

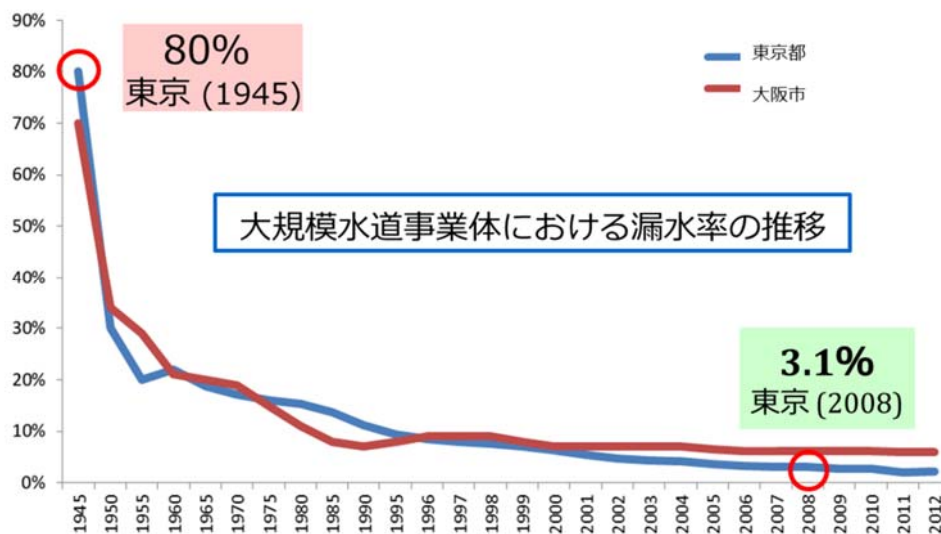
テーマ5. 無収水対策

目次

1. はじめに	T5-1
2. 日本の事業体の無収水の状況.....	T5-4
(1) 日本の事業体の無収水率.....	T5-4
(2) 日本の無収水の原因割合	T5-6
3. 無収水の原因と具体的な対策.....	T5-7
(1) 無収水対策の重要性.....	T5-7
(2) 原因究明と具体的な対策.....	T5-8
4. 日本ではなぜ漏水対策を重視したか?.....	T5-16
(1) メーター計量の早期導入.....	T5-16
(2) 第二次世界大戦後の“漏水率 80%”からの復興	T5-17
(3) 水需要の増加と渇水（水不足）	T5-19
(4) 国の漏水対策推進施策.....	T5-20
5. 我が国の経験から：東京都の事例.....	T5-22
(1) 東京都の漏水対策とステージ.....	T5-22
(2) 漏水の発見と早期補修：計画作業と機動作業	T5-24
(3) 計画作業としての選別測定作業.....	T5-25
(4) 給水管材質の改善.....	T5-28
(5) 管路の計画的更新.....	T5-30
6. 教訓	T5-31

1. はじめに

我が国の多くの都市は、第二次世界大戦後高い漏水率に悩まされていたが、現在は平均4.69%¹と低く抑えられている。首都である東京都は、戦後80%という高い漏水率であったが、総合的かつ計画的な取り組みによって、2008年には漏水率を3%台へと低下させた。



出典：東京都水道局・大阪市水道局資料をもとに作成

図1 東京都および大阪市における漏水率の変遷

本教材は、途上国からの水道分野に係る研修員からよく尋ねられる以下のような質問についての回答を、我が国の水道事業の経験についてまとめたものである。

- (質問1) 日本の終戦直後は80%というような高い漏水率に悩まされていたが、なぜ現在、主要都市では3%というような非常に低い漏水率を達成することができているのか。
- (質問2) 具体的に、どのような無収水対策を行うことで、効果的に無収水を削減できるのか。

¹ 水道技術研究センター「日本の水道事業体の『無収水率』について — 平成25年度水道統計に基づく試算結果 — (その1)」JWRC水道ホットニュース490号(2015年)
<http://www.jwrc-net.or.jp/hotnews/pdf/HotNews490.pdf>

【コラム】「無収水」の定義と「漏水」

配水量分析の項目とその定義は、世界的には国際水協会（International Water Association, IWA）基準によるものを使っている場合が多いが、日本の事業者では独自の項目で配水量分析を行っており、そのデータは日本水道協会による『水道統計』で毎年整理・公表されている。配水量の内訳としては「有効水量、有収水量、無収水量、無効水量」および「漏水量」のデータがまとめられている。この分類からも窺えるように、IWA の配水量分析では事業者の収入につながらない「無収水」の把握を重視している一方、日本の無収水管理の特徴は漏水など有効に利用されていない水を減らすという意味での「無効水量」の管理に重きが置かれたことが違いである。

流入水量	認定給水量	認定請求給水量	請求計量給水量 請求非計量給水量	有収水量
	損失水量	非請求認定給水量	非請求計量給水量 非請求非計量給水量	無収水量
		商業的損失水量	非認定給水量 計量誤差 集計誤差	
	実損失水量	漏水量（送配水） 漏水量（施設） 漏水量（給水管）		

