	
0.14	2	0.8	0.5	0.6	〃	〃	
0.04	7	0.4	0.4	0.4	〃	〃	
0.18		0.6	0.3	0.6			
0.03	6	0.6	0.5	0.5	〃	〃	
0.11		0.6	0.4	0.5			
0.13	4	0.5 1.0 0.4	0.4	1.0	〃	〃	
0.15	3	1.1	0.4	0.6	〃	〃	
0.25	7	2.55	0.9	1.4	〃	〃	
0.11	12	2.3	0.0	0.6	〃	〃	
0.07	4	0.7	0.3	0.4	〃	〃	
0.21	6	0.6	0.2	0.3	〃	〃	
0.05	57	3.1	0.2	0.6	国補, 県単	47. 7. 7	
0.07	11	2.4	0.8	1.5	国 補	〃	
0.08	25	1.5	0.2	0.5	県 単	〃	
0.06	25	0.5	0.3	0.4	〃	〃	
0.12	10	11.7	0.3	1.6	〃	〃	
0.5	20	2.6	1.1	1.2	国 補	47. 6.16	
0.02	122	0.7	0.1	0.3	〃	47. 5.31	
0.14	77	1.1	0.1	0.38	国 補	47. 6. 9	
0.36	—	—	—	—	県 単	46. 9.10	
0.58	290	2.75	0.21	0.77	国 補	46.12.10	地域指定案, 県審議会に47年11月28日諮問
0.53	119	16.40	1.15	3.61	国補, 県単	46.10.25	{地域指定案, 県審議会に47年2月18日諮問 47年10月2日答申
0.14	54	13.7	0.3	2.0	県 単	46.11.29	
0.21	110	14.2	0.1	2.3	国 補	47. 6.17	
0.24	16	4.8	0.3	2.18	県 単	47. 4.21	地域指定案, 県審議会に47年10月28日諮問 10月28日答申, 11月28日指定
0.05	64	0.50	0.10	0.30	国 補	47. 2.14	

都道府県名	調査地域名	該当市町村	調査対象面積	玄米中			
				調査点数	うち1.0ppm以上の点数	最高値	最低値
愛知	刈谷	刈谷市	ha 200	80	9	ppm 1.78	ppm 0.02
三重	鈴鹿	鈴鹿市	250	106		0.39	0.01
京都	亀岡盆地	亀岡市	52.7	21	7	1.78	0.06
大阪	高槻	高槻市	21.9	243	33	3.75	0.00
"	加美	東住吉区	30.8	71	21	2.80	0.08
"	巽	生野区	14.4	74	38	3.10	0.00
兵庫	生野鉱山周辺	朝来町他6町	375	150	8	1.43	0.01
"	明延鉱山周辺	大尾町, 朝来町	22.5	9		0.94	0.04
"	中瀬鉱山周辺	関宮町	15.0	6		0.38	0.01
"	東芝電気周辺	太子町	97.5	39	5	1.89	0.01
"	住鉱I S P周辺	播磨町	10.0	4		0.31	0.08
鳥取	大岩	岩見町	100	40		0.52	0.05
島根	益田	益田市, 美都町	80	32		0.71	0.04
"	津和野	津和野町	60	21	3	1.40	0.05
"	大田	大田市	10	5		0.26	0.06
山口	彦島	下関市	15	0			
香川	直島	直島町	20	10		0.27	0.44
愛媛	伊予三島	伊予三島市	200	80		0.20	0.00
福岡	大牟田	大牟田市	250	87	7	2.88	0.09
佐賀	秋光川流域	基山町, 鳥栖市	40	9		0.20	0.01
長崎	対馬I	美津島町, 他2町村	751	169	1	1.55	0.02
熊本	荒尾	荒尾市	15	25	1	1.29	0.05
宮崎	玉ヶ瀬川流域	延岡市	470	133		0.94	0.00

(註) 調査対象面積 10ha 以上のもののみ掲載

② PCBによる土壌汚染調査結果

最近におけるPCBによる環境汚染問題に対処するためPCBによる汚染実態の把握および汚染メカニズムの解明等を目的とする「PCB汚染防止に関する総合調査研究」が昭和47年度に推進されているが、本調査研究の一環としてPCBによる汚染のおそれのある地域における農用地の土壌および農作物等についてその汚染の状況を調査把握するとともに、汚染のおそれのあるものについては、その汚染の防止対策を検討するために必要な基礎資料を得ることを目的とした「PCBによる土壌の汚染調査研究」が実施された。

その概要は、第3表のとおりである。

なお、調査対象地域は、

PCBを排出するおそれのある工場が存在する地域およびPCBがすでに検出された地域等であって、その地域内の農用地の土壌がPCBによって汚染されているおそれがあるものとして、都道府県および政令市と協議して定めた地域である。

③ 対策地域の指定状況

前記細密調査の結果、玄米中カドミウム濃度が1ppm以上検出された地域は、土壌汚染防止法によって、都道府県知事が、農用地土壌汚染対策地域として指定することが出来るようになっている。

昭和46年度細密調査の結果によると28地域について

平均値	土 壤 中				調査の種類	公表年月日	備 考 (防止対策の進捗状況等)
	調査 点数	最高値	最低値	平均値			
p p m 0.46	80	p p m 2.85	p p m 0.20	p p m 0.61	国 補	47. 2. 14	
0.09	106	0.45	0.03	0.24	〃	47. 5. 26	
0.76	21	17.2	0.6	3.7	〃	47. 2. 3	
0.52	82	20.1	0.30	2.25	府 単	46.12. 6	
0.77	52	18.30	0.10	2.54	〃	〃	
1.13	58	6.60	0.83	3.18	〃	〃	
0.39	150	13.7	0.6	4.68	国補, 県単	47. 1. 14	地域指定案, 県審議会に47年3月27日諮問 4月19日答申, 4月27日指定
0.39	9	3.86	0.64	2.02	県 単	〃	
0.12	6	1.24	0.07	0.87	〃	〃	
0.38	39	10.30	0.23	1.29	〃	〃	地域指定案, 県審議会に47年3月27日諮問 4月19日答申, 4月27日指定
0.22	4	1.86	0.40	0.94	〃	〃	
0.22	40	0.69	0.10	0.37	国 補	47. 4. 10	
0.16	32	3.2	0.3	1.01	〃	47. 6. 26	
0.40	24	1.4	0.1	0.46	〃	〃	
0.14	5	1.2	0.2	0.58	〃	〃	
	6	4.2	0.8	1.9	〃	47. 5. 30	農作物はすべてキャベツである
1.14	12	2.14	0.56	1.34	〃	47. 6. 19	
0.07	80	0.35	0.13	0.22	〃	47. 5. 31	
0.46	101	26.7	0.8	6.7	〃	47. 2. 7	
0.07	10	6.85	0.70	3.57	県 単	47. 3. 18	
0.16	302	1.6	0.0	0.3	国 補	47. 6. 20	
0.31	13	3.59	1.30	2.20	県 単	46.12.14	
0.24	183	3.5	0.1	0.59	国補, 県単	47. 6. 20	

第3表 PCBによる土壤汚染実態調査結果

(1) 総括表

項 目	区 分	全 国 計
1 調査実施都道府県政令市数		21
2 調査実施地域数		75
3 土壤の調査結果		
(1) 土壤の調査点数		88
(2) 土壤中のPCBの濃度		
最高値 (p p m)		1200
最低値 (p p m)		ND (Not Detected; 不検出)
(3) 土壤中のPCBの濃度区分		(100%)
ND (0.01 p p m未満)		35 (40%)
ND~0.10 p p m		21 (24%)

0.11～ 1.0 P P m	19 (21%)
1.1 ～ 10.0 P P m	6 (7%)
10.1 ～100.0 P P m	3 (3%)
100.1 P P m以上	4 (5%)
4 農作物の調査結果	
(1) 農作物の調査点数	37
玄 米	33
そ 他	4
(2) 玄米中のP C Bの濃度	
最 高 値 (P P m)	1.33
最 低 値 (P P m)	N D
(3) 玄米中のP C Bの濃度区分	(100%)
N D (0.01 P P m未満)	26 (79%)
N D～0.10 P P m	5 (15%)
0.11～1.0 P P m	1 (3%)
1.1 P P m以上	1 (3%)

(2) 高 値

調査場所	土	壤	農	作	物
P C Bを排出するおそれのある工場が存在する地域等であってその地域内の農用地の土壌がP C Bによって汚染されているおそれがある地域	総検体数	88	総検体数	33 (玄米)	
	検 出 数	53	検 出 数	7	
	検 出 率	60%	検 出 率	21%	
	不検出率	40%	不検出率	79%	
	分析値範囲 (最高値～最低値)	1200 P P m～N D	分析値範囲 (最高値～最低値)	1.33 P P m～N D	
	分 析 値		分 析 値		
	1 1200 P P m 滋賀県草津市日コン周辺地域 (滋賀県草津市・日本コンデンサー㈱)		1 1.33 P P m 滋賀県草津市日コン周辺地域 (滋賀県草津市・日本コンデンサー㈱)		
	2 173 P P m 神奈川県湘南地域 (神奈川県茅ヶ崎市・丸三製紙㈱)		(0.1 P P m以上)		
	3 160 P P m 豊中市野田地域 (豊中市野田・松下電器㈱進相コンデンサー)				
	4 38 P P m 京都市伏見地域 (京都市伏見区寝小屋町・倉橋護謨工業㈱) (10 P P m以上)				

注 () は推定汚染源

第4表 農用地土壌汚染対策地域の指定状況

県 名	対策地域の名称	対策地域の所在地	面 積	農用地の面積			指定年月日
				田	畑	計	
福 島 県	日曹金属㈱会津製錬所周辺地域	耶麻郡磐梯町	ha 112.00	ha 38.25	ha —	ha 38.25	47. 3. 2
群 馬 県	碓氷川流域地域	安中市高崎市	123	114	4	118	47. 4. 17
兵 庫 県	生野鉱山周辺地域	朝来郡生野町 神崎郡大河内町	40.700	29.992	0.391	30.883	47. 4. 27
〃	東芝電気太子分工場周辺地域	揖保郡太子町	10.250	9.693	—	9.693	〃
群 馬 県	渡良瀬川流域地域	桐生市 太田市	39.45	37.62	—	37.62	47. 5. 8
長 崎 県	佐須川及び椎根川流域地域	下県郡巖原町	30.38	30.38	—	30.38	47. 5. 18
岐 阜 県	畑 佐 地 域	郡上郡明方村畑佐	8.609	7.826	—	7.826	47.11.28

て、玄米中カドミウム濃度1 ppm以上が検出された。そのうち現在（昭和48年1月）までに地域指定が完了しているものは、第4表のとおりである。また対策計画が承認されている地域は、群馬県碓氷川流域地域および兵庫県生野鉦山周辺地域となっており、事業者負担の決定しているのは、群馬県碓氷川流域地域となっている。

おわりに

カドミウム、銅、亜鉛等の重金属のうちいくつかは、動植物にとって必要不可欠であるが、限界量以上存在すると有害となって作用する。

すなわち、カドミウムは植物体を媒体として人間に有害となるし、銅、亜鉛等は直接農作物に生育阻害をもたらす。また重金属は、土壤に蓄積されると自然状態のまま放置してもその量はなんらかの対策を施さない限りほとんど減少しないといわれている実に始末の悪い物質である。最近では、PCB等合成有機化合物、また過去においては、カドミウム・銅・亜鉛等の重金属によって現在の汚染地帯は形成されて来ている。

一方、復旧対策は、各汚染地区の地域農民の経験の積み重ねによって、水管理・改良資材の投入等ばらばらに進められてきた。

しかしこれらの対策は、作物の生育阻害に対するものが中心となっており、カドミウム等の人の健康に影響を及ぼす重金属の出現により従来の方法を再検討することが必要となってきた。

汚染農用地の対策方法の研究は、各機関によって進められてきているが、研究期間が短いこと、汚染形態が非

常に複雑であること、土壤中重金属と作物体への吸収の相関関係等がはっきり解明されていないこと等の事情から復旧対策においても、現在のところ手さぐりの状態であり、今後さらに各種研究の積重ねによりその手法の確立が待たれるところである。

しかし、現に汚染されている地域に対策工法が確立されるまで放置しておくことは、社会通念上許されないことであるので何らかの対策を講じなければならない。

そこで土壤汚染の防止、除去対策にあたっての留意点としては、

- ① 汚染地域をこれ以上拡大しないこと。（基準の設定）
- ② すでに汚染しているところでは、汚染の進行を停止すること。（規制の強化）
- ③ 現汚染地については、人畜に有害とならないような農作物の栽培、農地転用等の促進により土地利用の合理化をはかること。
- ④ 土地改良事業を実施して現地目に復旧する場合には、その地域について考えられる各種の改善対策試験等を行ないその結果を活用すること。
- ⑤ 試験結果がない場合において客土・排土工法を採用する場合には、最低作土厚以上とすることが望ましい。

等が考えられる。

土壤汚染の防止、除去等の対策事業をするにあたっては、「急場しのぎ」的なものとならないよう地域の特殊性を生かした自然的、社会的、経済的な条件を十分に勘案し、土壤汚染対策を念頭においた計画を樹立するように努めなければならない。

土地改良と水質

掛 川 正 司*

目 次

1. はじめに.....	21	(1) 被害の発現形態.....	23
2. 環境基準と農業用水基準.....	21	(2) 汚濁成分別作物被害の特徴.....	24
(1) 環境基準.....	21	4. 水質調査のポイント.....	25
(2) 農業用水基準.....	22	(1) 調査地点.....	25
(3) 水質障害対策事業に係るかんがい用水		(2) 調査項目.....	25
基準.....	23	(3) 調査時期と回数.....	25
3. 水質汚濁による農業被害.....	23	5. おわりに.....	25

1. はじめに

水質汚濁による全国の農業被害面積は、昭和45年当時で約19万haとなっており、全水稲作付面積の約6%強に達している。これを汚濁源類型別にみると、工場を主な汚濁源とするものが39%で最も多く、次いで都市汚水によるものが34%、鉱山排水によるものが16%の順となっているが、昭和40年当時と較べてみると、工場および鉱山による割合が減少しているのに対し、都市汚水による割合が大幅に増加しているのが特徴である。このこと

第1表 水質汚濁による農業被害面積

調査年次	被害面積	汚濁源類型別被害面積割合					
		鉱山	温泉水	工場	都市汚水	自然汚濁	その他
昭和40年	千ha 127	% 27	% 0	% 54	% 15	% 2	% 2
45年	194	16	0	39	34	4	7

(注) 農林省構造改善局調べ

は、昭和40年代前半における我国経済の高度成長下における工業化都市化の影響が農業に強く現れていることを示していると考えられるが、昭和40年後半における現在においても都市化の進展による汚濁範囲の広域化や汚濁成分の複雑多様化等による影響が各地に現われている状況にある。さらに最近においては、金属鉱山等からの排水に係るカドミウム、銅等の重金属による農用地の土壤汚染が大きな社会問題となっており、その対策が特に重要となっている。

一方、対策としては、公害対策基本法をはじめ、水質汚濁防止法、土壤汚染防止法等の公害関係法律が整備され、各公共用水域への環境基準の設定と、これを目標と

した汚濁源への排水規制の強化や工場立地の規制、下水道整備の促進等の諸対策が図られているところであるが、土地改良事業においても、都市汚水等の不特定汚濁源によりかんがい用水が汚濁されている地区を対象とした水質障害対策事業および特定汚濁源である鉱山や工場からの排水に係るカドミウム、銅等の特定有害物質による水質汚濁および土壤汚染等によって被害を受けている地区を対象とした公害防除特別土地改良事業が実施されているところである。そこでこれら事業の実施に当たって考慮しなければならない水質の基準や水質調査の方法等について概略を述べることにする。

2. 環境基準と農業用水基準

(1) 環境基準

水質汚濁に係る環境基準は、公害対策基本法第9条に基づき、水質汚濁防止行政の目標として閣議決定されているが、これは、人の健康の保護に関する環境基準で各公共用水域に一律に適用されるものと、生活環境の保全に関する環境基準で各公共用水域の利用目的に適應した類型別に設定されるものとの二つに合けられており、前者は、シアノ、アルキル水銀、有機リン、カドミウム、鉛、クロム(6価)、ヒ素、総水銀の各項目について定められており、(第2表参照)、後者は、水素イオン濃度(PH)、生物化学的酸素要求量(BOD)、または化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質濃度(SS)、溶存酸素量(DO)、大腸菌群数の各項目について、河川にあっては、AA、A、B、C、D、Eの6類型に、また湖沼にあっては、AA、A、B、Cの4類型に分けられ、それぞれ基準値が定められている。農業用水は、河川においてはD類型に、湖沼においてはB類型になっているが、備考欄で特に、農業用水の利水地点においては、PH6.0~7.5、DO5ppm以上とされている。

* 農林省構造改善局計画部資源課

第2表 人の健康保護に関する環境基準

項目	シアン	アルキル銀	有機リン	カドミウム	鉛	クロム(6価)	ヒ素	総水銀
基準値	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと	0.01 P P m 以下	0.1 P P m 以下	0.05 P P m 以下	0.05 P P m 以下	検出されないこと

第3表 生活環境の保全に関する環境基準(抜粋)

水域別	項目 類型	利用目的の適応性	基準値				
			水素イオン濃度(PH)	生物化学的酸素要求量(BOD)	化学的酸素要求量(COD)	浮遊物質(S S)	溶存酸素量(DO)
河川	D	工業用水2級	6.0以上	8 P P m	—	100 P P m	2 P P m
		農業用水およびEの欄に掲げるもの	8.5以下	以下		以下	以上
湖沼	B	水産3級	6.5以上	—	5 P P m	15 P P m	5 P P m
		工業用水1級 農業用水およびCの欄に掲げるもの	8.5以下		以下	以下	以上

備考：農業利用水点については、水素イオン濃60度以上7.5以下、溶存酸素量5 P P m以上とする。

(2) 農業用水基準

環境基準の設定に際し、農林省内に設置した公害研究会で検討策定したのが第4表に示す農業用水基準である。

第4表 農業(水稲)用水基準

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 P P m以下
無機浮遊物質(S S)	100 P P m以下
溶存酸素(DO)	5 P P m以上
全窒素濃度(T-N)	1 P P m以下
電気電導度(塩類濃度)	0.3mV/cm以下
砒素(A s)	0.05 P P m以下
亜鉛(Z n)	0.5 P P m以下
銅(C u)	0.02 P P m以下

る。この基準は、法律的根拠をもったものではないが、作物被害との関連を考慮して策定したものである。策定に当たっての基本的考え方や利用上の留意事項に充分留意して農業用水の保全のための参考とすべきであると思われる。以下、策定に当たっての基本的考え方および利用に当たっての留意事項を記しておく。

ア 基本的考え方

ここでの農業(水稲)用水基準は、公害対策基本法第9条にいう環境基準の基礎的資料(環境基準検討上の基準数値)とするため、次の基本的考え方により現段階における各種調査成績等に基づく科学的判断から策定したものである。

したがって今後の科学技術の進歩に伴って新しい知見を加え修正ないしは設定項目の追加を行なっていくこととする。

(イ) 河川の水質の良否によって生育が左右されやすい等、かんがいへの依存度が高いことから、水稲(畑水稲を除く)を当面の対象作物とした。

(ロ) 汚濁項目別に、その濃度の増減が作物被害発生の高低に及ぼす度合いを考慮し、被害(減収)が発生しないための許容限界濃度を基準数値とした。

(ハ) 数値は、用水の取入れ口での基準数値を示すこととし、そこでの許容される濃度とした。

(ニ) 対象汚濁物質は、水稲の生育に直接、間接に被害を与えるものとした。

(ホ) 対象汚濁物質中には、水稲生育上の必須成分も含まれ、これのかんがい水からの供給は、プラスになるとの考え方もあるが、現地においては、それら物質の用水中の人為的制御は技術的、経済的に困難であることなどから、ここではそれら物質の流入を不用とする考えをとった。

(ヘ) 重金属の場合の基準数値は水耕液(または土壤溶液)中の限界濃度により定めた。これは水稲に対するかんがい水の影響は土壤への蓄積や活性割合等の複雑な因子が介在するために、土壤の種類によって著しく異なるので、それらの影響の最も少ない砂質土壤を想定したためである。したがってここでは土壤中の蓄積等はないものとして表示し、蓄積等の問題については現地の事情に応じて河川別に考慮することとした。

(ニ) 農産物の品質保持のうえから許容量がとくに問題

となる場合については、別途検討する必要がある。

イ 利用上の留意事項

(ア) ここに示した濃度に対する作物の感受性は、作物の種類、個体、生育時期、栽培法、環境条件等によって異なり、また汚濁成分相互の相乗作用や拮抗作用などによっても変わってくる。したがってこの基準値を利用する際には現地水域の諸条件を考慮し、それぞれの水域条件に適合した利用を行なう必要がある。

(イ) 現地における実態、とくに土壌の種類による吸着度や溶出割合の相異、汚濁物質の蓄積の状態や時間の経過、汚濁物質の土壌中での形態等によって被害発生の様相が異なるので、これらの点に考慮を払う必要がある。

(ウ) COD, SS, T-Nおよび電気電導度は総合的指標であるが、でん粉廃液、パルプ廃液、都市汚水等の汚水の種類やその構成物質の種類、形態（窒素、有機物、塩類等）および浮遊物質の種類が異なるので、これらの点に考慮を払う必要がある。

なお、農業用水基準が環境基準値と一致しているものは、PH, DO, SS（ただし、無機、有機の区分はない）、As, の4項目であり、T-N, 電気電導度, Zn, Cuについては設定されていない。また、CODについては、湖沼については設定されているが、河川についてはBODで設定されており、未設定項目とあわせ今後に残された検討課題である。

(3) 水質障害対策事業に係るかんがい用水基準

水質障害対策事業の実施に当って、障害の状態を判断する基準とされているのが第5表である。この基準は環

第5表 水質障害対策事業に係るかんがい用水基準

項目	基準値
水素イオン濃度 (PH)	6.0以下または7.5以上
化学的酸素要求量(COD)	6 P P m以上
無機浮遊物質 (SS)	100 P P m以上
溶存酸素 (DO)	5 P P m以下
全窒素濃度 (T-N)	1 P P m以上
砒素	0.05 P P m以上
シアン	検出されること
メチル水銀	〃
有機リン	〃
カドミウム	0.01 P P m以上
鉛	0.1 P P m以上
クロム (6 価)	0.05 P P m以上

(注) この基準は事業の対象となる基準であるので、環境基準または農業用水基準を外れる場合で標示してある。

境基準を基本としているが、CODについては農業用水

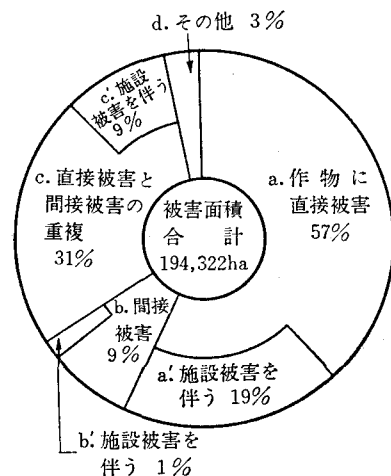
基準を採用しているほか、特にこの事業が不特定多数の原因者による水質汚濁対策を目的としていることから、都市汚水で特に問題となるT-Nを追加している。また、SSについては、農業用水基準の無機浮遊物質としている。

3. 水質汚濁による農業被害

(1) 被害の発現形態

水質汚濁による農業被害の発生は、汚濁成分が作物に直接害作用を及ぼしている場合、汚濁成分が土壌に蓄積することによって間接的に害作用を及ぼしている場合および両者が重複して害作用を及ぼしている場合等がある。例えば、特定の工場からの油や硫酸等の流入によって作物が直接被害を受ける場合やカドミウム、銅のような重金属が長年の間に土壌に蓄積することによって作物に間接的に被害を与えている場合などが直接的被害または間接的被害の典型な例であるが、一方両者が重複している場合の例としては都市汚水がある。都市汚水には、一般生活排水やし尿処理場排水等のほか、各種工場や事業所等からの排水も含まれており、汚濁成分が複雑多様となっているため、有害成分による作物への直接的な害作用のほか、各種成分の蓄積が土壌の物理性や化学性を悪化させ、年々生産力を低下させるなど間接的な害作用をあわせて与えているものと考えられる。

また、作物への害作用のほか、農業用施設へ与える影響も無視し得ないものがあり、取水施設の耐用年数の低下や用排水路へのヘドロの堆積等による維持管理費の増大等がある。これらの被害の発現形態を昭和45年度に行なった実態調査の結果でみると、作物に直接被害を与えている場合が57%、間接被害が9%、両者が重複してい



第1図 被害発現形態別被害面積割合

る場合が31%となっており、またこれらのうち、農業用施設の被害を伴っている場合が全体で29%にも達して

いる。これらの結果は、水質汚濁対策が、単に水質改善のみでなく、土壌改良や施設の更新、改修等も併せて必要である場合が多いことを示すものであろう。

(2) 汚濁成分別作物被害の特徴

最近の水質汚濁は、都市化の進展等により汚濁成分が複雑多様となっているのが特徴である。従って、各種成分が複雑に作用し合って作物や土壌に影響を与えていると考えられることから、被害の発生態様は必ずしも単純ではないが、汚濁成分ごとに作物に与える主な害徴について述べると以下のとおりである。

ア PH (水素イオン濃度)

PHは、水がアルカリ性であるか、酸性であるかを示す指標であり、PH=7を中性とし、それより低い側を酸性、高い側をアルカリ性で表現する。酸性が強い場合(例えば、PH=3)は、作物根の発育を阻害し、いわゆる獅子尾状根の発生の原因になるなど根の機能を著しく低下させるほか、金属の腐食を早めるなど施設への被害も見逃がせない。また、アルカリ性が強い場合(例えば、PH=10)は、作物の鉄分の吸収を阻害し、黄化現象を起す。一方、土壌条件も悪化させ、酸性の強い場合は、カルシウム、マグネシウム等の塩基の流亡を起し、土壌の老朽化を早め、アルカリ性が強い場合は、土壌の団粒構造を破壊し、通気性を悪化させるなど、作物への間接的被害の原因ともなる。

イ COD (化学的酸素要求量) および BOD (生物化学的酸素要求量)

CODは、過マンガン酸カリまたは重クロム酸カリなどの酸化力の強い薬品を用いて水中の酸化され易い物質(主に有機物)が消費する酸素の量を表わすものであり、BODは、水中の物質(主に有機物)が、微生物によって分解される際に消費される酸素量を表わすものである。いずれも水中に存在する有機物の量を示す総合的な指標であるが、BODは生物酸化であるためセルロースのように生物的に酸化されにくい有機物が多い場合にはCODに比べ値が小さくなり、一方CODは有機物のほか、第1鉄、亜硝酸塩、硫化物等の酸化され易い無機物質が多い場合は、有機物の量より大きな値を示すことになる。また、調査方法的にもCODが薬品処理であるため短時間で分析が可能であるのに対し、BODは一般に20°Cの条件下で5日間の処理を要するなどの差がある。

さて、作物に与えるCODやBODの影響としては、これらの指標が大きな値であることは、有機物の量が多いことを示すものであるため、土壌の還元化を促進し、硫化水素や有機酸の発生をもたらす、根ぐされの原因となる。愛知県農業試験場が、いくつかの現地栽培試験等の結果からCODと水稻の収量割合との関係を整理したのが第6表であり、COD6ppmで被害が出はじめて

第6表 CODと水稻の収量割合との関係

(愛知県農試)

COD(ppm)	6	9	12	15	18
収量割合 (%)	99	94	92	90	89
被害率 (%)	1	6	8	10	11

いる。

ウ SS (浮遊物質)

水中に浮遊している有機性、無機性の物質の量であり、有機性浮遊物質が多い場合は、水田に流入堆積し、分解されることにより、土壌の還元化を強め、根ぐされの原因となるが、山土、硅砂、陶土のような無機浮遊物質が多い場合は、土壌中の孔隙がつまり、透水性や通気性を悪化させ生育を阻害する。農業用水基準は、無機性浮遊物質を対象として100ppm以下とされているが、環境基準では、D類型の場合、有機浮遊物質も含めて100ppm以下と解されるので、仮りに有機浮遊物質のみで100ppmの水質を想定すると、これは極めて汚濁の著しい状態と考えられるので農業的には問題であり、今後の検討課題である。

エ T-N (全窒素)

窒素成分には、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、有機態窒素等の形態があるが、T-Nはこれら各種形態の総量としての全窒素量である。窒素成分は、本来作物にとっては必須成分であるが、汚水中に存在する過剰窒素成分が常時流入することは作物の生育にとって有害であり、茎葉の過繁茂をもたらす倒伏の原因となるばかりでなく、登熟不良や不稔穂の増加、さらには品質の低下等作物の生育収量に重大な影響を及ぼす。

東京都農試が、多くの現地調査事例と試験の結果から窒素濃度の生育収量への影響を整理したのが第7表であ

第7表 T-Nと水稻の生育収量との関係

(東京都農試)

T-N濃度	生育収量への影響
1ppm以下	全くなし
1~3ppm	やや過繁茂
3~5ppm	過繁茂ときに収量減
5~10ppm	収量減
10ppm以上	収量激減

り、T-Nで1ppm以上となると影響が出てくることを示している。

オ DO (溶存酸素量)

水中に溶解している分子状の酸素の量であり、普通20°Cで9.17ppmであるとされている。水が有機物等で汚濁されるとDOは低下し、その程度が著しくなる。

と、いわゆるどぶ状態となり、河床に堆積しているヘドロからはメタンガスが発生するようになる。東海農政局が愛知県の矢作川水域で現地調査した結果、かんがい水のDO値と玄米重との間には第8表のような関係がみられた。

第8表 DOと玄米重割合との関係
(農海農政局)

DO(ppm)	9.0	4.0	3.5	3.5
玄米重割合(%)	100	61	54	76

カ 電気電導度

水中に溶解している塩化ナトリウム、硫酸マグネシウム等の塩類の濃度を示す指標である。かんがい水中の塩類濃度が高くなると、浸透圧の増加により作物根の吸収阻害が起ったり、塩類の成分組成や成分濃度のアンバランスにより、作物の養分吸収に異常が起り栄養と代謝が阻害される。

キ As (ヒ素), Cu (銅), Zn (亜鉛), Cd (カドミウム)

これらの物質は、いずれも土壌汚染に関連する物質であり、土壌汚染防止法に基づき、特定有害物質として指定されているのは、現在CdとCuの2項目で、As, Znについては未だ指定されていない。また、Cdは人の健康に係る項目として玄米中の濃度が問題であるのに対し、Cuは作物被害の観点から問題となる物質である。AsおよびZnについては、農業面からは作物被害との関係が問題となることから、Cuと同様今後土壌汚染防止法に基づく特定有害物に指定されるであろう。一方、水質基準としては、AsおよびCdについては、人の健康の保護に関する環境基準として定められているのに対し、CuおよびZnについては環境基準項目には含まれていない。

ク シアン、メチル水銀、クロム等

これらの物質は、メッキ工場等からの排水や農薬残留物質として問題となる物質であり、人の健康の保護に関する環境基準として、全公共用水域に一律に設定されている。もちろんこれらの物質によって農業用水が汚濁されることは許されないが、対策事業の実施という面からは、前項で述べたAs等の物質とともに、一般的には汚濁源が特定できるものであるため、汚濁源が不特定の場合を対象とする水質障害対策事業の対象とはなりにくい物質である。

4. 水質調査のポイント

(1) 調査地点

水質調査地点の選定は、事業対象地域内の水質汚濁の現況を適格に把握し、事業の必要性と緊急性を判断する

基礎とするとともに、事業の種類を決定するための根拠とする観点から極めて重要である。例えば、河川等からの取水地点ですでに水質が汚濁されている場合は、水源転換または取水位置の変更が必要であるし、また取水地点では問題ないが、取水後の用水路で汚濁されている場合は、用排水路の分離が必要となる。さらに、用排水路の分離が必要な場合は、その範囲はどこまでにするかが問題となり、そのための調査地点の選定が必要である。従って、水質調査地点の選定は、まず取水地点と、水源転換や取水位置の変更が想定される場合にはその地点、さらに汚濁源の分布状況や受益面積等を考慮して、用排水路の分離を行なうべき範囲を決定するために必要な地点ということになり、各地区毎に効率的に配置することが重要である。

(2) 調査項目

調査項目は、原則として事業の採択基準として定められている項目で良いわけであるが、SSを補足する項目として蒸発残渣を、T-Nを補足する項目としてアンモニア態窒素を、さらに電気電導度を参考項目として調査しておくことが事業の必要性と緊急性を判断するうえで望ましい。

(3) 調査時期と回数

水質は常時変動するのが普通であり、かんがい期間中の平均水質を求めるためには回数を多くすることが望ましいが、1日のうちでも極めて大きな変化がある場合があることから、少くとも1回程度は朝、昼、夜等の変化をみておくことが望ましく、さらに用排水路であって、都市污水や集落排水が流入している場合は、非かんがい期にも1回程度は調査しておくことが、用排水路の分離後の水質の予測とその処置を検討するうえで望ましい。

5. おわりに

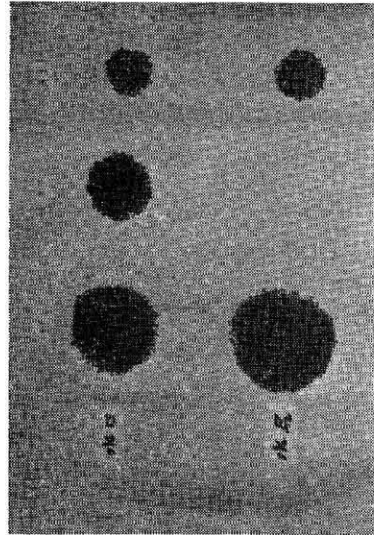
以上、水質汚濁を対象とした事業を行なう場合の参考となるべき事項として、各種水質基準の意味や被害の特徴および水質調査のポイント等について略述して来たが、水質基準は、対策の必要性や緊急性を判断するための目安ではあるが、絶対的なものではなく、常に流れ変動している水の一瞬の状態を把握しているにすぎないかも知れない。要は、水質の汚濁によって作物が被害を受けたり、労働環境が極めて悪化している状態であれば、当然対策が必要であるわけであり、現況水質の把握とあわせて汚濁源の状況や作物等の被害の実態を把握しておくことが大切である。作物被害の実態を把握する最も簡単な方法として、水質汚濁が作物に与える影響は、一般に水口部に強く現れることから、水口部と水尻部の土壌や作物の生育状態を比較してみると良いことを最後に付け加えておきたい。(第2, 3, 4図参照)



第2図 水質汚濁による水稲の倒伏状況
 (京都府下)
 (用水路に沿って水口部が倒伏している。)



第3図 水口部と水尻部における土壌および稲株の比較
 (左：水口部の倒伏稲株，右：水尻部の健全株，水口部の土壌は黒色となり還元化の強いことを示している。)



第4図 水口部の倒伏株と水尻部の健全株
 の玄米等の比較
 (左：正常米，中：青米，右：屑米，倒伏株には青米が多い)

農村環境と水質保全

山 内 一 郎*

目 次

1. 農業に対する新しい時代の要請……………27	5. 土地改良事業で水質対策を行なう基本 的考え方……………35
2. 農業と水質保全……………27	(1) 水質汚濁に関連する法律について……………35
3. 農業をめぐる環境と農業用水の汚濁……………28	(2) 土地改良事業で水質対策を行なう場 合の考え方について……………36
4. 農村環境整備の必要性和その整備水準 および水質保全の基準……………28	6. むすび……………42
(1) 環境整備の必要性和その整備水準……………28	
(2) 整備水準設定の考え方……………29	

1. 農業に対する新しい時代の要請

近年、わが国の経済が急激に発展し、そのため所得水準が向上し物質的には豊かなものを国民に与えている。しかし、無秩序な開発と大都市の人口の過密化は大気汚染、水質汚濁、騒音等の公害を発生せしめて国民の福祉を阻害し、大きな社会問題となっている。

このような現代社会の状況に対応し、真に豊かな国民生活をつくるためには経済中心の価値観から人間中心の価値観への転換であり、成長優先の時代から高福祉社会の時代への移行である。

一方、余暇の増大にあいまってみどりといこいへの要求が高まっており、自然を保護し、環境を保全する要請は全社会的な問題となってきている。

農業は従来から明確には意識されなまま人間環境保全の役割を果たしてきた。現代の高度成長からくる環境の破壊に対して国土全体の生態系の見地からも環境保全を考える時、農業の果たす役割の大きさが改めて見直されねばならない。

2. 農業と水質保全

農業の生態学的関連について述べてみると、植物の光化学合成の機能によって、無機物は有機物に合成されるとともに、酸素が放出され、次に植物を栄養源とする動物の排出物が地中に還元されて、土壌微生物等の働きにより再び植物に結びついて行くという大気、水、土壌を含めた自然の物質循環の体系によって自然界は動いている。農業はこの自然界の循環機能を利用して生産を行なっているものであり、自然環境を浄化する機能を本来的にもっており、農業が従来かかる役割を担ってきたことは高く評価されてよいであろう。

しかし一方、農業をめぐる情勢としては、都市化の進歩、生活様式の多様化、生産形態の変化等の現象は農地の汚濁、生産障害、環境の悪化等をもたらしている。とくに、水質汚濁の被害は農業が基本的な自然の循環機能によって生産を行なっている輪郭をうちこわし、農業危機におちいらしめている。

第1表 年次別被害地区数、面積および汚濁源別面積割合

項 目 年 次	被害 地区数	被害面積 ha	増加率		汚濁源別面積割合		
			地区 数	面積	鉦山 等	工場 都市汚水	その 他
昭和33年	304	99,164	—	—	54	46	0
40	893	126,711	295	128	29	69	2
45	1,526	194,322	170	153	20	73	7

