

上・下水道

石橋多聞*
柏谷衛**

1. 上水道

(1) はしがき

上水道は飲料に適する水を常時供給する施設であるから、供給する水が飲料に適する状態にあるかどうかを確認する手段が必要であるし、一方において水道の大部分は表流水を原水としているから、その浄化の各施設の機能を調べるためにも、水の性質とその変化を常に把握している必要がある。

このような水の素質を調べる測定を水質検査と呼んでいるが、物理、化学、生物学、細菌学の各学問分野における各種の手法が取り入れられていて、水質検査だけの一つの学問体形ができていくらいである。

水道は、また一面において水を販売するという経営面をもっているため、水量を測定してこれにより水道料金を徴収するし、水道全体としても水量管理が必要であるから、各種の水量測定装置をも使用している。

(2) 水質検査

水道で水質検査が行なわれた起源は、ロンドンの水道で1885年にP.F. Franklandによって細菌の日常試験が開始されたときとされている。この細菌試験により、始めて砂濾過による病原菌の除去が確認されたのである。

現在、水道の水質基準は国により若干異なっていて、緩急の差があるが、わが国の基準は厳格な部類に入っている。

わが国では水質基準は、水道法に基づく厚生省令第23号の「水質基準に関する省令」にて定められていて、同省令には基準と検査方法が詳細に述べられている。

いまここでは、その主なる項目についてのみ、測定の意義を中心として述べたい。

a) 濁度

* 正会員 工博 東京大学教授 工学部都市工学科

** 正会員 建設省土木研究所下水道研究室長

水の濁りの程度を示すもので、白陶土1mgを蒸留水1l中に含む場合の濁りを1度（または1ppm）としている。

水の濁りは、土砂などの混入、溶存物質の化学変化によるが、特に粘土質土壌による濁りの場合が一般的であるから、試験も濁度の標準を粘土においている。

わが国の河川水は年間の約80~90%が濁度10度以下のもので、濁度としては恵まれた原水である。しかし、いったん洪水になると1000度以上になることが珍しくない。濁度の変化が急激で、高濁度の持続時間が比較的短時間であるのが特徴である。

測定は前記の標準液との比色によっているが、この他に光电濁度計といって、濁質による透過光や散乱光の変化で電氣的に測定する方法も一般に用いられている。

飲料水の基準としては2度である（アメリカでは5度）。

b) 色度

水の色程度の程度を示すもので、白金1mgを含む色度標準液を蒸留水1lに溶かした場合に呈する色相を1度としている。天然の水が着色する最大の原因は腐植質であるフミン酸などによる。フミン酸は黄褐色であるから、標準液もこれに似た色の液を用いている。

色度の測定は、濾紙により濁質を除いてから行なわないと濁度による誤差を生ずる。色度の基準は5度以下となっている（アメリカでは15度）。

c) 臭味

水の臭気は汚水の混入、プランクトンの繁殖（貯水池の場合）、地質、塩素処理などに起因する。味は地質によったり、海水の混入によったり、プランクトンの繁殖、下水、工場廃水の混入によったりすることが多い。地下水の場合は硫化水素、鉄などを含んでいることが多い。

臭味は個人の主観により差があるので、標準の試験法としては定められていない。臭味を感じなくなるまでの希釈倍率で表わす方法がとられていることもある。

d) pH値

水の水素イオン濃度を示すもので、アルカリ性か酸性かの度合を数値で示すものである。測定法としては、指示薬の変色を利用した指示薬法と、ガラス電極法による測定装置とがある。

水のpHは、同じ水源については大体変動がないのが普通であるが、異なった水が混入すると鋭敏に変動するから、汚染の検知の簡単な方法でもある。

また水処理の上において、凝集はpHと密接な関係があるためこの測定が必要となる。

e) アルカリ度

水中にいろいろな形で含まれているアルカリ分を炭酸カルシウムに換算して、1l中のmg量すなわちppm

で示したものである。水処理の際の凝集にアルカリ度は大きく関係するし、アルカリ度が低いと鉄管の腐食を起こす。

自然水のアルカリ度は、主として石灰岩のような鉱物を溶かしているために生ずるものである。

測定法としてはメチルオレンジ指示薬や、フェノールフタレイン指示薬を用いて滴定によって測定する。

f) アンモニア、亜硝酸、硝酸

いずれも、窒素化合物で汚染の程度を知る有力示標となっている。動物の廃棄物はたん白質を含んでいるが、これが分解するとまず最初にアンモニアができる。つぎに酸化されて亜硝酸、硝酸と順をふんで安定化される。