図 2a IWA の定義による配水量分析表

配水量	有効水量	有収水量	料金水量 分水量・臨時水量 その他
	無効水量	無収水量	メーター不感水量 事業用水量 その他
			漏水量 調定減額水量

図 2b 日本の事業者（『水道統計』）で用いられている配水量分析表

講師の方へ：無収水率の定義について

研修員にとっては IWA の配水量管理の定義になじみがあるため、本教材での無収水管理は、IWA の定義に基づいて議論する。また、日本の歴史的経緯の説明では、IWA の定義にはない「無効水」の訳として「Ineffective Water」を用い、無収水 (Non-Revenue Water) と区別している。

この IWA の定義 (区分) によれば、「無収水 (Non-Revenue Water)」= 「Unbilled Authorized Consumption」+ 「Water Loss」であり、おおまかには日本の『水道統計』の「有効無収水量 + 無効水量」に該当する。

日本の事業体の視点でみると、

- 日本の配水量分析の定義では有効無収となるメーター不感水量 (計量誤差) が、IWA の定義では「損失水量 (商業的損失水量)」となる。
- 有効無収となる事業用水量や無償の公共用水量は、非請求計量給水量となり、無収水量に含まれる。

逆に、途上国の研修員等の視点からみると、

- 日本の定義による「無効水量 (Ineffective water)」は主に漏水のことを指しており (この他に調停減額水量、すなわち、家庭内で気が付かなかった漏水を減額請求する場合の損失水量がある)、計量誤差や事業用水量は含まれない。

なお、日本においては、メーター計量化率が 100% であり、メーター精度が管理されていることから不感水量が少なく、盗水も少ない。一方、途上国では盗水や検針誤差も多い。

2. 日本の事業体の無収水の状況

(1) 日本の事業体の無収水率

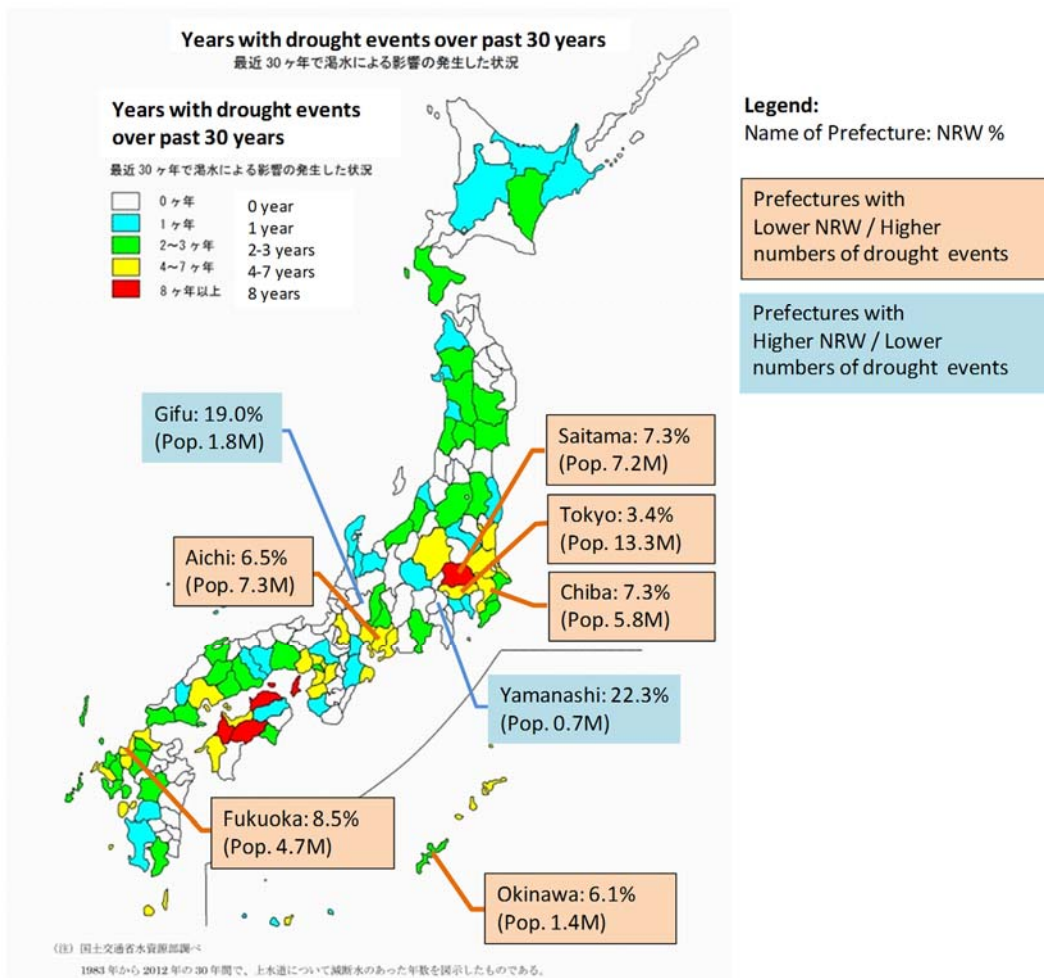
我が国では平均 9.82% (2013 年度 (平成 25 年度)) という低い無収水率を達成しており、東京都は 4%以下である。しかし、全ての事業体で無収水率が低いわけではなく、大都市圏や、水資源が少なくしばしば渇水被害を受けている地域の無収水率が特に低い。