- 注 1. 各年とも農林省農地局調べ
2. 鉦山等には鉦山のほか鉦温泉、自然汚濁を含む、またその他は砂利採取業、砕石業、畜産業等からの排水による被害である。

最近の水質汚濁による農業被害の増加は第1表に示すとおりであり、最近10か年にほぼ倍加している。今後この増加の勢いは年々増大し、とくに工場、都市汚染の影響が著しく増加していることは、市街化区域内においても自立経営農家や企業的農家など都市周辺農業が多数存在し、都市住民への鮮食料、その他農畜産物の供給量が相当量に達していることからしてもその影響は非常に大きい。都市周辺農業の日本農業に占める割合は大きく、東京周辺では1,100万人の都民に対しその需要のほぼ20%におよぶ鮮食料や花き、庭園樹木などを供給している。また、大阪では約50%、兵庫では60%も供給しているのが実態であって、しかも都市近郊農業は生産緑地として都市生活者への自然の提供と公害の防止へ、さ

* 関東農政局那須野原開拓建設事業所長

らには災害時における避難場所等として都市住民の健康と安全な都市形成のために大きく貢献している。

都市近郊農業は専業率が高く、集約的で小面積で高所得をあげている（10a当たり年間所得100～150万円）。

そして国民の食生活の高度化に対応しうる貴重な生鮮食料の自給を都市近郊農業が担っているものであり、これがもっとも都市化工業化による水質汚濁の被害をうけていることは第2表においても明らかな所であり、この水質

第2表 水質汚濁による農用地の被害地区数および面積

地域	汚濁源 類型	鈹		山		鈹温泉		工場		都市汚水		自然汚濁		その他		合計			
		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	実数		構成比	
																地区数	面積	地区数	面積
北海道		11	6,072	—	—	5	286	12	4,785	3	700	1	74	32	11,917	2	6		
東北		95	9,167	2	65	30	2,470	33	3,343	8	5,659	11	697	183	21,401	12	11		
関東		9	6,624	1	7	130	13,130	230	19,201	9	336	27	6,592	406	45,890	27	24		
北陸		8	614	1	600	38	3,614	28	8,023	—	—	4	3,738	79	16,589	5	9		
東海		1	7	—	—	235	45,800	50	7,115	—	—	12	946	298	53,868	20	28		
近畿		16	1,145	1	13	92	6,583	109	12,166	1	11	33	1,474	252	21,392	17	11		
中・四国		17	1,738	1	5	36	2,966	48	8,593	—	—	19	367	121	13,669	8	7		
九州		47	5,512	2	90	26	1,536	57	1,959	12	250	11	249	155	9,596	10	8		
合計		204	30,879	8	780	592	76,385	571	65,185	33	6,956	118	14,137	1,526	194,322	100	100		
許	構成比	13	16	1	0	39	39	37	34	2	4	8	7	100	100				

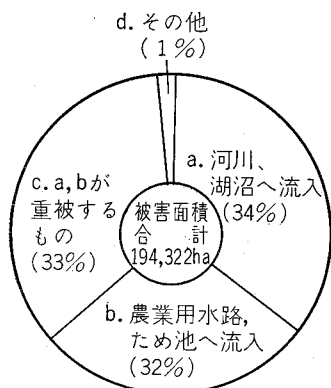
（昭和45年12月1日現在 農林省農地局調べ）

汚濁の影響はもっとも認識される必要がある。そして農業地帯における用水の水質保全の対策が緊急に行なわれねばならない。

3. 農業をめぐる環境と農業用水の汚濁

水質汚濁により農業被害が発生している地区について調査すると被害面積194,322haありそのうち

- ① 農業用水を取水している河川が汚濁されている場合
 - ② 河川等は汚濁されていないが、農業用水路が直接汚濁されている場合
 - ③ 河川および農業用水路の両者が汚濁されている場合
- に分けてみると、①34% ②32% ③33%（第1図）で



第1図 汚濁成分流入系統別被害面積割合

あって、それぞれがづつを占めている。

河川等の汚濁によるほか農業用水路が直接汚濁されている場合が全体の%もあることは、水質汚濁の対策を行うにあたってとくに注意を要することである。

農業用水路の水質に対しては当然、農業サイドにおいての積極的な改善対策が必要である。

4. 農業環境整備の必要性とその整備水準および水質保全の基準

(1) 環境整備の必要性とその整備水準

(i) 従来、農村地域の生産活動、生活活動は自然の生態系に適合した形態で営まれていたため、その自浄力を大きく阻害するものではなかったし、排出物の処理等をとくに問題とする必要がなかった。

しかし、都市化の進歩、生活様式が多様化、生産形態の変化等は、前述のとおり農村地域において環境悪化をもたらし、またはもたらすことが十分予想される事態となってきた。

(ii) 農村地域生活環境は都市にくらべ、いちじるしく立ち遅れている、とくに道路、上下水道、地域排水等の基本的な施設の不備はいちじるしい。これら遅れている農村環境を改善して都市と均衡のとれた生活を享受しようとする要請が高まってきた。

(iii) また、過密過疎の弊害を解消し国土の均衡ある発展を図る方途として農村地域の環境を整備し、人口の還流、工業の分散を実現することが現下の急務となってきた。

(iv) さらに自然環境の保全培養的機能としての農業、国民のいこいの場としての農村についても十分配慮して、その健全な発展を図ることは高密度工業社会において不可欠の要件となってきた。

(v) 以上の情勢を背景として農村環境を長期的視点に立って許画的に整備するための基準として整備水準を早急に策定しなければならない。

なお、この整備水準は、その性格からして従来のように経済投資効率の考え方に基づくものではない。

(注) 農村地域の生活様式、生産形態の変化の側面から環境整備事項をみると、

①生活様式の変化

- ア 生活用水の増大、水質の向上
- イ 家庭排水の増大、悪質化
- ウ 家庭廃棄物の大量化、粗大化
- エ モータリゼーションの発展
- オ リクリエーションの需要の増大

②生産形態の変化

- ア 大型機械化
- イ 農業廃棄物の大量化、悪質化
- ウ 家畜飼養の多頭化
- エ 営農用水の増大、水質の向上
- オ 農業、化学肥料の大量使用

② 整備水準設定の考え方

(i) 基本的な考え方

- ① 整備水準は農村地域（第2次生活圏）内のインフラストラクチャーを主たる対象として定めるものとする。
- ② 整備水準は農業農村の自然的、社会的な特性を反映したものとする。
- ③ 整備水準は農村総合整備計画の整備目標的なものとして所得水準の推移、都市と農村の格差、諸外国の整備水準等を勘案して定める。
- ④ 整備水準はその具体的な対応において地域の農業生産、農業基盤整備等との関連のもとに適正に運用する。

(ii) 用水の供給

かんがい用水の確保と併せて生活に必要な飲雑用水、家畜の飼養、牛乳の冷却、農産物の洗浄、機械の清掃等に必要の営農用水の供給を行なう。この場合の給水量は生活水準の向上、農業経営の改善を見込んだものであり、水質等は水道法の規定に準拠したものである。

(iii) 水質の保全

農村地域の全ての用排水路、河川、湖沼の水質は少くとも魚や虫が十分生息できる程度のものとする。このため、家庭排水、家畜し尿等地域内の汚染源に対して浄化施設の設置、し尿かんがいの実施等必要な措置

を講ずる。

(iv) 廃棄物の処理

農業廃棄物の多量化、多様化に対処して廃棄物の種類に応じた処理施設を設ける。この場合必要に応じて生活廃棄物の処理も併せ行なう。

なお、堆肥等として利用できる有機物については、可能な限り土壌還元等農業的再利用を図る方向で処理する。

(v) 道路

農村地域の道路網は生産、流通および生活の便宜を総合的に考慮して、その配置、規模等を定める。また、集落間を連絡する道路、主要施設に至る道路、集落内道路等その機能に応じた計画とする。

(vi) 地域排水

農業の合理化、農用地の保全、衛生環境の改善等を図るため地域内の排水網を整備することとし、その機能に応じて配置、構造等を定める。この場合、衛生環境改善の見地から集落内の湛水を防止するほか、保安上防護柵の設置、暗渠化等を行なう。

(vii) 緑地公園等

集落整備の一環として集落ごとに公園または広場を確保する。また、より広域の範囲（第2次生活圏）において運動公園、緑地公園等リクリエーション施設を整備するほか、必要な公共用地等を確保する。

(viii) 農村景観の保全

施設整備にあたって美しい農村景観、貴重な文化財等の維持保全に配慮するほか必要に応じて主要な用排水路や道路の周辺に植樹等を行なう。

以上の整備水準の数字的内容を、第3表に示す。

また諸種の水質基準を示すと、第4表～第10表のとおりである。

このうち、もっとも早急に処理されねばならないのが、水質保全の対策であって、第5表のかんがい用水基準の主要項目について、主要な水質汚濁地区96地区を対象として、昭和46年度に調査した結果によれば(第11表)農業用水路内におけるかんがい期間中の平均水質が農業用水基準を越えない地区の割合はわずか5%に過ぎず、95%の地区は基準を越えている現況にあり、しかもそのうち2項目以上にわたり基準を越えている地区が79%を占めている。また、水質の最も悪い地区としては、水素イオン濃度(pH)が4.4 P P mと酸性の強いかんがい水を利用している地区をはじめ、化学的酸素要求量(C O D)が実に200 P P m、溶存酸素(D O)が1.6 P P m、浮遊物質(S S)が200 P P mなど、もはや農業用水としては全く不適當な水を利用せざるを得ない状態におかれている地区もあり、農業用水の水質が極めて劣悪な状態となっていることを示している。

第3表 施設整備目標

項目	整備目標	具体的な対応策	摘要
1. 上水施設	<p>1. 給水量</p> <p>①飲雑用水 400~500ℓ/日/人</p> <p>②営農用水 ア 搾乳牛 150ℓ/日/頭 イ 大家畜 50 “ ウ 中家畜 20 “ エ その他 営農形態等により積上げる (明確でない場合はアイウのおおむね20%)</p> <p>2. 水質 水道法による水質基準に準拠する。</p>	<p>1. 水源は農業用水と併せ確保することを原則とする。</p> <p>2. 給水対象は地域内の水道施設のない(不備なものを含む)集落公共施設農業施設とする。</p> <p>3. 施設については水道法の簡易水道事業にかかる規定に準拠する。</p> <p>4. 消火栓は30戸に1カ所の割合をもって設置する。</p>	<p>1. 上水道の現況給水量 240ℓ/d/人~400ℓ/d/人 (平均 350ℓ/d/人)</p> <p>2. 東京都中期計画 現況(44年) 470ℓ/d/人 目標(60年) 600ℓ/d/人</p>
2. 水質保全	<p>目標とする水質</p> <p>①水素イオン濃度 (pH) 6.5~8.5</p> <p>②生物化学的酸素要求量 (BOD)5 P P m以下</p> <p>③浮遊物質 (SS) 50 P P m以下</p> <p>④溶存酸素量 (DO) 2 P P m以上</p>	<p>1. 家庭排水, 家畜し尿等汚水を用排水路河川湖沼に直接流入させない。</p> <p>2. 汚水は簡易浄化施設等により適正な水質に浄化希釈し, 農業用水として再利用を図る。</p> <p>3. 汚水処理方式として専用土水路等による透方式し尿かんがい方式等, 農村地域の特性を生かした対策を講ずる。</p> <p>4. 地域内の下水普及率はおおむね80% (人員割合) を目標とする。</p>	<p>1. かんがい用水基準抜粋</p> <p>① pH 6.0~7.50</p> <p>② COD 6 P P m以下</p> <p>③ SS 100 P P m以下</p> <p>④ DO 5 P P m以下</p> <p>⑤ FN 1 P P m ≍ “</p> <p>2. 環境悪化をまねく農業化学肥料の施用を規制する必要がある。</p>
3. 廃棄物処理	<p>1. 農業廃棄物 処理量は営農形態に応じて定める。</p> <p>2. 家庭廃棄物 0.85~0.95kg/d/人</p>	<p>1. 農業廃棄物は一般のゴミとビニールプラスチック等化学製品のゴミと分離し処理する。また一般のゴミについては, 堆肥化飼料化等農業的再利用を図る。</p> <p>2. 用排水路等への廃棄物の投棄を防止するとともに用排水路にスクリーン等の収集防護施設を設ける。</p> <p>3. 農業廃棄物と併せ家庭廃棄物を収集し, 処理するために必要な施設を設置する。</p>	<p>1. 現況ゴミ排出量 40年 0.695kg/日/人 44年 0.870kg/日/人</p> <p>2. 東京都中期計画 目標 0.950kg/日/人</p>
4. 道 路	<p>1. 幹線道路密度 (整備対象) 30~40m/ha</p> <p>2. 集落内道路密度 (整備対象) 1,000~2,000m/1集落</p> <p>3. 道路幅員 おおむね4.0m以上 (機能, 車種, 交通量等を考慮して必要な幅員を定める)</p>	<p>1. 集落を連絡する道路, 通学道路, 公共施設に到る道路等については2車線以上を確保し, 全線舗装する。またとくに主要な路線については安全施設 (歩道, ガードレール等) 融雪工, 街路樹, 街灯等を設置する。</p> <p>2. 集落内道路は原則として通過道路とせず最低1車線以上の幅員を確保し, 主要部については舗装する。</p>	<p>1. 集落整備事業における農道密度の実績 80~120m/ha (農用地面積)</p> <p>内訳 幹線 10~20m/ha 支線 10~20m/ha 耕作道 80~100m/ha</p> <p>2. 道路耕造令 (抜粋) 地方道 平地交通容量</p>

項 目	整 備 目 標	具 体 的 な 対 応 策	摘 要
5. 地域排水	4. 舗装率は農道を含めた道路総延長に対し50%以上を確保する。 1. 農用地排水 1/10確率 2. 集落および周辺部 1/30～1/50確率	1. 農用地については許容湛水を認めるが集落および周辺部については湛水を認めないよう。排水対策を行なう。 2. 集落については必要に応じ排水溝の設置や地盤により良好な排水条件を確保する。 3. 集落および周辺部の用排水路は保安上防護柵の設置、略渠化等を行なう。	3,000台/日未満 幅員5.5m 街路 交通容量 3,000台/日未満 幅員6.5m
6. 緑地公園等	1. 集落単位に広場を確保 1人当たり6.0m ² 程度 (1ヶ所当たり少なくとも2,500m ²) 2. 1次生活圏単位に運動公園または緑地公園を確保 10,000～20,000m ²	1. 既存の緑地、広場(神社仏閣等)を利用する。 2. 住民が常時気楽に利用できるものがあり、また老人に十分なこいが提供できるものであるようにする。 3. 緊急避難場所としての機能も併せ設えるよう配慮する。 4. 圃場内にも必要に応じて休けい所等を配置する。	1. 都市公園法 1人当たり60m ² を目標 2. 東京都の当面の目標 1人当たり3.0m ² (現況1.05m ² /人)
7. 農村景観の保全		1. 農村景観が保全や文化財等の保護のため必要な措置を行なう。 2. 道水路沿、広場等に植樹等を行なう。 3. 各種施設整備にあたっては配置、形状色彩等に十分配慮する。	

第4表 水 質 基 準

水道法(法律第177号)による。

法 令	基 準	参 考	
法第4条 第1項 第1号	アンモニア性窒素および亜硝酸性窒素 硝酸性窒素 塩素イオン 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量) 一般細菌 " 大腸菌群	同時に検出されないこと 10ppm以下であること。 200ppm以下であること。 10ppm以下であること。 1milの検出で形成される。 集落数が100以下であること。 検出されないこと。	以上については、全部OKでなくとも病原生物が存在するというわけではない。
法第4条 第1項	シアンイオン 水 銀 有機リン	検出されないこと。 " "	いずれも猛毒であるので検出してはいけない。

法 令	基 準	参 考	
法第4条 第1項 第2号	銅 鉄 マンガン 亜鉛 鉛 六価クロム ひ素 ふっ素 カルシウム, マグネシウム 等(硬度) 蒸発残留物 フェノール類	1.0 P P m以下であること。 0.3 P P m // 0.3 P P m // 10 P P m // 0.1 P P m // 0.05 P P m // 0.05 P P m // 0.8 P P m // 300 P P m // 500 P P m // フェノールとして 0.005 P P m 以下であること	必ずしも毒物でない // // 亜鉛は鉛にくらべて毒性は弱い 有毒 毒性が弱い 猛毒である。 歯磨に入っているものがある。硬 度とはカルシウムおよびマグネシ ウム化合物の存在量をいう。多い のを硬水, 少ないのを軟水 105°Cで蒸発干固したときの残留 物 石炭酸は非常に強い臭いを発する 工場排水に含まれる場合が多い。
法第4条第1項 第4号	水素イオン濃度	P H値が5.8以上8.6以下である こと	人は若干アルカリ性を好む
法第4条第1項 第5号	臭 気 味	異常でないこと //	
法第4条第1項 第6号	色 度 濁 度	5度以下であること 2度 //	色度は10度でもわからない

第5表 かんがい用水基準

用水障害対策事業の採択基準(45農地D49.1 次官通達)

項 目	基 準 値	則 定 法
水素イオン濃度 (pH)	6.0以下または7.5以上	規格0102に掲げる方法
化学的酸素要求量(COD)	6 P P m以上	//
無機浮遊物質 (SS)	100 P P m以上	//
溶存酸素 (DO)	5 P P m以下	//
全窒素濃度(T-N)	1 P P m以上	下水試験法
砒 素 シ ア ン	0.05 P P m以上 □検出されること	規格K0102格に掲げる方法 日本工業規格(以下「規格」という。(K0102, 29.1.2および 29.3に掲げる方法
メチル水銀	//	昭和43年7月29日経済企画庁告示第7号に規定するガスクロ マトグラフ法および薄層クロマトグラフ分離ジチゾン比色法 の両方法
有機リン	//	規格23に掲げる方法(ただしメチルジメントについては薄層 クロマトーモリブデン法)
カドミウム	0.01 P P m以上	規格40に掲げる方法
鉛	0.1 P P m以上	規格39に掲げる方法
クロム(6価)	0.05 P P m以上	規格51.2に掲げる方法

第6表 生活環境に係る環境基準

(1) 河川（湖沼を除く）

項目 類型	利用目的の適応性	基準値					当該水域
		水素イオン濃度 (PH)	生物化学的酸素要求量 (BOD)	浮遊物質濃度 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA型	水道1級, 自然環境保全およびA以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1ppm以下	25ppm以下	7.5ppm以上	50 MPN/100ml以下	別に閣議決定により水域類型ごとに指定する水域
A型	水道2級, 水産1級, 水浴およびB以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	2ppm以下	25ppm以下	7.5ppm以上	1000 MPN/100ml以下	
B型	水道3級, 水産2級およびC以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	3ppm以下	25ppm以下	7.5ppm以上	5000 MPN/100ml以下	
C型	水産3級, 工業用水1級およびD以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5ppm以下	50ppm以下	2ppm以上	—	
D型	工業用水2級, 農業用水およびEの欄に掲げるもの	6.0以上 8.5以下	8ppm以下	100ppm以下	2ppm以上	—	
E型	工業用水3級, 環境保全	6.0以上 8.5以下	10ppm以下	ごみ等の浮遊がみとめられないこと	2ppm以上	—	
測定方法		規格8に掲げる方法	規格16に掲げる方法	規格10.2.1に掲げる方法	規格24に掲げる方法	最確数による定量法	

備考 1. 基準値は、月間平均値とする（湖沼、海域もこれに準ずる）

2. 農業用利水点については、水素イオン濃度6.0以上7.5以下、溶存酸素量5ppm以上とする（湖沼もこれに準ずる）

第7表 湖沼（天然湖沼および貯水量1,000万立方メートル以上の人工湖）

項目 類型	利用目的の適応性	基準値					当該水域
		水素イオン濃度 (PH)	化学的酸素要求量 (COD)	浮遊物質濃度 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA型	水道1級, 水産1級, 自然環境保全およびA以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1ppm以下	1ppm以下	7.5ppm以上	50 MPN/100ml以下	別に閣議決定により水域類型ごとに指定する水域
A型	水道2, 3級, 水産2級, 水浴およびB以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	3ppm以下	5ppm以下	7.5ppm以上	100 MPN/100ml以下	
B型	水産3級, 工業用水1級, 農業用水およびCの欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5ppm以下	15ppm以下	5ppm以上	—	
C型	工業用水2級 環境保全	6.0以上 8.5以下	8ppm以下	ごみ等の浮遊が認められないこと	2ppm以上	—	
測定方法		規格8に掲げる方法	規格12に掲げる方法	規格10.2.1に掲げる方法	規格24に掲げる方法	最確数による定量法	

備考 水産1級, 水産2級および水産3級については、当分の間、浮遊物質量の項目の基準値は適用しない。

第8表 人の健康に係る環境基準

項目	シアン	アルキル水銀	有機リン	カドミウム	鉛	クロム(6価)	ヒ素	総水銀
基準値	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと	0.01ppm以下	0.1ppm以下	0.05ppm以下	0.05ppm以下	検出されないこと
	日本工業規格K0102の29.1.2および29.3に掲げる方法	昭和43年7月29日経済企画庁告示第7号に規定するガスクロマトグラフ法および薄層クロマトグラフ分離ジチゾン比色法の両方法	規格23に掲げる方法(ただし、メチルメトンについては薄層クロマトーモリブチナム青法)	規格40に掲げる方法	規格39に掲げる方法	規格51.2に掲げる方法	規格48に掲げる方法	ラチゾン吸光度法

備考 1. 基準値は最高値とする。
 2. 有機リンとはパラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトンおよびEPNをいう。
 3. 「検出されないこと」とは、定量限界以下をいう。なお、アルキル銀の項目については、カスクロマトグラフ法及び薄層クロマトグラフ分離ジチゾン比色法の両方法によってアルキル水銀を検出した場合以外の場合をいうものとする。

第9表 健康に係る有害物質についての排水基準

有害物質の種類	許容限度	有害物質の種類	許容限度
カドミウムとその化合物	0.1mg/l	砒素及びその化合物	砒素として0.5mg/l
シアン化合物	1mg/l	水銀及びアルキル水銀	水銀につき検出されないこと
有機リン化合物*	1mg/l	その他の水銀化合物	検出されないこと
鉛及びその化合物	鉛として1mg/l	アルキル水銀化合物	検出されないこと
六価クロム化合物	6価クロムとして0.5mg/l		

注* パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及びEPNに限る。

第10表 活環境に係る汚染状態についての排水基準

項目	許容限度
水系イオン濃度(PH)	海域以外の公共用水液に排出させるもの 5.8以上8.6以下 海域に排出されるもの 5.0以上9.0以下
生物学的酸素要求量(BOD)	160(日間平均120)mg/l
化学的酸素要求量(COD)	160(日間平均120)mg/l
浮遊物質(SS)	200(日間平均150)mg/l
ノルマンヘキサン抽出物質含有量(鉱油類含有量)	5mg/l
ノルマンヘキサン抽出物質含有量(動植物油脂含有量)	30mg/l
フェノール類含有量	5mg/l
銅含有量	3mg/l
亜鉛含有量	6mg/l
溶解性鉄含有量	10mg/l
溶解性マンガ量	10mg/l
クロム含有量	2mg/l
弗素含有量	15mg/l
大腸菌群数	日間平均3000個/cm ³

第11表 農業用水路における水質汚濁の実態

項 目	農業用水（水稲）基準	主な水質汚濁地区におけるかんがい期間中平均水質の範囲	備 考
水素イオン濃度（pH）	6.0～7.5	4.4～7.7	○調査対象地区数 96
化学的酸素要求量（COD）	6ppm以下	213.7～0.9	○調査対象面積 約6万ha
溶存酸素（DO）	5ppm以上	1.6～9.1	○基準を越えない地区
浮遊物質（SS）	100ppm以下	225～8	数割合 5%
全窒素（T-N）	1ppm以下	12.0～0.4	○基準を越える地区
電気電導度（EC）	0.3m Ω /cm以下	1.38～0.08	数割合 95%
銅（Cu）	0.02ppm以下	0.12～0.00	うち
亜鉛（Zn）	0.5ppm以下	0.56～0.01	{単一項目で超えるもの 16% 複数項目で超えるもの 79%
ヒ素（As）	0.05ppm以下	0.02～0.00	

- 注) 1. 農業用水（水稲）基準は農林省公害研究会の策定による。
 2. 水質は、昭和46年度に農地局が行なった農業用水水質調査の結果である。

5. 土地改良事業で水質対策を行う基本的考え方

(1) 水質汚濁に関連する法律について

これらの法律のなかに水質汚濁を定義づけているが、その内容をつぎに述べる。

第12表 水 質 汚 濁 関 係

法律の名称	目的等	備 考
公害対策基本法	事業者・国・地方公共団体の責務を明らかにし、施策の基本事項を定める	改正 制定45.12.25 施行45.12.25
水質汚濁防止法	工場及び事業場からの排水水の規制	45.12.25 46. 5.21（一部6.24）
公害防止事業費事業者負担法	公害防止事業に要する費用の事業者負担に関する事項	” 46. 5.10
農用地の土壌の汚染防止等に関する法律	農用地の土壌汚染の防止、除去並びに農用地利用の合理化をはかる。	” 46. 6. 5
下水道法	整備総合計画の策定、下水道の整備、管理基準	改正 ” 46. 6.24
海洋汚染防止法	船舶・海洋施設からの廃棄物排出の規制 廃油処理	” 46. 6.24
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	廃棄物の適正な処理及び清潔の保持	” 46. 9.24
騒音規制法	工場および建設工事に伴って発生する騒音の規制	改正 ” 46. 6.24
大気汚染防止法	ばい煙の排出等の規制、自動車排出ガスの許容限度	” ” ” ”
道路交通法	道路の交通に起因する障害の防止に資する	” ” ” ”（一部47. 4. 1）
農薬取締法	農薬について登録制度、販売及び使用の規制	” ” 46. 4. 1
自然公園法	自然風景地の保護、利用の増進……… 自然環境の保護	” ” 46. 6.24
毒物劇物取締法	保健衛生上の見地から必要な取締を行う	” ” ” ”
人の健康に係る公害犯罪の処罰に関する法律	故意犯、過失犯について規定	” ” 46. 7. 1
公害の防止に関する事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律	地方公共団体が行なう公害防止対策事業に係る経費に対する国の負担又は補助の割合、その他財政上の特別措置	46. 5.26 46. 5.26

(i) 公害対策基本法

人の健康又は生活環境に係る被害が生ずること。生

活環境には人の生活に密接な関係のある財産並びに人

の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境を

含むものとする。

(ii) 水質汚濁防止法

その自然的、社会的条件から判断して第1項の排水基準によっては、人の健康を保護し、または生活環境を保全することが十分でない。

(iii) 農用地の土壌の汚染防止等に関する法律

人の健康をそこなうおそれがある農畜産物が生産され、又は農作物等の生育が阻害されることを防止し、もって国民の健康の保護および生活環境の保全に資する。

となっていて、水質汚濁とは人の健康又は生活環境を阻害し悪化させる影響を生ずるものである。

(2) 土地改良事業で水質対策を行う場合の考え方について

水質汚濁被害を防止する対策としては、水質基準設定と用排水分離による用水の水質保全が考えられる。

(i) 水質基準の設定

「公共用水域の水質の保全に関する法律」が昭和33年12月に制定され、公共水域のうち水質汚濁が原因となって関係産業に相当な損失が生じているもの又はそれらのおそれのあるものについて水域の指定と水質基準を定めることになっている。

農林省としては、第5表にあるとおりかんがい用水基準を定めている。

以上の状況から地域の環境整備による水質環境の改善を水質基準に期待するとともに農業の立場からは、用排水の分離を促進する必要がある。

(ii) 用排水分離——用水障害対策事業（水質）

農業用水の汚濁防止は、用水路に汚水の流入がないようにすることである、市街地に対する下水道の整備とともに農村地域における用排水の分離事業が必要である。

この用排水分離の考え方によって事業制度を仕組んだものに用水障害対策事業（水質）がある。この内容は次のとおりである。

A 受益地区のとり方

1. 受益地区のとり方

水質障害対策事業は水質汚濁によって農業用水として不適当な用水がかんがいされる場合の対策であるので、現況における1用水系統または用水系統を整理統合する場合における現況の用水区域および、これと一体的に整備することが、技術的、経済的に適当な区域を含めた範囲とする。

2. 団地構成および面積要件

(1) 水質障害対策のためかんがい排水施設の新設、廃止または変更であって受益面積がおおむね20ha以上で、かつ末端支配面積がおおむね20ha以上のもの。

(2) (1)とあわせて行なう客土工事であって受益面積が

おおむね20ha以上のもの。

(3) (1)とあわせて行なうことが、技術的、経済的に適当なかんがい排水施設の末端支配面積がおおむね20ha以上のもの（これに要する費用が、(1)の費用をこえないこと。）。

B 資格要件等

1. 対象地区等

水質障害対策事業を実施する対象地域は、水質汚濁防止法第2条第1項に規定する公共用水域から取水している区域を主たる受益地として、農業振興地域の整備に関する法律の農業振興地域を主たる受益地とする区域とする。

水質汚濁防止法に基づく公共用水域とすれば、水質汚濁防止法の建前上、直ちにでなくとも環境基準によって排出規制を受け、さらに必要ならば都道府県知事は上乘基準を設定することができることとなっている。したがって、このような地帯にあっては水質は改善され、水質障害対策事業は実施する必要はないこととなる。しかし、実態としては、水質汚濁防止法による排水規制も受けず、汚濁排水源の個々についてはそれほど汚濁ではないが、これらが集って全体として農業用水として不適当な水質になることがあるので、このような地帯にあっては、水質汚濁防止法の対策事業の一つとして農業用水については水質障害対策事業を実施するものとする。

2. 水質障害の状態

水質障害とは次のいずれかに該当するものとするが、水質障害の発生について、原因者の補償が可能であるもの、および、通常の維持管理を怠ったことがその原因となっているものは除くものとする。

(1) 水質汚濁が農作業を行なう者の労働環境を悪化させて労働生産性を著しく害すること。

(2) 汚濁水を利用する結果得られる農産物が人体に有害となること。

(3) (1)、(2)の事態は生じていないが、応急対策（通常の維持管理を著しくこえる対策をいう。）を実施している場合においてこれを実施しなければ、ア. およばイ. に掲げる事態が容易に発生すると推定されること。

これの判定としては、「水質障害対策事業に係るかんがい用水基準について」によるものとし、該当項目が1項目のみの場合は本事業の対象としないものとする。

3. 公害防除特別土地改良事業との区分

昭和46年度より、公害防除特別土地改良事業が発足したことに伴い、原因者が明確である場合は、原因者負担を伴う公害防除特別土地改良として実施できることとなったので、用水障害対策事業としては、次の場合のみ実施できるものとする。

(1) 汚濁源が、都市污水、畜産污水等不特定多数であること。

(2) 特定原因者（水質汚濁防止法第3条に規定する排水基準の適用をうける工場または事業場をいう。以下同じ。）を含んでいる場合にあっては、不特定原因者による汚濁が全汚濁量の過半を占め、かつ不特定原因のみによる汚濁が「水質汚濁対策事業に係るかんがい用水基準について」に示す基準をこえていること。

(3) 特定原因者の原因になる特定物質を含む場合であっても、特定物質を除去する為の施設等の工事を含まないこと。

4. 採択基準判定のための資料等

事業の対象になるか否かを判定するための資料としては、用水障害対策事業（水質）資格調書を作成することとなっているが、特に次の点に留意し、必要に応じて添付資料を作成すること。

(1) 水質障害の原因、状況

かんがい期4回以上の採水資料による分析結果を表示するとともに、排水対策を含む場合にあっては、非かんがい期についても2回以上の採水を行なってその結果を表示すること。

また、特定原因者によるものが含まれる場合にあっては、その日平均排水量、および排水の分析結果を表示すること。

(2) 客 土

あわせ行なう客土を実施する場合においては客土の必要性、客入土量の決定方法、客土による被害解消の程度についても記入すること。

(3) 通常の維持管理及び応急対策

最近10カ年間の維持管理および応急対策の方法および、それに要した経費について表示する。

C 対象事業

水源転換または水源水質改善のための取水施設、および地区内汚濁解消のためのパイプライン化等の用水路を対象とする事業であるが、次の場合にあっては1部排水施設も対象とすることができるものとする。

(1) 用水路の全面的改修に対して汚濁水を河川等へ排除する排水路の新設を行なった場合が経済的な場合。

(2) 用排分離によって従来の排水における汚濁濃度が高まり、悪臭の発生によって付近住民に不快感を与える等生活環境を悪化させる場合（排水路の暗きょ化等を検討する。）

D 事業パターン

水質障害対策事業のパターンを示せば下表の通りである。

区分	内 容	現 況	計 画
(1)	水源転換を行ない既設用水路に導水する		
(2)	用排分離して用水路のみを施行する		
(3)	用排分離して排水路を施行する		
(4)	用排分離して用排水路を施行する		
(5)	以上の複合型		

備考 河川：~~~~ 新設水路：==== 汚濁源：▨ 既設水路：—— 受益地：○

E 水質調査の方法

1. 水質調査

(1) 水質調査地点

ア. 河 川……取水地点並びに本事業により取水地点の変更が予定されている場合は、変更予定地点とする。

イ. 用 水 路……上中下流部を代表する地点において各一点、主要分水地点（支配面積がおおむね 100 ha

程度の水路の分岐点）並びに用水路への区間流入地点の直上流および流入水が混和された下流の各地点とする。

ただし、用水路の短い区間に多数の汚濁源が密集してある場合には、汚濁源群の直上流および流入が混和された下流の地点とする。

なお、上記により定めた調査地点がその位置等から判断して相互に代替される場合には適宜調査地点を省略してよい。

ウ. 新規水源……上記(1)の他に別途河川または他種水源に軽換あるいは稀釈用水を求める場合は、それぞれの地点とする。

エ. この他に当該地区の対照地区として近傍非汚濁地区を代表する地点の水質1カ所を調査する。

(2) 採水時期および採水回数

水稻の生育期にあわせて、かんがい期間に4回(活着期、分けつ期、幼穂形成期、出穂開花期)以上採水し、いづれも平水時同日採水を原則とする。

(3) 調査分析項目および分析方法

ア. 水質分析項目

項 目	分 析 方 法
水素イオン濃度 (PH)	日本工業規格 K0102の8に掲げる方法
化学的酸素要求量(COD)	〃 13 〃
浮遊物質質量 (SS)	〃 10.2.1 〃
溶存酸素量 (DO)	〃 24 〃
全窒素濃度(T-N)	下水試験法
砒 素	日本工場規格 K0102の48に掲げる方法
シ ア ン	〃 29.1.2および29.3に掲げる方法
メ チ ル 水 銀	昭和43年7月29日経済企画庁告示第7号に規定するガスクロマトグラフ法および薄層クロマトグラフ分離ジチゾン比色法の両方法
有 機 リ ン	日本工場規格 K0102の23に掲げる方法
カ ド ミ ウ ム	〃 40 〃
鉛	〃 39 〃
ク ロ ム (6価)	〃 51.2 〃

ただし、砒素以下に掲げる項目については汚染のおそれのある地区についてのみ分析する。

イ. 流量調査……採水時の流量を各地点ごとに観測する。

様式-1

調査項目	採水日時 生育期					平均水質
		活 着 期	分 け つ 期	幼穂形成期	出穂開花期	
水 質	水素イオン濃度 (PH)					
	化学的酸素要求量 (COD)					
	浮遊物質質量 (SS)					
	溶存酸素量 (DO)					
	全窒素濃度 (T-N)					
	流 量 (m ³ /s)					
	採 水 地 点					
	同 上 番 号		分 析 機 関			

(iii) 地域環境整備——農村環境基盤整備事業(案)
地域環境整備としての農村環境基盤整備事業の範囲と運用基準については現在、案として次のとおりを考えている。

A 集落環境整備事業

(1) 集落内道路整備

農村の非農家を含む住民のモータリゼーション化に対応し、集落内の道路を整備する。但し、集落内の里道を主たる対象とし、高速車両の通過道路を主たる対象とす

るものではない。併せて交通災害対策や生活環境改善等の対策を行なう。

農村集落のうち、集居、密居集落に対し、集落内道路(一部集落外への取付道路を含む)の改修舗装率を、おおむね $\frac{1}{2}$ までにする。

(事業の範囲と運用基準)

ア. 対象延長は、集落内道範のおおむね $\frac{1}{2}$ を整備目標とする。

イ. 道路巾員は、おおむね3~3.5m程度で、原則と

して通過道路と分離し舗装を行ない、必要に応じ、車の待避所を設けることができる。

ウ。用地買収費、家屋等の補償（移転も含む）を見込むことができる。

（注） 散在、散居集落については、農村道路の人家連担道路として整備することで別途計上する。

（2） 道路付帯施設

ア。 道路側溝

集落内道路整備に付帯した道路側溝と、それと関連した側溝の整備をすることにより、道路の保全と集落の洪水を防除するものとする。

（事業の範囲と運用基準）

（ウ） 集落内道路として整備しない部分であっても、既に整備済の道路の部分や一体的に整備すべき部分についても取り上げるものとする。

（イ） 道路側溝によって集水した雨水等は、排水路（農業排水路又は河川等）に直接排水ないし、連絡排水路（本事業の地域排水施設整備の対象とする）に排水するものとする。

（ロ） 30年確率雨量を排除出来るよう断面等の設計を行ない、必要に応じ蓋や沈砂池等を設置する。

イ。 街路燈

農村集落のうち主に集居、密居集落に対し、原則として集落内道路のおおむね1/2について、街路燈を設置することができるものとする。

（事業の範囲と運用基準）

（ウ） 散在、散居集落においても、特に必要のある場合には、集落の中心部等に設置できるものとする。

（イ） 街路燈の間隔はおおむね50m間隔とする。

ウ。 ガードレール、歩道

（ウ） 農村集落のうち、主に集居、密居集落に対し、原則として集落内道路のおおむね1/2について、ガードレール又は歩道を設置することが出来るものとする。

（イ） 小中学校周辺にガードレール又は歩道を設置することができるものとする。

（ロ） 散在、散居集落においても、交通災害等の危険のある場合には、その部分についての設置を認めるものとする。

（事業の範囲と運用基準）

（ウ） 歩道の場合、巾員は原則として1m程度とする。

（用地買収費を見込む）、舗装を認める。

（イ） 小中学校周辺については、おおむね1校当たり平均1kmとする。

エ。 街路樹

（ウ） 農村地域の主要道路を整備対象とする。

（イ） 集落内道路についても必要がある場合整備対象とする。

（ロ） 小中学校周辺においても設置できるものとする。

（事業の範囲と運用基準）

（ウ） 5～10m間隔（片側又は千鳥式）で設置するものとする。

（イ） 小中学校周辺については、おおむね1校当たり平均1kmで街路樹を設置することができるものとする。

オ。 そ の 他

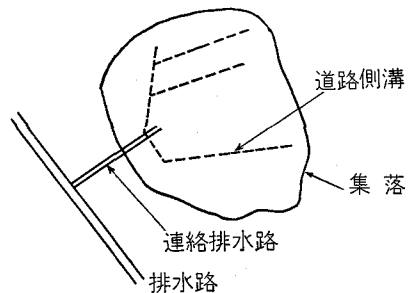
（ウ） その他集落内道路のうち、交通安全に伴なう施設の設置や、豪雪地帯における消雪溝等の設置をすることができるものとする。