したがって、これらの物質の存在量を測定すれば、窒素化合物の安定化の過程を知ることができる。

g) 塩素イオン

下水、工場廃水、し尿の混入により塩素イオンは増加するから、汚染の示標として重視されている。塩素イオンはまた海水の混入によってもいちじるしく増加する。塩素イオンは分解することがないから、汚水などが混入した際の希釈度を知るのに役立つから、この意味での測定メディアとして重要である。

指示薬を用いて滴定によって測定する。

h) 過マンガン酸カリウム消費量

水道の場合は比較的清浄な水を対象としているのでシュール酸法という測定法を用いている。

i) 残留塩素

主として塩素で水を消毒した場合、水中に残存する遊離塩素のことである。消毒が完全に行なわれているかどうかの確認に役立つ。

j) 硬 度

水中のカルシウム、マグネシウムの量をこれに対応する炭酸カルシウムの ppm で換算したものである。

硬度は石けんの泡立ちが良くなるかどうかに関係するほか、ボイラー用水としては、硬度が高いとかん石ができるから嫌われる。

わが国の水の最大の特徴は、諸外国に比して硬度が低いことである。

k) 鉄、マンガン

鉄、マンガンは微量なら衛生的に問題はないが、鉄は水を赤褐色にするし、マンガンは水を黒褐色にするので洗濯物に着色する害を生ずる。工業用に用いられるときも微量でも害を生ずるため嫌われる。

l) 一般細菌数

特別に害のない細菌であるが、これが多いことは水質全般が悪いことを意味しているために、水の総合判定のため試験される。

水道水の中にも 1 cc 中に 100 個までは許容されてい

る。

m) 大腸菌群

高等動物の大腸内に生育する菌で、この菌の存在はし尿による汚染を意味しているので重要な項目として扱われている。この菌は一般細菌よりは抵抗力が弱く、病原菌よりは強い性質があるため、この菌が存在しない水中には病原菌はもはや生存しえないことを示している。病原菌の検出は困難であるが、大腸菌群の検出とその濃度の測定は容易であるので、非常に重要な示標として重用されている。

(3) 水量の測定

水道で総体の水量測定は、給水総量の確認と給水の時間的変動を知ることが必要であるため、通常は積算式の自記式水量計が用いられている。

設置の場所は通常は配水池から出る配水本管や、ポンプ直送式の場合のポンプからの配水本管に取り付けられている。形式は従来からベンチュリー管の差圧利用による流速測定から流量を求める方式が用いられている。

最近では、この他に電磁流量計といって電気的に絶縁されたパイプの部分に取り付けた電磁コイルの磁場内を水が流過するようにしたものが用いられている。これは、流速の変化によるフラックスの変化で流量測定を行なうものである。また超音波流量計というのも出現しており、従来の鉄管に取り付け可能であることから注目されている。

しかしこれらのメーターもときに検定を行なう必要があり、簡単な方法としては配水池の流入を止めて水位測定を一定時間ごとに行なって、配水池の容量は厳密に計算できるから、この水量とメーターの指示とを比較してチェックすることができる。

浄水場に到達する原水を測定したり、ポンプ場から配水池に送られてくる水量を測定するには、長方形ぜきや三角ノッチが一般に広く用いられている。

緩速汚過池の汚過速度の測定、つまり流量測定には、同様なせきを用いたり、ベンチュリー管を用いたり、オリフィスを用いたりしている。

急速汚過池の場合にはもっぱらベンチュリー管が用いられている。

水道の需要家に対する計量としては、水道メーターが用いられている。大水量のものにはウォルトマン形メーターが用いられるが、一般には翼車形メーターが用いられる。翼車形は翼車の回転数で水量を表わす推量式であるために精度が悪く、また数年の使用で精度が大幅に悪化する欠点があるが、安価なのでわが国の水量メーターのほとんど全部を占めている。