我が国では、東京都 (4%以下)、沖縄県・愛知県・大阪府・福岡県 (いずれも約 9%以下) などで無収水率が特に低い。他方で、簡易水道など人口密度が低く、単位接続当たりの管路延長が長い事業体では、30%を超える事業体も一部には見られる。全国平均では、9.82% となっているが²、山間地に位置し良質な水源が豊富に得られる山梨県では県平均で 20% を超えている。このように、人口密度等の社会的条件や、水源の豊富さ、供給原価等によって無収水率をどの程度の水準まで下げるべきかは違ってきている。

無収水率が低い地域は、①大都市圏：人口が集中し水需要が多く、水資源開発のコストが高い地域 (東京都、愛知県、大阪府など)、②水資源が少なく、しばしば渇水被害を受けている地域 (沖縄県、福岡県など) である。すなわち、経済性の問題や渇水などにより「水資源の貴重さ」を意識せざるを得ない地域においては、無収水を削減するインセンティブが特に働くものと考えられる。

なお、我が国においては有収率ではなく、有効に利用された水量 (利用者に給水された水量、水道事業体の維持管理の都合上消費された水量、公共の用途に無償で提供された水量) の割合を示す有効率が水道事業体のパフォーマンスを測る指標として歴史的に活用されてきており、2004 年 (平成 16 年) の厚生労働省による水道ビジョンでは、有効率の目標を大規模事業体では 98%以上、中小規模事業体では 95%以上としている。これは、漏水率の目標を大規模事業体では 2%、中小規模事業体では 5%としていることにほぼ等しい。

² 水道技術研究センター「日本の水道事業体の『無収水率』について — 平成 25 年度水道統計に基づく試算結果 — (その 1)」JWRC 水道ホットニュース 490 号 (2015 年)
<http://www.jwrc-net.or.jp/hotnews/pdf/HotNews490.pdf>



出典: 日本水道協会『水道統計 平成26年度』(2014年)、国土交通省ウェブサイト(過去30年で渇水による影響の発生した状況)

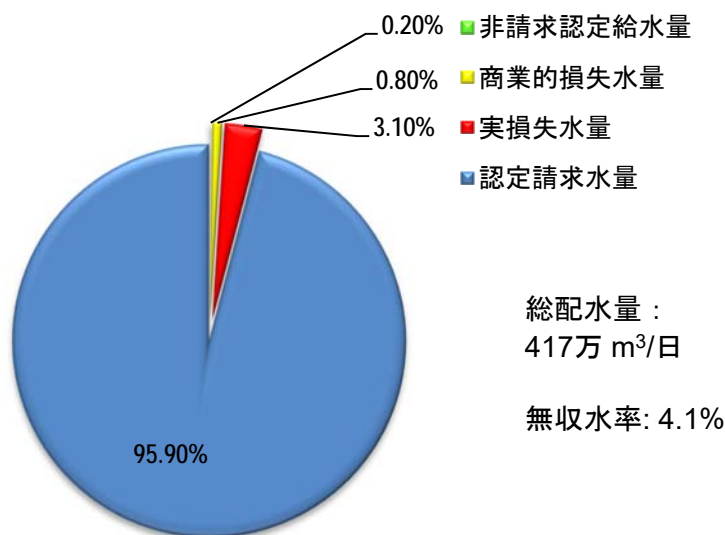
図3 渇水と無収水率の関係(県ごと)

(2) 日本の無収水の原因割合

日本の無収水の原因割合で大きな部分を占めるのは、給配水管での漏水およびメーター不感であり、盗水は少ない。また、我が国では「無効水量」の削減を重要視することから漏水への対策が最も注目されている。

図4は東京都における無収水率と無収水の原因割合を示したグラフであり、無収水の原因として最も多いのは物理的損失（physical loss）あるいは実損失（real loss）と呼ばれる、いわゆる漏水であり、これが8割近くを占めている。その他の原因である商業的損失（commercial loss）³、あるいは見掛け漏水（apparent loss）と呼ばれるメーター不感水量・計量誤差が2割強で、これ以外の原因である非請求認定給水量（unbilled authorized consumption: 無償公共用水、事業用水、減額調停水等）に比べてこの2つが突出していることが分かる。また、見掛け漏水に含まれる盗水はほとんどないため、統計に表れてこない。他の水道事業者でもこの傾向は同様である。

日本では配水量を有効水量と無効水量に区分し、無効水量の削減を重視してきたことから、漏水への対策が最も注目されている。



出典：山崎章三氏資料

図4 東京都水道局の配水量内訳

³ メーター不感水量・計量誤差、盗水、非計量給水量の推定における誤差、データ取得プロセスにおける誤差等が含まれている。

3. 無収水の原因と具体的な対策

(1) 無収水対策の重要性

無収水は水資源の無駄使いや経済的損失となり、水道事業体の経営に大きく関わる問題であり、更には漏水箇所を通じた水質の汚染や、漏水による水圧低下、断水など、水道事業のサービスの根幹に関わる多くの問題につながる。日本は、無収水の原因のうち漏水を特に重視し、国の通知や水道事業体間のネットワークを通じて、対策の重要性について多くの事業体が認識を共有したことで、対策を実行に移すことができた。