（イ） 小中学校周辺における通学専用道（1～2m）や自転車道（2m）等の整備

（3） 集落排水施設整備

ア。 連絡排水路

農村集落のうち、主に集居、密居集落に対し、集落からの雨水を直接又は道路側溝を通じて集水路（河川を含む）に導水する施設を設置できるものとする。



（事業の範囲と運用基準）

30年確率雨量に対し、排除できるよう設計するものとし、必要に応じ排水機等の設置を認める。

イ。 家庭排水施設

農村集落のうちおおむね1/2を目標に、現在、家庭排水を農業用水路や用排兼用水路、耕地に直接排水等をしていて、緊急（例えば、水質汚濁、悪臭等が現にあるか、ないし、進行が予想される。）に排水施設の整備を図る必要がある集落で、かつ集落内の住宅等がある程度まとまりのある（主に集居、密居）集落に対し、家庭排水施設の整備を行なう。

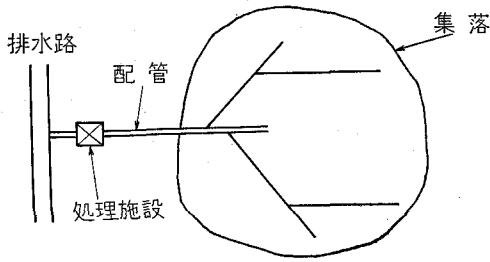
原則として集落単位（場合によっては1集落に複数施設あるいは、2～3集落に1施設のこともありうる）に設置できるものとする。

（事業の範囲と運用基準）

（ウ） 原則として、簡易処理施設を設置する。

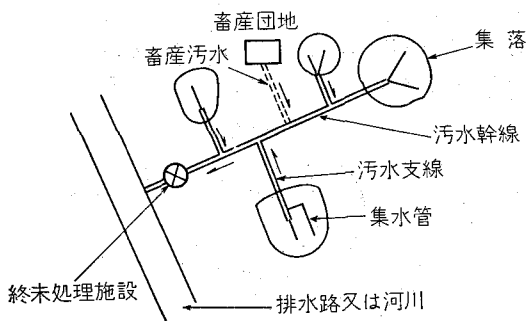
（イ） 原則として、雨水との分流方式とする。

（ロ） 集落内の畜産汚水や農村工場等の汚水排水も受けすることができるものとする。



ウ. 地域污水排水施設

農村集落が、かなりまとまって3~5集落程度存在し、かつ、地域污水が進行している場合に設置することができる。



(事業の範囲と運用基準)

- (ア) 原則として活性汚泥方式等により処理を行なう。
- (イ) 原則として雨水の分流方式とする。
- (ウ) 必要に応じ畜産污水、農村工業団地排水等を併せて処理できるものとする。
- (エ) 対象施設は次のものとする。

- 集水施設 (共用部分に限る)
- 污水支線および幹線
- 処理施設
- 付帯施設

(4) 営農飲雑用水施設整備

営農用水 (家畜の飼育、園芸作物等の栽培、農業用機械、農産物の洗浄、冷却等営農に必要な用水) を主とし、併せて、飲雑用水のための施設を設置することができる。

(事業の範囲と運用基準)

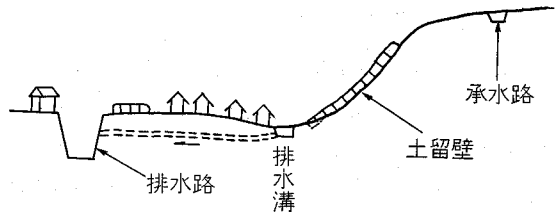
- ア. 水質は水道法に準ずるものとする。
 - イ. 対象施設は、次のものとする。
- 水源取水施設 (揚水施設、取水堰、井戸等)
 - 貯水施設 (貯水池、水量水圧調整用貯水施設等)
 - 導水施設
 - 浄水施設
 - 送水施設
 - 配水施設 (共用部分に限る)
 - 付帯施設 (消火栓、防火槽等)

(5) 集落防災安全施設

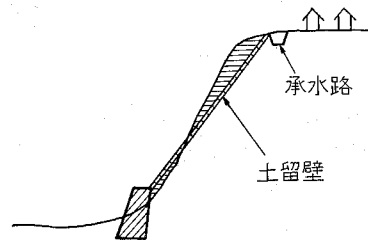
ア. 農村集落内および周辺において、用排水路に対して必要な個所にフンス又は蓋を設置できるものとする。

イ. 集落防災のため、次の施設を設置できるものとする。

- (ア) 土砂崩壊防止等のための土留壁、防護柵、排水溝等
 - (イ) 防風林、防雪林等
 - (ウ) 湖岸堤等
- (ケース・1)



(ケース・2)



B 集村道路整備事業

(1) 連絡道路 (A種)

小集落以上の集落間の連絡道路として供するものである。小集落間相互、又はこの集落と密接な関係を有する主要集落の公共的施設を有する集落、公共的施設、又は主要道路 (連絡道路、基幹農道、1~2級市町村道、県道、国道等) との連絡道路の整備を行う。

(事業の範囲と運用基準)

原則として、車道巾員をおおむね3.5~5.0mとし、学園への通学道路、その他公共的施設を有する集落、公共的施設への連絡道路については、原則として分離帯を設けたうえ、歩道 (1.0m)、自転車道 (2.0m) の付帯施設を設け舗装する。

但し、延長については、1件おおむね1km以下とする。

(2) 集落う回道路 (B種)

集居、密居集落周辺における交通災害対策と良好な生活環境を防護する目的で、う回道路を整備する。

(事業の範囲と運用基準)

車道巾員をおおむね5.0mとして、必要に応じて歩道 (1.0m)、自転車道 (2.0m) 及び付帯施設 (ガードレール)

ル、分離帯、街路樹、街灯、歩道橋、緩衝地帯等)を設け完全舗装する。

大型交通量が、 $\frac{1}{2}$ 以上のものに限り、必要に応じて車道巾員をおおむね6.0mとする。

但し、大型交通量が100台/日以上のものに限り、本事業の対象とする。延長については、1件について、おおむね1km以下とする(標準400mとする。)

(3) 人家連担道路(C種)

散居、散在集落の相互又は、この集落と密接な関係を有する集落、公共的施設を有する集落、公共施設、又は主要道路(連絡道路、基幹農道、1~2級市町村道、県道、国道等)との連絡道路の整備を行なう。

(事業の範囲と運用基準)

原則として、車道巾員をおおむね3.5mとし、学園への通学道路、その他公共的施設を有する集落、公共施設への連絡道路については、原則として分離帯を設けたうえ、歩道(1.0m)、自転車道(2.0m)を設置できるものとする。又、簡易舗装とする。

(4) 取付道路(D種)

農業地帯の散居散在集落における生産物の集出荷、営農資材の搬出入に利用する取付道路、および営農型態の変化によって必要となった取付道路(例えば、タンクローリー車の導入等)等を整備する。

(事業の範囲と運用基準)

車道巾員をおおむね3.5mとし、車回し等の付帯施設の整備をするほか、簡易舗装を行なう。但し、道路の延長は、1路線についておおむね500m以下とする。

C 地域排水施設整備事業

(1) 地域排水施設

排水路のうち、集落内の降雨、家庭排水に主として係わりを持つ排水路の改修か、若しくは、集落の湛水防除に関する施設の新設、又は、改修を行なう。

ここでいう排水路とは、原則とし農業排水に供する水路、若しくは、河川法指定河川以外の河川(普通河川)を指し、主として係わりを持つとは、原則として集落と農地が錯綜し、かつ、おおむね10戸以上の集落規模をもつものとする。

(事業の範囲と運用基準)

(ウ) 集落の後背地の出水による湛水防除、集落付近の用排水路の付替えおよび改修

(イ) 集落内を通過する用排水路の付替えおよび改修

(ウ) 集落を湛水より防護するための輪中堤、あるいは、排水機の設置

(イ) 集落内の地下水位低下のための排水路の床下げ

(イ) 排水路の構造は、排水機能だけでなく、集落周辺環境をよくするため、次の施設を併せ設けてもよい。

(a) 樹木、草花を計画的に植生し緑化を図る。

(b) ベンチ、遊歩道等を設け小公園の役割をもたせ

る。

(c) サイクリング道、釣場等レクリエーションの場を設ける。

(d) 通学道、フェンス等を設け学童の通学、安全に寄与する。

(ウ) 該当地域の戸数は、おおむね40戸以上のもの。

(イ) 排水基準雨量は、1/30確率程度とする。

(2) 市町村管理河川改修

前記排水路若しくは施設の機能保持と一体性を有する市町村管理河川(準用河川)又は、施設の改修、新設であって必要不可欠なもの。

準用河川とは、河川法施行令55条、市町村長が指定し、河川法の適用を準用する河川である。

(事業の範囲と運用基準)

(1)の地域排水施設と同じ

(3) 都市汚水分離排水施設

都市的地域若しくは、農地における他産業からの汚水により農村地域の汚濁が進行している地域において、都市からの汚水を農業用排水路から分離し、河川等に排水する施設の改修ならびに新設を行なう。

(事業の範囲と運用基準)

ア 流入汚水を専用排水路(主に管路)で河川へ排除する。

イ 悪臭塵埃の投入を防ぐため、フェンス、スクリーン、蓋等を設置する。

ウ 現行排水路を分離し、汚水部に蓋を設置する。

エ その他揚水機、汚水処理等汚水排水処理に必要な施設

オ 対象となる排水路は、農地或いは、農村集落を通過しているものに限るが、汚水を分離するために、都市的地域に及ぶ場合は、これを含める。

D 公共用地等整備事業

(1) 農村公園緑地整備

ア 農村部の対象人口に対しおおむね6m²/人を目標として農村公園緑地を整備することができるものとする。

(事業の範囲と運用基準)

(ウ) 集落ごとに、児童公園、広場等を整備する。

(イ) 1次生活圏ごとに、緑地公園、運動公園、墓地公園、等を整備する。

(ウ) 整備対象は、整地(園内道路、土留壁等を含む)、排水施設、柵、用水施設(噴水、水道配管等)プール、植栽等とする。

イ 自然レクリエーション地区(レジャー農園、もぎとり農園、観光農園、観光牧場、自然風致、遺跡、文化財、神社仏閣等)における用地整備(駐車場、園地、園内道路および連絡道路又は、う回道路、遊歩道、サイクリング道、用排水施設、植栽等)

ウ 緑地および景観保全のための緑地整備、幹線用排水路やグリーンベルト等に対する植樹等とする。

(2) 農業近代化施設等用地整備

農業近代化施設、農村環境施設、公共駐車場の用地整備

(3) 代替地造成 本事業を実施するうえに必要なとなる代替地の造成

E 関連土地改良事業

農村環境整備事業に必要な用地（農村道路、地域排水施設、公共用地等を捻出するに必要な最小限のは場整備（農用地造成を含む）

（事業の範囲と運用基準）

（ウ）は場整備の取込み面積は、必要な用地を捻出するための減歩率（は場整備の共同減歩率および単なる買収に終り関係者の減歩のないものは除く）おおむね10%以上とするに必要な面積とする。

但し、農村道路、地域排水施設のための用地については、買収費をみるができるものとする。

(4) 本は場整備によって、工場用地や住宅用地等を創設ないし異種目換地によって捻出しても差しつかえない。

（例）

農村道路……買収10ha（単純買収5ha、関係者減歩5ha）

地域排水…… // 5ha（すべて単純買収）

公共用地…… // 5ha（関係者減歩）

以上の様に、関係者10ha減歩で、減歩率10%と仮定すると、は場整備の取込みは、おおむね100ha程度となる。

但し、一団地の規模は原則として問わないものとする。

F 特認事業

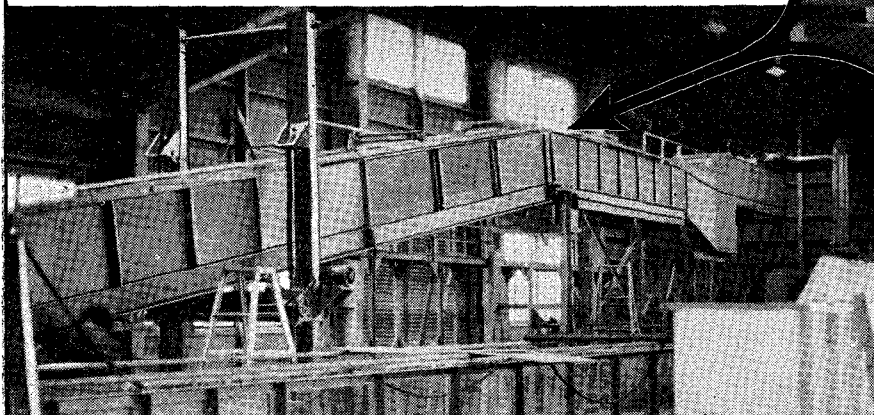
農村環境基盤整備事業として一体的に整備する必要がある事業で、構造改善局長が特に認めるもの。

6. むすび

農業について、公害を生じない農業を日本のなかで保全し、維持してゆくには、どのような手段と方法を講じて行かねばならないかと云うことをわれわれ農業施策にたづさわるもの、とくに土地改良事業を担当して行くものは、今こそ真剣に考えねばならない。また、その時期は既に遅いとさえ云わねばならない。

農業の国土保全機能を評価し、とくに都市と農村、工と農業の調和ある発展のために、農業が積極的に都市政策のなかに入っていく、一層強い発言を行うことが日本全体の日本人のための環境を保全し、これからの世代を健全に生きて行くために絶対に必要であることを改めて認識をし、直ちに強い行動をおこすべきである。そうであって始めて日本国土の荒廃を防ぐことができるものと確信している。

三友の 水理試験装置には アイデアが生きています



ウォームスクリュージャッキによる勾配可変方式（最大傾斜15°）を採用した
急傾斜（溪流）可変開水路 HO-35
と、側面を同一にして水の乱れを防止するため円弧スライド方式を採用したジョイントの拡大写真



水理試験機製造販売
株式会社 **三友精機製作所**

本社営業部 東京都文京区本駒込4-16-9
電話(03)821-7887・2833 ▼113
柏工場 千葉県柏市豊四季新宿945-300
電話(0471)67-1226 ▼277

都市近郊の農業と基盤整備について

吉 岡 孝 信*

目 次

I はじめに	43	1. 旧 説	47
II 都市近郊農業としての特性	43	2. 東大阪農業水利改良事業の施行	47
1. 生産構造の変化	43	3. 寝屋川流域（北部）下水道計画	48
2. 生産量	43	4. 昭和47年災害	48
3. 農家経済	45	5. 原因の分析	48
III 地域別の展開と方向	45	6. 水質の悪化	48
IV 農業土地基盤整備事業の方向	46	7. 土地改良区の責務	49
V 一地域を例とした問題点	47	8. 今後の方向	49

I はじめに

古くから西日本の産業、経済、文化の中心として発達してきた大阪は、全国一狭小な土地で、しかも人口は、ここ数年はぼ20万人づつ増えて、今や800万人になろうとしている。このため農地は毎年1,500ha前後が転用され、これにつれて農業従事者も他産業に流出し、またスプロール化による水質の汚染がますますひどくなってきている。

こうした環境下で、絶えず都市発展と戦いつづけているのが大阪農業の姿である。

ハーマン・カーンは、1966年に“21世紀の未来像”として、日本のGNPを予測したが、現実には予測よりも非常に早い速度で到達し、前進しつつある。

このようなGNPの拡大は、商工業の目覚ましい発展を中心とするわが国経済の高度成長によるものと思われるが、一方、農業は昭和36年に制定された農業基本法を柱に農業構造の改善、総合農政の展開、農業団地の育成などと種々手を打たれてきたものの、農業と他産業との所得格差は縮まるどころかますます開きつつあるのが実情である。これは都市近郊においては農業が商工業とその発展を競うのではなく、むしろ商工業の発展の中いかに農業を位置づけるべきであるかということであると思われる。いわゆる『人と土地と水』のコントラストがうまく映像できる姿が都市近郊の農業に望まれるのである。

以下、全般的な大阪農業の実情と将来の方向づけおよびわれわれのとくに関係のある生産基盤の整備方向ならびにわれわれ行政マンがてこずっている問題の提起をしたい。

II 都市近郊農業としての特性

都市型農業あるいは都市近郊農業の有利性はいうまでもなく、消費地が近いということに極言されると思われる。このため行政も農家もこれをいかに生かすか、たえず考えながら対処してきたのが現在の姿であるが、全国的標準といふか水準といふか、それらと比較してみると次のようになる。

1. 生産構造の変化

本府の農業は府下の総面積の15.1%にあたる29,860haの農耕地をもっており、農家らしい農家15,120戸を主軸とする63,250戸の農家によって、昭和45年は年間482億円の粗生産をあげている。これを前年と比較すると9.8%の伸びで、農業生産所得においても6.1%増加して226億円となり、順調な伸びを示している。

これを部門別にみると、最も生産の大きいものは畜産で、総生産額の33.6%にあたる162億円に達し、野菜138億円(28.7%)米87億円(18.0%)、果実79億円(16.4%)と続いている。この生産構成は、全国平均の生産構成比率を基準としてみた場合、その特化係数は第1表のとおりで、

作物部門では野菜1.86、果実2.08、花き1.75であり、畜産部門では乳牛1.59、養豚1.07、養鶏1.83となっており、都市近郊農業の特色をよく表わしている。また、このことは生産額の推移からも明らかで、米麦や豆、いも類が減少しているのに対して、野菜、果実、畜産が増加しており、生産の撰択的拡大は着実にすすんでいるといえる。

2. 生産量

主な農産物の府下の生産量を全国に占めるシェアで見ると、第2表のとおりであるが、大阪市場における市

* 大阪府農林部耕地課長

第1表 農業生産額構成比と特化係数

区分	年度	37年			40年			44年			45年			特化係数の変化率		
		構成比		特化係数	構成比		特化係数	構成比		特化係数	構成比		特化係数	40/37	44/40	45/44
		全国	大阪		全国	大阪		全国	大阪		全国	大阪				
作物	米	44.0	28.5	0.65	43.4	22.8	0.53	41.9	22.6	0.54	37.2	18.0	0.48	0.8	1.0	0.9
	麦類	4.6	0.5	0.11	3.1	0.1	0.03	1.6	0.0	0.00	1.1	0.0	0.00	0.3	0.0	0.0
	雑穀・豆類	2.3	0.3	0.13	2.0	0.1	0.05	1.2	0.1	0.08	1.3	0.1	0.08	3.9	0.2	1.0
	いも類	3.8	1.6	0.42	3.1	0.7	0.23	2.1	0.7	0.33	2.3	0.6	0.26	0.6	1.4	0.8
	野菜	11.4	25.2	2.21	12.4	26.1	2.10	12.7	23.0	1.81	15.4	28.7	1.86	1.0	0.9	1.0
	果実	6.7	10.8	1.61	6.8	10.2	1.50	7.0	11.2	1.60	7.9	16.4	2.08	0.9	1.1	1.3
	花き	0.4	1.0	2.50	0.6	1.1	1.83	0.7	2.0	2.86	0.8	1.4	1.75	0.7	1.6	0.6
	工芸作物	4.9	0.3	0.06	5.1	0.2	0.04	4.3	0.0	0.00	4.3	0.0	0.00	0.7	0.0	0.0
	種苗・苗木類	0.8	1.1	1.38	0.6	0.8	1.33	1.8	1.5	0.83	1.8	1.2	0.67	1.0	0.6	0.8
	作物計	78.9	69.3	0.88	77.1	62.1	0.81	73.3	61.1	0.83	72.1	66.4	0.92	0.9	1.0	1.1
養蚕				2.4			2.4			2.7						
畜産	役肉牛	1.8	0.8	0.44	1.9	0.4	0.21	2.0	0.7	0.35	2.2	0.5	0.18	0.5	1.7	0.5
	乳牛	4.2	7.3	1.74	4.7	10.1	2.15	5.9	11.0	1.86	6.3	9.9	1.59	1.2	0.9	0.8
	うち生乳	.....	.....	.....	3.8	.....	.....	4.9	10.3	2.19	5.2	9.6	1.85	.....	.....	0.8
	養豚	3.6	3.1	0.86	5.3	5.5	1.04	7.1	9.8	1.38	7.0	7.5	1.07	1.2	1.3	0.8
	うち肉豚	.....	.....	.....	4.1	.....	.....	5.1	9.8	1.92	6.2	7.5	1.21	.....	.....	0.6
	養鶏	0.9	19.2	2.78	7.4	21.4	2.89	8.2	17.4	2.12	8.6	15.7	1.83	1.0	0.7	0.9
	うち鶏卵	.....	.....	.....	6.3	.....	.....	6.4	15.6	2.44	6.7	15.0	2.24	.....	.....	0.9
その他畜産物	0.5	0.3	0.60	0.4	0.5	1.25	0.4	0.0	0.00	0.4	0.0	0.00	2.1	0.0	0.0	
畜産計	17.0	30.7	1.81	19.7	37.9	1.92	23.6	38.9	1.65	24.5	33.6	1.37	1.1	0.9	0.8	
合計	98.8	100.0		99.2	100.0		99.3	100.0		99.3	100.0					
加工農産物	1.2	0.0		0.8	0.0		0.7	0.0		0.7	0.0					
農業粗生産額	100.0	100.0		100.0	100.0		100.0	100.0		100.0	100.0					

第2表 農産物生産量の全国に占めるシェア

(昭和45年)

たまねぎ	大阪79,000 t / 全国	972,500 t	.....	第3位
パセリ	271 t /	8,110 t	.....	4
セルリー	369 t /	22,100 t	.....	6
そらまめ	1,570 t /	38,500 t	.....	8
	1,040 t /	不明		
ぶどう	9,290 t /	234,200 t	.....	7
なす	22,400 t /	721,500 t	.....	9
たけのこ	1,540 t /	52,900 t	.....	9
はなやさい	701 t /	48,400 t	.....	9
はつさく	872 t /	76,300 t	.....	13
きゃべつ	27,500 t /	143,700 t	.....	14
みかん	58,800 t /	2,552,000 t	.....	16

(昭和44年)

第3表 大阪産野菜の市場占有率

(昭和45年, 大阪市場)

品目名	占有率	順位	品目名	占有率	順位
菜類	97.2%	1	たけのこ	36.4%	1
きく	96.2	1	きゃべつ	28.8	1
ふき	91.8	1	さといも	28.1	1
みつば	73.8	1	かぶら	21.9	2
しろうり	63.0	1	いんげん	21.6	2
めきゃべつ	57.5	1	パセリ	19.0	2
なす	57.2	1	とまと	18.6	2
サラダ	51.0	1	きゅうり	16.1	2
青ねぎ	48.2	1	だいこん	14.4	3
えだまめ	45.4	1	はくさい	10.1	3
金時にんじん	42.8	1	レタス	6.8	4
カリフラワー	39.0	1	しょうが	6.5	2
たまねぎ	38.5	1			
ほうれんそう	37.4	2			
そらまめ	36.9	2	野菜合計	22.5	1

占有率(第3表)をみても今日なお決して見捨てたものでなく、生鮮食料品の安定的供給という面からはもとよ

り、緑地空間の確保、観光農業の育成といったことから、今後とも伸ばさなければならぬ農作物が少なくない。

また畜産については、酪農は昭和45年における乳用牛の飼養戸数1,030戸、頭数は16,800頭で1戸当りの飼養規模は16.3頭で全国平均5.9頭の約3倍となっており、全国首位を占めている。養豚は飼養戸数450戸、頭数68,600頭で1戸当りの飼養規模は152.4頭で全国平均14.2頭よりけたはずれに大きく首位を占め、養鶏も飼養戸数5,080戸、羽数は採卵鶏282.7万羽、1戸当りの飼養規模は560.9羽で、全国平均99.3羽からもみられるように群を抜いていて、いずれも大阪の畜産物生産量は、府民の畜産物需要に対し4割前後を供給しており、その発展が期待されている。(第4表)

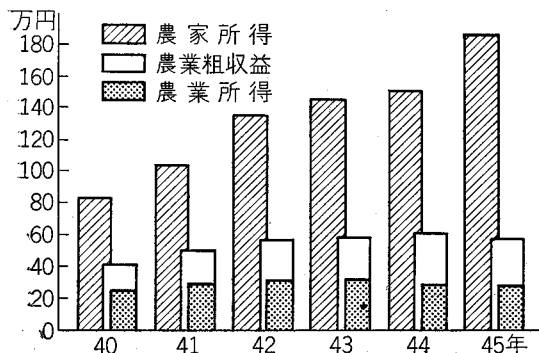
第4表 府下における需要量と生産量

区 分	需要量(A)	生産量(B)		B/A×100
		千トン	千トン	
野 菜	800	233		29
果 実	342	74		22
水 産 物	289	27		9
牛 乳	170	77		45
鶏 卵	104	37		36
食 肉	101	18		13

(注) 1. 数値は昭和45年のもの
2. 需要量は1人当り年間消費量×総人口

3. 農家経済

昭和45年度の農家所得は183.9万円と全国平均より約45万円多くなっている。しかしこのうち農業所得では29.1万円と全国平均の50.8万円には及ばない。これは本府の農家が平均47aという零細経営であることや、兼業の機会に恵まれていることなどから、農外所得に依存しているため、この傾向はますます強くなるものと考えられる。ただ農業の生産性を耕地10a当り農業生産所得でみると、7.5万円と全国第2位、また農業専従者1人当りの農業生産所得は53.4万円と全国的に極めて高い水準にある。(第1図)



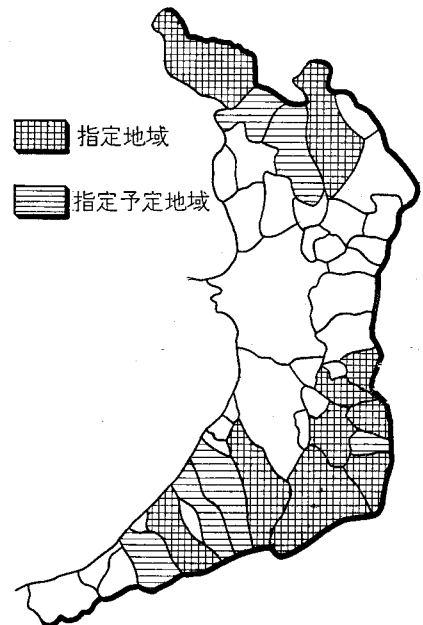
第1図 農家経済の動き

III 地域別の展開と方向

府下の農村はまず新都市計画法による市街化区域と市街化調整区域とに大きく分けられる。市街化区域に含まれる農地は府下全体の約40%で、農家はその約45%となり、農業産では約50%と推定され、かなりの量がこの区域に含まれている。

都市計画法の趣旨から、市街化区域内の農地は、おおむね10年後には市街化される計画であるが、都心に近いだけに一部分生産緑地として集団的に残るものや、さらに施設園芸、観光農業などとして的に残ることが考えられる。

一方、市街化調整区域は府下44市町村のうち、39市町村がこれに関係するが、このうち16市町村は将来とも農業を中心に発展する地域として、農業振興地域の指定が予定されており(第2図)、そうでない単なる市街化調整区域とに二分されている。



第2図 農業振興地域指定市町村図(47年)

なかでも農業振興地域は、主に南大阪の平野部と周辺の山間部にあつて、大阪の北部にあたる北摂農業地帯と大和川以南に広がる南大阪農業地帯とからなっている。

北摂農業地帯は、果樹とか畜産による企業農家や観光農業が考えられ、平野部では野菜・花き等の施設園芸による企業農業がその主体を占めるものと予想される。

また、南大阪農業地帯は、山ろく部では果樹による企業農業、観光農業が、平野部では野菜・花き・畜産による企業農業を中心に緑地農業などの混在した発達と考えられる。

こうした地域別の将来像を描くとき、土地基盤整備、

農業構造改善事業などの振興策を重点的に投入して農業地域の再編成を考えるとともに、一方、市街化区域内においても、相当の優良集団農地が包含されており、意欲的な農家群を中心とした工業的農業などを考える必要がある。

しかもその形態や機構は従来のなものでなく、それぞれが新しい方向を指し示すものでなければならない。すなわち、大都市近郊の実態にあった都市農業は、本来の生鮮食料品の供給という使命のほかに、都市側からの要求でもある自然保護、生活環境保全、休養の場の提供などの社会的役割をもきわめて収益性の高い状態を保持しつつ果たすものとして、個々の経営あるいは地域全体でその発展を求め、高めて行かねばならない。

このことは、昭和47年9月に大阪府農政審議会が、知事の『大阪府農業の今後の方向と農政推進上配慮すべき基本的事項について』の諮問に対する答申の中で、大阪農業の今後の方向として、つぎの5つの方向を示している。

- 1 野菜については、大都市近郊における野菜供給基地としての生産体制を確立することである。
- 2 技術的には、天候や土地あるいは人手にたよらない、いわゆる工業的農業生産の道を開発することである。
- 3 畜産については、公害を出さない新しい都市畜産へ脱皮することである。
- 4 果樹については、経営の合理化とあわせてその観光的な開発を考えることである。
- 5 さらに花き園芸についても、経営の高度商業化を通じて生産の本格化をはかることである。

つづいて農政推進上当面配慮すべき事項として、

- 1 市街化区域の弾力的運用
- 2 税制による農業の保護
- 3 工業的技術の開発
- 4 畜産の公害対策強化
- 5 価格安定対策の充実
- 6 リクリエーション空間としての農山村の整備
- 7 都市農協の体質改善
- 8 地方卸売市場整備の促進

について提言し、都市近郊における積極的な都市型農政の展開を期待している。

IV 農業土地基盤整備事業の方向

大阪の農業は、従前から都市近郊農業として、その背後の大消費地の動向を敏感にとらえてその有利性を活かし、生鮮食料品の供給源として発展してきたが、その生産基盤に欠くことのできない農業用施設も古来から整備されて地域環境の改善にいろいろと寄与してきた。

しかし近年における社会経済の急速な発展に伴い、都

市の人口集中現象による膨張が周辺優良農地を無計画に侵して虫喰い状態とし、農業側と都市側の間に多種多様な問題を生み出すに至った。

そこで、区域区分を設定して、無秩序な市街化を防止し、計画的な市街化を図ろうと都市計画法が新たに定められたのであるが、これを契機に市街化区域に対する国の農林投資は一部を除いて全く打切られることとなってしまった。

このような現状から、今後の農業基盤整備のあり方として、つぎの3ケースが考えられる。

ケース1 市街化調整区域（農業振興地域）における基盤整備

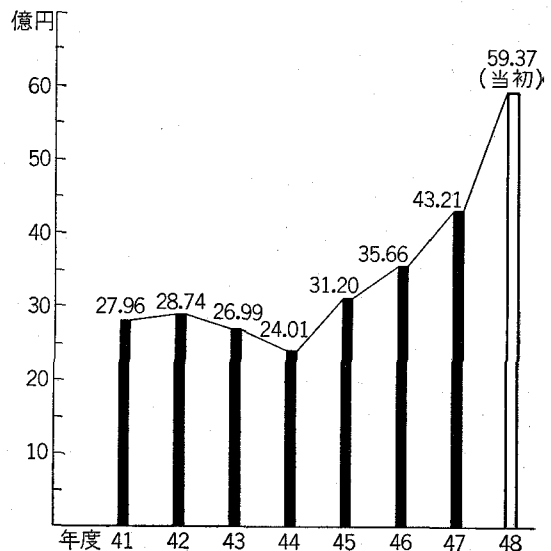
この区域では、企業、緑地など、いずれの種類の農業であっても、これらに対して労働生産性、土地生産性の向上のために、従来にもまして、農業経営の近代化を目的として諸事業を国の投資を得て施行し、装置化、システム化された生産基盤をつくる必要がある。

ケース2 市街化区域における基盤整備

この区域では、市街化されるまで基盤整備を行なう必要がある。したがって地方行政としては『飯を喰って顧みず』といったように、農林投資を打切ることとはできず、老朽ため池事業、湛水防除事業、都市化に関連する各種の土地改良調整事業、都市緑化のための生産緑地の育成など将来都市化された場合の都市環境整備について配慮し、都市側に円滑に移管できるよう建設、農林両サイド間で十分に協調して取り組まなければならない。

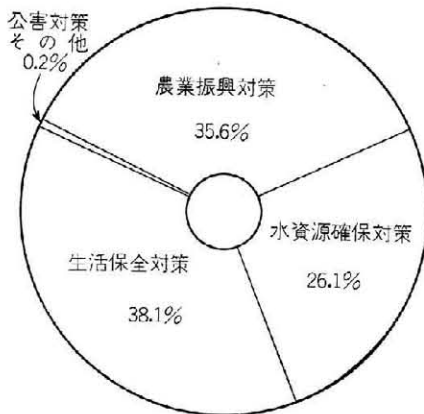
ケース3 双方の区域に係る基盤整備

農地も農業用施設も都市近郊にあつてはすでに農業施策だけの対象ではなくなり、都市と農村が融合し、調和のとれた地域のものとして対処されなければならない。



第3図 大阪府耕地課予算の推移

地域ぐるみの開発というより、創造の中に有効適切に配されることが共存共栄の策とみるべきであろう。そのためには、緑農住区の建設、農業用水の合理化などを行ない、とくに、ため池、井堰の統合整備を含めた水資源の整備と水利用の合理化、用排水の分離、環境保全のための排水浄化、湛水防除などの各種の防災事業を実施する必要がある。(第3図、第4図)



第4図 昭和48年度耕地課予算の政策比重

以上のように、区域の様態に応じた諸施策が考えられるが、なにかにつけ、都市と農村との均衡ある発展が保たれるよう効果のある施策を積極的に実施することによって、農業生産基盤の整備を行ない、都市と農村双方の生活環境基盤を確立しなければならない。

V 一地域を例とした問題点

以上、大阪府全域についての現況と方向づけを記したが、地域地域についてみると、各種の factor が入り混っており、一朝一夕に前向きの方角で行けそうもない問題が山積されている。

問題は『人・土地・水』の調和が崩れ去っていることにあるが、現在の情勢下において今後これをいかに回復させるべきか、そのためには、われわれはどのようにすれば良いかということである。

その結論は未だ簡単には出ていないが、一応問題を提起して、諸兄の御指導を仰ぐとともに、全国的に都市化の波が押し寄せる中で行政を進めるにあたって留意されることを期待したい。

実例の場所は、淀川左岸に展開する4,000haの地域である。

1. 旧説

当地域は古くより低湿地域であり、そのため日本書紀によれば仁徳天皇11年(323年)に、また光仁天皇、宝亀元年(770年)にそれぞれ茨田堤の改築をはかり、排水に力を注いだことも記されており、近年に入っても、教次にわたる改修が行なわれてきたものの排水不良地と

して府下でも有名な所であった。

昭和28年頃では、府下の穀倉地域として知られ、河内平野の中心地であった。

しかし田地は低湿地であるため泥田で、太ももまで浸るところから、田植には『ナンバ』と称する下駄を大きくしたものをはいて、自重をこれで支えるといった原始的な方法を取り、中心部に田に畦がなく、杭を打って境界を示していた。

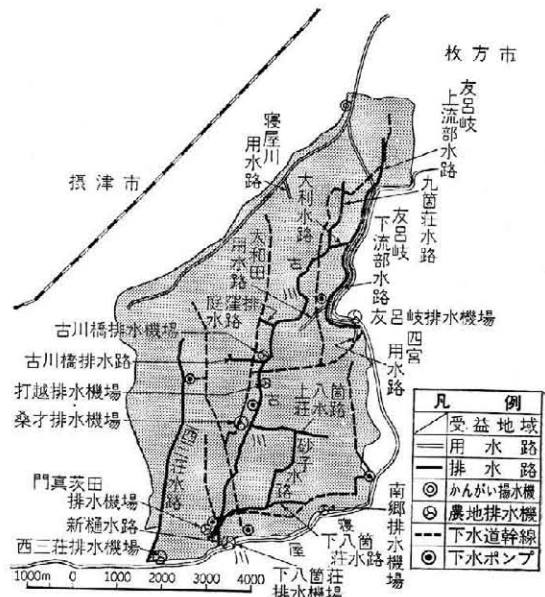
また、肥料、資材、収穫物の運搬には舟を利用して、小沼の連続した水路を通って行き、道路らしい道路もなかった。(写真参照)



用水路についても、葎が繁茂し、流水の疎通を欠き、葎刈舟を建造して、これが刈取りに相当な労力を必要とされた。

2. 東大阪農業水利改良事業の施行

昭和29年に、たまたま土木部の東大阪治水対策と歩調を合わせ、地域の用排水改良事業に取り組み、昭和34年



第5図 東大阪農業水利改良事業一般平面図ならびに 寝屋川流域(北部)下水道計画一般平面図

度着工の運びとなり、昭和45年度にようやく完了の運びとなったが、その総工費28億円、水路総延長29,000m、揚排水機場8ヶ所という大がかりなものである。

中心部を流れる幹線用排水路の古川は、最末端の寝屋川との合流点で水路幅20m、流量37t/secで農業水路として相当大型に属すると思われる。(第5図)