特に精密に水量を測定する必要があるときは、ロータ

リーピストン形とかディスク形を用いるとよい。これらは、わが国では翼車形のテスト用に主として用いられている。

配水管網におけるろう水調査のための配水管の区間流量の測定にはデーコンメーターが用いられるが、わが国ではまだ普及していない。

2. 下水道

(1) 下水道のあらまし

下水道は、市街地内の家庭污水、工業排水などを排除し、処理したうえ河川などの公共用水域に放流させるための施設であり、さらに市街地内の雨水の排除、低地における浸水防除のための施設でもある。このように下水道は上水道とともに生活環境整備のうえで、また公衆衛生上非常に重要な施設である。しかしながら、わが国における下水道の普及率は欧米諸国のそれに比べて極端に低率である。すなわち、昭和41年度末における下水道の排水面積普及率は19.9%（総市街地面積5025km²につき）、排水人口別普及率は31%（総市街地居住人口4900万人につき）、処理人口別普及率は20.8%（総市街地居住人口4900万人につき）に過ぎない。これに対して、イギリス、オランダ、ドイツ、アメリカ、スウェーデンなどの諸国では総人口当りの普及率で60%以上を示し、特にイギリスでは90%、オランダでは80%を越える普及率を示している。このようにわが国において下水道の普及が遅れたのは、各都市において多額の資金を必要とする下水道建設のための財源がなかったこと、環境衛生に対する関心が薄かったこと、し尿が肥料としての価値を認められており、汲み取り便所から脱し切れなかった習慣に災いされたものといわれている。しかしながら、わが国においても下水道建設の歴史は非常に古く、東京、大阪、仙台、名古屋、広島各市では明治年間から計画が立案されて管きよ築造工事が開始され、さらに大正末期から昭和の始めにかけては、散水戸床法、活性汚泥法の処理場が建設され運転に入っている^{1),2),3)}。このように一部では古い歴史をもつ下水道がわが国全体に普及が遅れたのは、前記の理由のほかにはわが国が直面したたび重なる戦争によるものであることは明白である。

第2次世界大戦後の十余年間は、荒れ果てた国土の復興、経済の再建、衣食住の対策に追われて、一部の都市を除いては下水道工事を着手するまでには至らなかった。

しかしながら、化学肥料の発達と経済の全般的な好転によって、し尿を肥料として使用する傾向が減じ、し尿は応急的に海洋に投棄されたり、し尿消化槽を建設して

処分しなければならなくなった。この場合、し尿は汲み取り運搬されることになるが、その汚臭と不衛生は次第に住民から嫌われるようになり、汲み取り便所を水洗化したいという要望は非常に強くなってきた。また、局地的な豪雨が各所で起こり、これによって市街地を流れる中小河川がはんらんしたり、雨水そのものによって低地にある家屋が浸水し、多くの被害を与えるにおよんで、浸水対策としての下水道の建設も望まれるようになった。さらに、最近における大中都市への人口の集中と各種工業の急速なる発展は、一方において多量の家庭下水と工業廃水を生じ、これによって河川など公共用水域の水質が次第に汚濁されるようになり、農業、漁業などの第1次産業にいちじるしい被害を与えるようになった。また大都市内を貫流する河川の汚濁は極度に進行し、住民からレクリエーションの場を奪い、さらに住民の健康をおびやかすようになった。

このような住民による局地的な生活環境整備、および公衆衛生のための下水道に対する要望のほか、都市およびその周辺地区からの污水、雨水を排除して処理したうえ河川等に放流するという使命をもつ下水道は、大局的にも公共用水域の水質汚濁防止のための最も有効な、しかも経済的な対策として、両者は表裏一体の関係を有するようになり、さらにすすんで下水道が水資源の開発とその保全のための最も有力な手段として、取り扱われるようになってきた。このような観点から、大都市およびその周辺の河川は下水道工事の進捗の状況を加味して、その水質基準の適用が考慮され、また水資源として重要な河川の水質をその流域内から排出される家庭污水、工業排水などによる汚染から守る決め手としての下水道の効用が広く認識されるようになった。そして下水道は河川など公共用水域の水質汚濁防止のため、さらに水資源の質的保全をも目的として各地に建設されることになった。