無収水は水道料金の請求の対象にならなかった水のことである。請求ができないことは収入が減少するということなので、水道事業体にとっての経済的な損失を意味する。また、単純に経済的な損失であるというだけでなく、水道サービスの根幹に関わる様々な側面での問題につながる。たとえば、故障したメーターや盗水等を放置することは水道サービスの提供と対価の支払いという水道事業体と顧客の関係の基本を崩すことになり、顧客の水道事業体に対する不信感を助長する。さらに、メーターのない水栓（放任給水栓）、は顧客の水の無駄遣いを助長することにつながりかねない。

漏水が多いということは、多くの場合管路が老朽化していることを意味し、さらに配水管の末端では水圧が低下することから、管路内面の錆や周囲からの汚水の吸引などによって水質の低下につながる。水質の低下や水圧の不足は、水道サービスの低下に直結し、顧客の満足度、すなわち水道料金の支払い意思や水道事業体への信頼に影響する。また、漏水によって貴重な水資源が失われることとなり、水源開発の必要性が生じ、濁水による給水制限のリスクが高まる。このように、無収水の問題は複合的かつ多岐にわたるものであった。

このような理由から、「漏水」に注目し、多くの事業体が漏水の削減に取り組んだ。さらに、日本水道協会などのネットワークがあることで多くの事業体が漏水の重要性について認識したことや、国が多くの通知を出したこともあって、対策の動機づけが明示的になされたことも、漏水対策を進める上で重要なことであった。さらに、水道施設維持管理指針や漏水防止対策指針等によって、具体的な漏水対策方法が取りまとめられて提供されたことは、我が国の水道事業体が漏水対策を推進する上で有用であった。

(2) 原因究明と具体的な対策

無収水の原因把握には配水流量の計測が必須である。実損失（漏水）の対策の例として重要なものには、適切な施工、漏水探知・補修、給水装置の品質確保等がある。商業的損失の対策の例として重要なものには、メーター誤差対策がある。

無収水の原因把握のためには、まず、配水流量を計測することが必須である。日本ではブロック化という考え方により流量の計測をしている。無収水の原因を突き止めるためには、配水ブロックのように小さく区切った地区において、ベースラインとなる配水量分析、夜間最少流量法等による漏水量の計測、無収水対策の実施（漏水探知・修理、メーターの設置・更新、不法接続の正規化等）、対策実施後の配水量分析等をパイロットプロジェクトとして実施し、どのような原因が重要であるかを把握することが必要である。

表1 漏水防止対策

部門	項目	施策
基礎的 対策	漏水防止の準備	財源、組織の確保
		図書類（配管図、区画図等）の整備
		管路情報管理システムの導入
		区域の設定、計量設備の整備
	実態調査	配水量、漏水量の分析、水圧測定
		漏水原因の追究、漏水分析
管材料の研究と改良、開発 技術開発	配水管並びに給水管の管材料、継手材料、付属器具類	
	漏水量測定法、埋設管探知法	
対症療法的 対策	機動的作業	地上漏水の即刻修理
	計画的作業	地下水の早期発見、修理
予防対策	水道事業の計画	漏水防止を配慮した計画
	管網解析・管網評価	水圧分布の状況、経年劣化状況、継手種別等
	水道施設の設計施工	耐震性、耐久性、耐食性、水密性
	経年管の取り替え（漏水多 発管の取り替え）	配水管および給水管の取り替え（管種変更も含む）
	給水装置の構造の改善	道路横断管の集約化
	管路の防護	量水器をできる限り官民境界に近い位置に設置
		防食、漏水防止金具の取付、曲管部の補強
	残存管の処理	分岐箇所における完全な処理
		給水装置の管理の徹底
	管路のパトロール	他企業工事による損傷を防ぐための指導、監督
水圧の調整	配水系統の分割、減圧弁の設置	

出典：日本水道協会「漏水防止対策指針」

その上で、対策は実損失と商業的損失の 2 つに分けることができる。以下では、実損失の対策の例として適切な施工と材料、漏水探知・修理、給水装置の品質確保について、商業的損失の対策の例としてはメーター誤差への対策について述べる。

1) 適切な施工と材料

適切な施工で最も重要なのは配水管網における継手とその施工である。日本の経緯の中で、継手の施工における漏水防止は技術の変遷とも大きく関連している。1950 年代まで铸铁管は靱性の少ない普通铸铁管・高級铸铁管であり、印ろう継手 (lead-caulked bell-spigot joints) と呼ばれる、麻 (Hemp yarn) と鉛を使った継手であったため、継手の抜けやずれによる漏水が多かった。1960 年頃にはダクタイル铸铁管が普及するようになり、プッシュオン式の施工でゴムパッキンによる止水を行う T 形や、角ゴムを使う A 形などの各種の継手が規格化された。その後、継手からの漏水防止を改善するためゴムパッキン先端に丸ゴムを用いることで止水性を高めたものであり、日本で開発され現在でも使われている K 形が 1971 年 (昭和 46 年) に規格化された⁴。他方で、施工技術の未熟さ等の施工品質の問題による漏水も多かった。施工品質の問題に対応するため、配水管接続の施工にあたって、事業体の職員がチェックシートを用いて直接施工監督をする等、きめ細やかに対応してきた。