3. 寝屋川流域(北部)下水道計画

工業生産の飛躍的増大と、人口の都市集中に伴って、工場排水および家庭下水による東大阪地域の水質汚濁が各所で大きな問題となってきた。

昭和39年、大阪府は全国にさきがけ、寝屋川流域全体を対象とした広域的な下水道計画に着手した。すなわち、すでに実施中の東大阪治水対策事業の一環である寝屋川水系の河川改修、生駒山砂防事業、東大阪農業水利改良事業など、これらの諸事業と一体となって内水排除にあたるのが流域下水道事業である。これは浸水対策に総合的な効果を発揮するとともに、都市化による河川、水路の汚濁防止、環境衛生の改善を目的として、流域下水道の必要性と緊急性は、農業水利改良事業の成功のためにも必須の事象となってきた。

本地域の下水道は合流式をもって計画され、基準雨量は45mm/hr、流出率0.21~0.34、Rational式により流量を算定したのであるが、その後の異常なまでの都市化によって土地利用予想は大きく喰いちがい、流出量は増大し、農業水利改良事業によるオープン水路に超過負担がかかる現状となっているのが今日の大きな問題点である。

4. 昭和47年災害

昭和47年7月に襲った災害は、連続雨量273.5mm、最大日雨量189mm、最大時雨量19.0mmであったが、地域内至る処で溢水、湛水を起し、とくに幹線の古川末流部より500mにわたって約30cmの溢水をみて、附近住宅8,698戸が浸水した。このため早速応急措置として土俵締切高50cmの応急工事を施工したが、さらに9月の20号台風は、日雨量118.5mm、時雨量53.0mmの雨群をもたらし、応急工事の土俵を溢流して各所で欠陥を引き起すに至り、再度附近の住宅など13,531戸に浸水の被害を与えた。

このように打ち続いた被災により、住民からの叱責は強く、『二度と災害を起さぬための行政』をきつく迫られ、現在、応急処置として、高さ1.0m、延長3,770mにわたり、コンクリートの嵩上工事を施工している。

5. 原因の分析

これらの原因について分析してみると、大きく3つに分けられる。

(1) 都市の開発 計画当時農地が2,500haあったのが、現在900haになっており、計画では、農地の20cm以上24時間湛水を考えていたのが、都市の開発により地

盛りしたため、許容湛水はなくなり、流出時間が早くなってきている。

(2) 地盤沈下 大阪東部の地盤沈下ははげしく、昭和37年に地下水汲み上げの規制が行なわれてはいるものの、なお年間8cmの沈下を続けており、昭和29年から昭和45年までに1.20m沈下した。これが今回の災害時に、感潮河川であるため地域内の流出ピークと高潮時の潮位ピークと重なったことが原因の1つと考えられる(もちろん計画当時も感潮河川を計算に入れ、流出函数方式で流量計算がなされていた)。

(3) 下流河川の流量増と下水道計画 本流域の排水幹線は寝屋川であるが、その寝屋川自体が流域内の都市化、生駒山系の開発行為などによって大幅に流量が増大している。

東大阪農業水利改良事業の計画当時、合流点でO・P3.66mの洪水位が現在では5.13mになっており、ピーク時における地区内におよぼす背水の影響は非常に大きい。そうして流域下水道事業によって建設中の古川末端ポンプ場が未完成であったことも、今回の災害の大きな原因の1つである。

6. 水質の悪化

地域の水質は年々悪化の一途をたどり、先に述べた藻刈舟の建造に大わらわであった時代とはうって変わり、生物酸素要求量がなくなったため藻も生えず、かわりに悪臭がただよい、生活環境をいちじるしく悪化させている。これがため、昭和47年(1ヶ年)に水質浄化のための試験を行なったところ、まず現況水質は第5表のとおりであるが

第5表 現況の水質

項目	淀川	西三荘水路	古川
PH	7.19	7.02	6.66
SS	39 P P m	30 P P m	40 P P m
BOD	2.0 "	25.4 "	24.8 "
COD	6.0 "	20.9 "	18.5 "
DO	5.86 "	0.61 "	0.39 "
T-N	1.68 "	4.13 "	6.84 "
平水量	—	0.16m ³ /s	2.19m ³ /s

これに稀釈水を導入してみると第6表のようになり、

第6表 稀釈後の水質

項目	西三荘水路	古川
BOD	8.0 P P m	9.9 P P m
COD	10.0 "	11.4 "

DO	4.8 //	4.4 //
T-N	3.4 //	3.0 //
稀釈後水量	1.02m ³ /s	9.23m ³ /s

相当の効果はみられるが、一方、泥土が相当量沈澱しているため、攪拌作業により一時的には却ってBODを大きくしている。

このようなことから、稀釈水の導入よりも、水路の浚渫が先決のようである。

第7表 府下における農業用水水質調査結果

地区名	分析項目 推定被害面積	水素イオン濃度 (PH)			化学的酸素要求量 (COD)			無機浮遊物質 (SS)			全窒素 (T-N)			電気伝導度 (EC)		
		基準値			6 P P m以下			100 P P m以下			1 P P m以下			0.3mv/cm以下		
		分析値			最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
		最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
高槻	463	8.1	7.0	7.5	51.03	4.1 ²	13.87	188.0	4.0	47.1	9.19	2.25	4.99	0.40	0.10	0.28
三島平野	1,631	8.2	6.8	7.4	23.05	2.39	9.30	297.5	6.5	63.8	19.52	2.34	7.67	0.39	0.10	0.24
東大阪	601	7.9	6.9	7.3	61.54	3.57	19.12	162.0	15.0	60.3	31.22	2.81	9.83	0.56	0.15	0.33
西三荘	435	7.7	6.7	7.3	340.40	10.81	51.49	418.5	9.0	77.9	46.62	2.89	11.98	0.78	0.20	0.42
拾六箇	668	7.9	6.6	7.3	69.82	9.73	27.03	879.5	5.0	197.3	14.74	2.11	8.78	0.60	0.20	0.39
恩智	576	8.2	5.9	7.3	80.02	6.60	20.62	455.5	5.0	95.2	28.15	4.59	7.84	0.89	0.20	0.44
築留	957	8.4	7.0	7.5	41.28	6.61	16.95	229.5	12.0	72.1	1.481	3.36	7.35	0.69	0.20	0.45
今井戸	357	9.6	7.1	7.7	40.64	2.50	18.59	342.0	20.0	93.7	10.93	2.51	6.57	0.46	0.06	0.32
石川	315	7.9	7.0	7.4	24.73	1.07	10.14	908.5	30.5	115.2	11.36	2.13	4.30	0.51	0.07	0.29
西除川	475	10.2	7.0	7.5	87.27	5.36	18.68	484.0	38.5	86.8	93.83	2.02	8.23	0.67	0.04	0.32
堺	440	10.1	6.5	7.9	64.38	5.71	23.06	166.5	25.0	86.7	14.58	1.58	6.34	0.51	0.07	0.30
泉大津	310	7.7	6.7	7.3	56.73	4.29	17.10	166.5	22.5	80.1	22.42	1.63	5.52	0.61	0.04	0.31
岸和田	400	9.7	6.8	7.9	32.50	2.86	13.02	219.0	24.0	88.8	11.94	1.54	4.73	0.45	0.04	0.24
泉佐野	425	8.7	3.2	7.1	66.91	1.43	16.06	142.0	17.5	74.8	8.59	0.91	4.18	0.86	0.06	0.30

(注) (1) 農業用水水質調査実施要綱に基づき、実態調査の結果から昭和46、47年度に14地区（推定被害面積おおむね300ha以上）の水稲生育期間における水質調査を実施したものである。

(2) 1地区6地点、1地点6回観測した。

7. 土地改良区の責務

淀川左岸土地改良区は昭和25年に設立され、当時組合員6,020人、区域農地3,736.6haをもった大阪第1位の改良区であったが、その後の経済成長とともに、都市や工場の発展に押し流されはじめ、用排水路、とくに排水路の維持管理に困難をきわめ、昭和46年より維持費については、

用水 only については土地改良区

排水 only については関係市町村より91.6%

用排水兼用については関係市町村より75.0%

などの管理負担金を受けており、改良区の実在性について問題視されつつある。

しかしながら現在でも農地1,200haをかかえ、8ヶ所の揚排水機場、140,612mの水路の管理があり、4,591人の組合員で組織され、8市に跨る広域な改良区である。

8. 今後の方向

以上、いろいろと内臓する問題について、一分野だけでなく、多角的な方向からの検討が急がれており、一方、

都市計画法によって市街化区域への農林投資が打切られている現況下で、将来の方向の困難性——いわゆる『制度の谷間』であえいているのが、地域の農家群および都市住民である。

いずれにしても、地域住民が安住できる方策として、建設側の下水道計画の推進によって、都市化が生み出した流出量の増大、水質の汚濁などの問題を解消するとともに、農林側としては、従来の農民を対象とした農業生産に結びついた農業基盤整備事業から、都市化に対応した地域住民全体の生活環境整備を兼ねた事業を実施することにあると考えている。

すなわち、具体的方策として

(1) 都市化により農業用施設としての効果が減少し、むしろ都市施設としての効用の方が大きくなった施設については、建設側に移管する。

(2) 用排水用水路を分離し、排水路はできる限り建設側の下水道を利用または下水道として計画する。

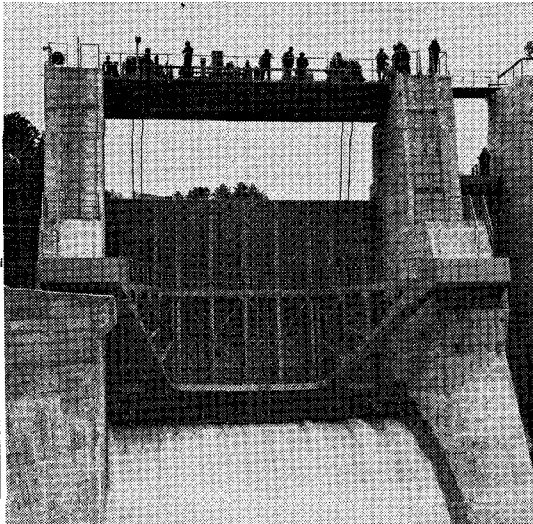
(3) 用水路については、汚染対策としてパイプラインが望ましいが、農地の存在状況や経済的理由から設置で

きない場合が多いので、この場合は現況水路を用排水路として都市排水を考慮した断面なり工法を計画する、すなわち、場合によっては、防護柵、植樹、遊歩道などを兼ね備えたものとし、従来の農業用排水路から脱却した都市水路として活用できるものとするべきではないだろ

うか。

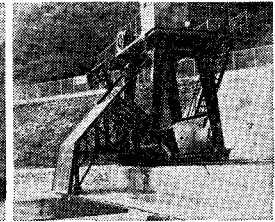
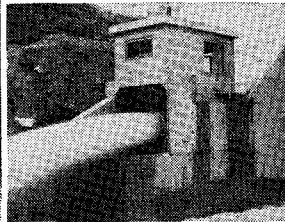
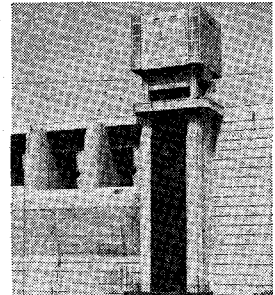
(4) 土地改良区を用水のみの管理団体への縮小と、排水については地方自治法第252条の2による協議会方式とするなどを検討中であるが、早急に結論を出して行きたいと思っている。

丸島水門はダム鋼構造物の一切を一括納入させていただきます



営業種目

水門扉
取水装置
放流管
放水設備
除じん装置



●ゲートのリーディングメーカー

丸島水門

株式会社 丸島水門製作所

本社・工場 大阪市生野区鶴橋1-6
電話 大阪(06) 716-8001(代)
東京事務所 中央区日本橋室町4-3坂田ビル
電話 東京(03) 242-1972(代)
奈良工場 奈良県大和郡山市丹後庄町300
電話 大和郡山(07435) 3-2121(代)

水路コンクリートの腐食と防食について

中谷 三男* 尾崎 勲司* 葛上 久*

目 次

1. 概 説	51	5. 腐食の促進実験	56
2. 腐食に関する研究小史	51	6. コンクリートの防食	59
3. 化学的侵食作用	51	あ と が き	62
4. 腐食の実態調査	53		

1. 概 説

近代建設材料として、鉄鋼とともにコンクリートのしめる位置の重要性については多言を要しない。ところが、両者の共通した点の長所は強くて耐久性があることであるが、反面化学的侵食に対しては脆弱であることが欠点として挙げられる。鉄の腐食 (Corrosion) と防食 (Protection) に関しては以前から多くの研究がなされ、その対策も講じられているが、コンクリートの同問題に対しては未だ十分とはいえない。近年、セメントの品質が改良され、また合理的な配合設計や科学的施工管理が普及したので、半永久構造として強い良質のコンクリートがつくられている。しかるに、薬剤や汚染水による化学的侵食作用は、このような強い耐久的であるはずのコンクリートをも、わずか数年で破壊してしまうことがある。

コンクリートは各種材料を必要に応じて適量配合し、任意の形状に現地で造られる唯一の建設材料であるから、できたコンクリートの性状も変化に富み、化学的侵食による腐食の過程も、関係因子の多様性により複雑である。近時コンクリートを取りまく環境 (水、空気、土壌) の汚染が年々ひどくなり、公害とも関連して鉄筋コンクリート構造の侵食される機会が増加し、耐久性の面で重大な問題を生じている。そこで、コンクリートの耐久性、なかんづく腐食の概論と現地実態調査および室内実験による結果にもとづき、文献資料をも参考にしながら腐食と防食についてのべることにする。

2. 腐食に関する研究小史

コンクリートの腐食の問題は、海水に始終接している海岸構造物が侵食される現象を観察することから始まった。この問題に関する調査研究の第一番目として J. Smeaton と L. J. Vicat が Algier における港湾構造物の侵食状態を観測した調査結果が1841年に公表されて

いる。イギリスでも海水による侵食の研究が始められ、1920年には耐海水対策研究会が組織され活動している。ドイツにおいては1890年 Helgoland 島で実験的研究が行なわれ、1906年には R C 構造物に対する侵食対策特別委員会がもたれた。研究成果は1950年の "Concrete in Sea water" に報告されており、1956年には A. Hummel らによって同誌に発表されている。フランスにおいても海水による侵食の研究から始まり、その成果が1929年 R. Ferret によって報告されている。イタリアではボゾランを加え耐海水構造として海岸構造物に用いる研究が P. Periani らによってなされた。ノルウェーでは Trondheim 港の試験地で、過去20年間にわたり2,500本の供試体を海水中に浸せきして研究している。オランダも1900年頃から海水による海岸構造物の侵食作用を研究している。アメリカでは60年の長期にわたり海岸構造物の腐食進行状態を調査している。また別に酸性土、アルカリ土および硫酸塩土の中に作られたコンクリート構造物の損傷の実状を調査し、その成果が1909年に発表されている⁽¹⁾。その後コンクリート供試体を長期間海水中に浸せきして腐食の性状をしらべる実験がなされている⁽²⁾。わが国においても、1924年吉田が高炉セメントの耐久性について報告しており、その後も多くの研究者がこれらの問題を研究し、現在も進行中である。

以上いずれも海水による侵食実態調査から始まり、特殊土壌中の構造物の損傷、鉱毒水による腐食等自然的要因による被害のほか、最近では工場廃水、汚染大気など人為的環境悪化によるコンクリートの腐食と防食に関する研究が進められている。

3. 化学的侵食作用

鉄筋コンクリート構造に損傷を与える外的要因には、凍結融解などの気象作用のほか、摩耗、火・熱、化学薬品、水、大気、土壌、電気等が挙げられるが、ここでは化学的侵食作用のみについて記すことにする。

3-1 コンクリートの中性化と鉄筋の腐食

* 大阪府立大農学部

i コンクリートの寿命

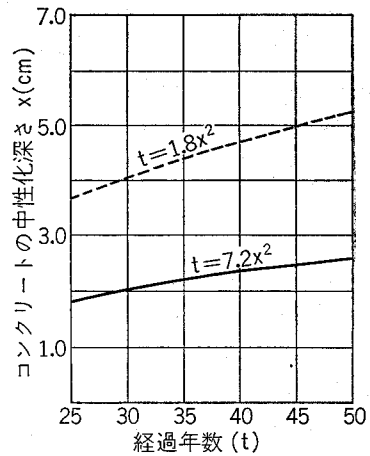
コンクリートの歴史を考える場合、天然セメントやポゾランが建築構造に使用されたローマ時代に始まるとするものと、ポルトランドセメントがイギリス人のアスプディンによって発明された18世紀からとする場合がある。しかし、一般にコンクリートという場合は後者を考えるのが適当であろう。日本で国産セメントが製造されたのが明治8年工部省の深川セメント製造（のちの浅野セメント）であるが、鉄筋コンクリート構造が土木建築に紹介され始めたのは明治20年以後のことである。そして、明治36年に土木工学の田辺朔郎先生が設計指導され、琵琶湖疏水運河に長さ12~13mの鉄筋コンクリート橋が架けられたのは、わが国鉄筋コンクリート構造の最初である。また建築では、神戸の和田岬に白石治氏の設計で建てられた東京倉庫が明治38年といわれ、少し遅れて横浜の三井物産横浜支社が明治44年遠藤於菟氏の設計、佐野利器先生の構造計算によって建てられた。それが今もなお現存している最古の鉄筋コンクリート構造であるということなどいづれも有名な話である。

以来60余年を経た今日では、鉄筋コンクリート構造はまことに盛んで、コンクリートについてみると、わが国の場合年間平均1人当り使用量が3.5トンとなり、世界の平均の3倍以上にもなっている。一般に鉄筋コンクリートの寿命は50年とも60年ともいわれ、また鉄筋が錆の発生によって腐食するまでとされている。しかし、構造物を取りまく環境条件によっては数年にして使用できなくなるものもあれば、60年経っても強固なものもあり、恰も、生き物の寿命にたとえられる。従って、一概に寿命といっても簡単に判断を下せないというむずかしさがある。

ii 中性化と鉄筋の錆化

セメントと骨材が水で練り混ぜられると水和作用をおこし、時間の経過につれて硬化し、新しいコンクリートができる。その際の水和生成物である水酸化石灰、酸化ナトリウム、酸化カリウムなどの溶出によりpHが11~12となり、強いアルカリ性を呈するため、内蔵鉄筋を完全に酸化腐食から防護する環境状態になっている。ところが、空気中の炭酸ガスがコンクリート中に侵入すると、水酸化石灰が徐々に炭酸石灰に変化し、アルカリ性が弱体化して、いわゆる中性化現象を生じ、上記の鉄筋の防食環境が破壊される。また、コンクリートにクラックが入ると、空気中の酸素と水が侵入して中性化を促進し、鉄筋に錆を発生させる。炭酸石灰の存在する環境も発錆を増進させる。鉄筋に錆が発生する際の体積膨脹が大きな圧力を生じてコンクリートに亀裂が発生し、そこから空気、水などが入って腐食を進行させるという悪循環を起こす。近年の工業発展に伴うエネルギー消費の増大につれ、空気中の炭酸ガスの量も増大し、硫黄や窒素

酸化物による汚染空気もコンクリートの耐久性に悪い影響を及ぼしている。中性化の速度について浜田博士の研究がある⁽⁴⁾。

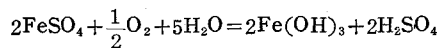
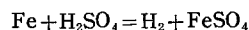


図一1 コンクリートの中性化深さと経過年数との関係 (浜田)

iii 塩類、酸類による鉄筋の腐食

塩化ナトリウムや塩化カリウムなどのアルカリ金属塩とか、塩化カルシウムなどのアルカリ土類塩のように塩素イオンを含んでいるものが、鉄筋の周辺に進入してくると、鉄筋に錆を発生させる。

酸類がコンクリートを侵食しながら内部へ進むと、中性化をおこしたり、直接ひびわれから酸が入って可溶性金属化合物をつくり、水と酸素によって錆を発生させる。例えば鉄筋が硫酸に接した場合は次の反応がおこる。



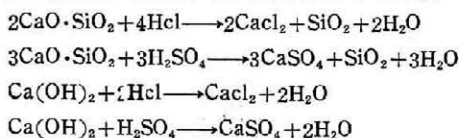
iv 電食

比較的高い電圧の直流が鉄筋を通じてコンクリートに流れると、鉄筋に腐食を生じさせ、鉄筋周辺のコンクリートにアルカリ脆化がおこり、鉄筋とコンクリートの付着力が減退し、構造物を破壊に導く電食現象も重要な問題である。良質なコンクリートで完全に被覆されていると鉄筋の表面は不働態化するので反応が起りにくい。

3-2 酸による侵食

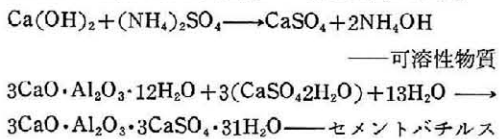
セメントの大部分はポルトランドセメントであるが、その他、混合セメント、アルミナセメントが使用されている。それらの主成分として酸化カルシウム (CaO)、けい酸 (SiO₂)、アルミナ (Al₂O₃) および第二酸化鉄 (Fe₂O₃) があげられる。ほかにマグネシヤ、アルカリ、無水硫酸などを含んでおり、これらの成分の比率によってセメント自体の性質も異なってくる。セメントが酸や塩類に出会うと可溶性または難溶性の石灰塩をつくり、

コンクリートは侵食される。酸類の中でもとくに強い硫酸、塩酸、硝酸のような無機酸は、コンクリート中の水酸化石灰を中和するとともに、比較的安定な硬化生成物である石灰のけい酸塩やアルミナ塩までも分解してしまうといわれている。このような化学作用は、酸液の温度が高く、濃度が濃くて、液の流れが早い程激しいものである。反応作用の例を式で示すと次のようである。



3-3 塩類による侵食

コンクリート中に生成された水酸化カルシウムと反応して可溶性物質をつくり、その溶出で侵食が進む場合と、その可溶性物質がカルシウムアルミネートと反応してセメントバチルス—複塩—をつくり、そのとき多量の結晶水を奪い、膨脹に伴って生じる膨圧によりコンクリートを破壊する場合がある。反応の一例を次式に示す。



硫酸塩は海水、土壌、地下水、工場廃水中に含まれているから注意が必要である。土壌中、水中に含まれる硫酸塩のコンクリートに対する影響度は表—1のようにいわ

表—1 硫酸塩の対コンクリート作用

硫酸塩作用	土中の可溶性硫酸塩 (SO ₄ として%)	水溶液中の硫酸塩 (SO ₄ としてppm)
無視しうる	0.01~0.10	0~150
軽微	0.10~0.20	150~1000
相当	0.20~0.50	1000~2000
激甚	0.5以上	2000以上

れている。一般に、塩類によるコンクリートの腐食の度合は酸類に比し軽度といえるが、侵食の機構が異なり、侵食された場合の被害は大きい。

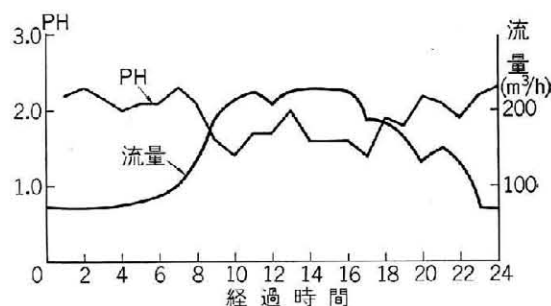
4. 腐食の実態調査

鉄鋼やコンクリートは耐久性のある材料と考えられ、これらから成る鉄筋コンクリート構造も半永久構造物として設計・施工されてきた。ところが、この構造物を取りまく自然的、人為的環境内には、鉄筋コンクリートの耐久性に損傷を与える諸因子が多く、とくに人為的環境内では有害因子が増えつつある。水、大気汚染などがその代表であるが、公害問題とも関連して真剣に対策を考えねばならない重要な問題である。

先に農業土木学会材料施工研究都会から12名の会員がグループを組んで、文部省科学研究費の助成のもとに、

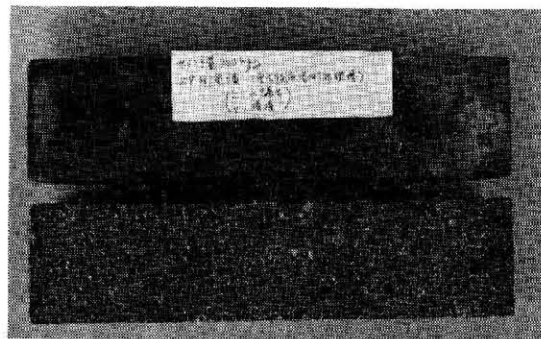
農業土木事業における既設コンクリート構造物の耐久性について調査し、損傷の実態を広範囲に知ることができた。その調査対象の中で、損傷のひどかったのは凍結融解、化学的侵食作用であった⁴⁾。ここでは大阪近郊における2、3の排水路コンクリートの調査例について述べる。

i 東大阪市の東部一帯には鉄線工業が発達しており、その伸線工場での作業工程において表面処理に硫酸、塩酸などの無機強酸が使われているので、酸度の高い多量の廃液が排出される。すなわち、鉄線、棒鋼を酸液に浸漬後水洗いした処理水や酸液の取り換え時に排出される廃水により、コンクリートが激しく侵食されるわけである。東大阪市では関連工場からの排出水を処理場に集め、浄化処理後一般排水路に放流している。処理場に集水される廢液流量と pH の測定値は次のとおりである。



図—2 東大阪市汚水処理場流入廃水量および pH の変化

なお、コンクリート供試体を当該廃水中に浸漬した場合、腐食の様相ならびに排水路コンクリートの腐食の実態を写真—1、2および図—3に示す。



写真—1 28日浸漬後の腐食の進行

ii 八尾市の油脂工場から都市排水路に放流される工場廢水の pH 測定値は図—4のようであった。この廢水により、水路コンクリートの底位接水部はひどく侵食されている。都市排水路とかんがい用水路が3本並行して



写真-2 レジンをコーティングした防食膜がコンクリートのクラックでひびが入り内部が腐食される

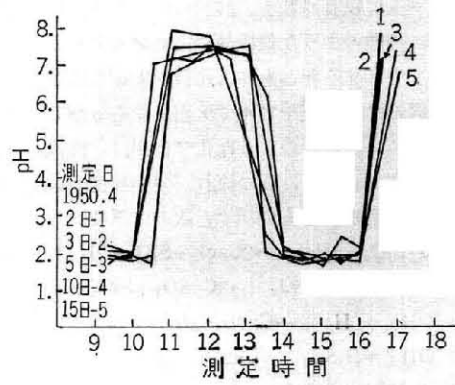


図-4 pH測定値

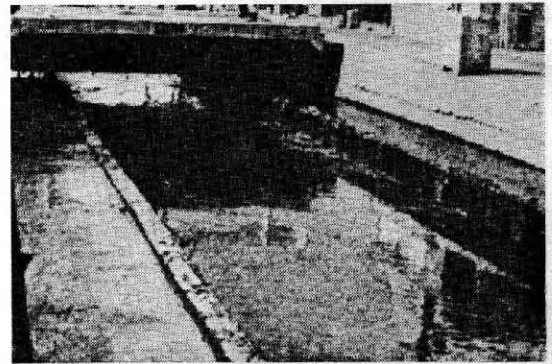


写真-3 築留用水路
(中央かんがい用水路 左, 右, 工場廃水)

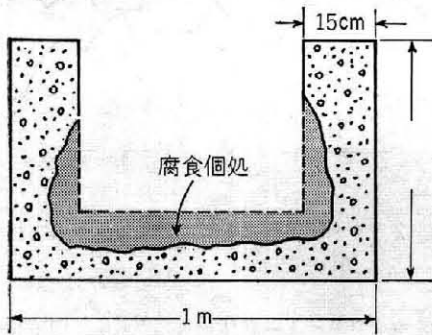


図-3 腐食進行の様相

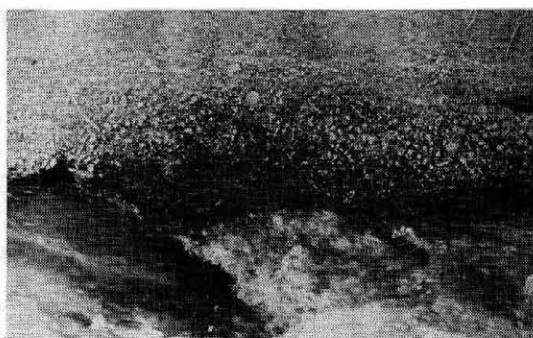
流れ、左右都市排水路が越流すると中央のかんがい用水路にも流入する。工場廃水流出口より4,000m下流にわたってコンクリートの腐食がみられた。腐食によるコンクリートの損傷度を非破壊テスト法で測定した結果を表

表-2 工場廃水のPH値と水路コンクリートの強度変化(築留用水)
(水温24°C, PHメーター, テストハンマーを使用)

項目	廃水流入点からの距離		流入点	100m下流	300m下流	1300m下流	2300m下流	3300m下流	4300m下流	備考
	PH値	強度	上値	下値	上値	下値	上値	下値	上値		下値
ハネカエリ強度	上位	ハネカエリ	39.0	—	27.5	28.5	29.0	28.5	29.5	テストハンマーによる/// ///測定値は20個の平均値
		標準偏差	2.2	—	2.3	2.8	3.1	2.5	2.6	
	中位	ハネカエリ	36.5	—	25.5	—	23.0	24.5	25.5	
		標準偏差	2.5	—	3.4	—	2.6	4.2	3.3	
	下位	ハネカエリ	22.5	—	20.5	21.5	21.0	14.5	22.5	
		標準偏差	2.6	—	3.9	2.5	2.8	3.5	3.2	
		強度 kg/cm ²	138	—	110	125	120	70	135	

— 2 に示した。廢水流入口を起点として100, 300, 1300, 2300, 3300, 4300m下流の各地点において、間断なく変化する pH の上位値, 下位値を求めた。また各地点におけるコンクリート壁面において、5 cm 間隔で20点を取り、テストハンマーによるハネカエリ強さから強度の推定値を求めてみた。廢水に常時接している部分を下位、時々濡れる部位を中位、殆んど接水しない上方を上位として表に示してある。測定値のバラツキが大きいのはこの測定法の特徴であるが、下位の強度弱化的性状は表より明らかに読みとれる。腐食の進捗にもよるが、圧縮強度が正常部の $\frac{1}{2}$ に低減しているのは注目すべきことである。

iii 大阪南部に位置する泉佐野市内の鋼線工場や染工場からの廢水流入水路に、化学的侵食による水路コンクリートの損傷がみられる。無機強酸によるもので、pH は2~5の間を変動している。腐食の様相は写真—4に示したが、これらの水路はもともとかんがい用水路であり、かんがい時期になると土地改良区からの申し入れも



写真—4 腐食の実状

あり、腐食部の修復はやっているようである。しかし水質汚染ともからみ、トラブルがよく起っているようである。

小野田研究所報告によるモルタルの耐酸性の例は表—3のようである⁽³⁾。

表—3 普通セメントモルタルの耐酸性

薬液の種類	薬液名	薬液の濃度 (%)	薬液浸せき中の重量変化 (%)			浸せき28日後の外観
			7日	14日	28日	
無	硫酸	0.1	9.2	8.3	8.3	—
		0.5	5.9	5.9	1.7	粗面
		1.0	7.6	5.9	2.5	〃
		3.0	1.7	0.8	-6.8	侵食
		5.0	-6.9	-22.2	-52.1	著しく侵食
無	塩酸	0.1	9.2	8.4	5.9	粗面
		0.5	5.0	1.7	-5.8	〃
		1.0	2.5	-4.2	-24.2	侵食
		3.0	-9.2	-32.5	-75.0	著しく侵食
		5.0	-21.6	-53.4	-90.5	〃
機	硝酸	0.1	11.3	11.3	11.3	—
		0.5	10.4	8.7	6.1	粗面
		1.0	5.0	0.8	-7.6	〃
		3.0	0.9	-10.4	-33.0	著しく侵食
		5.0	-7.0	-26.1	-60.0	〃
酸	りん酸	30.0	-27.1	-60.2	-86.4	著しく侵食
	クロム酸	1.0	7.6	-2.5	-10.2	粗面
		5.0	-7.6	-28.8	-83.9	〃
	ふっ化水素酸	1.0	4.9	5.9	5.9	粗面
		5.0	-4.2	-11.9	-35.6	著しく侵食
けいふっ化水素酸	1.0	10.8	10.3	7.8	かたくなり、粗面	
	5.0	4.3	3.4	-6.9	表面侵食	
亜硫酸水	6.0	-5.0	-10.7	-20.7	黄色侵食	
亜硝酸水	2.0	11.3	11.3	11.3	粗面	

有	酢酸	0.1	11.1	11.1	11.1	— 粗面 / 侵食 / 粗面 侵食 / 白色侵食 / 白色化
		0.5	11.3	10.4	7.0	
		1.0	7.8	7.8	- 0.9	
		3.0	0.0	-12.1	-31.9	
		5.0	- 6.0	-24.1	-51.7	
機	酪酸	1.0	- 9.3	9.3	7.6	わずか侵食 粗面
		5.0	- 1.7	- 1.7	- 0.8	
酸	乳酸	1.0	6.9	5.2	1.7	粗面 侵食
		5.0	0.0	- 9.2	-29.4	
	くえん酸	1.0	7.8	3.4	- 6.0	白色侵食 / 白色化
5.0	- 7.6	-25.4	51.7			
	しゅう酸	8.0	—	—	4.7	

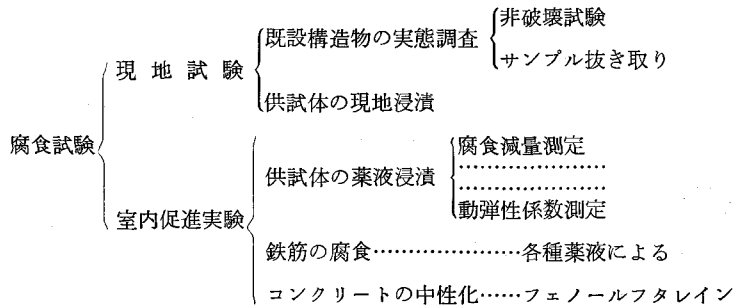
5. 腐食の促進実験

5-1 試験方法

薬液によるコンクリートの化学的侵食は、コンクリートの成分と薬液との化学反応により生じるものであるから、反応速度に影響する液の濃度、温度、液量、流れの速さ等に支配される。さらに、供試体の大きさ、全浸漬か部分浸漬か、液が静止しているか流動しているかなども侵食量に関係する因子である。実験にあたってはこれ

ら諸種の要因の或る量を規制し、支配的因子、例えば試液の濃度と腐食と進捗との関係を研究する方法が考えられる。

腐食の進捗、程度の判定方法として超音波測定、曲げ強度試験、腐食生成物溶解による減量測定、寸法変化、顕微鏡や拡大鏡による観察、動弾性係数測定による強度推定などの方法が挙げられる。これらの中から目的、実情に即した方法を用いる。



5-2 耐酸試験

i 実験概要：コンクリートの化学的侵食作用のうち、最も実害の大きい無機酸による促進実験を行なう。侵食作用に関する諸因子の中で、他因子を規定し

て共通条件とし、溶液の濃度差と腐食進捗の関係を求めることとした。実験装置は図-5に示すように2.0×2.0×0.6mの木枠内に塩化ビニール袋を特製して内接させる。底部には溶液濃度を定温にするため、格子木枠に

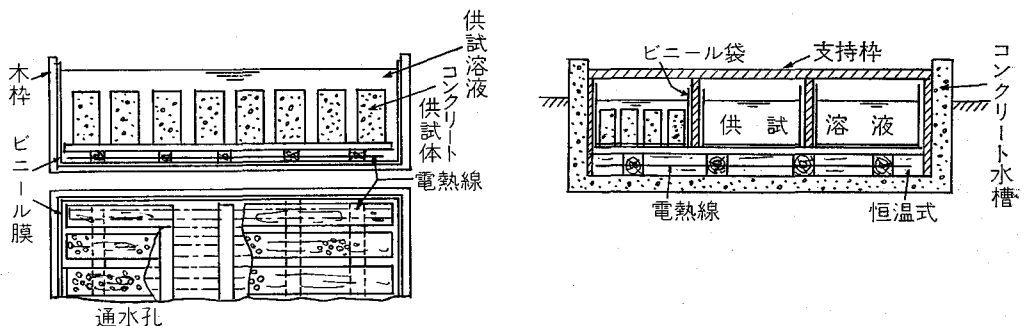


図-5 コンクリート実験水槽(上)

モルタル実験水槽(下)

ビニール被覆電熱線を配した恒温装置をセットした。硫酸または塩酸の0.5, 1, 3, 5, 7, 10% 溶液を袋内に湛え、下管上に $\phi 15 \times 30\text{cm}$ の各配合種コンクリート供試体を並列して全体浸漬した。実験装置は大型2個、モルタル用小型6個、供試体数720個を用いた。

ii 実験結果：硫酸（塩酸）溶液中に浸漬した供試体を一定時日ごとに取り出し、反応生成物を一定水圧水で洗い落とし、乾布で表面水を拭きとった後秤量して原重量との差を腐食減量とした。セメントの種類、混和剤、配合種別に腐食減量と経日変化を求め表や図に示した。表

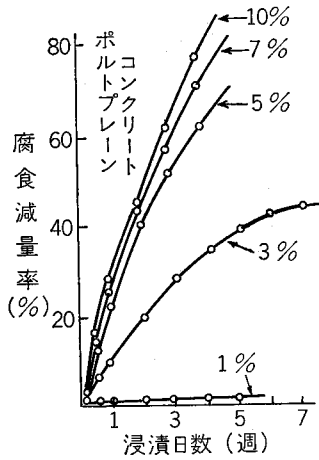


図-6 腐食の進行

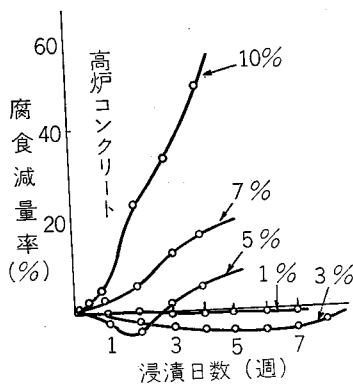


図-7 腐食の進行

や図からもわかるように、硫酸溶液濃度が1.0%以下の場合の腐食は低率であるが、1.0%以上では10%まで濃度に比例して腐食の進度が増大する。ポルトランドセメントに比し高炉セメントの方が耐食性が高いし、前者にポゾラン材を混入した場合は腐食が減じている。モルタル供試体に対し同法による試験結果も同様な性状を示している。