(2) 下水管きよの設計および維持管理のための測定

a) 工業排水の測定

都市内に存在する工場からの排水は下水管きよに収容され、家庭下水などとともに下水処理場で処理されることになるが、いちじるしく下水道施設の機能を妨げ、損傷する恐れのある工場排水や多量の有毒物質を含有する工場排水のためには、その水質的な障害を除去するために必要な施設、すなわち除害施設を設置させ得ることが定められている⁴⁾。下水道側からみた工場排水の測定は、この除害施設の設定の可否を決め、除害施設の設計のため、さらにその維持管理の良、不良を判定する重要なものである。

工場排水には、連続的に排出されるものと間欠的に排

出されるものがある。連続的に排出されるものでも、時間によって排水量、排水の水質、その濃度などが異なることが多いので、通常は工場操業時間内の1時間ごとの水量、水質を測定して、この測定結果から判断する。間欠的に排出される場合でも排水量、排水水質の時間変動について、十分な知識が得られるような調査を行なわなければならない。排水量の測定は、現場の状況に適した方法で行なって差し支えない。水質については除害施設の設置に関する条例の基準として、温度、水素イオン濃度、生物化学的酸素要求量、浮遊物質量、油脂含有量、沃素消費量、フェノール含有量、シアン含有量、クロム含有量についてその数値が定められている⁹⁾。この水質の検定方法も、省令で定められている⁹⁾。上記の項目のほか最近の調査による重金属の多量なる含有は、下水処理または下水汚泥の処分のうえで障害を与えることが見出しされているので、必要に応じて、ニッケル、亜鉛、銅などの重金属類の含有量の測定を行なうことが望ましい⁷⁾。

b) 流出係数、流達時間を算出するための測定

流出係数、流達時間の算出は、工種別排水面積、降雨量、雨水流出量の測定結果を用いて行なわれる。

工種別排水面積は、余り細分化すると、その調査が複雑になるので、つぎのような4区分程度とするのが適当である。

- 1) 建物(屋根)、コンクリートおよびアスファルト(高級舗装、道路、駐車場など)
- 2) 簡易舗装道路
- 3) 未舗装道路、間地、鉄道構内、運動場など
- 4) 公園、芝生、庭園、畑地など

工種別排水面積を求めるために航空写真を利用する方法が一部で試みられているが⁹⁾、実用化されるまでにはまだ問題があるようで、現段階ではまだ人力によって調査する以外に方法はない。

降雨量の測定は、降雨と流出との時差が短いうえ、降雨開始直後の流出量との関係を把握する必要があるもので、なるべく短時間の降雨量が読みとれる雨量計の設置が望ましい。大体の基準としては、排水面積500~1000 haでは10分間、100 ha前後では2~3分間の降雨量が測定できるのがよい。

雨水流出量を測定できる要件を満足するのは、つぎのような地点である。

- 1) 上流に雨水吐、滞水池、遊水池など、最大降雨流出量を減ずる効果を持つ構造物が存在しないこと。
- 2) 横流入の水量が水路流量に比してきわめて少ない直線水路で、少なくとも50 m以上の直線、定こう配区間で、しかも1%より急こう配であること。

と。

- 3) Back Waterのかからない地点であること。下流で相当広い排水区からの下水管きょと合流している場合には、その合流点より少なくとも100 m程度離れていること。

雨水流出量はマンホール(観測用に特別に設計されたもの)から下水管内の水位を測定し、別途作成した水位流量曲線から求める。下水管内の水位観測は2点で測定することが望ましいが、上記の要件を完全に満足するならば1点での測定でもよい。水位の測定間隔は排水面積と関係があり、大体の基準としては、排水面積500~1000 haでは5~10分、100 ha前後では2~3分が適当である。下水管内の水位測定の自動化は一部で試みられているが⁹⁾、¹⁰⁾まだ確実に作動するものではなく、通常はスケールテープ、電流計、電池などを組合せた電気式水面測定器を用いて人力で行なわれる。この場合測定器に取り付ける重錘の重量は、1 kg以上とすることが望ましい。水位流量曲線は、水位および流速の実測データより作成する。水位の測定は前記に準じて行ない、流速の測定は水深の50%程度の長さの浮子を用いて行なうのが適当である。