配水管網での漏水に加えて、給水分岐 (House Connection) 以降で発生する漏水も、漏水の原因のうち重要なもののひとつである。給水装置に起因した漏水は、①埋設深度が浅い・ガラが残っているなど施工後に材料が破損することによる漏水、②サドル分水栓等の不適切な設置による漏水、③十分な耐久性のない資材を使っていることによる劣化による漏水、があるが、このうち①と②は給水分岐・給水装置の適切な施工で防ぐことができることから、給水分岐の適切な施工は漏水削減のために極めて重要である。

給水工事の適切な施工には、管工事施工管理技士・給水装置工事主任などの公的な資格制度、管工事組合の設立、指定工事店等の制度運用により、給水管工事の品質管理が推進された。また、事業体の取り組みとして、給水分岐部分については施工時に申請された竣工図等の情報を「給水台帳」に一括して管理し、更新工事を行う際や事故等があった際に活用するといった取り組みが全国的に行われている。これによって、問い合わせに対する迅速な対応や速やかな復旧を行うことができ、漏水の削減にも間接的に貢献している。

2) 漏水探知・補修

日本においても、地道な漏水探知・補修が継続的に行われている。騒音や振動が少なく漏水音を探知しやすい深夜に、漏水探知班の作業員が漏水探知機を路面に当てたり、音聴棒をバルブや消火栓等に当てたりして、漏水箇所を探していた。また、漏水の多くが給水

⁴ 日本ダクタイル鉄管協会「铸铁管類管路の変遷 (JDPA T50)」(2008 年)
<http://www.jdpa.gr.jp/download/hensen/hensen.pdf>

管から発生していることから、メーター等の給水装置に音聴棒を当てて漏水を探知する作業が広く用いられている。更に、配水ブロックを利用して夜間最少流量を測定し、漏水量が多く優先度が高いと思われる配水ブロックから集中的に漏水探知を行うという選別測定作業も行われている。

日本では24時間給水であり、水圧も維持されているため、漏水の探知が比較的容易であるが、それでも熟練した技能者を育成し、夜間に巡回調査を行うなどの努力を行っている。

講師の方へ：無収水対策に関して途上国でよく見られる問題

途上国の無収水対策は、漏水対策だけではなく、メーターの品質不良、設置不良、維持管理不足によるメーター不感や、不法接続による盗水、故意のメーター操作（バイパス・逆付けなど）等の商業的損失への対策も重要です。

漏水対策に関して、途上国における漏水には以下のような特徴があります。

表 i 途上国における漏水の特徴

水道施設が老朽化したままで適切な維持管理がなされていない。
アスベスト管や鋳鉄管など脆弱な材料が多く使われている。
水資源や供給能力の不足により24時間給水できず、漏水探知作業が行いにくい。
コンクリート舗装が多くアスファルト舗装が少ないため、漏水が地上に表れにくい。
配水圧力が適正でない。地形がフラットな都市は概して水圧が低く、漏水音が探知しにくい。高低差の多い都市では水圧が高すぎることで多く、管の破裂事故や漏水量が多い。
漏水防止対策部門に十分な職員が配置されていなく、漏水探知機器も充分整備されていない。
漏水探知機器が古いか故障している例がある。
流量計が設置されていない例が多く、維持管理が充分なされていないため、配水量を十分に把握することができない
工事業者の配管工の技能が未熟であり、工事監督者の役割の重要さが充分認識されていない。施工不良による配水管の継手からの漏水や、適切な給水管の分岐作業がなされないことによる給水管からの漏水が多い。
老朽管が埋設されている地区の正確な配管図が整備されていない。
盗水のために配水管に粗悪な工事で穴が開けられ、そこから漏水する。

出典：山崎章三『無収水量管理 ― 開発途上国を考慮して』水道産業新聞社（2011年）を参考に作成

また、商業的損失については、以下のような問題が挙げられます。

表 ii 途上国の商業的損失の特徴

盗水が多い。プラスチック管を使用している、埋設深度が浅い、時間給水である、水圧が低いなどの要因により、違法な接続を行いやすい環境がある。
メーターの意図的な破壊（バンダリズム）。メーターへの細工、逆付け、バイパスなどの違法行為が見られる。
水道事業体の職員の給与水準が低く、違法接続に手を貸す職員もいる。
検針員の汚職によってメーターの読み取り値が過少に報告される。
検針員の技量が低く、メーターの読み取りが不正確なことがある。
顧客台帳が整備されていない、料金請求事務が電子化されていない、などの理由により料金請求事務におけるエラーが多い。
メーターが設置されていない。設置されていても、使用水量に合ったものとなっていない。
安価だが粗悪なメーターの調達が行われている。調達時の検品も不足している。
メーターの設置工事が適切に行われておらず、水平でなく傾いて設置されている、メーターボックスを使わず保護されていない、などの状況が見られる。
メーターの定期的な更新が行われない。精度の検定が行われない。
水質が悪いことによるメーターの目詰まり、故障の頻発。