塩酸によるコンクリートの腐食は硫酸の場合と反応が異なるため、その様相も相異なる。反応式にみられるよ

表-4 各配合種コンクリート腐食進況（減量%）

供試コンクリート配合種	浸漬日数						
	5	15	25	35	45	65	
A	a	6.30	14.36	20.16	28.53	34.21	36.62
	b	5.15	11.31	15.67	19.72	24.20	29.24
	c	0.36	1.03	1.48	2.38	4.92	5.70
B	a	6.55	13.86	20.52	28.45	36.55	49.29
	b	7.91	15.32	22.13	29.19	36.01	45.34
	c	3.99	7.47	9.47	11.39	14.91	20.37
C	a	5.70	12.76	21.20	30.05	37.30	49.94
	b	6.28	13.36	21.24	29.57	25.87	44.67
	c	4.50	8.59	12.12	15.17	19.37	25.20
D	a	7.03	14.43	20.22	26.50	33.95	42.58
	b	5.92	11.61	15.85	20.73	26.14	33.43
	c	0.53	2.40	5.31	7.23	8.86	10.79
E	a	4.98	10.33	15.74	21.99	29.29	42.11
	b	6.94	12.36	19.55	27.31	31.92	40.74
	c	2.12	7.41	9.20	10.37	12.30	15.88
F	a	6.59	13.03	19.54	26.32	30.85	—
	b	6.05	10.93	15.80	20.44	26.12	—
	c	1.38	6.05	8.25	10.14	13.34	—
G	a	7.00	13.81	19.58	25.19	29.18	37.32
	b	5.64	11.46	16.59	21.76	24.57	32.63
	c	0.25	0.61	0.29	1.51	1.94	2.20
H	a	1.05	8.47	11.35	15.04	17.65	21.32
	b	-0.76	0.26	4.35	7.29	9.69	11.63
	c	-0.18	-0.36	-0.22	-0.15	0.35	0.81
I	a	-1.28	1.94	0.92	6.29	9.63	10.87
	b	-0.70	1.28	1.19	0.45	3.63	7.40
	c	0.26	0.31	0.44	0.11	0.21	0.55
J	a	6.66	10.61	15.81	22.80	30.42	41.68
	b	6.41	11.86	18.01	25.14	30.26	32.76
	c	0.91	1.84	3.81	7.89	10.73	12.46

註記 A—ポルトプレーン、B—ヴインゾール混合
 C—ダレックス混合、D—チューボール混合
 E—ポゾリス混合、F—リーグナル混合
 G—ベントナイト混合
 H—高炉コンクリート（1液）
 I—1-1図（2種）

うに反応生成物の塩化カルシウムが溶脱するので、コンクリート表面は軽石のように多孔質となり、骨材を結合する膠結力が減ずる。鉄の腐食進行過程をみると、初期にはやや直線の経日変化を示すが、漸次放物線の変化に移っていく性状が報告されている。コンクリートの場合も、酸による腐食の進行性状は直線的から放物線的に漸変していく様相が測定された。しかし、一定日ごとにサンプルを取り出し、侵食による反応生成物を洗い落とし後再度浸漬することを繰り返していくと、長期にわた

表—5 モルタル供試体の硫酸による腐食の進行（腐食減量％）

供試体 配 合 種	硫酸溶 液濃度	浸漬日数 (日)								
		1	4	7	14	21	28	35	42	49
ベ ン ト ナ イ ト	0.5%	0.1	0.1	0.3	0.6	0.6	0.8	1.0	1.2	1.2
	1.0	0.2	0.3	0.3	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.4
	3.0	0.3	0.6	3.5	15.4	26.8	32.9	37.8	40.8	41.1
	5.0	0.3	8.3	15.7	40.4	51.1	63.5	—	—	—
	7.0	1.0	16.4	24.9	44.8	59.6	72.1	—	—	—
	10.0	3.8	19.4	31.2	49.8	67.4	82.0	—	—	—
ボ ゾ リ ス No.8	0.5	0.0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.7
	1.0	0.7	0.4	0.2	0.7	0.7	0.7	1.0	0.9	2.9
	3.0	0.5	8.8	9.8	18.2	27.6	35.3	39.0	43.2	46.8
	5.0	3.4	11.8	22.1	41.4	54.7	65.5	—	—	—
	7.0	2.0	17.1	29.5	47.0	62.8	75.6	—	—	—
	10.0	3.4	19.6	31.9	51.7	70.6	85.1	—	—	—
ヴ ィ ン ゾ ー ル	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.6	0.9	0.9
	1.0	0.1	0.6	0.2	3.5	0.8	0.6	1.1	1.8	1.3
	3.0	0.2	3.6	11.1	22.0	30.2	36.1	42.2	43.9	47.3
	5.0	0.6	12.7	22.4	43.5	57.8	68.7	—	—	—
	7.0	1.0	17.3	28.5	49.2	66.5	79.8	—	—	—
	10.0	4.0	17.9	33.9	51.2	71.6	85.7	—	—	—
リ グ ナ ー ル	0.5	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.6
	1.0	0.5	0.7	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1.0	1.0
	3.0	0.3	1.3	8.9	19.6	28.3	34.5	40.7	43.6	44.6
	5.0	0.4	12.1	15.8	41.6	53.2	65.2	—	—	—
	7.0	2.4	18.1	28.9	48.8	63.0	76.6	—	—	—
	10.0	4.2	22.1	32.2	50.9	69.3	84.0	—	—	—
プ レ ー ン	0.5	0.1	0.1	0.2	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0
	1.0	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7
	3.0	0.5	5.1	9.0	18.5	26.0	30.5	36.5	41.2	42.5
	5.0	1.0	12.4	21.8	39.5	51.2	61.1	—	—	—
	7.0	1.5	14.8	25.5	44.8	67.0	71.3	—	—	—
	10.0	3.1	16.3	28.5	45.2	61.3	79.5	—	—	—
高 炉 一 種	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8
	1.0	0.4	0.5	0.1	0.7	0.9	1.2	1.6	1.4	1.8
	3.0	0.1	0.2	1.4	2.9	4.0	4.8	5.4	5.5	5.7
	5.0	0.1	0.1	2.9	5.2	0.6	4.3	—	—	—
	7.0	0.1	1.1	2.9	4.8	11.9	16.3	—	—	—
	10.0	0.3	1.0	1.6	23.1	37.9	49.0	—	—	—

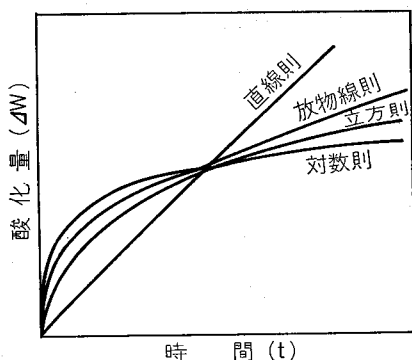
って直線的経日変化を示す⁽⁵⁾。図—8は金属の酸化の経時変化の数種の様式を示したものである。

5—3 耐硫酸塩試験

塩類によるコンクリートの侵食は3—3に述べたように、酸による場合と侵食機構が異なり、腐食も酸の場合ほど強くはない。わが国におけるコンクリートの腐食被害の事例からみると、酸によるものが最も多く、硫酸塩

によるものがこれに次ぐといわれている。海水中構造物は硫酸塩による損傷は大きい。とくに干満の差に相当するコンクリート体の帯状部は、乾湿が交互に繰り返され、干潮時コンクリート体に付着残留した海水が、水分蒸発により濃度が高くなり、侵食力が大きくなるため、コンクリートの腐食が他の上下部より進行する。

i 実験方法と結果：実験装置、供試体、測定方法は



図一八 金属の高温酸化量の経時変化

前述のものと同様である。すなわち、各種の供試体は打設後28日の標準養生を行ない、重量、圧縮強度および動弾性係数を測定した後硫酸ナトリウムの供試液中に浸漬した。浸漬日数の経過に連れモルタル、コンクリート体に浸透した供試液との間に化学反応が起る。セメントバチルスを生じるに及んでその時の膨圧により、供試体面に網状クラックが入る。それが漸次内部へ進入し、ハンマーなどの一撃を加えれば脆くも分壊するにいたる。溶液の濃度が1%以下の場合は大した損傷はみられないが、5%以上では浸漬後3週目において表面にひび割れが生じ、7週目頃から崩壊するものが現われた。高炉セメントやポズラン剤混入の普通コンクリートの耐硫酸塩効果は、酸数に対する場合ほど高くはない。すなわち、いずれのモルタル、コンクリートに対しても、1%以上の濃度では侵食の害が現われ、5%以上になると侵食が激しくなり、やがては構造物破壊に至るから十分な防食対策が必要である⁽⁵⁾。

硫酸塩による侵食に対しては、水セメント比の小さい密実なコンクリートは耐食性が大きいといえる。アメリカなどでは酸による腐食よりも、硫酸塩による損傷の方が大きいといわれている。そのような地域は、西部のアルカリ土壌地帯や地下水中に分布するといわれ、Concrete manualにも規準濃度が明示されている。

6. コンクリートの防食

6-1 はじめに

前にも述べたように、工場廢水や都市排水、温泉水の流過水路や化学工場、食品工場、製薬工場、金属製錬、メッキ工場などのコンクリート施設は、酸、塩類などによって侵食破壊される機会が非常に多く、重大な問題となっている。かかる腐食環境からコンクリートを保護する方法として考えられるのは、コンクリート自体を耐食性にするか、コンクリートを耐食性の他の材料で被覆することである。あとは、コンクリートを腐食するような環境をつくらないようにつとめねばならない。

6-2 耐食コンクリート

i 耐食性の強いセメントを用いるとよい。すなわち、CaO が少なく、SiO₂ が多く、C₂A のできるだけ少ないセメントということになる。ポズラン材（トラス、珪酸白土、シリカライト）を混合したセメントは、水和の際に生じる不安定な水酸化石灰を安定な珪酸石灰に転化でき、耐食性を高めることになる。高炉セメント、ベントナイト混入が耐食性に効果のあることが耐酸試験の結果明らかにされている⁽⁶⁾。

ポズランセメント：シリカセメント、トラスセメント
スラグセメント：高炉スラグセメント、鉄ポルトランドセメント

特殊セメント：アルミナセメント、耐硫酸塩セメント

ii レジンコンクリート

従来のコンクリートは、骨材を結合させるのにセメントを水で練って用いるのに対し、結合剤としてセメントに代って合成樹脂を用いて骨材を膠結させるものである。レジン類は化学的侵食作用に強く、耐久力であり、次のような特性をもっている。長所として

- イ) 引張、曲げ強度が強大になる
- ロ) 防水性、耐凍結融解性が優れている。
- ハ) 耐薬品性が大きい
- ニ) 耐摩耗性が強い
- ホ) 接着材による他片との接着力が強く容易である。
- ヘ) 硬化時間が短く、硬化時間を広く制御できる。
- ト) ガラス繊維や合成繊維による補強ができる。

短所としては

- イ) 有機材料であるため耐火、耐熱性が劣る
- ロ) 現在のところ高価である
- ハ) 硬化収縮性のためひび割れが生じる。

以上の利点により、レジンコンクリートは構造材料、既設構造物の保護、修理、補強などに多くの応用範囲がある。わが国でも最近多くの実用例がみられるが、未だ開発の歴史が浅いため、物性について未解明の点がかなり残されているようである。

レジンコンクリートに用いられる樹脂にはエポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フuran樹脂、ブテン樹脂等がある。これらの特性は表一6に、また応用例は表一7に示す⁽⁸⁾。レジンコンクリートの工学的性質に関して岡田氏の研究報告がある⁽⁶⁾。

6-3 プラスティックスコーティング

腐食環境からコンクリートを保護するためには、コンクリート表面を耐食材で被覆する方法が極めて常識的であり、また効果的である。被覆防食法としては耐食鉛板張り（工場の床、屋内排水溝）、塗装、耐食モルタル塗り、合成樹脂塗布・貼り付け、耐食アスファルト塗布、耐食金属板貼り付け等の方法がある。樹脂系被膜を施す

表-6 ライニング材としての適性表 (プラスチックシート)

材 料 別	加工性			(4) 耐熱性	(5) 耐食性				その他の特異点	(6) シート価格
	(1) 曲げ	(2) 溶接	(3) 接着		耐酸	耐アルカリ	耐溶剤	総合		
硫質塩化ビニール	A	A	A	C	+	+	-	A	塑性領域大 加工性容易	A
ポリエチレン (H・D)	B	B	C	B	+	+	-	A	ストレスクラック, 低クリープ強度, 紫外線劣化に要注意	A
ポリプロピレン	B	A	C	A	+	+	-	A	塑性領域小, 低温耐衝撃低い, 塩素ガスに弱い, 実用性能良好	A
ペントン	B	A	A	A	+	+	+	AA	テフロンに次ぐ耐食性 価格はテフロン約1/2 シート材として市販されず	D
ポリカーボネート	C	C	A	A	+	-	-	C	耐衝撃性大, 透明特に耐アルカリ性に乏しい	C
ナイロン6	C	C	A	A	-	+	+	B	塩酸に弱い, 耐摩耗性大	C
四弗化樹脂 (テフロン)	C	C	C	A	+	+	+	AA	耐食, 耐熱性極めて良好 meltflow なし	D
耐熱塩化ビニール	B	B	A	A~B	+	+	-	A	R-PVCに比して幾分加工上熟練を要す, 加熱発泡に要注意	B
メチルメタアクリレート	B	B	A	B	+	+	-	C	透明性良好, 脆い	B
ポリ塩化ビニリデン	軟質	A	A	C	+	+	-	A	低温耐衝撃性良好 酸性に強い 弗硝酸に弱い	B
ポリイソブチレン	〃	A	B	C	+	+	-	B	シート自体の強度が弱い	C

判定基準

(1)および(2)

- A: 容易
- B: 操作上の熟練を要す
- C: 特定条件下で可能

(3)

- A: 容易
- B: 可能
- C: 表面処理を要す

(4)

- A: 100°C以上使用可
- B: 60~100°C 〃
- C: 60°C以下 〃

(5)

- AA: 耐食材として最高
- A: 全般に良好
- B: 適所に使えば良好
- C: ライニング材として有用性に乏しい

(6)

- A: 300円/kg 以下
- B: 300~600円/kg
- C: 600~1000円/kg
- D: 1000円/kg 以上

表-7 プラスチックの防食応用分類

	素材形態	成形(加工)法	代表的材料名	用途
ラ イ ニ	シート (0.8mm~3mm) FRP板	接着 常温 加熱 ヒス止 嵌込	硬質塩ビ, 耐熱塩ビ 軟質シート ポリプロピレン ポリエチレン ポリエステルFRP エポキシ 〃 フラン 〃	大型容器 反応塔 電解槽 小型貯槽
	液状樹脂 補強材その他	Hand lay up (常温, 焼付) Spray up 刷毛塗法	不飽和ポリエステル エポキシ フラン フェノール(焼付) 合成樹脂塗料	洗滌塔, 熱交換チューブ 貯槽 大型容器 反応機器 機器防錆

ン グ	粉 末	溶 射 法 (0.5~1 mm) ディスページョン法 (0.3~1 mm) 流動浸漬法 (0.3~1 mm)	ポリエチレン 三弗化, ペントン, 弗化ビニリデン ポリエチレン エポキシ ペントン 三弗化, 弗化ビリデン ポリエチレン	貯 槽 反応容器類 機械部品
単 体 構 成	シート (1 mm~60mm) FRP板 FRTP板 サンドイッチ構造	溶 接 溶 着	硬質塩ビ ポリプロピレン ポリエステル(不飽和) エポキシ	タンク, ダクト 各種薬液貯槽 機器類, 電解槽
	粉 末	エンゲルプロセス	ポリエチレン	容器, 食品, 染料関係
	液状樹脂 補強剤その他, 成形品	Hand lay up Spray up, FW法に よる一体成形	不飽和ポリエステル エポキシ フラン	容器, 便槽 浄化槽, 圧力容器 ダクト, スクラバ1
成形品 パイプ	溶接接着 フランジ, テーパーン ケット等による接続	ポリエチレン ポリプロピレン 硬質塩ビ, 耐熱塩ビ ポリエチレンFRP, FW, 塩ビ+FRP (複合) ナイロン, テフロン	機械部品 バルブ類 薬液輸送配管 ダクト	

場合には孔食を注意しなければならない。わずか1個のピンホールからでも薬液が侵入して局部破壊をおこしたり, さらに全面損傷に進展することさえあるから注意を要す。また塗り継ぎ目なども塗り落し部, 薄膜が生じないように入念に塗布しなければならない。

i ライニング (コーティングも殆んど同義語)

液状プラスチックをコンクリート面にコーティングし, 不浸透性の耐薬品層を形成する。この層の補強材としてガラス繊維マットをそう入するが, あまり衝撃や温度変化の激しいところは剝離する。八尾市の排水路コンクリートの酸による腐食面に, このライニング工法を12年前施工したが未だ健在である。ライニング用樹脂材料としてエポキシ, ポリエステル, ポリウレタン, フランなどが用いられる。

ii 樹脂モルタル塗り

粒度分布のよい珪砂などを骨材としたレジンモルタルをコンクリート面に塗りつけ, 耐薬品性材料を形成する。使用材料は上記樹脂のほかアスファルト, ゴムラテックスが用いられる。比較的酸の強い個処では, ポリエステルモルタルを10mm厚さに塗りつけるとよいし, アルカリの流れるところでは, エポキシ樹脂モルタルを塗るのが効果的とされている。ゴムラテックスやアスファルトモルタルは, 実験の結果酸には強かったが油, 溶剤, 有機剤には耐食性は不十分であった。

iii プラスティックシート張り

ガラス繊維の布地に樹脂類を含浸させたシートを, 接着材でコンクリート面に貼りつけて耐薬品層とする。硬質塩化ビニール樹脂は酸, アルカリに強く, 5mm以上の厚さになれば衝撃にも耐えうる。貼りつけ用接着材にはニトロゴム系のもが用いられるが, 軟質系塩化ビニールシートで裏打ちしておけばエポキシ樹脂で接着できる。シート張りの類似工法として耐食性の鉛板, ステンレス板の貼り付けやタイル, 煉瓦, 石張り等も防食工法として施工されている。ライニングの応用例を表に示す⁽⁸⁾。

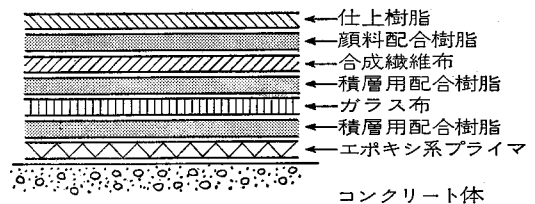


図-9 ライニング断面

高分子材料は一般にそのすぐれた耐食性のゆえに, 日用品から工業材料, 航空機や自動車にいたるまで用途は広いが, 反面化学的劣化という弱点が問題になることがあるので注意しなければならない。

あとがき

腐食は文明のたたりという言葉もあり、一方ではその国の文化の水準を示すともいわれる。いずれにしても材料を精いっぱい使わず、使途半ばで廢物にするという不経済な、資源的に大きな損失をもたらす重大問題である。以上、既報の文けん資料や筆者らの研究成果にもとづき、コンクリートの腐食に関するひとつの報告をまとめた。公害問題が世の耳目を集めているだけに、コンクリート構造の腐食と防食管理について、多くの関係者の注意と関心を喚起できれば幸いである。

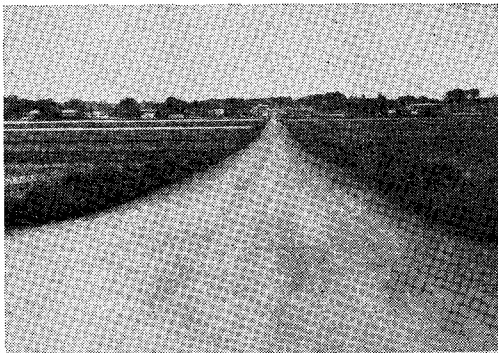
参考文献

1. Imre Biczók, Concrete Corrosion and Concrete Protection Academy of Science, Budapest, 1964
2. Odd E. Gjorv, Long-time Durability of Concrete in Seawater. ACI. January, 1971
3. セメントコンクリート, セメント協会 No. 308, 1972
4. 行方文吾, 農業土木事業用コンクリートの耐久性について I, II, III 東京農工大農業施設学教室, S.43, S.44, S.45年版
5. 中谷三男, 土およびセメント混和剤としてのペントナイトの応用的研究 大阪府立大学紀要 vol.14, 1963
6. 岡田清, レジンコンクリートについて, 材料 Vol.22, No.232, 1973
7. 材料の腐食と防食の工学 日本材料学会編, 1969
8. 耐食・耐候材料の現状, 講習会テキスト 日本材料学会関西支部, 1970

農道舗装の路盤工に……

土壌凝結硬化剤

フジベトン



▲茨城県八千代町農道

- ☆土にフジベトンを加えて攪拌し締め固めにより各種道路が要求する工学的性質を満足させる。
- ☆現地の土を使うので他の骨材や大がかりな設備機械を必要とせず硬化が速いので養生期間が短く、費用の節減及び工期短縮に効果がある。
- ☆保水性を増加する成分が含まれているので凝結時に収縮亀裂を生ずることがないからわずらわしい養生を必要としない。



藤増総合化学研究所 日本フジベトン工業会

全国関連企業連絡先、御報次第説明書謹呈

〒145 東京都大田区久が原5-20-8 TEL(03)751-5188-0413

水質調査の実例—都市近郊の水質汚染

許 斐 健 次 郎*

目 次

まえがき.....63	3-1 水質調査の体制.....66
1. 愛知県における水質の問題.....63	3-2 農業用水水質調査の実施状況.....66
2. 愛知の農業と水利.....63	3-3 水質の汚染状況.....67
3. 水質調査.....66	あとがき.....70

まえがき

かつて、自然の流れや貯水池の水質は清浄であることが普通であったし、水質は目で判別することで支障はなかった。農業用水も、めだかのすむ清流であったし農村に生活する人々は勿論のこと都会育ちの人々にも限りない潤いを与えてきた。

今日、都市近郊において水質汚染の影響を受けない河川は見受けられない。洗剤による発泡、油膜、濁度、色、臭気等一見して汚染の進行程度が推察されるものもあれば、透明であっても重金属やPCB等により汚染されている場合もある。汚染内容は多種多様で分析による以外に水質の把握は困難なものとなっている。

元来水の利用は量と質とで成立っているので、農業用水も水質が汚染（侵害）されれば利用不能となる。今日では水質の保全が緊急の課題となっているが、水質調査はこのための重要な役割を占めている。

調査の実施は試験研究機関の協力に負うところが大きい。本報告では農業水利の立場から調査に取り組んでいる一員として愛知県における水質の問題と調査実施の概要について述べたい。

1. 愛知県における水質の問題

水質の問題は戦後の復興を経て、日本経済の高度成長にさしかかる昭和30年頃より地域的な発生をみるようになり、その後、経済の発展と人口の都市集中化あるいは農村地域の都市化に伴って広域化してきている。

公害関係法のうち水質関係は、他に先がけ昭和33年に水質保全法および工場排水規制法が制定されたが実効はあがらず、本県においても深刻な水質問題の発生をみている。

参考までに公害行政の主要事項および苦情件数を表一1、図一1に示す。

表一1 公害行政主要事項

32年 佐屋川用水土地改良区、桑名漁連三興製紙の

* 愛知県農地部耕地課係長

排水（木曽川）について改善を要望

33・12 水質保全法、工排法公布
35 所得倍增計画
37・6 ばい煙排出規制法公布
38・1 「木曽川」水質保全法にもとづく水域指定
6 「木曽川（下流）」
12 愛知県公害対策調査会設置
39・4 愛知県公害防止条例
4 公害課を設置
8 公害行政連絡協議会を設置
42・8 公害対策基本法公布
43・6 大気汚染防止法、騒音規制法公布
43・9 「名古屋市内河川」水域指定
44・4 「木曽川（下流）」水質基準改定（三興製紙）
6 木曽川でアユ大量死事件
45・2 「矢作川」水域指定
8 「境川」
10 公害課を公害対策局に拡充
12 公害関係14法律制定（水質保全法と工排法を統合し水質汚濁防止法として整備された）
46・2 公害防止条例改正
4 公害対策局が環境部に昇格拡充
46・4 「庄内川等」「渥美湾・豊川等」水域指定
46・6 総理府令による排水基準（全国一律）決定
47・2 刈谷市でカドミニウム土壌汚染検出

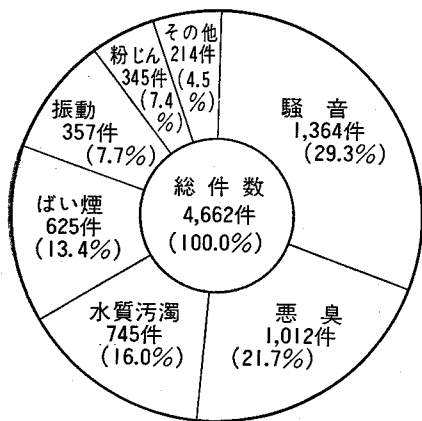
また、公害をもたらすに至った背景を主要経済指標の経年変化でみると、図2のとおりめざましい成長ぶりである。

また人口の増加状況についてみると次のとおりである。

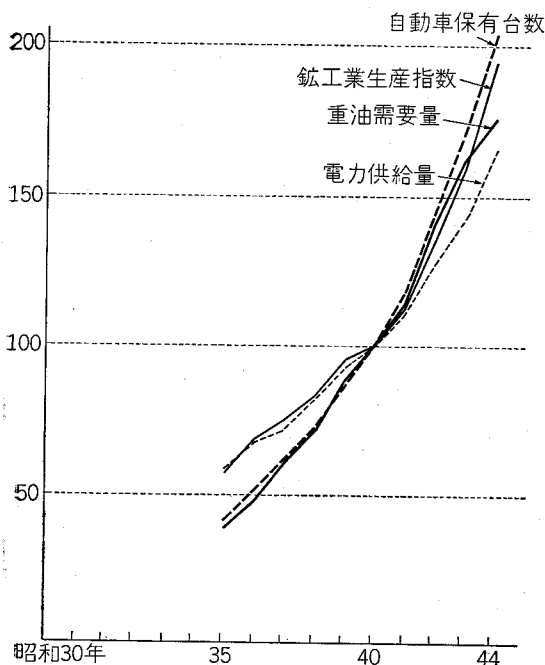
年 別(昭和)	30	35	40	45
県人口(千人)	3,769	4,206	4,769	5,386

2. 愛知の農業と水利

愛知県の農業は、従来から米、畜産、園芸の三本柱で



図一 愛知県の公害苦情，陳情件数 (昭和46年度市町村受付)



資料 経済要覧71年版(鉱工業生産指数・自動車保有量)
総合エネルギー統計45年度版(重油・電力)

図二 主要経済指標の経年変化 (昭和40年=100)

表一 農業生産額の構成 (昭和46年度)

愛知	米 19.9%	園芸 32.7%	畜産 40.4%	その他 7.0%
全国	33.1%	25.1%	27.8%	14.0%

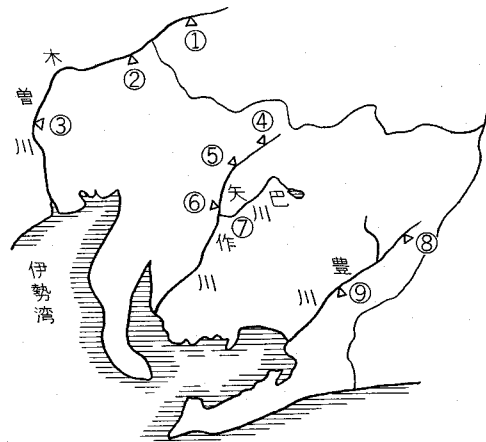
農地面積は昭和45年で 124,100 ha であるが、過去5ヶ年間に12%の農地が減少している。(表一三)

また、農業水利は大規模農業水利事業(表一四が実施され、木曾川、矢作川、豊川を水源とするものが大部分

表一三 農地面積

	S 35	S 40	S 45
田	94,600 ha	88,200 ha	80,400 ha
畑	57,500	52,900	43,700
計	152,100	141,100	124,100

であるが、途中において中小河川を利用して導水するもの、あるいは地区内水路が用排水兼用であるため汚水の混入により水質悪化を生じているのが実態である。



図三 農業水利状況図

表一四 農業水利の状況

番号	水系	農業水利事業名	完了年	受益面積	備考
1	木曾川	愛知用水	36	13,000ha	総合利水，公団施行
2		濃尾用水(犬山)	43	20,000	農業専用，農林省施行
3		濃尾用水第2(馬飼)	実施中	7,000	総合利水，公団施行
4	矢作川	矢作総合	〃	11,000	〃 農林省施行
5		枝下用水	〃	2,000	農業専用，県営施行
6		明治用水	32	8,000	矢作総合に含まれる
7		矢作用水	実施中	8,000	農業専用
8	豊川	豊川用水(大野頭首工)	43	18,000	総合利水
9		〃(牟呂松原)	43	2,000	

3. 水質調査

3-1 水質調査の体制

愛知県における公害行政は環境部を中心に県各部と試験研究機関が協力して推進されている。公害関係法の整備と相まって公害関係の調査は毎年度調査計画にもとづき実施されることとなったが、これは主として基準点における監視調査である。

水質調査は、汚濁源調査と水質分析および被害の究明ならびに防除技術の研究等広範囲にわたり試験研究機関の協力を得て実施している。

表一五 水質調査の分担

主要河川の水質—環境部・公害調査センター
 農業用水の水質—農地部・農業総合試験場
 農作物被害、土壌—農林部・農業総合試験場

県全般の調査体制の概略は以上のとおりであるが、農業用水の水質調査を実施する段階での仕事の分担や調査の実態について補足し新たに調査される方の参考にしたい。

本県では国庫補助調査として46、47年度に農業用水水質調査実施要綱にもとづき64地区の調査を実施したが、内容は汚濁源調査と水質の分析である。汚濁源調査は農地部の出先機関である農地開発事務所が市町村役場および保健所（工場等排出施設の届出受理）の協力を得て実施し、汚濁源調査と汚濁源位置図を作成した。水質分析は愛知県農業総合試験場に依頼したが最近試験研究業務が増加する状況下で分析作業量が多いため非常に困難で一部を明治用水土地改良区に委託することにより実施することとした。また分析試料の採取運搬および採水点の流量測定は農地開発事務所が担当している。

この調査の内容は後述の3-3-3(3)農業用水水質調査の結果の項のとおりであるが作業量は46年度6364検体（採水地点数×分析項目×採水回数）47年度3354検体とかなりな量であり仕事の分担を決めるのに最も苦慮した。

分析機関は民間にもあるが最近では予算的に見合はないように思われる。今回協力願った明治用水土地改良区は矢作川沿岸水質汚濁対策期成同盟会の事務局を兼ねているが、近年の水質汚染の問題に対して職員を愛知県農業試験場に派遣養成され現在は分析室を設けている。こうした土地改良区は現在県下でも他にみられない。

次に調査の準備と方法についてふれておくと、まづ採水の容器と運搬用の箱を調査地点数と調査回数等を勘案して分析機関と打合せのうえ準備する。採水場所は予め流量観測と採水に便利な橋や堰を選んで決めておく。あとは採水となるが、問題となるのは採水時刻である。工場等の廃液は夜間排水する例が多く家庭排水は朝と夕方が多い。またこれらの汚水源と観測地点との距離による到達時間の差もあって1日1回の観測では代表数値となり難いように思われる。今回の調査では試みとして6地点において日変化の観測をし変動状況を把握した。

3-2 農業用水水質調査の実施状況

昭和33年に水質保全法および工場排水規制法が制定され、排水の規制を必要とする水域についての調査が実施されることとなり、昭和34年度に農林省による調査が開始された。調査は県に委託され45年度まで継続されたが、46年度から国庫補助調査に切り替えられ実施されている。また本県では汚染の実態が明らかとなってきたことから早急に対策を検討するため41年度より用水保全対策調査を実施し基本計画策定に当たった。

以上の調査経過の概要を表一六に示す。

表一六 農業用水水質調査の経過

調査年度	区 分	調 査 費	調 査 内 容	調 査 の 成 果 等
34~40	国から委託	4,423千円	水質調査, 収量関係調査, 用排水系統	S38木曾川水域指定
41	〃	518	水質調査	
〃	単 県	1,000	水利施設状況, 汚水流況調査	
42	国 委託	2,973	水質調査, 成育調査	
〃	単 県	3,000	基本計画調査, モデル地区調査(2地区)	用排水系統図作成
43	国 委託	3,153	水質調査, 収量調査, 汚濁実態調査	
〃	単 県	3,000	基本計画, モデル地区調査(2地区)	
44	国 委託	3,596	水質, 収量調査, 被害形態分類調査	木曾川下流の排出基準改訂
〃	単 県	3,000	基本計画調査, モデル地区調査(2地区)	汚濁対策基本計画書作成 対策事業促進期成同盟会結成 国に事業化を要望
45	国 委託	2,055	水質調査, 実態調査, 対策調査	水質障害対策事業創設
〃	単 県	3,000	地区計画	追田, 将監の2地区着手
46	県(国補)	12,000	40地区の水質調査, 汚濁源概況調査	

46	単 県	3,000	地区計画調査	光堂川, 吉良, 古川の3地区着手
47	県(国補)	7,200	24地区の水質調査, 汚濁源概況調査	6地区新規着手

なお用水保全対策調査でまとめた基本計画は、県下で87地区、関係面積 46,445ha におよび総事業費約 270 億円となっている。計画の内容は主に用排水路の分離であるが、水源の転換、取水位置の変更、排水の処理を含んでいる。

愛知県では、昭和28年に始められた施肥改善調査（農業総合試験場）でかんがい水の水質が調査されており、当時の水質を基準にその後の変化が対比できる。その調査結果によれば愛知県の平均水質は表一七のとおりである。

3-3 水質の汚染状況

表一七 施肥改善調査結果（昭和28年～36年）

(単位 p p m)

県名	調査点数		SO ₃	Cl	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	HO ₃ -N	NO ₄ -N	KMnO ₄ 消費量	蒸発残渣	浮遊物	混濁度	pH
愛知	38	平均	6.6	4.8	13.4	0.47	0.02	0.13	0.04	3.3	69.6	31.3	12.1	6.6
		最高	17.9	23.0	23.0	2.48	0.09	0.48	0.10	5.5	132.0	89.0	31.8	7.2
		最低	0.6	0.1	5.5	0.02	0	0	0	0.9	37.0	2.4	2.6	6.1
全国	1414	平均	12.2	10.2	20.3	0.41	0.02	0.18	0.05	0.47	87.5	29.3	15.7	6.9
		最高	374.0	983.9	74.2	32.88	1.60	6.00	1.34	81.6	1334.0	1687.4	593.7	8.7
		最低	0	0	3.0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.4	0	3.7

(1) かんがい用水の水質変化

木曾川水系

この地域は古くから栄えたせん維工場関係の排水と木曾川本流に排出されているパルプ工場廃液による汚染が問題とされているが、都市の発展に伴う汚染も大きな比重を占めている。

佐屋川用水は木曾川から取水し約 4500ha をかんがいする尾張西南部の重要な農業用水である。その上流にパルプ工場廃液が流され紛争が絶えないが、昭和29年にパ

ルプの製造が開始され、37年までの廃液は20,000m³/月、39年9月から35,000m³/月、40年7月以降45,000～47,000m³/月と増加し、水質も悪化した。38年には水域が指定され排出基準が設定されたが、かんがい水の水質は一向に改善されずCODで27.6ppmを示す状態で農民の苦情も激化した。昭和45年に排出基準が改訂され、ようやく水質の改善が認められるようになった。また12,000ha をかんがいのする宮田用水も上流部を除き区内の幹、支線水路は水質汚濁が問題となっている。

表一八 木曾川水系の水質変化

(単位 p p m)

調査地点	年次	透視度	蒸発残渣	電気伝導度	Cl	SO ₄	Na	T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	COD	pH	健 考
施肥改善 全国平均		(cm)	88	(μΩ/cm)	10.2	14.6	5.3	—	0.05	0.18	—	6.9	木曾川下流水質基準 昭和38年7月1日 SS:日平均 200 最大 250 COD日平均 1100 最大 1300 昭和45年9月1日改定 SS日平均 200 最大 250 COD日平均 450 最大 500
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1. 佐屋川 水取入 口	昭29	—	84	—	3.2	16.2	2.5	—	0.14	0.20	—	6.7	
	35～40	14.6	175	103	4.1	11.5	9.8	1.5	0.27	0.22	16.9	7.1	
	41～44	13.2	136	119	5.9	1.8	12.0	2.1	0.51	0.28	27.6	6.9	
	45	16.8	69	77	2.8	0.8	6.1	1.6	—	0.09	0.17	8.8	
2. 宮田用 水上流	35	—	63	70	1.8	6.0	1.6	—	0.09	0.48	—	6.7	
	41～44	23.1	65	78	6.2	4.7	4.0	0.9	0.34	0.31	2.5	7.2	
3. 同上奥 村井筋 中流	44	22.9	72	79	4.2	6.4	5.9	1.5	0.49	0.23	3.8	6.9	

矢作川水系

この水系に属する水田は約3万haで、西三河洪積台地約8,000haをかんがいする明治用水が代表的な農業用水である。近年珪砂工業、砂利業者が増加し、矢作川の透視度は年々小さくなっている。またこの地域は自動

車関連産業の急速な発展と住宅地の増加によって水質も悪化している。

なお、明治用水土地改良区は水質悪化に対処して水質試験室を設け改善のために活躍している。

表-9 矢作川水系の水質変化

(ppm)