- e) 雨天時に放流される汚濁負荷量算定のための測定
合流式下水道の雨水吐から排出される雨天時下水の降雨初期における汚濁量はかなり高いものであり、水質汚濁防止の見地から好ましくからざる影響を与えている。汚濁負荷量は、雨天時下水水量および同水質の測定結果から求められる。雨天時下水量は前記b)で述べた方法に順じて測定される。雨天時下水水質についてはBOD、浮遊物、大腸菌群数、揮発性浮遊物などについての測定を行なう。

この測定のための採水は、降雨初期の増水期では水質変動がいちじるしいので、3~5分間隔で行なう必要がある。降雨初期における雨天時下水水質がいちじるしく悪化するのは、晴天時にたい積した汚濁物質が降雨初期の短時間に排出されるためであり¹¹⁾、下水管内の汚泥たい積状況を十分に把握しておくことが望ましい。雨天時下水に関する調査は、アメリカでかなり行なわれているが¹²⁾、¹³⁾、わが国でも最近調査が行なわれはじめた¹⁴⁾。

(3) 下水処理場における測定

a) 下水処理場内の計測器とpH自動制御

下水処理場の運転管理を行なうために、必要に応じて流量計、水位計、圧力計、容量計、電流計、電圧計、周波数計、力率計、温度計などが設置され、その指示および記録計で運転制御室内に置かれている。これらの計測器の維持管理上最も重要なことは、その精度がどの程度であり、また所定の精度が保たれているかどうかを調査

することである¹⁵⁾。計測器は定期的に比較、補正のための試験を行ない、さらに不審のあるときは随時調整も含めた試験を行なう必要がある。

上記のうち、特に重要なものに流量の測定がある。下水処理場で計量の対象となるものには、下水量、汚泥量、ガスまたは風量、薬品量などがある。下水量の測定のためによく用いられているのはパーシャル フリューム、電磁流量計、四角ぜきであり、汚泥量の測定では特に電磁流量計を用いるケースが多くなった。エアレーションタンクへの送風量、消化タンクのガス計量のためにはオリフィス管、ベンチュリー管が用いられている。また凝集剤等の薬品添加のための計量用としてローターメーター、電磁流量計が用いられることが多い。下水処理場で計量する液体は多量に固型物を含有しているものが多いので、たえず所定の精度を得るためには十分なる管理が必要である。

下水処理場における計測のうち水位測定も重要なものの一つである。下水処理場で用いられている水位測定方式として、フロート式、電極式、気泡式、差圧式、静電容量式などが用いられているが、前記のように下水中には多量の固型物を含有しているため、水位計を下水用として用いる場合には、清掃等の維持管理について十分注意しなければならない。このほか汚泥消化タンク、ボイラー、熱交換器の温度測定のためには抵抗温度計、熱電対温度計、バイメタル温度計、サーミスター温度計が用いられている。

工業排水を多量に含む下水では、pH の監視、pH 調整のために pH メーターが設置される。この目的のために用いられる pH メーターは工業用ガラス電極式のもので、比較電極としてはダブルジャンクション型カロメル電極が用いられる¹⁶⁾。比較電極の液絡部は、下水中の固型物による閉塞やよごれによる影響を排除するため、ガラスフィルタースリーブを用いるのがよい。下水または工業排水の pH 調整を全自動化することは一部において試みられているけれど¹⁷⁾、一般には非常にむずかしい。流入量が比較的少ない場合には、バッチ式で自動化することができるけれども、流入量が多い場合には、上記のような方法を行なうことができない。これは下水または工業排水では流入量の変動が激しいので、自動調整は計量と pH との両面について行なわなければならないためである。現在実用的に行なわれている方法は、下水流入量のみ比例させて薬品注入量を自動化させるものであり、あらかじめ数多くの中和滴定を行なって pH と薬品注入率との関係を求めておき、操作員が pH 指示計をみながら薬品注入率を変化させる半自動操作によるものである。しかしながら、工業排水の下水管きょへの受入れを行なう場合、pH の監視と緊急時対策