3) 給水装置の品質確保

給水装置の品質確保のための手段としては、a. 法令による規制 b. 規格および第三者機関による品質の認証・検査、c. 給水管の材質改善の3つがある。

a. 法令による規制

給水装置の構造と材質、指定給水装置工事事業者制度が水道法（第16条）で定められている。給水装置の構造と材質については、より詳しい内容が厚生労働省令で規定されている。指定給水装置工事事業者制度は、民間工事業者による粗悪な施工を防ぐために重要である。

b. 規格および第三者機関による品質の認証・検査

日本ではほぼ全ての水道資機材が国内で生産される体制にあり、日本独自の規格である日本工業規格（JIS規格）、日本水道協会規格（JWWA規格）に適合することが求められている。また、特にJWWA規格は日本水道協会が品質の認証・検査事業を行っている。

c. 給水管の材質改善

日本ではかつて鉛管や亜鉛メッキ鋼管が給水管として使われていたが、耐震性に乏しく腐食に弱いことから漏水の原因となった。また、これらの管は鉛の溶出や錆など水質の面からも問題であった。そのため、水質改善と漏水削減の両面から、給水管の材質改善を積極的に進めてきた。東京都水道局では後述のように100%ステンレス管を利用しており、横浜市では塩ビライニング鋼管、ステンレス管、ポリエチレン二層管の3種類を利用している。

4) メーター誤差（商業的損失）

我が国では、計量法により水道メーターの精度・交換頻度が決まっている。このため、メーター精度は国に決められた検定基準で管理され、定期的な交換義務によって精度が守られている。また、メーターは水道事業体から顧客に貸与するという形になっており、顧客が勝手にはずしたり意図的に壊したりできない仕組みになっていて、メーターボックスに入れて保護されている。メーターを設置しても、それが正確に作動しなければ、無収水対策にはつながらないため、適切なメーター管理が求められる。

講師の方へ：

途上国では金属製メーターの盗難がしばしば問題となっています。現在は、耐久性があり、精度も高い安価なプラスチック製メーターが普及しつつあることから、そのような国ではプラスチック製メーターを採用することも考えられる方法の一つです⁵。

【コラム】日本では盗水の問題はないか？

日本では、盗水は少ない。これは、水道整備の初期の段階から適正な水圧で24時間給水がなされているので、盗水のための細工がし難いこと、ほとんどの管路が埋設管であること、住民のモラルが高いことなどが理由として考えられる⁶。また、盗水が多く見られた地区において、繰り返し説得したり、過去の盗水分に対する罰金等の請求はしないこととしたり、正規接続に必要な費用の分割払いを認めたりするなどの集中的な対策を講じて、正規接続化を図った事業体もある。検針データ確認の際に使用水量の変動から盗水が見つかるケースもある。盗水発見のためにもメーターによる計測は重要である。

⁵ 山崎章三氏

⁶ 滝沢智氏

我が国で行われている、適正な配水運用・流量のモニタリングを活用した支援から盗水の発見に役立った事例もある。プノンペン水道公社（Phnom Penh Water Supply Authority, PPWSA）は、事業者のパフォーマンスの改善に成功した事業者として広く知られている。この PPWSA による水道事業には、JICA プロジェクトを通して我が国の専門家が長く関わってきた。一時期は 70%以上もあった無収水率が 2011 年（平成 23 年）には 6%以下にまで抑えられた水道事業の改革は「プノンペンの奇跡」とも呼ばれている。北九州市から派遣された JICA 専門家が関わったプノンペンにおける漏水・盗水対策では、配水ブロックおよびメーターによる配水流量の監視システムが市内に構築された。ある時、通常は配水流量が少なくなるはずの夜間に流量が大きいブロックがあることに気づいた専門家のアドバイスにより該当ブロックを監視していたところ、大規模な盗水行為を発見できたという出来事があった。実際のプノンペン水道事業の改革や盗水の根絶は、当時の PPWSA 総裁の強力なリーダーシップとコミットメントに依るところが非常に大きかったと考えられているが、一方で、配水システムの構築など適正な技術の採用が無収水の削減に貢献することを示した好事例となっている。