調査地点	年次	透視度	蒸発 残渣	電 気 伝 導 度	Cl	SO ₄	Na	T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	COD	pH
施肥改善 全国平均		(cm) —	88	(μΩ/cm) —	10.2	14.6	5.3	—	0.05	0.18	—	6.9
4. 明治用水 取入口	昭 30	—	37	—	0.9	1.9	1.3	—	0.03	0.19	—	6.8
	38~40	21.2	71	55	2.9	1.3	3.9	0.8	0.02	0.16	1.0	7.0
	41~44	17.8	79	59	6.5	2.4	4.2	1.0	0.28	0.24	1.4	6.8
	45	9.8	85	63	3.3	3.1	3.5	1.3	0.09	0.22	1.7	6.8
5. 金山用水	32	—	51	—	5.0	4.8	2.3	—	0.03	0.14	—	6.5
	38~40	16.4	162	141	16.2	18.2	8.4	1.9	0.14	0.27	3.4	6.8
	41~44	12.2	156	183	21.6	11.1	13.3	3.4	1.09	0.82	6.4	6.6
	45	10.2	157	195	11.0	11.8	9.4	3.7	0.47	0.59	7.9	6.4
6. 占部用水	32	—	105	—	7.4	74.9	16.6	—	0.09	0.16	—	6.7
	37~40	23.1	364	396	12.3	104.7	47.6	1.8	0.84	0.12	5.3	5.7
	41~44	21.7	174	228	12.6	29.3	30.4	2.4	0.64	0.41	6.6	6.6
	45	16.1	210	287	12.0	50.5	27.2	3.4	0.40	0.09	17.3	6.4

豊川水系

豊川用水によって用水路が整備され比較的汚染の進行していない地域であるが、牟呂・松原用水の下流は豊橋

市の市街地を通過するために、都市污水、工場污水が流入し水質はかなり悪化している。

表-10 豊川水系の水質変化

(ppm)

調査地点	年次	透視度	蒸発 残渣	電 気 伝 導 度	Cl	SO ₄	Na	T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	COD	pH
施肥改善 全国平均		(cm) —	88	(μΩ/cm) —	10.2	14.6	5.3	—	0.05	0.18	—	6.9
7. 牟呂用水 上流	昭 28	—	43	—	2.4	3.8	2.0	—	0.08	0.08	—	7.3
	42~44	25.1	45	67	7.8	4.5	4.8	1.1	0.28	0.41	1.6	6.8
	45	30.0	48	67	2.4	2.1	2.1	1.5	0.12	0.31	1.4	6.9
8. 下流	45	21.5	162	182	26.2	1.2	4.8	1.5	0.14	0.40	1.7	7.1
9. 松原用 水下流	45	10.1	206	225	27.0	2.0	7.8	13.5	1.95	0.13	26.0	6.8

なお、全般的な事項として生活様式の変化により洗剤による汚染や、くみ取り式であったし尿が水洗となり処理はされても河川に直接放流されることにより汚染が進みつつある。

(2) 農業用水の水質汚濁面積

昭和45年度に実施した汚濁実態調査の結果は県下の水田の約60%が汚濁されている。これは都市の進展による影響のほか内陸に立地する工場の増加に起因して広域化しているものと考えられる。水系別の汚濁面積を表-11に示す。

表-11

水 域 名	水 田 面 積	汚 濁 面 積
木 曾 川		28,000
矢 作 川		18,000
豊 川		1,000
計	80,000	47,000

(3) 農業用水水質調査の結果

昭和46年度および47年度に県下の汚染の心配される区域全般について水質分析と汚濁源概況調査を実施したが、その概要を示すと次のとおりである。

昭和46年度調査の概要

調査地区

木曾川水系	24地区	採水地点数85	14,200 ha
矢作川水系	16地区	63	8,900 ha
計	40地区	148	23,100 ha

調査内容(水質分析)

P.H. 透視度 COD 全窒素 DO 電気伝導度 蒸発残渣の7項目について、かんがい期5回調査 亜鉛 銅 カドミウム ニッケル の4項目について、かんがい期2回調査した。

調査結果

農業用水の水質基準と対比することとし、個々の数値等は省略した。表-12は調査地点数を分母にそのうち農業用水の水質基準に合致しない汚染地点数を分子に示したものである。

表-12

項 目	農業用水の基準	木曾川水系	矢作川水系	計
C O D	P P m 6.0以下	$\frac{51}{85}$	$\frac{32}{63}$	$\frac{83}{148}$
全 窒 素	1.0 "	$\frac{71}{85}$	$\frac{63}{63}$	$\frac{134}{148}$
D O	5.0以上	$\frac{30}{85}$	$\frac{15}{63}$	$\frac{45}{148}$
電気伝導度	$\mu\Omega/cm$ 300以下	$\frac{8}{85}$	$\frac{18}{63}$	$\frac{26}{148}$
蒸 発 残 渣	100 "	$\frac{61}{85}$	$\frac{48}{63}$	$\frac{109}{148}$
亜 鉛	0.5 "	$\frac{1}{85}$	$\frac{1}{63}$	$\frac{2}{148}$
銅	0.02 "	$\frac{6}{85}$	$\frac{5}{63}$	$\frac{11}{148}$
カドミウム	0.01 "	$\frac{0}{85}$	$\frac{0}{63}$	$\frac{0}{148}$

昭和47年度調査の概要

調査地区

木曾川水系	13地区	採水地点数42	7,000 ha
矢作川水系	9地区	36	7,100 ha
豊川水系	2地区	8	700 ha
計	24地区	86	14,800 ha

調査内容(水質分析)

P.H. 透視度 COD 全窒素 DO 電気伝導度 蒸発残渣の7項目について、かんがい期5回調査 亜鉛 銅 カドミウム ニッケルの4項目については、かんがい期1回調査した。

調査結果

46年度の結果と同様にして示すと表-13のとおりである。

表-13

項 目	農業用水の基準	木曾川水系	矢作川水系	豊川水系	計
C O D	P P m 6.0以下	$\frac{27}{42}$	$\frac{7}{36}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{40}{86}$
全窒素	1.0 "	$\frac{42}{42}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{84}{86}$
D O	5.0 "	$\frac{21}{42}$	$\frac{3}{36}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{27}{86}$
電気伝導度	$\mu\Omega/cm$ 300以下	$\frac{15}{42}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{18}{86}$
蒸発残渣	P P m 100以下	$\frac{29}{42}$	$\frac{33}{36}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{69}{86}$
亜 鉛	0.5 "	0	0	0	0
銅	0.02 "	$\frac{2}{42}$	$\frac{2}{36}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{6}{86}$
カドミウム	0.01 "	0	0	0	0

以上のとおり、2ヶ年の調査で約38,000haを対象に234地点の水質を調査したが、窒素濃度は218地点が基準を上廻る濃度となっている。窒素を除く項目についても基準に合格する地点数は48地点であり、農業用水はかなり広範囲に汚染の影響を受けていることがわかる。

(4) 主要分析項目の説明

よく使用される用語について、以下説明を加え参考に供する。

(1) 透視度

試料の澄明の度を示すもので、透視度計で測定する。透視計の上部から透視し、底部においた5号活字が明らかに識別できるときの水そうの高さを計り、その高さをcmであらわす。

(2) 電導度

水質調査の際、イオンに解離している塩類の大体の量

を知ることができる。溶液の断面 1 cm^2 、長さ 1 cm の液体のもつ電気抵抗をその溶液の比抵抗 $\rho\text{ h m}\cdot\text{cm}$ といい、その逆数を導電率と呼び $\text{m h o}\cdot\text{cm}(\Omega/\text{cm})$ で表わす。水の場合100万分の1を単位とし、 $\mu\Omega/\text{cm}$ で表わす。

(3) 蒸発残渣

全蒸発残留物のことで検水(2mmのふるいを通過した排水)を蒸発乾固したときに残留する物質をいう。普通は懸濁物質と溶解性蒸発残留物の和である。

(4) COD

化学的酸素要求量(Chemical Oxygen Demand)水中の有機物(普通は汚染物質と考える)が過マンガン酸カリ(或は重クロム酸カリ)によって分解されるに必要な酸素量をいう。

一般に水中の有機物、特に炭素質の有機物は酸化され易いが、窒素質は酸化されにくい。また亜硝酸塩、第一鉄塩、硫化物なども酸化される。

(5) BOD

生物化学的酸素要求量(Biochemical Oxygen Demand)水中の好気性微生物の増殖あるいは呼吸作用によって消費される酸素量をいう。

(6) I消費量

主として硫化水素、硫化物、亜硝酸塩、フェノール類等還元物質によって消費される沃素量をいう。還元物質および硫化物の量を推定する指標となる。

(7) DO

溶存酸素(Dissolved Oxygen)水中に溶解している酸素をいう。空気中の酸素によって供給され、溶解量は温度や圧力に左右されるが、清浄な水は7(30°C)~14(0°C)ppm程度である。農業用水としての環境基準は5ppm以上となっている。

溶存酸素は水中の硫化物等還元物質や有機物の分解によって消費される。

(8) SS(Suspended Solid)

浮遊物質(懸濁物質ともいう)ろ過または遠心分離によって分離される物質をいう。

あとがき

農業用水の水質調査は、法律にもとづく規制および監視のために始められたが、最近は実態調査を通じ対策計画作成の基礎資料として活用している。今後は監視点を設け継続的に行なう定点調査と局部的に汚染のおそれがある金属類についての細部調査によって県下全般の水質保全に対処すべきであると考えている。

とくに金属類については市町村からの希望により水質の分析を進めつつあるが、金属類は土壤に蓄積する性質があり土壤調査が適切であるため、農林部で県下の土壤・作物の調査が実施されている。

建設総合コンサルタント

調査・測量・試験・計画・設計・監理

◎水工部門＝農業土木・河川・水質・水利

◎土木部門＝橋梁・コンクリート構造・道路・地質

◎総合部門＝総合計画・区画整理・建築・設備
上下水道・工業用水・産業廃水



日本技術開発株式会社

JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD

取締役社長 梶谷 薫

本社 東京都新宿区西大久保3-10 TEL(03)202-5111

大阪支社 大阪市南区順慶町通3-51 TEL(06)271-4371

福岡事務所 / 仙台出張所 / 名古屋出張所 / 土質水質試験所

かんがいの計画基準年について

—かんがい計画技術のシステム化—

伊 藤 光*

目 次

まえがき	71	3. 九州におけるかんがい計画の基準年	72
1. 確率1/10年について	71	4. 計画基準年決定の手順	73
2. 計画基準年の意味と実用性	72	あとがき	74

まえがき

「計画基準年」とは、陳腐な程、永く使用されて来た言葉で、内容としてはきわめて重要な意味を持っている。また、計画基準年については問題も多い。それにもかかわらず、この言葉の意味、実用性については、必ずしも十分な整理がなされていないような気がする。判然としないところに深さがあるのかも知れない。

農業土木標準用語事典には、次のように説明してある。「ある事業または構造物の計画を立てるにあたっては、最小の経費で最大の効果をあげると考えられる気象水文条件の年を、計画基準年として採用するのが通例である。これは事業の種類や工種によって異なる。たとえば、カンガイ計画なら10年に1回の渇水、防災ダムなら50年に1回の洪水、アースダム余水吐なら200年に1回の洪水の起る年を、それぞれ計画基準年とすることになっている。」簡潔に表現するむつかしさはあるが、これで当を得ているであろうか。

農地局技術課で示した用水計画のさいの計画基準年の決定方法(案)は、次のように示している。

「基準年は雨量、連続旱日数、渇水量等について原則として確率1/10年程度とする。

i) 主水源としてダムを建設する地区にあっては、最近30カ年程度のなかより、かんがい期間の有効雨量が1/10年に近く、かつ早ばつ被害の発生の著しい2~3年についてダム容量を求め、これらのうちダム容量の最大の年を基準年とする。

ii) 主水源を別途事業によるダムに依存する地区にあっては当該ダムの計画基準年を採用する。但し、主水源の河川流況と地区内の気象条件が著しく異なることなどのため、別途補助水源を地区内に求める場合、地区内の施設規模については、十分検討のうえ決定する。

iii) 主水源を河川に依存する地区にあっては、最近10カ年の中から10カ年の平均渇水量を下廻る日及びかんが

い期間の有効雨量、連続旱日数等より基準年とする。

iv) 地下水利用の場合は地下水変動状況を勘案しつつ、旱日数または連続旱日数が確率1/10年に相当する地下水位から揚水量を決定する。」

農業土木標準用語事典の方は、基準年次そのものの意味について説明しているが、少々説明不足であり誤解を生みそうな気がする。「最小の経費で最大の効果」のあたりは、明らかに説明としてはおかしい。また、農地局の計画基準の方は、具体的に計画基準年次を決定する方法を述べたものであるが、これで十分であろうか。各現場の実態を調べてみると、簡単にいかないのが実情のようである。「計画基準年次」の思想は、技術者それぞれの頭の中には、ばく然とあるいは整然とあり、今さら基準年次について論議することもないと思われるが、かんがい計画の中ではきわめて重要であり、計画基準年次の誤りは計画そのものの誤りとなるものであり、かんがい計画技術の体系化(システム化)のためにはぜひとも考え方を整理しておかねばならない。

以下、不十分であるがあえて「計画基準年」の考え方について整理してみることにした。

1. 確率1/10年について

農業土木標準用語事典に説明する内容は、いわば経済性を意味していると思われる。人間活動の方向として、経済性を重視し、例えば、投資効率が最大となる年を計画基準とすることは当然考えられることである。しかし、実際はそうかという点必ずしもそうではない。基準年次として確率1/10程度が最大の投資効率となるという証明はどこにもない。これは、確率1/10年は、経済性だけから定まったものでないことを意味している。もとより確率1/10あたりが投資効率の面からも、最も有利であろうという直感はだれにもあるようである。また、経済性の検討をした結果、確率1/10程度が最も経済的に有効だという結論を得るところも多いだろう。要するに経済性だけを重視すれば一つのかんがい地域の計画毎に最も

* 九州農政局計画部技術課

投資効率が大きくなる年を選び出しそれを基準年とすればよい。

そうしていないところからみると、他にも意味があるようである。経済性を第一の要件と考えることには異存はないが、第2の要件として、国家の予算、農家の資力も重要なウェイトを持っているように考えるのである。例えば、確率1/20年を計画基準年にした方が投資効率が最大となる場合でも、国家としても、農家としてもそれに対応する投資を行う資力がなく、確率1/10年でもまんだらしたい場合もある。特に日本のように国が大幅な資金の補助を行う場合は、各地域とも補助の内容は公平でなければならぬ。

第3の要件としては、かんがい事業は、公共性がきわめて強いということである。投資効率が低いからといって確率1/20年で計画していたのでは、それよりひどい渇水年の時には用水不足となり、計画に対する不信をまねくであろう。一例として関東地方建設局が行なった上水道に対する東京都民の意識調査の結果をみると、上水道用水の制限が10年間に1度くらいあってもやむを得ないとしたものが全体の24%で最も多い。農家のかんがい用水に対する意識調査の結果は、持ちあわせがないが農家の意識もこんなものではないかと考えられる。

第4の要件は、他部門との関係である。一番身近なものとして建設省が河川管理者として水利計画を検討する場合は、普通の場合、最近10か年間の渇水量の第1位ないし第2位で計画している。農水が例え確率1/20程度で計画しても、水利権は原則として認めない方針である。他の発電や、上水工等も確率1/10年程度を計画の基準年としている。他にもいろいろの理由が考えられるが、要するに経済性だけではないことは明らかである。

2. 計画基準年の意味と実用性

計画基準年の決定にはどんな意味があるかという点、決定された計画基準年の水文その他の資料を基礎にして、計画ないし設計を行うことを意味している。計画基準年決定の方法は後述するが、計画基準年の水文その他

の資料を固定して考えるところには、かなりの問題がある。例えば計画基準年の流況とか降雨が再現されることはまずないので、同じ渇水量連続旱日数でも時期が違えばその量の評価も変わるはずである。しかし、流況、降雨の時期的分布まで、確率計算を行うことが実質的に不可能に近い現状では、やむを得ないであろう。

計画基準年は、水源施設を始め用水組織を設計するための基準年であって、この年の水文その他の資料を基に設計するわけである。通常の場合は、全用水組織を一つの計画基準年で設計するが、例えば、畑と水田が入りみだれ、水源地とかんがい地域等が異なる場合は、用水組織毎の計画基準年も存在するわけである。ただ、計画書等の表示の方法としては、主水源の施設容量を定めた計画基準年を表示することとしている。

例えば、多目的ダムの計画基準年とかんがい地域の計画基準年が異なる場合がある。また、例えば、〇〇地区のように水源計画は昭和43年であるが、地域内の用水組織は実質的に昭和39年となっている場合もある。××地区では、主要河川の水源としての基準年は昭和35年であるが、右岸と左岸の導水路の基準年次は異なっている。

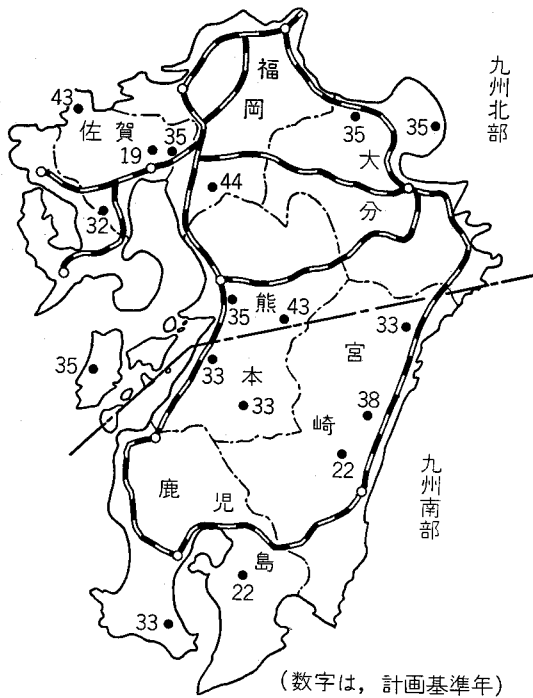
水田と畑が入り乱れ、用水組織の中にポンプやダム、頭首工が複雑な関係で導入されるようになると、いろいろな要素が複合されて予想外の基準年次となることもある。すなわち、かんがい計画における計画基準年とは、その年の水文その他の資料をもとに水利計画を行い用水組織を設計する基準となる年のすべての条件を意味している。しかも、基準年次は、通常の場合、一つの用水系統では、ある特定年一つであるが、基準年を決定する要因が地域的に異なるところにあつては、水利計画や用水組織を数区域に分割して、それぞれの計画基準年を決定する必要がある。

3. 九州におけるかんがい計画の基準年

計画基準年の実態はどうであろうか。例として、九州の国営かんがい地区（開拓も含む）の計画基準年をとりまとめてみると、表-1、図-1のとおりである。これ

表-1 九州における国営事業の計画基準年

地区名	計画基準年	事業内容	地区名	計画基準年	事業内容
筑後川下流	昭和35年	古田補水, 畑かん	羊角湾	昭和35年	干拓, 開拓
耳納山麓	44	" " 開拓	矢部	43	開拓
上場	43	" " "	川辺川	33	古田補水, 畑かん, 開拓
嘉瀬川	19	古田補水	美々津	33	開拓
多良岳	32	開拓	一ツ瀬川	38	古田補水, 畑かん
国東用水	35	古田補水, 畑かん, 開拓	綾川	22	畑かん
駄館川	35	" " "	出水平野	33	古田補水, 畑かん
緑川	35	古田補水, 畑かん	笠野原	22	畑かん
八代平野	33	古田補水	南薩	33	畑かん



図一 九州の計画基準年（国営かんがい，開拓）

からみると、すくなくとも主水源となる計画基準年は判然としており、九州南部にあっては、昭和33年であり、九州北部にあっては、昭和35年といえる。九州南部のうち、笠野原地区、綾川地区の昭和22年は、古い計画地区であるので計画時点に近い計画基準年を採用したと解釈すれば理解できる。また、一ツ瀬川地区の昭和38年はやや特異であるが、主水源である一ツ瀬ダムは別途に九電によって築造されており、一ツ瀬川地区に対しては、所要量は確保するとりきめがあり、土地改良事業では全くタッチしない。いわば、海から取水するようなものである。したがって、基幹の取水路の基準年が、昭和38年となっているわけである。

九州北部では、嘉瀬川の昭和19年は、古い地区であるから綾川地区、笠野原地区と全く事情は同じである。多良岳地区の昭和32年は、かんがい回数で決定しているようであるが、計画内部に特殊な要因があるのであろう。上場地区の昭和43年は、実質的には昭和35年であるが主水源の松浦川利水計画年と合致させたものであり、特異なものではない。耳納山麓地区の昭和44年はやや特異であるが、ダム容量の第2位で決定しており、畑と水田が複合した地区であるので、このような結果がでたものと推察される。また、計画時点の年代が移行するにしたがい計画年次も移行することは、やむを得ない。水文資料その他の関係から、計画年に近い10年間の中から計画基準年を選ぶことにしているからである。結論としては用水系統とか、水源、受益地目等が単純であれば、九州

南部は昭和33年が計画基準年であり、九州北部は昭和35年であるといえる。九州を計画基準年から区分する場合、九州北部とは、福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県（八代以北）であり、九州南部とは、宮崎県、鹿児島県、熊本県（八代以南）であって、以前に地域区分した畑地の消費水量の地域区分と一致しており、九州はかんがい計画上からは、この2つの地域区分に大きく分けられるようである。

4. 計画基準年決定の手順

計画基準年を決定する要因としては、きわめて多くのことが考えられ、各要因のしめるウエイトは各かんがい計画地区によって異なるので、その地区で主要な要因となると予想される要因（例えば、渇水量とか、有効雨量、連続旱天日数）を整理して、確率1/10年程度の年を計画基準年とすることが一般に行われている。

当初に示した農地局技術課の説明も、資料のあるかぎり、できれば30年間位の資料（渇水量、有効雨量、連続旱天日数等）の中から確率1/10程度の年を選び、その中で最近10年間に入るような年を計画基準年とするということである。最近10年間の中から採る理由としては、2つ考えられるが、その一つは、できるだけ最近の方が諸資料の整備がなされており計画をとりまとめやすいこと、いま一つは、気象は、ある周期で変動しており、将来を計画する資料としては、あまり古いものは、推定資料の母集団として適当でなく、できるだけ新しい資料を使用すべきだということであろう。

われわれの経験からすると、最初から最近10年間程度の資料を基に整理すれば、十分であるという認識を持っている。また、計画基準年を決定する要因として、何を整理検討すべきかということであるが、やはり最終的には、10年程度の用水計算をして、それを基礎に水利計画の基準年と用水組織の基準年を決めるべきであると考える。

～従来の方法は、用水計算を手計算で行っていたため、作業を簡素化するために、あらかじめ計画基準年の主要因と考えられるものそれぞれについて検討を行い、確率1/10に近い年を基準年としている。

この場合、2つの問題点がある。第1は何を主要因と考えるかである。主要因としては、河川流量（渇水量）、有効雨量（水田と畑で異なる）、連続旱天日数等の主として水文資料を重視している。これはもっともなことであるが、これだけでは不十分であることはわれわれは経験的に知っている。前述した九州の基準年でもわかるように水文資料以外の要因も、これに追加して検討しなければならない。水文資料以外の要因とは、用水系統の形、ダム、ポンプ、水路、頭首工等の施設機能、人間の約束事等である。

表-2 計画基準年次決定表(例)

種目 年次	有効雨量	水源流量	ダムのある場合 ダム依存量	被害量	連続 旱天日数	実用 旱天日数	備 考
昭和29年	1/8	1/7	1/9	1/5	1/7	1/10	計画基準年とする
30年	1/10	1/10	1/11	1/8	1/9	1/12	
⋮							
35							
36							
37	1/3	1/5	1/4	1/2	1/5	1/3	
38	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/3	

第2は、各要因別に例えば表-2のようにして確率1/10程度になる年を選ぶこととしているが、最終的な決定はどちらかという主観的な判断であり、表の解釈の仕方によって2~3程度変る可能性があり、実務的には、ケースバイケースで議論を呼ぶのである。特に、各要因が1/10に近い年を選ぶとしても、現実には、すべての要因が1/10に近い年は殆どなく、万一あったとするとそれが計画基準年としてふさわしい年かどうか疑問も生じる。確率からいうとすべての要因が1/10になる年はきわめて少なく、逆にいえば、その年をもし基準年とするならば、きわめて少ない年、すなわち、1/10よりはるかに生起しそくない年ということになる。

これらの問題を解決する方法は、すべての水文資料、用水系統、施設機能、約束ごと等を全部データとして入れて、用水計算を行うことである。従来は、手計算であり大変な作業であった。したがって、まず、計画基準年を決めるか、または候補年を2、3年選んで用水計算を行っていたのであるが、電子計算機で10年以上にわたって割に簡単に連続して計算できるようになって来ている現状では、まず、最近10カ年について用水計算を行って、逆に計画基準年を決定するのがもっとも良い方法だと考えられる。用水計算の結果、判明した各年の所要ダム容量なり所要水路容量を確率計算をして計画基準年を決定するのである。こうすれば、あらゆる要因の総合結

果として計画基準年が決定されるのであるから、客観的に決定できるのである。また、確率計算の方法であるが、資料が10カ年の場合あまり精密なことを考えても意味がない。第1位が異常年であるかどうかをチェックする意味で確率紙にプロットしてみれば1位を計画基準年にすべきか2位にすべきかが判明する。

例えば、西日本では昭和42年は気象の異常年であったことは、気象台、河川管理者、農家等も認めている。このような場合は、大抵の場合、第2位を採れば誤りはないであろう。河川管理者である建設省では河川の利水計画は、最近10カ年間のうち第1位が異常年であれば第2位を計画基準年としているが、考え方は全く一致するわけである。

あとがき

かんがい計画技術によらず、どちらかというオーストックスな内容のものは大学でも技術者でも研究の対象にしない風潮がある。しかし、きわめて重要なことについては、もっと常に再検討を加える姿勢が必要ではなからうか。かんがい計画技術のシステム化を行う前に、それ以前の「われわれの考え方の整理」が必要であったのでその一つとして計画基準年を検討してみたものである。

エ コ ロ ジ ー 3

上 床 一 義*

目 次

7. エコロジーの応用……………75 8. おわりに……………79

7. エコロジーの応用

これまで第1講において環境問題・社会問題等を解決するにあたって「エコロジー」の概念を必要とするに至った背景について、第2講において「エコロジー」の基本とする考え方について述べてきた。本講においては、エコロジーの概念がどのような問題に対してどのように適用（応用）されてきたか、または適用されつつあるかについて述べてみたい。その応用範囲は非常に多くの領域にわたっている。アメリカの生態学者 E.P.オダムは、これをつぎのように分類している。**

○天然資源への応用……天然資源一般の保全，農業と林業，土地利用，野生生物管理，溜池管理，人工湖，河川汚濁，海洋漁業，牧野管理

○公衆衛生と福祉への応用

○人間社会への応用

このなかで農業は生物体に密接に関連する産業であることから、古くからエコロジカルなアプローチを行っており、農業生態学 (Agroecology) という言葉もあるぐらいである。たとえば、自動環境制御施設を利用した施設栽培は、植物の自然界における生態を究明してエコロジカルな概念で体系化し、異常気象等に左右されない安定した経営、季節性を克服した高所得の経営を指向するものである。そのほか漁業、林業等での応用も多数みられるが、これらはその専門書が多く出版されているので参照していただければよい。*** ここではもっとも今日的な問題に関するエコロジカルな応用例を紹介する。

前に述べたように、生物圏は自然・人間・社会・テクノロジー（知識の応用としての技術）がからみあってひとつのシステムを形づくっている。この4者は、グローバルな範囲においても局地的な範囲においても、均衡を保ちつつ存続することが必要である。近年において技術がぬきんでて進歩し、人間の力でこれを制御することが不可能になりつつあるとおそれられている時に、技術を自然、人間、社会に調和させる努力がなされなければな

らない。そこで、アメリカでは1969年に「国家環境政策法」、1972年には「テクノロジー・アセスメント(技術評価)法」が成立し、技術の暴走を監視することとなった。*一方、わが国においても1971年5月通産省内に「エコロジー研究会」を発足させ、産業活動とエコシステムのバランスをどのように確保していくかというプロジェクト（産業エコロジーとよんでいる）を進めている。また、1972年3月通産大臣の諮問機関として工業技術協会内に「テクノロジー・アセスメント部会」が設けられ、わが国の技術開発のあり方について根本的な再検討を進めている。さらに、わが国の民間のシンク・タンク（頭脳集団）においても技術評価システムの研究が始まった。以下、これらの内容を紹介してエコロジカルな方法論を概観してみたい。

(1) テクノロジー・アセスメント

われわれは、とくに産業革命以来、技術に対して驚異と尊敬をもってそれを無制限に迎え入れてきた。しかし、最近、環境汚染とか人間疎外といったような、技術がもたらすマイナスの効果が意識されはじめ、深刻な問題となっている。たとえば、東海道新幹線や高速道路が敷設されたことによって時間的な便益は得られたが、その反面、沿線・沿道における騒音・振動といったようなマイナスの便益が生じ、大きな社会問題となっている。このような事態は、おおまかに言って、技術のもたらすプラスの効果のみを考慮にいた片手落によるものであったか、あるいはプラスの効果がマイナスの効果を上回るという判断にもとづいたものであったかのいずれかであろう。これからの技術は、将来好ましくない結果がでてこないようにするためには、いまだどのような手を打てばよいかを予測する手法や制度を開発する必要がある。

「テクノロジー・アセスメント」は技術の再点検と再調整といった意味をもっている。テクノロジー・アセスメントでは、これまで技術が経済的な側面（効率性）だけで考えられてきたのをあらため、もっと広く、人間・社会・自然に技術があたえる影響を、プラスもマイナス

* 経済企画庁システム分析調査室

** Odum, E.P.: Fundamentals of Ecology, 1953.

*** たとえば、「生態学への招待」シリーズ 共立出版、「耕地の生態学」小田桂三郎他著 築地書館など

* テクノロジー・アセスメント (Technology Assessment) という用語が初めて公に使われたのは1966年で、アメリカ下院の「科学と宇宙委員会」の「科学・研究・開発小委員会」においてであったとされている。なお、日本ではこれを「技術評価」と翻訳することが多い。

も含めて、トータルに検討、評価し、さらにこれらの影響をコントロールする手法の検討も行なおう、という考えが基本となっている。ちなみに、今年1月に発表されたテクノロジー・アセスメント部会の「テクノロジー・アセスメントのあり方について」という中間報告書によれば、テクノロジー・アセスメントを定義して——技術の開発および適用に際して、技術による影響を多面的な見方から事前に把握し、その利害得失を総合的に評価することにより、技術が人間・自然・社会の発展に貢献できるように、技術の方向を導くこと——とし、テクノロジー・アセスメントが在来から存する技術の弊害を防除するための方策（たとえば、食品衛生法、電気用品取締法、公害防止のための諸法等の取締法規など）と異なる点をつぎのようにあげている。

①事前に問題を処理する点

問題が起ってからではなく、事前に技術開発の段階から処理し解決を図るものである。ある見方またはある水準に照らして行なう取締法規による処理よりも、早い段階で処理を図るものである。

②影響の抽出を総合的な観点から行なう点

技術のもたらす影響を、直接あるいは即時的に現われるものだけでなく、二次的・三次的など間接的なもの、あるいは蓄積的で直には現われ難いもの、もしくは直接的・即時的であっても気付くことの遅かった安全面などまでも含めてその発掘・抽出を図るものである。

③調査・分析手法の新しさ

多面的に人材を集めて、広い分野にわたる分析を、システムズ・アナリシス、各種予測手法などの各種分析手法を用いて、システムティックに、かつ長期にわたり反復継続的に行なうものである。

④技術自らの中で解決を図る点

取締法規などのように、でき上がった技術に対して技術開発の場以外から行なう対策ではなくて、いわば技術の中でその解決を図っていくこと、つまりその技術によって悪影響が生ずると予想される時には、その開発方向を修正し、あるいは防除技術を併行的に開発する、もしくは必要に応じ代替案を提示するなどにより技術を好ましい方向に誘導することを第一目的とするものである。

このテクノロジー・アセスメントの思想はつい最近芽生えてきたものであり、技術に対する調査・分析・評価の手法、テクノロジー・アセスメントを実施する習慣を定着させるための体制づくりなどもこれからの大きな課題である。また、テクノロジー・アセスメントは、その技術を開発しあるいは社会に適用しようとする者が実施すべきであり、その技術のもたらす影響について社会的責任を負っている。そこで、わが国でも民間のシンク

クを中心に技術評価システムの研究が開始されている。つぎにその一例を示そう。

＜技術評価システムの一例＞

財団法人、日本総合研究所では、技術評価の具体的なイメージを把握することを目的として、そのケース・スタディを3例おこなった。これは、現に開発の済んだ、ないしは開発途上にある技術で、社会的環境や自然環境に対するさまざまなインパクトが確認されているものである。このようにして選択された既存技術は、原子力発電、プラスチック容器、都市自動車交通の3つである。これらの3ケースについて、それぞれ別々な手法を適用している。すなわち、原子力発電ではシステム・ダイナミックス法、プラスチック容器では多段階フィルター法、都市自動車交通では社会的費用・対策費用比較法を用いている。ここでは、プラスチック容器に関するケース・スタディを紹介する。

プラスチック容器は化石燃料から生成され、社会で利用・廃棄される。従って、そのライフ・サイクルにおいて周囲の要素と密接に関連し合っている。その状況をひとつのシステムとしてとらえ、このシステムを評価の対象とするのである。そのシステムの姿が図-11に示され

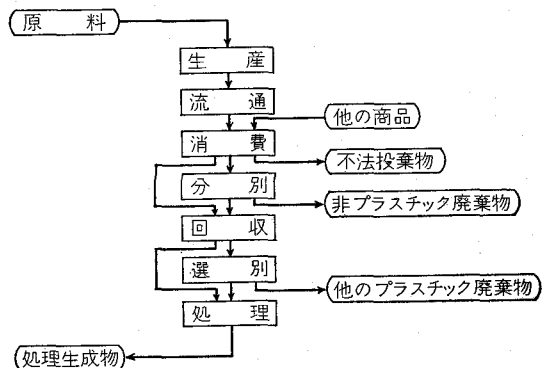


図-11 プラスチック容器の技術評価対象

る。このシステムに対する技術評価の項目を3つに大別している。

①合目的性を評価する項目

技術を導入し実用化した場合に、その技術が本来の目的に対していかなる効果を持つかということ事前に確認する。そのために、評価の対象としているシステムの内外の諸要素の相互関係を検討しなければならない。

②無公害性を評価する項目

技術を導入し実用化しても人間および社会環境に何の障害をも引き起こさないことを事前に点検する。

③経済性を評価する項目

技術を導入し実用化することが経済的に採算可能か

どうかを検討する。

評価手順は図-12に示されるように、多段階フィルター法による。これは、あらかじめいくつかの評価規準プライオリティを設定し、予想される各種処理技術を丁度1枚ずつフィルターでろかしていくように評価の網にかけ、通過困難なものは、そのつど原点にフィード・バックして技術的な改善余地があるかどうかを聞きただし、OKが出ればつぎのフィルターに進むという段階的な逐次評価法をとっている。

ここで、無公害性の評価については、プラスチック容器のライフサイクル内の消費以後の過程で発生する可能性のある事象を列挙して、これに評価規準を設定し、評価対象を評価する(表-3参照)。評価規準の設定にあたっては、絶対的な規準は設定し難いので、社会のコンセンサスが得られるような規準あるいは専門家多数の一致する規準などを明確化する必要がある。

(2) 産業エコロジー

通産省エコロジー研究会は、「産業を中心とする人間活動とその環境との複雑な相互関係を総合的、動態的に評価、研究する学」を「産業エコロジー」と規定し、産業活動の適正な方向について検討を進めている。そして、産業を含む環境を産業エコロジーシステムと考え、

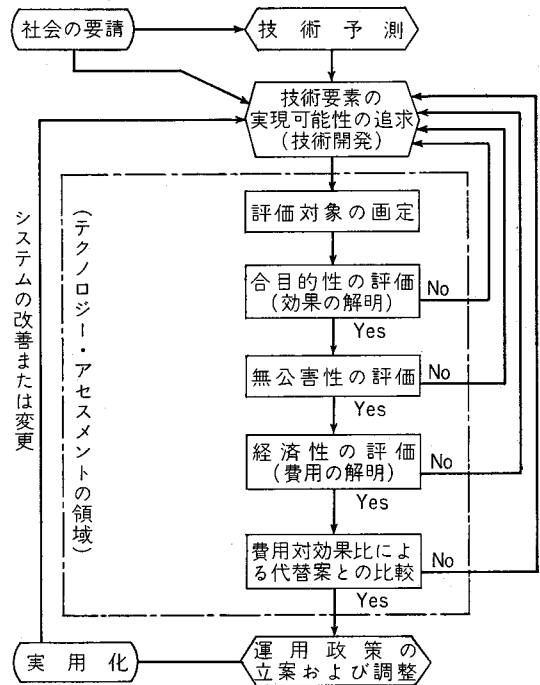


図-12 多段階フィルター法の実施手順

表-3 無公害性評価マトリックス

評価規準 評価対象	環境汚染		環境破壊		技術災害		産業障害		立地条件	エコロジー
	大気汚染		騒音振動		労働災害		漁業障害			
焼却処理	-	+	-	+	+	-
化学処理	+	++	-	?	+	-
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

評価尺度 ++: 影響はない --: 影響甚大、解決困難 + : 影響は多少あるが解決可能
 ? : 現状では判断できない - : 影響は大きいが解決は不可能ではない

そのモデル化を指向している。その研究体系は、

- ①システムの全体構造の総合的把握と構成変数の体系化。
- ②公害問題にみられるような局地的な主要特定事象をも詳細にあらわすための主要特定事象の論理的な関係を中心とする詳細な検討。
- ③ヒューマンオリエンティッドなモデルとなるための、人間の意識、行動、あるいは生理的反応について詳細な分析にもとづく好ましい人間、環境のあり