用としての pH 調整装置の必要度は増加しているので、下水および工業排水に適した工業用 pH メーターの改良、pH 調整装置の自動化、調整精度の向上などに今後の研究が望まれる。

b) 下水処理場における水質の測定

下水処理場において水質分析を必要とする試料は、生下水、沈殿池流出水、最後沈殿池流出水、放流水、放流口上流の河川水などである。水質試験には、平常試験、中試験、精密試験、臨時試験があり、試験項目、試験回数が定められている¹⁸⁾。このほか、下水道法によって放流水の水質基準およびその試験方法が定められている^{4),5),6)}。下水道法による放流水の水質基準は、放流水の種類を高級処理水（活性汚泥法、標準散水汚床法などによって処理された下水）、中級処理水（高速散水汚床法、モデファイドエアレーション法などによって処理された下水）、沈殿処理水（普通または薬品沈殿法によって処理された下水）、その他の放流水に分けて、その pH、BOD、浮遊物質量、大腸菌群数の水質基準を定めている。

水質分析は、原則として 24 時間中の適当な時間ごとに採取した試料を、そのおのおのの流量比により混合したいわゆる混合試料によって行なわれる。しかし、イギリスなどでは広く市販されて普及している自動採水器も、わが国の場合には一般的に普及するまでには至らないため、通常はその濃度や流量を考慮して平均的時間に採取した単一試料をもって代表的試料としているのが現状である。また前記の下水道法による放流水の水質測定に関しては、下水の水質が最も悪いと推定される時刻に採取することに決められている⁶⁾。また溶存酸素、残留塩素、細菌類、生物類の測定のための試料採取は別途定められているので、これらの測定の詳細は「下水試験方法」を参照されたい¹⁹⁾。

「下水試験方法」は、下水水質の理化学試験、細菌学的試験、生物学的試験の詳細について記述しており、わが国における下水水質測定の指針となっている。このほか「下水試験方法」では活性汚泥、および一般汚泥のための各種の試験方法、下水ガスの定量方法、活性汚泥の呼吸速度、エアレーションタンクの総括酸素移動容量係数、呼吸活性度の測定方法、汚泥の脱水試験方法などについても詳細に記載しているので、これらの試験のためには同書を参考とされたい。

最近の機器分析の進歩にともなって、アメリカの標準試験方法では、正式または暫定的な方法として各種機器分析法を採用し始めている¹⁹⁾。その主なものを上げると、ポーラログラフ法による重金属類および溶存酸素の分析、ガスクロマトグラフ法による下水ガスの分析、メンブレンフィルター法による細菌学的試験などであ

る¹⁹⁾。

研究用の目的のための計器の開発は、イギリス、アメリカ両国を中心に広く行なわれており、その中には広くわが国にも使い始められている、隔膜電極を用いた溶存酸素計がある。この方式にはガルバニ電池を用いるもの、ポーラログラフ電極を用いるものの二種類がともに使用されており²⁰⁾、将来は下水処理場の維持管理のためにも広く採用される日がくると予想される。このほかイギリスでは自動浮遊物質測定装置の開発に努力しており²¹⁾、アメリカでは、比色分析などを用いた各種物質の連続測定法の開発に努力している²²⁾。

c) 下水道の安全管理のための測定

下水道の維持管理のために安全管理者、衛生管理者、防火管理者、電気主任技術者を置き、さらに各機械、装置などを取り扱おう者に対しても、法によってその資格者が定められており、おのおのの管理者および資格者は自己の責任をはたすための各種測定が必要である。一般に安全管理の上で最も必要な測定は危険ガス——すなわち人体に影響を与えてたり、爆発の危険のあるガスの存在とその量を知るための測定である。この危険ガスの種類として、酸素、ガソリン、一酸化炭素、水素、メタン、硫化水素、炭酸ガス、窒素、エタンなどがある¹⁵⁾。