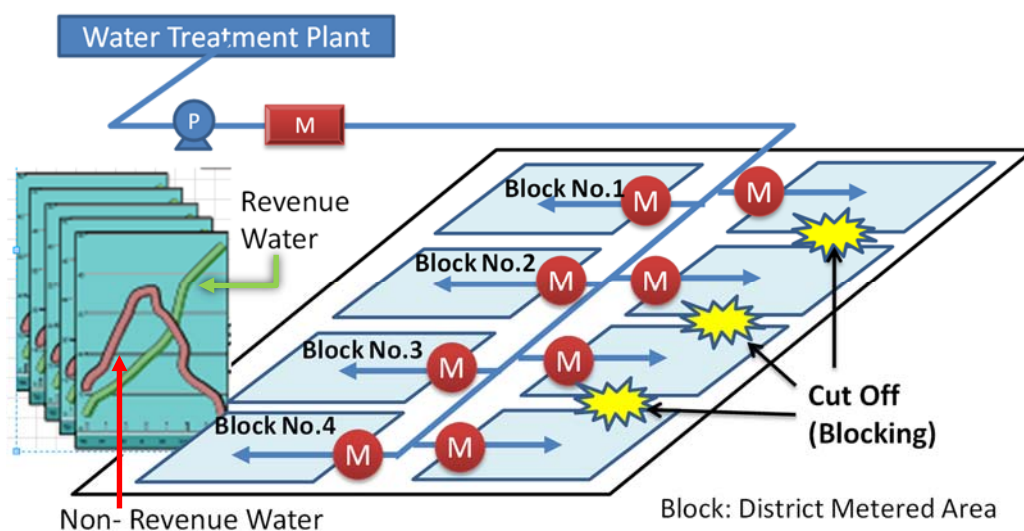


図5 北九州市の技術協力による PPWSA で導入された配水管理システム概略

講師の方へ：

途上国では、水道事業体にメーター調達の資金がなく、顧客が水道メーターを購入して設置し、メーターの所有権も顧客にあるというケースがみられます。その場合、できるだけ安いメーターを買おうとするため、精度の信頼性がありません。また自分たちの持ち物なのだから、壊そうが細工をしようが自分たちの勝手である、という理屈や意識になり、

水道事業体には、そのような破壊や細工を防止する法的な権限もないということになります。これでは、水道メーターを適正に管理することは困難で、正確な測定はできません。このような国では、日本が行っているように水道メーターは水道事業体の所有とし、顧客が勝手にそれに細工をすることができないようにする、という対応が解決方法の一つとなります。

メーターの設置位置も様々で、時には検針不能なところに設置してあります。メーターは盗まれることも多いので、その対策も必要です。盗まれないようにコンクリートで周りを固めた家庭もありました。日本は地下にメーターボックスを設置する場合がありますが、途上国では地上に配管する場合があります。援助機関等の指導で、給水装置工事のマニュアル等が整備されている国もありますが、実態として、適切な工事が行われていないのが現状です。例えば、日本では考えられませんが、メーターが木にかけられている国もありました。

なお、途上国でも、健全な経営を目指している事業体はメーターを大事にしています。大規模な事業体では検定装置を持ち、自身で検定を行っているところもあります。また、メーターの修理工場などもあり、再利用などもされているところもあります⁷。

【コラム】 JICA プロジェクトでの取り組み

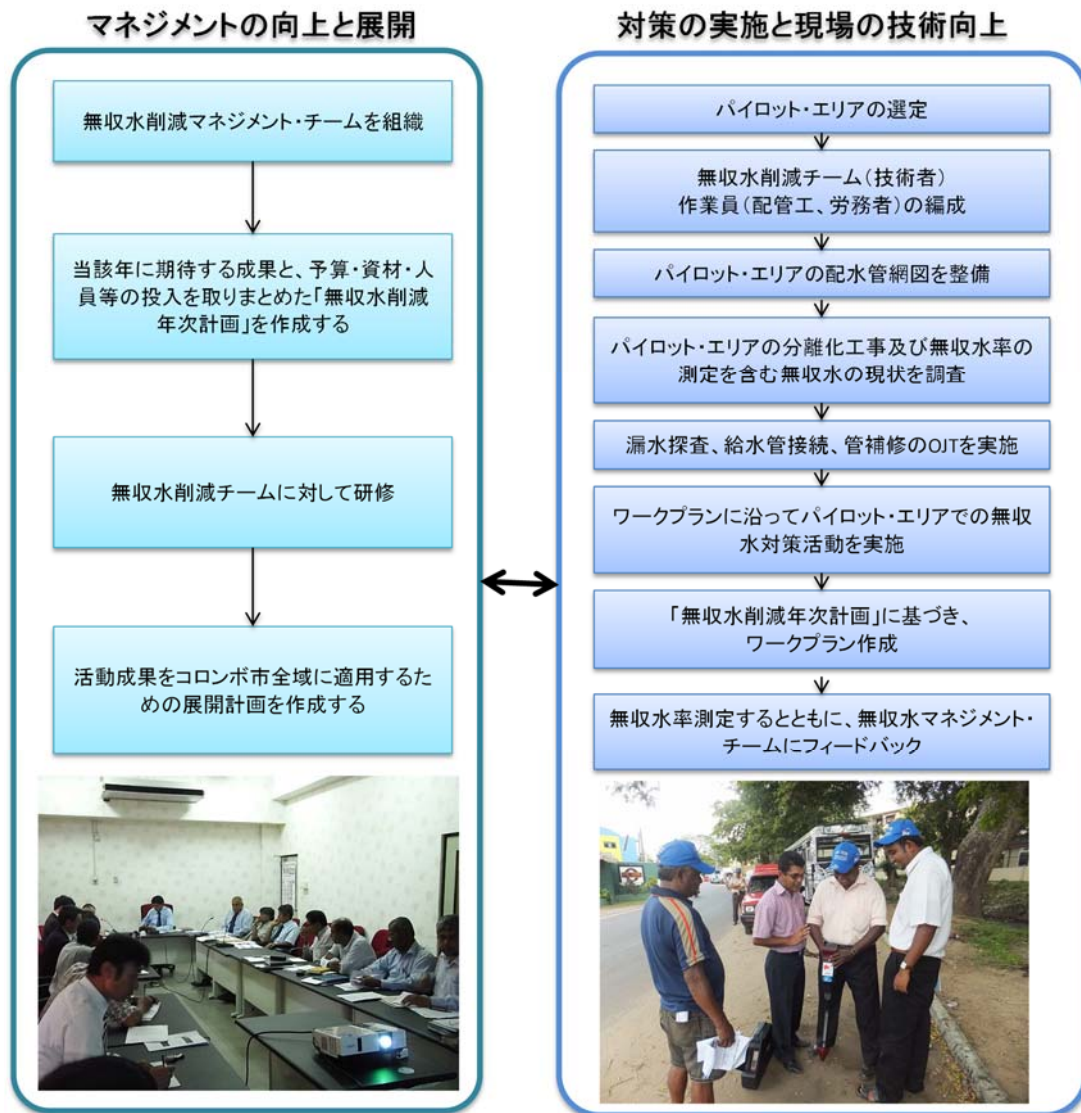
日本の水道事業体が低い無収水率を達成しているという実績を踏まえて、JICA は開発途上国において多くの無収水対策プロジェクトを実施している。