方の検討。

の3つに分かれ、これらの研究は、相互にフィードバックを行ないながら、最終的には多層的な産業エコロジーモデルを構築することになっている。

研究の初年度である46年度には、マクロ的アプローチとして、①エネルギー・フロー、マテリアル・フロー等に注目した産業・環境連関モデル*(資源、産業、都市、環境連関モデル)の開発、②関東地域を対象とした地域複合ダイナミックモデル(関東ユニモデル)の開発を行

(注) 図-11、図-12および表-3は「技術評価システムに関する研究」日本総合研究所より引用。

* 産業連関表に「資源」と「公害」の項目を加え、生産活動と資源の消費、排出物の発生などの関係を定量的に表わすモデル

なった。とくに後者は、関東地域について、人間社会の複合システムを構成する産業・経済活動、社会的環境、自然環境といったさまざまな事象間の因果関係をつかみ、各種の政策を実行した場合、これらの事象がどう変化するかを予測するものである。さらに、ミクロ的アプローチとして、自然環境の構成要素のうち人間生活との密着度が深く、今後重要問題化するおそれがある「熱」および「水、土壌」をとりあげ、それらのエコシステムにおけるメカニズムを解析している。

(3) 環境問題への応用

46年度通産省が、財団法人、政策科研究所に対して委託調査した「産業活動と自然との調和のためのエコロジー・システムへの接近」と題する報告は、自然と調和のとれた産業政策への指針としてユニークなものである。産業政策や都市政策においては、人間が人間らしく生活できるための環境を保全できるものでなければならない。このような開発の限界を設定するためには、何らかの基準を作る必要がある。そこで、本研究では、エコロジカルな概念にもとづいた環境への総合的アプローチのひとつとして「生きもの指標」を提案している。この「生きもの指標」の概念はつぎのような特徴を持つとしている。

①総合性

現在、環境状態とその変化を表現するのに物理的・化学的な指標であるPPMを用いることが多いが、これは汚染物質総量、汚染物質間の相乗作用等が明確化できない。生きものは総合的な環境を反映して存続する。そのため、生きもの指標は、その性格上一面からのみ環境に対応することはせず、総合的に環境を表現する。

②積分性

一般に環境変化は、緩慢に徐々に時間をかけて行なわれ、環境問題となった時には、極めて悲惨な状態になっていることが多い。しかし、生きものは、生成してから現在までの集積として環境を表現する。

③警告性

人間に危害が及ぶような環境悪化の場合、生物破壊が必ずといってよいほど先行するから、生きものは人間に害が及ぶ以前により基底部でより早期に環境悪化を表現してくれる可能性が大きい。

このような生き物指標は、物理的・化学的指標と補完し合ってさらに効果的なものとなることを指摘している。表-4は、各種指標の特徴、限界などを比較したものである。

表-4 各種指標の一般的特徴と限界

指標分類	因果関係	応答	分布	特徴と重要性	
物理化学指標	○厳密 ○定量的	○点的(時・空) ○微分的	○問題発生地域優先設置 ○点的カバー	○未知要因の読取不能 ○開発研究を要す ○設置、保守の努力を要す	
生きもの指標	植物指標	○総合的 ○因果未知要素多し	○積分的 ○タイムシリーズ記録的(年輪など) ○正しさ	○問題深刻地域からは消滅 ○意図的植付可能 ○面的カバー ○不動	○未知要因の警告的表示 ○読みとりの熟練を要す(マニュアルが完全ならばその限りではない) ○保守努力少し
	定着動物指標	(同上)	○積分的 ○正しさ	(同上)	(同上)
	動物指標	(同上) ○行動修飾有り	○積分的 ○逃避行動有り	○問題深刻地域からは逃避、消滅 ○面的カバー ○移動性、渡りあり	(同上) ○移動性のため観察に不便 ○人間の生理、行動に近い
人間の申告	○総合的 ○直観点	○積分的 ○利害的、感情的な修飾あり	○モニターを置ける	○クレーム発生時には既に遅い	

生きもの指標は、まず環境を読みとることに利用される。自然環境を総合的に表現しているものは植生であるとし、これを植物群落またはその生育域の分類として地図上に具体的に示す（これは植生図とよばれる）。つぎに、人間が環境に働きかけてきた影響を把握する。人間活動の影響によって自然植生が破壊され、その代償としてうまれてきた植生を代償植生という。この代償植生を調べることにより、その立地にいままで加えられた人間の影響の種類や強さを判定することができる、としている。このように人為と生きもの指標の対応関係についての知識を積極的に蓄積することによって、環境保全計画、都市計画、産業計画を従来とは異なる次元からコントロールしていこうとしている。

8. おわりに

これまで3回にわたってエコロジーの概念について、その大要を述べてきた。その中で、多くの専門書を参考にさせていただき、逐一その文献名をあげておいた。詳細についてはその参考書を参照していただきたいと思う。最後に、この講座の執筆に関して終始御指導を賜

った経済企画庁システム分析調査室々長公文俊平先生に感謝する。

主要参考文献

- (1)「新編生態学汎論」八木誠政他著 養賢堂
- (2)「環境の科学」宝月欣二他著 日本放送出版協会
- (3)「生態学からみた自然」吉良竜夫著 河出書房新社
- (4)「エコロジー入門」P・B・シアーズ著、柳田為正訳 講談社
- (5)「入門エコロジー」合田周平著 実業之日本社
- (6)「植物と人間」宮脇昭著 日本放送出版協会
- (7)「ECOLOGY」Eugen P. Odum 著 Holt, Rinehart and Winston, Inc, U.S.A.
- (8)「生と死の妙薬」R・L・カーソン著、青樹築一訳 新潮社
- (9)「未来の衝撃」A・トフラー著、徳山二郎訳 実業之日本社
- (10)「成長の限界」デニス・L・メドゥズ他著、大来佐武郎監訳 ダイアモンド社

NEWJEC

土木、建築、電気、機械の
総合コンサルタント



株式
会社

新日本技術コンサルタント

取締役社長 松本 栄治

プロジェクト 長野 秀二郎

専務取締役
工学博士 丸山 二郎

プロジェクト
部長 溝口 旦元

常務取締役
工学博士 田中 治雄

土木第3部
部長代理 松井 豊

本社 大阪市南区長堀橋筋1-3 丸善石油ビル TEL 271-1251
東京支社 東京都渋谷区広尾5-4-12 ダイヘン大成ビル TEL 442-7433
名古屋事務所 名古屋市中村区称宜町4-24 八栄ビル TEL 581-7935

農業水利計画とコンピューター (2)

—用水路系における問題を中心として—

白石 英彦* 中道 宏** 岩崎 和巳*

目 次

1. はじめに	80	4. 管路系中の自由水面におけるサージ	
2. 用水路系における到達時間	80	ング現象	86
2.1 用水の到達時間	80	4.1 農業用低圧大口径管路の問題点	87
2.2 モデルの概要	82	4.2 モデルの概要	88
2.3 シミュレーションケース	82	4.3 演算結果	88
2.4 シミュレーション結果	82	5. 放水工機能と放水池規模の検討	88
3. 管路系における数理モデル	83	5.1 放水施設の必要性	88
3.1 管路系の不定流数理モデルの必要性	83	5.2 モデルの概要	89
3.2 分岐管路および管網のシステム化	84	5.3 演算ケースと結果	90
3.3 多孔管路系のシステム化	85	6. おわりに	90
3.4 複雑な管路系における水撃圧の解析	86		

1. はじめに

前稿において、農業水利計画におけるシステム化の意味と位置づけ、すなわち、水理現象の的確な把握が不可欠であり、これの有力手段である不定流シミュレーション手法の概略とコンピューターの使用法について述べた。

ここでは、数理モデルシミュレーション手法を用いて、用水路系における非常現象を解明した事例を紹介したい。

2. 用水路系における到達時間²⁾

2.1 用水の到達時間

取水口から取水された用水は、幹線・支線・末端水路と流下してホ場に到達する。いま幹線から、ある支線への給水が不用になった場合、あるいは取水を開始する場合などにおいて、必要流量の変動による取水口での取水量の制御が、他の分土工流量に影響を与えないでできる用水路系は、きわめて少数であると思われる。

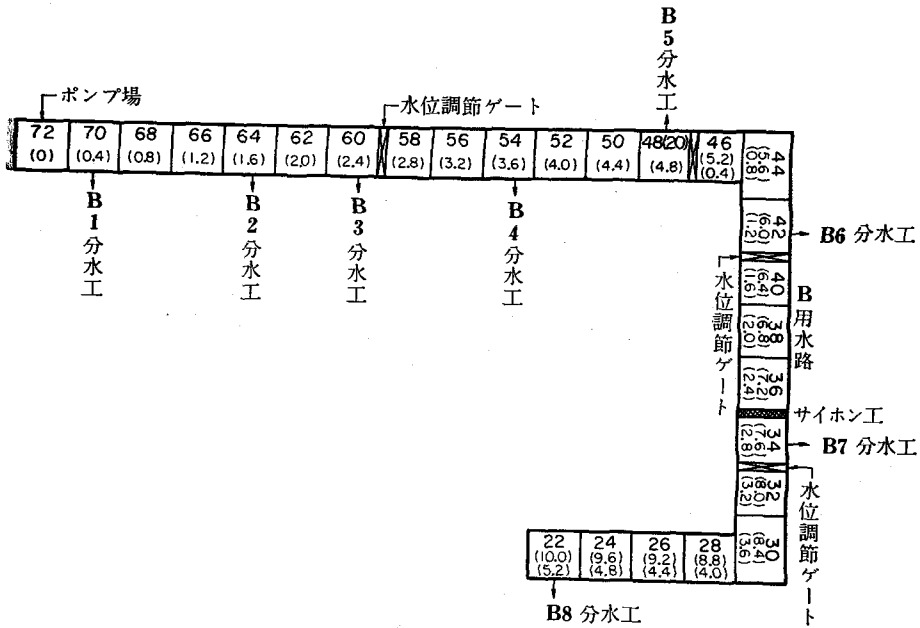
用水管理を効率よく、かつ精度をあげて行なうためには、対象としている用水路系の各分土工への用水流量の到達時間を知ることが大切である。現状においては、用水到達時間は、実際に施設ができあがって施設管理の実績から把握している場合が多いと思われる。しかしこれ

は、各分土工での量水の精度と作業量が多いこととに難点があるし、用水到達時間を知り、複雑な管理に耐えられる用水路系の設計という点まで立ちもどっての検討が不可能である。たとえば、長い距離を開水路で導水し、この地点から長大な管路になるような水路系では、管路部分の分土工のバルブ操作の影響が、急速に開水路末端（管路入口）に現われる。したがって、計画流量で定常的に流れているとして水理計算が行なわれ施設規模が決定されていると、管路部分の分土工のバルブ開放によって、管路入口の水位低下が生じ、空気の混入、連行が発生し、いろいろな問題をひき起す原因となる。この流量増減による。管路への空気連行の防止のためには、到達時間を知り、バルブ操作の影響とうまくマッチした操作、あるいは、もっと積極的な防止施設が必要であろう。

この用水の到達時間は、知ろうとする用水路系を数理モデルに組み込んでモデルを動かすことにより知ることができる。ここで用水の到達時間とは次のように定義する。すなわち、ある分土工での分水流量が取入口（水路の上流端）から流入された時から、他の分土工の分水流量の取水に支障を与えることなく、目的の分土工で安定した分水流量の取水が可能になるまでに要する時間である。つまり分土工地点の水位が上昇（現象の伝達）するまでの時間ではなく、この分土工の分水流量である実質の流量が定常的に取水できるまでに必要な時間である。

* 農業土木試験場水理部

** 農林省大臣官房予算課



*中央部の整数は、地点番号を
()内の数字は水路始点からの距離を示す

図-1 用水路系統図

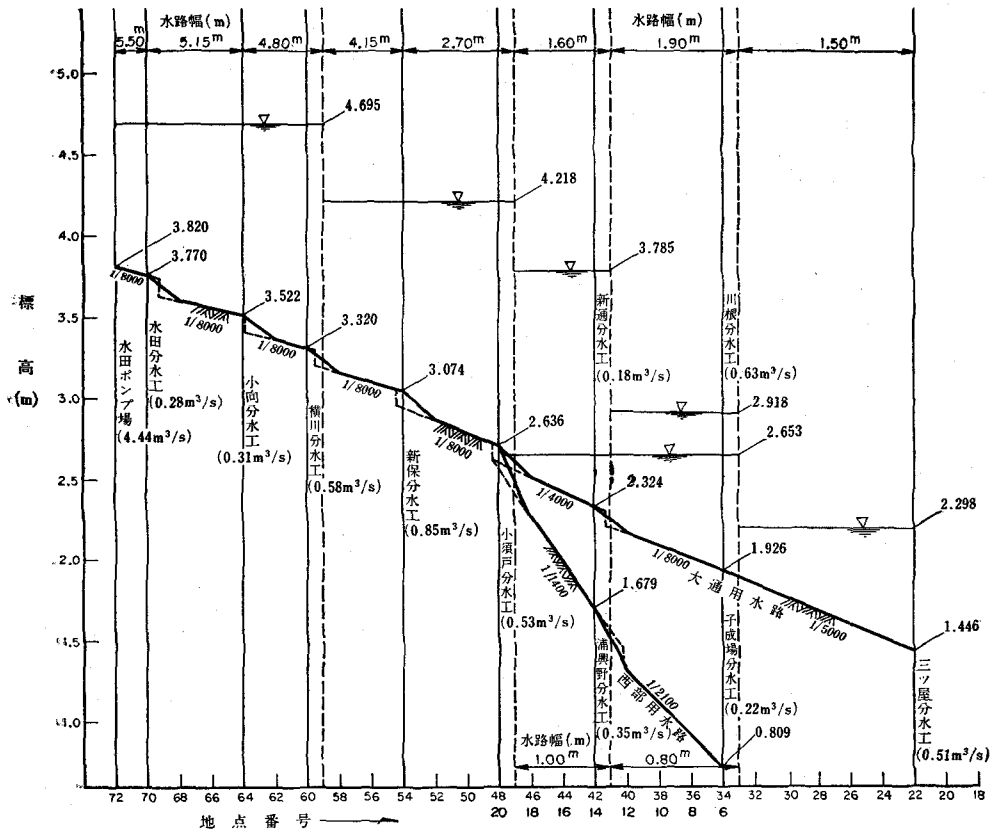


図-2 B用水路縦断面図

2.2 モデルの概要

ここで紹介する数値モデルに組み込んだ用水路は、国営N地区の水路系である。この水路は長方形断面水路で、延長約10km、8ヶ所の分水工と4ヶ所の自動水位調節ゲート、1ヶ所のサイホンを含んでおり、最上流端からポンプ揚水により流入させる。図-1に水路モデルの系統図を示す。図-2に、この水路モデルの縦断面、水路幅員および各分水工における分水量を示す。

2.3 シミュレーションケース

紹介するケースは、到達時間を知りたい分水工以外の分水工は所定の分水量を取水しており、今取水を停止している到達時間を知りたい分水工の分水量を上流ポンプ場から増加して流入する場合と、カラの水路に流入する場合の2つに大別される。演算の条件は、図-1に示すように距離階差 $\Delta x=400\text{m}$ 、時間階差 $\Delta t=60\text{sec}$ 、粗度係数 $n=0.016$ である。水路の断面特性、自動水位調節ゲート維持水位、分水量は図-2に示してある。

2.4 シミュレーション結果

到達時間を知らうとしている分水工以外の分水工は定

量取水で、この分水工流量を最上流端ポンプ場から流入した場合のB3、B5、B6、B7、B8の5つの分水工での結果、すなわち各分水工における分水量の時間的变化を図-3に示す。図-3において、横軸時間のゼロ

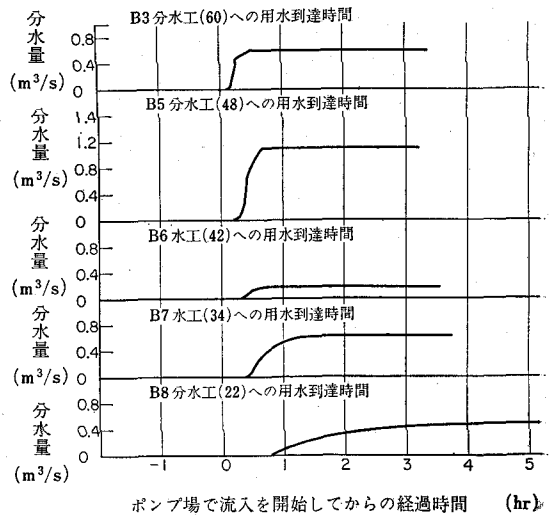


図-3 A用水路がカラの場合の流入状況

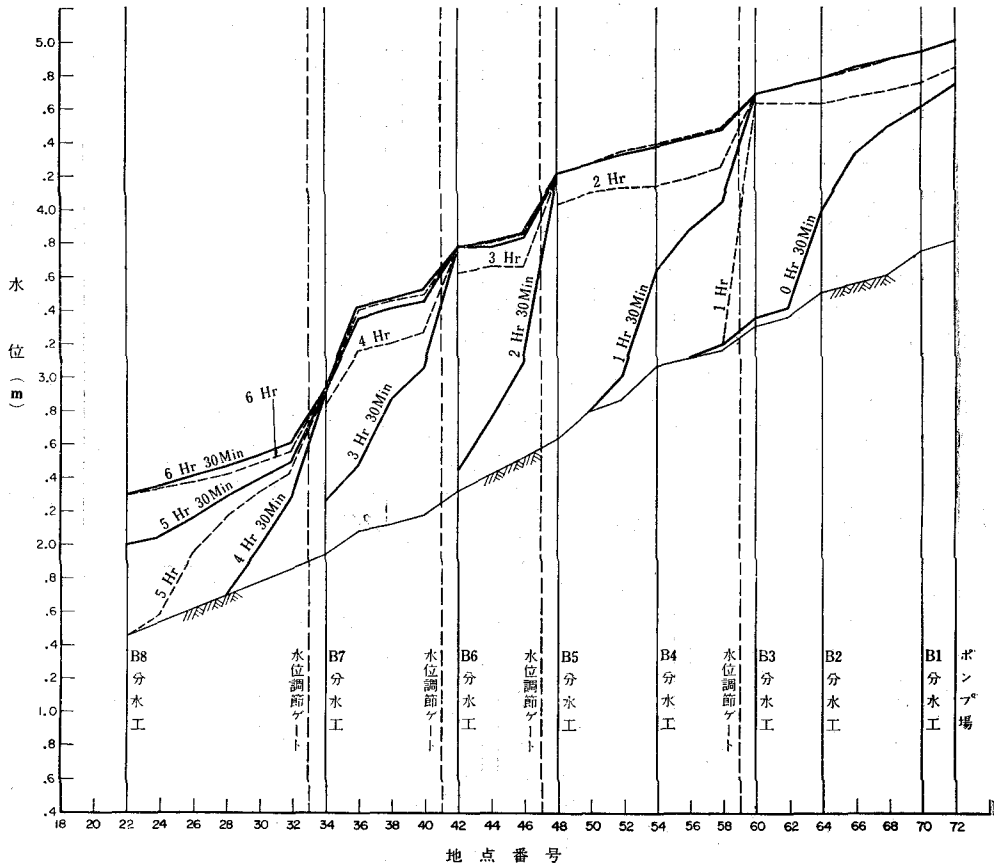
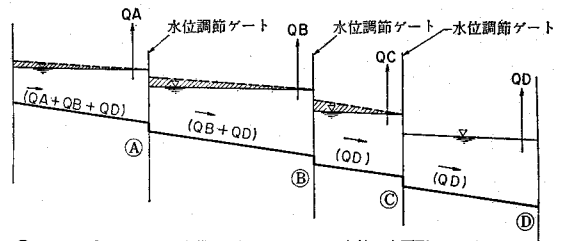


図-4 B用水路がカラの場合の流入状況

は、ポンプ場で分水量を流入開始した時間に相当し、プラスの値はそのときからの経過時間を示している。

水路完成後、あるいは、春先で水路がカラの場合、最上流から流入が開始されると、水路中の流況は段波のようになり、自動水位調節ゲート地点に達したとき貯留を開始し、ここにある分木工の取水可能水位まで水面が上昇し取水がはじまる。この分水量より水量が多くなると、ゲートが開いて次の水路区間への流出が始まり、下流へと逐次分水をしながら水が動いていく。この状況を示すと図-4のようになる。この水路系でB 8分木工が所定の分水量 $0.51\text{m}^3/\text{sec}$ を取水できるまでには、約7時間が必要であることがわかる。

ある分木工への到達時間をさらにくわしく検討してみるとつぎのようなことがわかる。分水流量をポンプ場で流入させ、ある時間が経過すると用水の分水が始まる。この流量は徐々に増加し、所定の分水量が取水可能（この時間を数理モデルによる用水到達時間としている）となり、水路系の流況も安定する。この分木工の分水量流入前の安定した用水路の流況と所定量の分水が行なわれ安定した流況を比較すると、図-5に示すように、各自動水位調節ゲート区間でクサビ形の貯留が行われていることがわかる。この貯留量は分水量、水路の断面形、粗度、長さ、自動水位調節ゲートの維持水位などに関係した値であると考えられる。ここで、この貯留量を流入分水量で割った値（時間）と、モデルを動かして得られた到達時間を比べてみる。さらに比較のため、用水路の平均流速で水路長さを割った値と、水位の伝達は長波の波



- ① いま、C分木工の分水量 $QC=0$ のときは、実線の水面形で、水路各断面を流れる流量は()内の値である。
- ② C分木工が取水しているときは、点線の水面形となる。
- ③ C分木工が取水することによりA, B, Cの3つのクサビ形水面形の差が出る。

図-5 用水到達時のクサビ形水面形

速で行なわれるので、この波速 $\sqrt{g h}$ で水路長さを割った値を示すと表-1のようになる。この表から、波速による到達時間は、数理モデルによって得られた分水開始時間に相当しており、クサビ形到達時間は分水量の約5~7割くらいの水量が取水可能になる時間であることが理解できる。このクサビ形貯留による到達時間は、対象とする分木工分水量を流入させた場合と、そうでない場合の不等流計算を行なって水面形を求めることにより計算できるので、数理モデルによらない場合の大ざっぱな到達時間の推定法になろう。

以上の事例で紹介したように、用水の到達時間を知るためには、その水路系を構成する要素の機能をモデルに組み込めば、求めることができ、また、この計画の段階で、各種の対応策が検討できる利点を有している。

表-1 分木工への到達時間の比較

分木工名と分水量	平均流速による到達時間	波速による到達時間	クサビ形貯留による到達時間	数理モデルによる到達時間
B 3分木工 ($0.58\text{m}^3/\text{s}$)	約 67分	11.4分	12.4分 ($0.20\text{m}^3/\text{s}$ 35%)	30分
B 5分木工 ($0.53\text{m}^3/\text{s}$)	約 152分	22.3分	24.8分 ($0.6\text{m}^3/\text{s}$ 54%)	45分
B 6分木工 ($0.18\text{m}^3/\text{s}$)	約 193分	27.0分	33.1分 ($0.31\text{m}^3/\text{s}$ 72.0%)	50分
B 7分木工 ($0.63\text{m}^3/\text{s}$)	約 289分	35.2分	47.2分 ($0.42\text{m}^3/\text{s}$ 67.0%)	110分
B 8分木工 ($0.51\text{m}^3/\text{s}$)	約 466分	50.6分	78.5分 ($0.3\text{m}^3/\text{s}$ 59%)	240分

(注) クサビ形貯留による到達時間欄の()内の数値は、この時間における数理モデルによる時間~流量関係から読みとった取水量と、これの全取水量に対するパーセントである。

3. 管水路系における数理モデル

3.1 管水路系の不定流数理モデルの必要性

最近の用水施設計画においては、従来の農業用水だけの専用施設ではなく、他種用水との施設の共同利用が目立ってきている。また水路系全体の構成要素も途中で揚水機場を含んでいたり、用水路系の総延長における管路

部分の占める割合が大きいなど、用水路系を流下する水の流れが、用水路の流れ、管路の流れを含み、さらに、揚水機、ゲートの操作などにより非定常流となり、用水路系の流況は複雑になる傾向がある。このため、施設完成後の用水管理に複雑な管理方法が要求されることになる。施設の管理運転の問題には、まず対象とする施設系内に生ずる非定常現象を把握する必要がある。従来、管

水路の取り扱いでは、管路中における現象の伝達が速いので、定常流についての計算法が開発された。非定常的な取り扱いは、単純な管路、サージングの計算などの特殊な分野においてであった。しかし、開水路や、長大な管水路を含む用水路系中に生ずる現象を把握するためには、非定常的な取り扱いが必要である。管路における非定常現象は、運動方程式と、水の圧縮性を考慮した連続方程式で表わされ、モデルは、この2つの偏微分方程式を差分式で表わし、与えられた境界条件(管軸標高、管径、上下流端の圧力あるいは流量条件)のもとに数値積分して、流速、圧力水頭を求めるよう構成されている。以下の各節において、このモデルを各種の管路系に応用した事例を紹介する。

3.2 分岐管路および管網のシステム化³⁾

図-6に分岐管路の系統図を示す。このモデルは、水

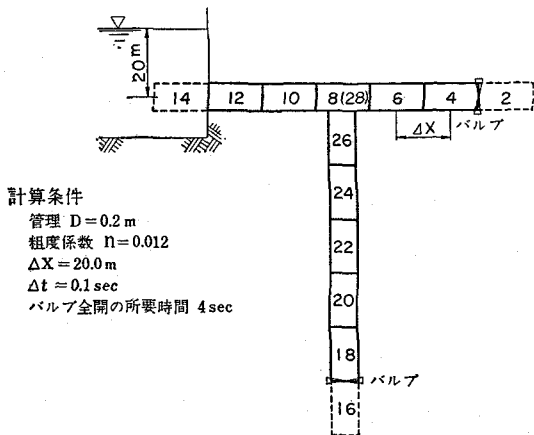


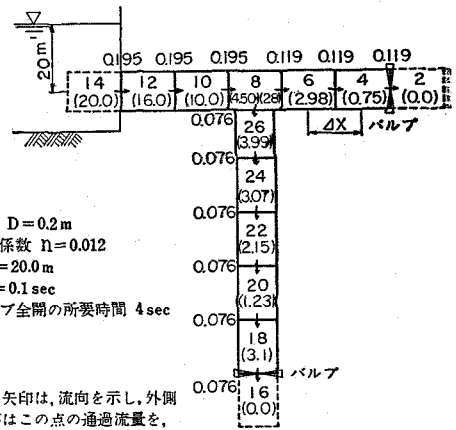
図-6 分岐管路モデル

平に設置された直径0.2m、総延長200mの分岐管路で、地点番号3、17の2ヶ所に、開閉時間4.0secを要するバルブが設置されている。上流端14地点は、圧力境界で20mの一定圧力水頭が与えられており、2、16地点では大気圧となっている。ここでは、次に示す演算条件のもとに、バルブ全閉の状態からシミュレーションを行ない、ほぼ定常流になったときの流況を示す。

距離差分 $\Delta x=20\text{m}$
 時間差分 $\Delta t=0.01\text{sec}$
 粗度係数 $n=0.012$

結果の1例として、演算開始後40.0secの流況を示すと、図-7になり、分岐点における連続条件が合っていることがわかる。

図-8に系統図を示す管網モデルは、水平に設置された総延長460m、管径は0.2mで地点番号3に全開閉所要時間1.0secのバルブが設置されている。最上流48地点は圧力境界で、一定圧力水頭50.0mが与えられている。



(注)

図中の矢印は、流向を示し、外側の数字はこの点の通過流量を、地点番号下()内の数字は、この地点の圧力水頭を示す。

図-7 分岐管路モデルにおける計算結果

(バルブを開き始めてから48秒経過後の流況)

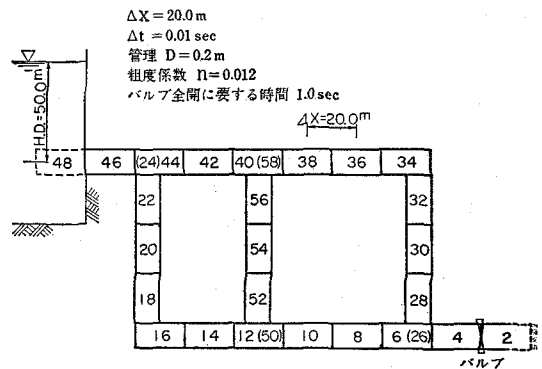
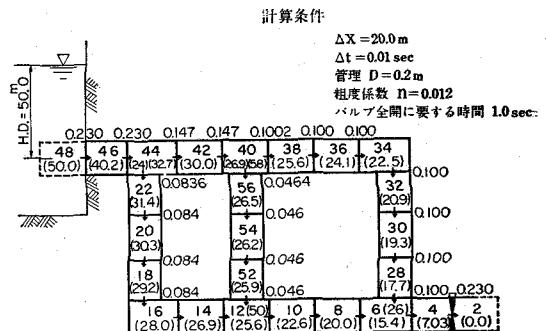


図-8 管網モデル系統図

ここでは、次に示す演算条件のもとに、バルブを全閉した状態から演算を開始し、ほぼ定常流になったときの流況を図-9に示す。



(注) 図中の矢印は、流向を示し、外側の数字は、この点の通過流量を、地点番号下()内の数字は、この地点の圧力水頭を示す。

図-9 管網における計算結果

(バルブを開き始めてから35秒経過後の流況)

距離差分 $\Delta x=20\text{m}$
 時間差分 $\Delta t=0.01\text{sec}$
 粗度係数 $n=0.012$

従来の管網の計算法として多く用いられているハーデイクロス法に代表される解法は、流量境界を与え試算法によって、定常的な流況を知るものである。これに対し、このモデルでは、圧力境界のみの例を示したが、圧力、流量境界のいずれでも解ける利点を有している。また、バルブなどの制御構造物をモデルに組み込み管水路系としての特性を検討できる。管網の形状はどのように複雑でも、電算機の容量に余裕があれば計算できるわけである。

3.3 多孔管路系のシステム化

最近畑カン管路系の多目的利用が問題にされているがスプリンクラーに相当する小孔を数多く有する管路では、各孔からどれ位の水量が出ているのかを検討した例を紹介する。図-10に多孔管路モデルの系統図を示す。

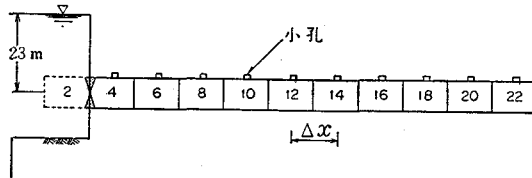


図-10 多孔管路モデル系統図

このモデルは、水平に設置された管径0.1m、総延長200mの管路で途中20m間隔に断面積 0.404cm^2 の孔が10個あいている。地点番号3 (2~4の間)には、全開閉所要時間が5.0secであるバルブが設置されており、最上流端2地点は圧力境界で、23.0mの一定圧力水頭が与えられている。また、この10個の小孔からの水の流出は、孔の設置されている地点の圧力水頭が制限値20.0mを越えると、次式によって計算される流量が流出する。

$$QE_i = C \cdot A_i \cdot \sqrt{2gH_i}$$

ここに、 QE_i : i番目の孔からの流出量

C : オリフィスの流量係数

A_i : i番目の孔の断面積

g : 重力の加速度

H_i : i番目の孔のある地点の圧力水頭

いま、つぎに示す計算条件で、初期条件としてバルブは全閉、管路各点の圧力水頭、流速をとともにゼロとして、バルブを開きはじめ、全開してから5.0sec後、すなわち演算開始から10sec後にバルブを閉めはじめる操作をするものとして総時間で、15sec間のシミュレーションを行った例を紹介する。

距離差分 $\Delta x=20.0\text{m}$

時間差分 $\Delta t=0.002\text{sec}$

粗度係数 $n=0.01$

孔の断面積が等しい多孔管路の各孔からの流出量の総和を調べてみると、図-11のようになり、管の先端に行くに従って流出量が減っていることがわかる。この各孔の総流出量の4地点(管路入口)流出量との割合を計算すると表-2のようになる。各項の総流出量では最大0.1%程度の差が認められる。

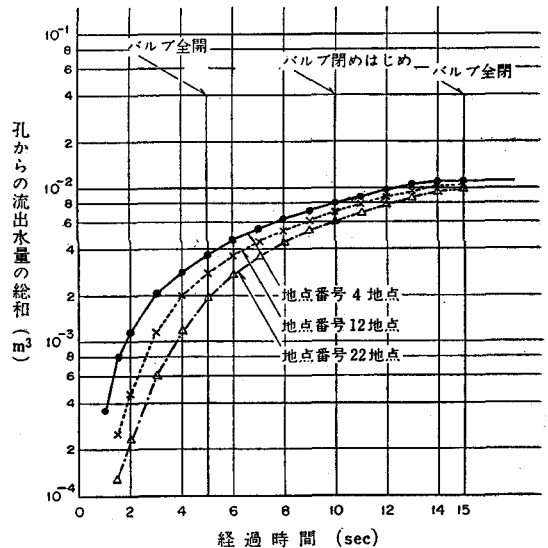


図-11 4, 12, 22地点の孔からの総流出水量

表-2 各孔からの流出水量の比較

地点番号	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
シミュレーションを通じての総流出量 (m³)	0.011	0.0109	0.0108	0.0107	0.0105	0.0104	0.00997	0.0101	0.010	0.010
4地点流出量に対する百分率 (%)	100	99.2	98.2	97.3	95.4	94.5	90.0	90.2	90.0	90.0

さらに各地点の流出量の時間的変化は図-12に示すよ

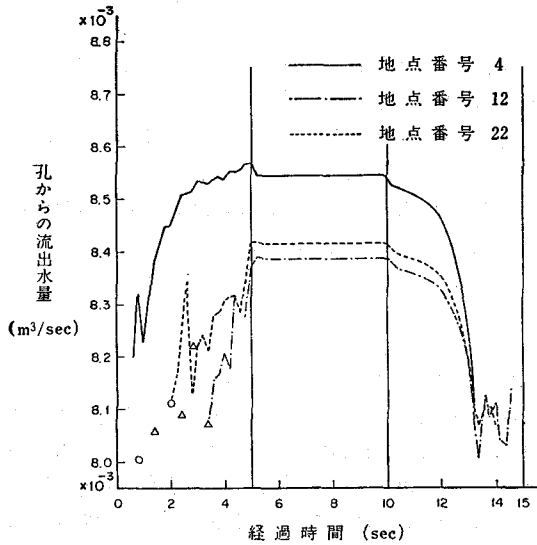


図-12 流出量の時間的変化

うに上流地点と下流地点での差があることがわかる。これらの結果から、畑カン施設を防除などの薬剤散布、施肥などへ利用する場合などは、管路系をシステム化して種々のシミュレーションを行ない各孔からの流出量の総和が等しくなるような対策を考える必要がある。さらに、小孔からの流出量は、流出後の飛距離まで考えた場合、流出地点の圧力区別、流速区別の流出量も求めることができる。

3.4 複雑な管路系における水撃圧の解析

管水路系は、ポンプ、バルブ（分土工）を含み、実際の設計にあたっては、これらの施設の操作により水路系内どの程度の水撃圧が発生するかを知ることが、管種の決定に大切である。しかし、実際の地区計画においては、地形条件、分土工の配置などのために、複雑な水路系になることが多い。ここでは、図-13に系統図を示す管水路系についての検討例を紹介する。この計画は、

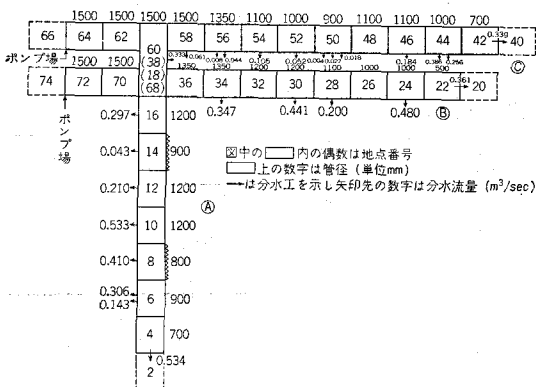


図-13 管路モデル系統図

7.22m³/sec の水量をポンプアップして水田かんがいをするもので、現在検討されている案は4台のポンプで、直径1500mmの送水管2連により途中地点まで送り、そこから、3本の幹線によって配水する計画である。モデルでは総延長 21.75km の管路部分と分土工を組み込んである。この管路系の管軸縦断面図は図-14に示してあ

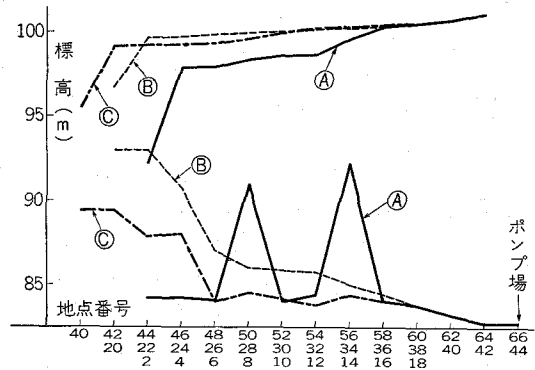


図-14 管軸縦断面図と定常時の圧力分布

る。地点番号 8, 14は水管橋で、65, 73地点がポンプ場で、各幹線の先端 2, 20, 40地点では、与えられた圧力を維持し、かつ 3, 21, 41地点での所定の流量を流すように、バルブ開度を調節するバルブが設置された圧力・流量境界になっている。ここでは、つぎに示す演算条件のもとに、ポンプ場からは、7.22m³/sec、各分土工では所定の分水量を取水している定常的な流況において、停電などによる送水ポンプの急停止時と、日常の停止時における管路系の圧力変動状況を紹介します。

距離差分 $\Delta x = 750\text{m}$

時間差分 $\Delta t = 0.3\text{sec}$

管径および分土工流量 系統図参照

バルブおよび分土工の開閉時間 300sec, 120sec

この演算はポンプの停止と同時に、バルブおよび分土工も同一速度で、流量が減少するという仮定で行なわれている。すなわち、ポンプの急停止は、フライホイール等の設置により、30sec で 7.22m³/sec が 0 m³/sec になるように直線的に減少し、また、各分土工においても30 sec 間で分水量が直線的にゼロになるようにしたときの 4, 22, 42, 64, 72地点の圧力変動は図-15に示すとおりである。同じように通常の停止時間20分で停止させた場合は図-16(1), (2)に示すようになる。この検討例にも示したように、管水路系におけるバルブ操作などによる運動量の変化割合が水撃圧におよぼす影響を数値評価できることがわかる。