参 考 文 献

- 1) 杉戸 清：下水道学，技報堂，昭和 28 年
- 2) 広瀬孝六郎：下水道学，誠文堂新光社，昭和 32 年
- 2) 寺島重雄：下水道施工法，山海堂，昭和 36 年
- 4) 下水道法：昭和 33 年法律第 75 号
- 5) 下水道法施行令：昭和 34 年政令第 147 号
- 6) 厚生省，建設省令：昭和 37 年 12 月 17 日・省令第 1 号
- 7) U.S. Department of Health, Education, And Welfare: Interaction of Heavy Metals And Biological Sewage

- Treatment Processes, May, 1965
- 8) 合田 健・寺西靖治：市街地雨水排除計画の合理化に関する研究，第 22 回年次学術講演会講演概要，土木学会，昭和 42 年 5 月
 - 9) 末石富太郎・勝矢淳雄：ストレン ゲージを用いた雨水管きょ流量の測定，第 4 回下水道研究発表会講演集，日本下水道協会，昭和 42 年 5 月
 - 10) 建設省土木研究所：昭和 41 年度に実施した調査研究の概要，（印刷中）
 - 11) A.L.H. Gameson and R.N. Davidson: Storm Water Investigations at Northampton, Jour. and Proceeding of the Inst. of Sewage Purification, 1963, Part. 2
 - 12) T.R. Camp: Overflows of Sanitary Sewage from Combined Sewerage Systems, Sew. and Ind. Wastes, Vol. 31, No. 4, 1959
 - 13) H.H. Benjes, P.D. Haney, O.J. Schmidt and R.R. Yarabeck: Storm-Water Overflows from Combined Sewers, Jour. of W.P.C.F., Vol. 33, No. 12, 1961
 - 14) 稲葉紀久雄：雨水吐き室からの放流水の水質について，第 4 回下水道研究発表会講演集，日本下水道協会，昭和 42 年 5 月
 - 15) 日本下水道協会：下水道維持管理指針，昭和 41 年 11 月
 - 16) 岸本長彦・松下 寛：pH測定と自動制動，日刊工業新聞社，昭和 35 年 3 月
 - 17) R.E. Huggett and W.H. Toller: Automatic Continuous Acid Neutralization, Proc. of the 16th Industrial Waste Conference, Engineering Bulletin of Purdue University, 1961
 - 18) 日本下水道協会：下水試験方法，昭和 39 年 8 月
 - 19) APHA, AWWA, WPCF: Standard Method for the Examinations of Water and Wastewater, 12th Edition, 1965
 - 20) 柏谷 衛：水中の溶存酸素の測定について，土木技術資料，Vol. 5, No. 7, 昭和 38 年
 - 21) Ministry of Technology: Water Pollution Research 1960~1964, Her Majesty's Stationary Office, London
 - 22) U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service: Water Quality Measurement and Instrumentation, Proc. of the 1960 Seminar at Cincinnati, Ohio

（本稿をもって講座「測定」終了）

第 22 回年次学術講演会講演概要集ご希望の方へ

去る 5 月 27, 28 日の 2 日間広島大学において開催されました第 22 回年次学術講演会講演概要集の残部がありますので、ご希望の方は代金に送料をそえてお早めにお申込み下さい。

- | | |
|--|-------------------|
| 第 I 部門：応用力学・構造力学・橋梁等 187 編 | 頒価 750 円（〒 150 円） |
| 第 II 部門：水理学・水文学・河川・港湾・海岸・発電水力・衛生工学等 191 編 | 頒価 750 円（〒 150 円） |
| 第 III 部門：土質力学・基礎工学・土木機械・施工等 168 編 | 頒価 700 円（〒 150 円） |
| 第 IV 部門：鉄道・道路・コンクリートおよび鉄筋コンクリート・土木材料・都市計画・空港・測量等 198 編 | 頒価 750 円（〒 150 円） |

申 込 先：東京都新宿区四谷一丁目 土木学会本部

または

広島市上八丁堀 6 番 30 号・建設省中国地方建設局企画室内 土木学会中国四国支部