4. 管水路系中の自由水面におけるサージング現象

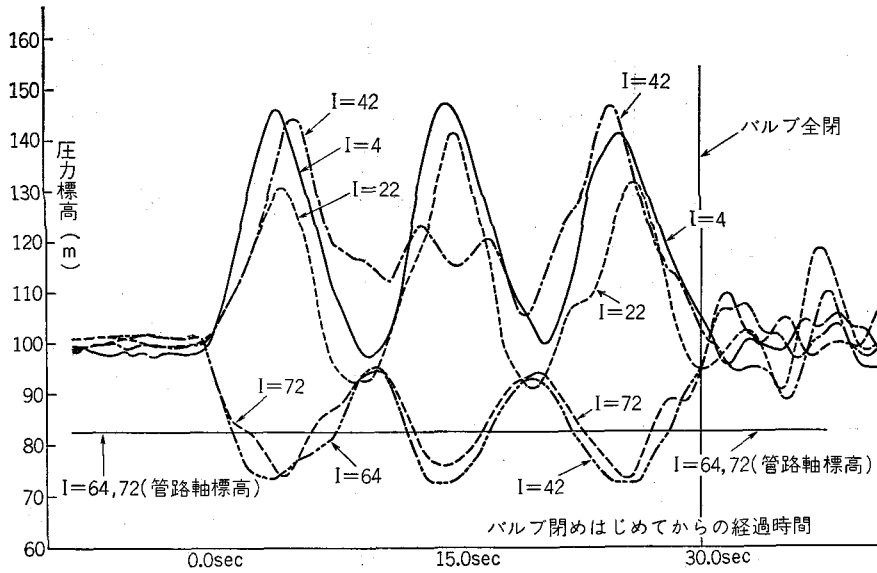


図-15 30.0sec でバルブ、ポンプを停止したときの管内の圧力変化

4.1 農業用大口径管路の問題点

最近の都市化の中での都市近郊農業用水施設は、用地、汚染などの関係から低圧大口径管路になる場合が多い。管路の途中に自由水面部があると、この水面が管内流量の変動によって上下降して振動するいわゆるサージング現象を起す。このため、空気抜きなどのため自由水面を設けた部分では、思わぬ水面上昇をまねいて、最悪の場合には、あふれたり、あるいは、水面低下のため管路内への空気混入の原因となる場合もある。また、施設が農業用水専用であれば、管内の流量変化は、時間をかけて行なえるが、最近目立ってきた農業専用でなく他

種水利（上工水）との共同利用施設である場合は、農水専用に比べてきめの細かい水路系の管理が要求される。このため、どれ位の取水量に対しては、どの位のサージングが生じるかを知り、処理手段をこうずる必要がある。

このサージング現象の解明は、サージタンク間の管路中の水に対する運動方程式、サージタンクについての連続方程式をたてこれを解けばよい。このとき、系内の水は、前章までの圧縮性を考慮したものでなく、剛体として考えると、連立一階常微分方程式で表現できるので、ルンゲ・クッター法などを用いて数値解を求めることができる。

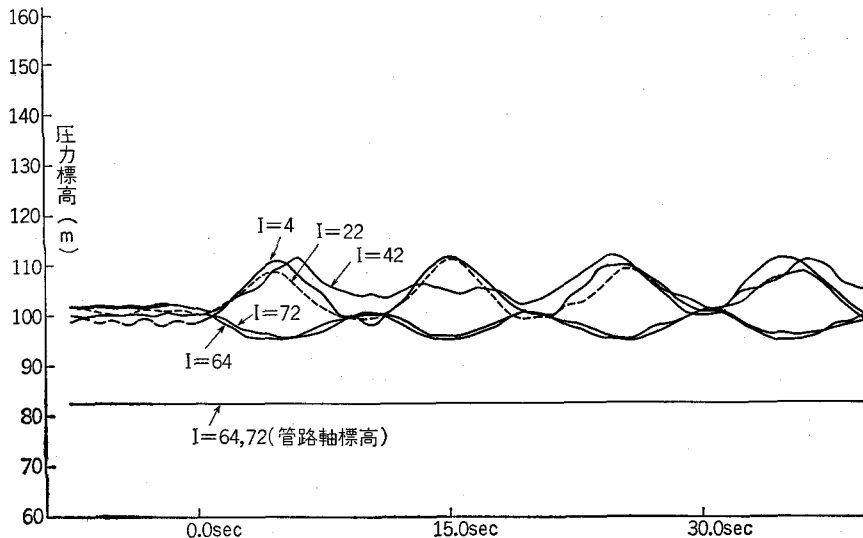


図-16 (1) 120sec でバルブ・ポンプを停止したときの管内の圧力変化

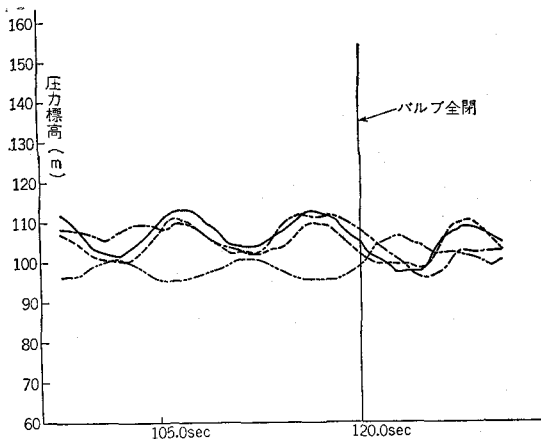


図-16(2) 120 sec でバルブ・ポンプを停止したときの管内の圧力変化

4.2 モデルの概要

ここでは、図-17に示す3個のサージタンクを含む管路系をモデル化し、末端分水工におけるバルブ操作により生ずるサージング現象を減少させるため、越流式のサージタンクとした場合と、サージタンクだけで処理した場合との検討例を紹介する。

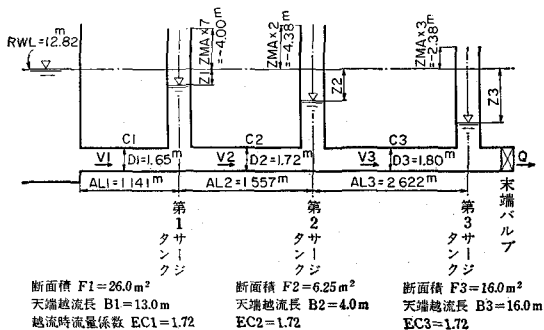


図-17 管路系モデル説明図

この水路系モデルは調整池から末端バルブまで約 5.3 km の途中、第1、第2、第3と3個のサージタンクを有し、各サージタンクは所在地が住宅地であり高いものが建設できないのと、管内圧を小さくするため、上昇サージが側壁天端を越えた分は越流させ、プールに受け、小さな穴から徐々に管路中にもどしてやるようになっている。

4.3 演算結果

初期流量 2.657m³/sec を瞬間シャ断し、時間階差 $\Delta t = 5.0\text{sec}$ の演算結果を示せば、第1、第2、第3サージタンク内の水面変動は、図-18(1)、(2)、(3)に示すようになる。この場合、サージタンクからの越流は第3サージタンクのみから越流し、越流量の総和は、図-18(1)に示

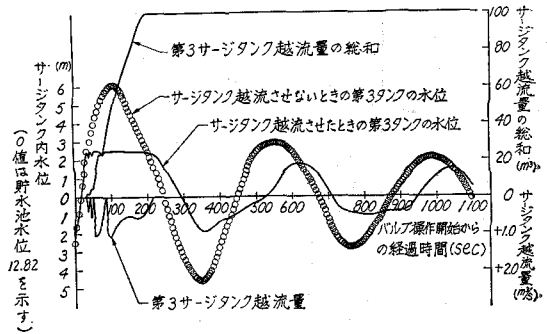


図-18(1) 第3サージタンクにおける水面変動、流量変化

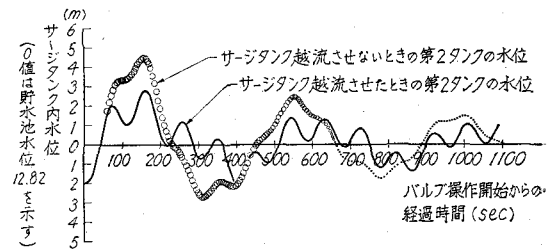


図-18(2) 第2サージタンクにおける水面変動

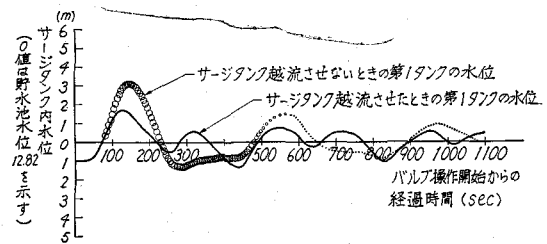


図-18(3) 第1サージタンクにおける水面変動

すように約 102m³ になる。なお、図-18(1)、(2)、(3)中に示した点線は、それぞれのサージタンクが無限に高い、すなわち、水路系内でのみサージングを処理した場合の水面変動である。これによれば、正、負のサージングに対しても越流させた効果が大いことがわかる。

5. 放水機能と放水池規模の検討

5.1 放水施設の必要性

長大な開水路では、各分水工での取水量の変化は、水路の水面積が大きいためそれ程問題でないことも多い。しかし、水路系の下流部分が管水路で構成されると、管路に設けられている分水工の流量変化の影響は、管水路への接続点にあたる開水路末端部に集中することになる。この開水路末端部の水位が上昇し、水を防ぐため放水工を動作させなければならない。しかし、一般には、放水工を設ける地点の選定に苦勞しているのが現状のようである。というのは、放水工以下の大きな河川ま

での導水路の改修，新設に多額の費用がかかるためである。農業用施設の場合には，水路系の入口（頭首工，ポンプ場地点）で流量をしばれば不用であろうという考え方があがるが，これは全線開水路の場合には許されるかも知れないが，管路系を多く含む場合は，危険である。特に，他種水利との共同施設となると，受入れ施設が，水田のように大きな面を有しないので，流量変動の予測は非常にむずかしいものになるので特に注意を払う必要がある。それでは，どれだけの放水量を対象にすればよいかは，水路施設をモデルに組み込んで検討することができる。

5.2 モデルの概要

ここでは，図-19(1)，(2)に系統図を示す水路系における放水池の検討結果を説明する。この水路系は，取入口

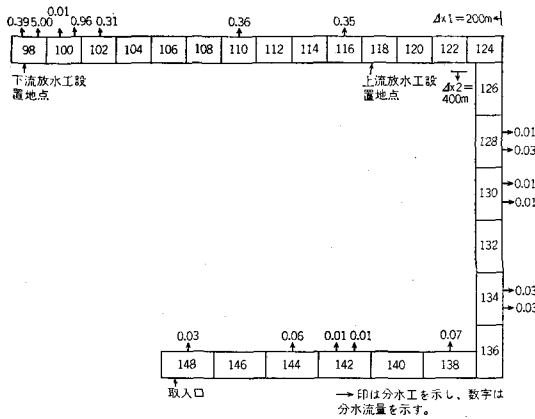


図-19(1) 開水路部分系統図

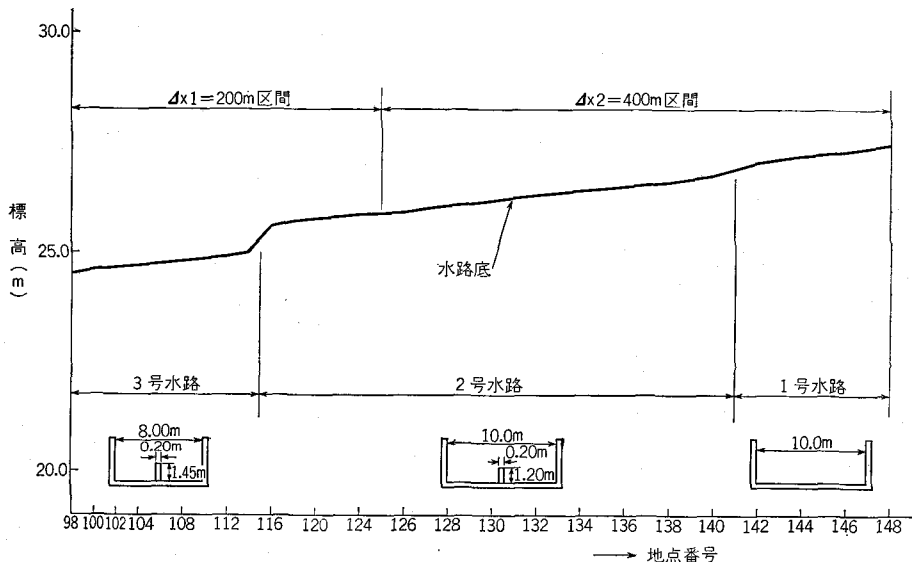


図-20(1) 開水路部分水路縦断と断面形状

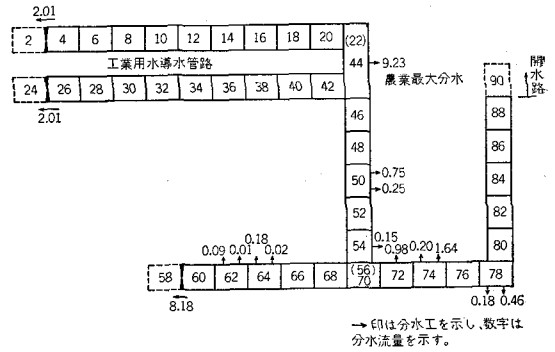


図-19(2) 管水路部分系統図

から約7.6kmの開水路部分（地点番号98～148）と，管水路部分（地点番号4～90）から構成されている。分水工は開水路部分に18ヶ所，管水路部分に13ヶ所あり，バルブは3，25，59の3地点に設けられている。ここで地点番号2～22と24～44の並列した2本の管路は工業用水の送水管である。図-20(1)，(2)に水路系の縦断図を示す。

放水工の設置地点は，地点番号98の開水路末端部と，約2km上流の地点番号118地点の2ヶ所である。両地点とも放水工下流の放水路断面に制限があるので放水された水は，1度池に落ちて，ピーク流量をカットして流す必要があるので，放水工からの放水ハイドログラフと，総放水量を知る必要がある。放水工は越流式の側溝余水吐タイプで越流幅45.0m，クレスト天端は，最大流量流下時の計算水面より5.0cm高く設けるものとする。放水工を118地点に設けた場合は，下流開水路部分の水路側壁を高くしておき，水路内貯留効果を見込むことが

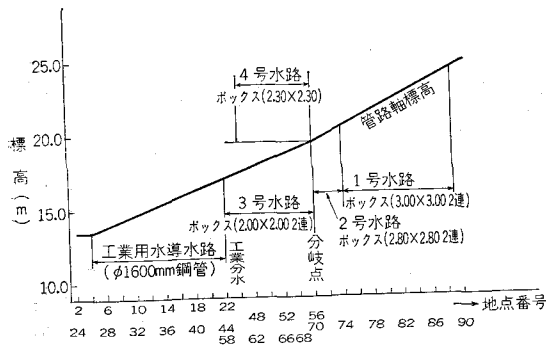


図-20-(2) 管水路部分管軸縦断と断面形状

できる。

5.3 演算ケースと結果

ここでは、管路系の3, 25地点(工業用水4.02m³/sec)と、農業用最大流量の分水工44地点(9.23m³/sec)を4.0分で停止した場合の演算例を紹介する。このとき、水路への流入点(148地点)では、減少流量分だけを、同じ4.0分間で減らした場合と、全流量を停止した場合とが

表-3 放水工からの総放水流量

	バルブ分水工操作による減少流量 (m ³ /sec)	停止後の最上流148地点への流入流量(m ³ /sec)	放水工の最大放水流量と停止開始後の経過時間	放水工からの総放水流量 (m ³)
No.98放水工で工業用水と農業最大(9.23)分水工を停止した場合	13.25	20.77	12.50m ³ /sec (21.6分)	70,000
No.118放水工で工業用水と農業最大(9.23)分水工を停止した場合	13.25	20.77	9.60m ³ /sec (26.7分)	45,000
No.118放水工で工業用水と農業最大(9.23)分水工を停止した場合	13.25	0.0	8.0m ³ /sec	8,800

6. おわりに

数理モデルシミュレーション手法を用いて、用水路系中におけるいくつかの問題解析の事例を紹介した。今後とくに、管水路が多くなると思われるが、開水路、管水路の組み合わせの水路系では、完成後の操作管理に注目した設計案を練ることが重要である。ここに紹介した事例は、会員の方々が日常いただいている問題点のほんの1部であると思うので、問題点の提起とともに、内容についての批判をお願いしたい。

参考文献

- 1) 白石英彦・中道宏・岩崎和巳「農業水利計画とコン

ある。

放水工からの放水流量の時間的変化は、図-21に示すとおりである。また各ケースの放水工からの総流出水量

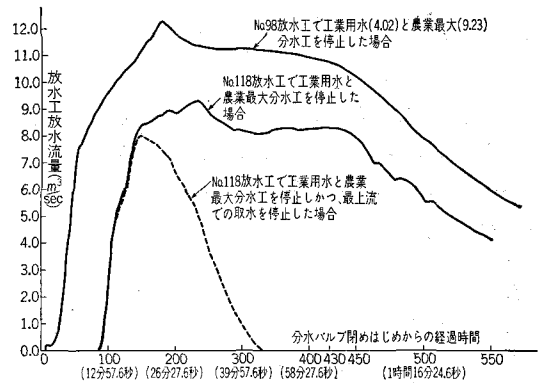


図-21 放水工放水流量変化

は、表-3に示すようになり、水路貯留効果、最上流流入地点での操作効果を判断することができる。

ピューター(システム化とシミュレーション)」、水と土第12号、1973

- 2) 白石英彦・中道宏・岩崎和巳「用水計画におけるシステム化手法(I)(用水路系における到達時間)」、農土試技報B(水理)第30号、1972
- 3) 白石英彦・岩崎和巳「数理モデルによる管水路系の非定常現象の解析」、農土試報告第11号、1973
- 4) 同上3)
- 5) 白石英彦・岩崎和巳「ルンゲ・クッタ法による管路系におけるサージングの解析(越流型サージタンク3個の場合)」、農林研究計算センター報告A8号、1972

会 告

農業土木技術研究会第4回理事会

日 時：昭和48年5月15日午後5時半於虎の門共済会館

出席者：山本会長，緒形副会長，岡部，長，木村，茶谷，井上(欠)，宮城(欠)，伊藤(欠)，永田(欠)，高嶺(欠)，小川，内藤，馬場(欠)，岡本の各理事
杉田，住吉両顧問(欠)

議 題

1. 47年度事業報告に関する件
2. 47年度決算報告の件
3. 48年度予算案承認に関する件
4. 48年度事業計画に関する件
5. その他

理事会により承認された決算及予算(案)は次の通りである。

農業土木技術研究会昭和47年度会計について監査を行ったところ下記のとおり内容が適正であることを認めます。監事 馬場 博 岡本 勇

47年度収支決算書

収 入 の 部

48. 3.31現在

科 目	47年度決算額	47年度予算額	増 減(△)	摘 要
会 費	7,320,330	7,620,000	△ 299,670	
通 常 会 費	6,280,530	6,560,000	△ 279,470	47年度分
広 告 費	1,039,800	1,060,000	△ 20,200	104口分 3口未収入
通 常 会 費	1,083,000	1,350,000	△ 267,000	9, 10, 11号分
年 度 収 入	72,128	10,000	62,128	銀行利息 雑誌売却
通 常 会 費	467,135	451,980	15,155	
広 告 費	23,335	15,980	7,355	46年度分
年 度 収 入	20,000	20,000	0	46年度 1社分
通 常 会 費	423,800	416,000	7,800	46年度 8号分
年 度 収 入	1,949,891	1,949,891	0	
合 計	10,892,484	11,381,871	△ 489,387	

支 出 の 部

科 目	47年度決算額	47年度予算額	増 減(△)	摘 要
会 費	5,514,524	6,116,000	△ 601,476	
印 原 稿 集	3,933,351	4,160,000	△ 226,649	4冊分(47年度)
編 集 費	661,130	704,000	△ 42,870	全 上
運 送 費	111,700	132,000	△ 20,300	〃 上
運 送 費	808,343	1,120,000	△ 311,657	〃 上
研 究 費	211,850	580,000	△ 368,150	
座 談 会	54,700	100,000	△ 45,300	正賞1篇 副賞2篇 賞状作成代
座 談 会	157,150	400,000	△ 242,850	座談会 1回分
會 費	0	80,000	△ 80,000	
會 費	224,471	250,000	△ 25,529	理事会，幹事会，編集会議
備 用 費	1,314,897	1,390,000	△ 75,103	
通 信 費	60,456	50,000	10,456	脇机，ワゴン，キャビネット，カーテン
旅 行 費	260,721	300,000	△ 39,279	切手，電話料金
告 告 費	157,180	150,000	7,180	事務局長手当，出張，通勤手当，交通費
手 数 料	314,800	405,000	△ 90,200	契約広告料の3割 土地改良新聞社に支払
手 数 料	229,970	200,000	29,970	会費の5%引(手数料) 20名以上の場合
手 数 料	42,870	50,000	△ 7,130	貯金局支払
手 数 料	219,200	160,000	59,200	部屋代及光熱費
手 数 料	18,800	25,000	△ 6,200	事務用品
手 数 料	10,900	50,000	△ 39,100	
手 数 料	1,410,800	1,336,800	74,000	職員2名分 給料
手 数 料	592,070	534,720	57,350	職員名2分 賞与
手 数 料	176,559	111,400	65,159	職員2名 1ヶ月分
手 数 料	80,004	68,082	11,922	事業主負担分
手 数 料	121,000	124,800	△ 3,800	
手 数 料	—	—	—	
手 数 料	—	—	—	
手 数 料	121,000	124,800	△ 3,800	8号の広告手数料
手 数 料	—	—	—	
手 数 料	—	870,069	△ 870,069	
手 数 料	1,246,309	—	1,246,309	
合 計	10,892,484	11,381,871	△ 489,387	

48年度収支予算

収入の部

科 目	48年度予算額	47年度予算額	増 減(△)	摘 要
会 費	10,670,000	7,620,000	3,050,000	
通 常 会 費	9,600,000	6,560,000	3,040,000	1人1,200円 8,000人
賛 助 会 費	1,070,000	1,060,000	10,000	107口 1口10,000円
広 告 料	1,200,000	1,350,000	△ 150,000	1回 400,000×3回
雑 収 入	10,000	10,000	0	銀行利息
47年 度 収 入	418,400	451,980	△ 33,580	
通 常 会 費	100,000	15,980	84,020	未収入 47年度分
賛 助 会 費	30,000	20,000	10,000	2社 3口分
広 告 料	288,400	416,000	127,600	12号分 47年度分
前 年 度 繰 越 金	1,246,309	1,949,891	△ 703,582	
合 計	13,544,709	11,381,871	2,162,838	

支出の部

科 目	48年度予算額	47年度予算額	増 減(△)	摘 要
会 費 発 行 費	7,256,000	6,116,000	1,140,000	
印 刷 費	4,800,000	4,160,000	640,000	15,000円/頁×80(頁)×4回
原 稿 集 費	704,000	704,000	0	2,200円/頁×80(頁)×4回
編 集 費	132,000	132,000	0	2,200円/頁×15篇×4回
運 賃 送 料	1,620,000	1,120,000	500,000	900,000円×1.8=1,620,000円
業 務 費	580,000	580,000	0	
研 究 会 費	100,000	100,000	0	
座 談 会 講 演 賞 会 料	400,000	400,000	0	
資 料 費	80,000	80,000	0	図書購入 フィルムライブラリー
事 務 費	300,000	250,000	50,000	理事会, 幹事会, 編集会議
備 品 費	1,795,000	1,390,000	405,000	
通 信 費	50,000	50,000	0	
旅 行 費	400,000	300,000	100,000	切手代 電話料
通 数 元 敷 費	250,000	150,000	100,000	
広 告 費	360,000	405,000	△ 45,000	契約金の3割土地改良新聞社支払
事 務 費	250,000	200,000	50,000	会員20名以上5%引のため(手数料)
消 耗 品 費	60,000	50,000	10,000	貯金局支払
給 料 費	350,000	160,000	190,000	部屋代 光熱費
諸 手 当 料	25,000	25,000	0	事務用品
退 職 積 立 金 料	50,000	50,000	0	
保 険 支 出 費	1,508,440	1,336,800	171,640	職員2名給料
過 年 度 支 出 費	787,761	534,720	253,041	職員2名賞与, 通勤手当, 時間外手当
印 刷 費	134,710	111,400	23,310	職員2名 1ヶ月分
原 稿 集 費	90,000	68,082	21,918	事業主負担分
編 集 費	86,520	124,800	△ 38,280	
運 賃 送 料	—	—	—	
雑 収 入	—	—	—	
予 備 費	86,520	124,800	38,280	12号広告手数料(47年度分)
予 備 費	1,006,278	870,069	136,209	
合 計	13,544,709	11,381,871	2,162,838	

会費改訂のお知らせ

会員各位殿

農業土木技術研究会

会誌「水と土」は本会の主要事業として編集委員諸氏の努力と会員各位の御協力によりまして、内容も益々充実してまいりました。本研究会は昭和45年に発足以来会費を年間800円に据置いて運営してまいりまし

たが、この3年間の物価昂騰により、現会費では、本会の運営は甚だ困難になりました。そこでやむをえず、48年度より、会費1,200円に改訂させていただくことに、過日の理事会で決定いたしましたので、大変おそれの御報告になりましたが、何卒よろしく願い申し上げます。

農業土木技術研究会役員

会 長	山本 純	構造改善局建設部長
副 会 長	緒形 博之	東京大学教授
理 事	井上 弘	茨城県農地部長
"	岡部 三郎	構造改善局設計課長
"	小川 孝	鹿島建設株式会社技師長
"	木村 幸雄	構造改善局整備課長
"	高嶺 進	三祐コンサルタンツ取締役
"	長 高連	構造改善局技術課長
"	茶谷 仁	農業土木試験場土地改良部長
"	永田 正董	土地改良建設協会専務理事
"	内藤 正	大豊建設株式会社常務取締役
"	中島 哲生	構造改善局水利課首席農業土木 専門官
"	馬場 博	関東農政局建設部長
"	藤塚 太郎	農業土木事業協会専務理事
"	宮城 好弘	水資源開発公団第二工務部長
監 事	泉 敏郎	関東農政局設計課長
"	岡本 勇	日本農業土木コンサルタンツ理 事
常任顧問	杉田 栄司	構造改善局次長
"	住吉 勇三	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	井元 光一	水資源開発公団理事
"	小川 泰恵	八郎瀧新農村建設事業団理事
"	梶木 又三	参議院議員
"	金子 良	日本大学教授
"	小林 国司	参議院議員
"	作間 虔二	日本農業土木コンサルタンツ理 事長
"	桜井 志郎	
"	佐々木四郎	水資源開発公団理事
"	重政 庸徳	
"	清野 保	愛知工業大学顧問
"	高月 豊一	京都大学名誉教授
"	田町 正誉	九州大学名誉教授
"	田村徳一郎	明治大学教授
"	中川 一郎	衆議院議員
"	野知 浩之	
"	福田 仁志	東京大学名誉教授
"	山崎平八郎	衆議院議員
参 与	須恵 務	東北農政局設計課長
"	武田 清	北陸農政局設計課長
"	中川 稔	東海農政局設計課長
"	金津 昭二	近畿農政局設計課長
"	伊藤 久弥	中国農政局設計課長
"	高田 徳博	九州農政局設計課長

参 与	吉富 和男	北海道開発局土地改良課長
"	菅野 直之	北海道農業水利課長
"	山瀬 俊一	青森県土地改良第一課長
"	清水 孝純	岩手県耕地建設課長
"	国広 安彦	宮城県耕地課長
"	藤平 孝平	秋田県農業水利課長
"	末松 雄祐	山形県耕地第一課長
"	佐藤 英明	福島県農地建設課長
"	松村 進	茨城県農地建設課長
"	高橋 秀男	栃木県土地改良第一課長
"	佐藤 茂	群馬県耕地開発課長
"	雨宮 堯郎	埼玉県農業水利課長
"	宮地 寛	千葉県耕地第一課長
"	仲田 真己	東京都農地課長
"	飯塚 晴信	神奈川県農地整備課長
"	葉袋 茂雄	山梨県耕地課長
"	下村 達男	長野県耕地第一課長
"	山崎弘二郎	静岡県農産企画課長
"	須藤良太郎	新潟県農地建設課長
"	鍋田 実	富山県耕地課長
"	嘉藤章太郎	石川県耕地建設課長
"	吉川 汎	福井県耕地課長
"	木村 英夫	岐阜県農地計画課長
"	勝又 譲	愛知県耕地課長
"	鈴木 頌	三重県耕地課長
"	北村 良碩	滋賀県耕地建設課長
"	片山 啓二	京都府耕地課長
"	吉岡 孝信	大阪府耕地課長
"	谷岡 恒男	兵庫県農地課長
"	窪田 博	奈良県耕地課長
"	小川 力也	和歌山県耕地課長
"	坂根 勇	鳥取県耕地課長
"	村田 稔尚	島根県耕地課長
"	村上 澄雄	岡山県耕地課長
"	市原 正義	広島県耕地課長
"	中村 源三	山口県耕地課長
"	平井 公雄	徳島県耕地課長
"	杉平 鉄雄	香川県土地改良課長
"	桧垣潤一郎	愛媛県耕地課長
"	戸梶 敏彦	高知県耕地課長
"	印藤 勝文	福岡県農地整備課長
"	天ヶ瀬理弥	佐賀県土地改良第一課長
"	宮本 安一	長崎県耕地課長
"	山中 寅吉	熊本県耕地第一課長
"	瀬尾 悟	宮崎県耕地課長
"	森田 克美	大分県耕地課長
"	百元 和夫	鹿児島県農地整備課長
幹 事	遠藤 紀寛	経済企画庁総合開発局開発調整

課主査	
幹事	貝通九 明 構造改善局建設部開発課係長
"	柴田己千夫 構造改善局水利課課長補佐
"	城野 忠雄 " 開発課課長補佐
"	白滝 山二 東京農工大学助教授
"	中島 均 関東農政局建設部設計課設計官
"	那須 丈士 水資源開発公団計画部計画課
"	原田 一夫 構造改善局計画部技術課係長
"	湯浅 満之 構造改善局技術課課長補佐
"	吉田 良和 企画調整室課長補佐
"	脇阪 統三 構造改善局建設部水利課係長
常任幹事	伊藤祿太郎 全国農業土木技術連盟事務局長
"	八木 直樹 構造改善局設計課課長補佐
"	内藤 克美 構造改善局建設部水利課課長補佐
"	中西 一継 構造改善局設計課農業土木専門官
編集委員長	中島 哲生 構造改善局水利課首席農業土木専門官
編集委員	幹事及常任幹事

賛助会員

(五十音順)

東京	㈱ 荏原製作所	3口
"	㈱ 大林組	"
"	鹿島建設株式会社	"
"	㈱ 熊谷組	"
"	久保田鉄工株式会社	"
"	佐藤工業株式会社	"
愛知	㈱三祐コンサルタンツインターナショナル	"
東京	大成建設株式会社	"
"	㈱電業社機械製作所	"
大阪	㈱西島製作所	"
東京	西松建設株式会社	"
"	(財)日本農業土木コンサルタンツ	"
"	㈱ 間組	"
"	㈱ 日立製作所	"
"	㈱ 青木建設	2口
"	株木建設株式会社	"
大阪	㈱ 奥村組	"
東京	勝村建設株式会社	"
大阪	㈱栗本鉄工所	"
東京	三幸建設株式会社	"
"	住友建設株式会社	"
"	大豊建設株式会社	"
"	前田建設工業株式会社	"
山形	前田製管株式会社	1口
東京	旭コンクリート工業株式会社	"
大分	梅林建設株式会社	"

東京	技研興業株式会社	1口
東京	久保田建設株式会社	"
"	五洋建設株式会社	"
大分	㈱ 後藤組	"
"	㈱ 佐藤組	"
東京	豊水産業株式会社	"
愛知	塩谷組	"
東京	世紀建設株式会社	"
青森	田中建設株式会社	"
東京	㈱ 武井工業所	"
"	㈱ 田原製作所	"
香川	大成建設㈱高松支店	"
大分	高山総合工業株式会社	"
東京	中央開発株式会社	"
岡山	中国土木株式会社	"
香川	㈱チェリーコンサルタンツ	"
東京	帝国ヒューム管株式会社	"
"	東急建設株式会社	"
秋田	東邦技術株式会社	"
東京	東京索道株式会社	"
"	(有)東洋測量設計	"
"	㈱土木測器センター	"
茨城	中川ヒューム管工業株式会社	"
東京	日本舗道株式会社	"
"	日本海上工事株式会社	"
"	日本国土開発株式会社	"
"	日本プレスコンクリート工業株式会社	"
"	日本エタニットパイプ株式会社	"
"	日曹マスタービルダーズ株式会社	"
"	日兼特殊工業株式会社	"
"	パシフィックコンサルタンツ株式会社	"
"	羽田コンクリート工業株式会社	"
福岡	藤増総合化学研究所	"
東京	㈱ 圓井製作所	"
"	㈱ 丸島水門製作所	"
石川	真柄建設株式会社	"
東京	水資源開発公団	"
京都	山品建設株式会社	"
愛知	若鈴コンサルタンツ株式会社	"
東京	I N A新土木研究所	"
福岡	新日本コンクリート株式会社	"
茨城	日本電信電話公社茨城県電気通信研究所	"
東京	日本技術開発株式会社	"

69社 106口

農業土木技術研究会会員数

48. 5末現在

地方名	通 常 会 員					賛助会員		地方名	通 常 会 員					賛助会員				
	県	農林省	学校	その他	合計	会社数	口数		県	農林省	学校	その他	合計	会社数	口数			
北海道	411	359	5	88	863	—	—	近畿	滋賀	76	37	—	2	115	—	—		
東	青森	187	43	1	0	231	1		1	京都	55	58	6	32	151	1	1	
	岩手	112	36	2	2	152	—		—	大阪	52	19	6	49	126	3	8	
	宮城	123	87	7	16	233	—		—	兵庫	96	33	3	4	136	—	—	
	秋田	205	73	0	20	298	1		1	奈良	64	29	—	2	95	—	—	
	山形	154	35	1	5	195	1		1	和歌山	65	28	—	1	94	—	—	
北	福島	161	52	0	1	214	—		—	小計	408	204	15	90	717	4	9	
小計	942	326	11	44	1,323	3	3		中国・四国	鳥取	68	10	2	—	80	—	—	
関	茨城	125	46	—	6	177	2			2	島根	38	20	8	1	67	—	—
	栃木	79	30	5	7	121	1			1	岡山	64	101	4	4	173	—	—
	群馬	79	21	—	—	100	—	—		広島	31	—	—	—	31	—	—	
	埼玉	71	19	—	13	103	—	—		山口	59	—	—	—	59	—	—	
	千葉	105	56	—	4	165	—	—		徳島	36	28	—	—	64	—	—	
	東京	1	227	15	260	503	47	78		香川	59	81	4	4	148	2	2	
	神奈川	54	35	—	21	110	—	—		愛媛	37	9	4	6	56	—	—	
	山梨	3	17	—	1	21	—	—		高知	23	2	1	1	27	—	—	
長野	141	17	4	2	164	—	—	小計		415	251	23	16	705	2	2		
東	静岡	170	35	—	1	206	—	—	九州	福岡	103	49	13	35	200	2	2	
北	新潟	323	128	2	12	465	—	—		佐賀	110	29	3	4	146	—	—	
	富山	157	13	1	3	174	—	—		長崎	22	7	—	1	30	—	—	
	石川	101	106	—	4	211	1	1		熊本	146	93	—	5	244	—	—	
	福井	130	11	—	—	141	—	—		大分	187	26	—	—	213	4	4	
	小計	711	258	3	19	991	1	1		宮崎	89	11	1	—	101	—	—	
陸	岐阜	82	29	5	6	122	—	—	鹿児島	118	23	1	—	142	—	—		
	愛知	92	170	1	98	361	3	3	沖縄	4	1	2	1	8	—	—		
東	三重	51	56	1	1	109	—	—	小計	779	239	20	46	1,084	6	6		
小計	225	255	7	105	592	3	3	内地計	4,719	2,395	108	723	7,945					
海道								外国	25	—	—	—	25					
小計	225	255	7	105	592	3	3	合計	4,774	2,395	108	723	7,970	69	106			

編集後記

工業の急激な発展にともない第2次、第3次産業の就業人口は著しく増大し、これらの大半は都市周辺に集中している。一方下水道は市街地のスプロール化ともあいまって普及率は極めて低い現状である。このため都市周辺の農業用水路は生活污水や工場排水によって水質の汚濁が急速に進み全体の70%を越えるともいわれている。また重金属等による土壌汚染も大きな問題として浮び上がっている。これら農業をとりまく公害の実態を認識するとともに、当面増大するであろう公害対策事業や本年度から新しく発足する農村総合整備モデル事業等の調

査、計画にあたってこの特集が手近かな参考資料として利用されることを期待します。

本号のグラビアは水質汚濁の実態を適確に表現するためカラーを使用しました。創刊号から12回にわたって使用してきた表紙のデザインを今回から新しくしました。これを機に会誌の内容の充実と、マンネリ化しないよう心がけておりますので、会員諸兄からも積極的なご意見やきいたのないご批判を編集委員会によせられるようお願いいたします。

(中西)

水と土 第13号

昭和48年6月20日発行

発行所 東京都港区新橋5-34-4
 農業土木会館内
 印刷所 東京都新宿区下落合2-4-12

農業土木技術研究会
 TEL (436) 1960 振替口座 東京 2891
 一世印刷株式会社
 TEL (953) 4461 (代表)