JICA の技術協力プロジェクトでは、①無収水対策に取り組む責任部署を明確にする、②定量的に対策の効果が測れるようにし、成果が数字で見えることでモチベーションが維持される仕組みを作る、③現状を把握し、現実的な目標を立てる、④対策を実施する部隊とは別に、成果を公正にモニタリング、評価する組織を設ける、⑤無収水削減対策のアクションプランを策定する、⑥成果に対する報奨制度を設ける、⑦無収水対策の技術をパイロットプロジェクトなどを通じて学ぶ、などの取り組みを行っている。

例えば、スリランカ国コロombo市無収水削減能力強化プロジェクトでは、無収水対策に取り組むマネジメント層と現場の両方の組織を形づくることからプロジェクトを開始し、事業体内での予算・資材・人材の確保と、現場の技術向上の両面からの改善を行った。プロジェクトでは、東京都水道局での本邦研修などを通して日本の事業体の技術を学ぶ機会を提供した。無収水対策は短期間に終わらせるものでなく、事業体の基幹の活動として長

⁷ 山本敬子氏

期的に行っていくものであるため、継続的な活動を実施するための計画策定や費用対効果の分析も行った。



出典：JICA「スリランカ国コロンボ市無収水削減能力強化プロジェクト プロジェクト事業完了報告書」

図6 スリランカ国コロンボ市無収水削減能力強化プロジェクトでの取組み内容概略

4. 日本ではなぜ漏水対策を重視したか？

日本では、メーター計量制が早い時期に導入されたことから商業的損失が歴史的に少なかったこと、戦後復興期に大都市で漏水が多かったこと、水需要の急激な増加と渇水により断水のつらさや節水意識が一般的に認識されていたため、水資源を大事にするという視点から漏水を削減することが重視された。

無収水の原因は商業的損失（コマーシャル・ロス＝メーター不感水量・計量誤差、盗水）、実損失（漏水）、非請求認定給水量に分けられる。上述のとおり、我が国で無収水率が低い水道事業体は、水資源開発のコストが高かったり、渇水に悩まされてきたりしたところである。これらの水道事業体では、水資源を無駄にしないために漏水削減に力を入れて取り組んでおり、これが低い無収水率につながっている。一方、商業的損失については、盗水がほとんどなく、メーター計量が早期に導入されたことから、一般的には少ない⁸。そのため、日本では無収水対策において漏水対策が重視されてきた。

（1）メーター計量の早期導入

日本では、計量法によりメーターの精度や有効期間が定められている。また、定額制による給水が行われていた時期に水の浪費が多いことが把握されており、メーターによる計量の必要性が認識されていたため、メーター計量制の導入率が高い。これらの対策により、比較的早い段階から商業的損失が少なかったため、相対的に漏水対策が重視された。

日本では、商業的損失は一般的に少ない。この理由は計量法により水道メーターの精度や有効期間が定められているからである。大都市を中心に水道メーターによる計量の必要性が認識されたのは、比較的早い時期であった。名古屋市では、1910年代後半の需要の急増から根本的な対策を迫られていた。そこで、需要急増の原因を調査したところ、放任給水（定額制による給水栓）による水の浪費が原因であったことが判明し、1920～1922年度（大正9～11年度）の3年間で3万個のメーター取り付けを行い、計量制へと変更し、計量に基づく料金体系へと改めた⁹。同様に、他都市でも放任制から従量制へと移行する動きが見られた。国産水道メーターが発展したのはこの頃である。1913年（大正2年）に初の国産メーターが製造されて以降、1926年（昭和元年）には大阪市のメーターの42%、東京の

⁸ ただし、漏水率がきわめて低い事業体では相対的に商業的損失が大きな割合を占めるが、避けられない程度の損失でしかない。

⁹ 名古屋市上下水道局『名古屋市水道百年史』（2014年）p.62
http://www.water.city.nagoya.jp/100shunen/publications/100n/_SWF_Window.html

35%を国産品が占めるようになっていた¹⁰。1928年（昭和3年）には水道メーターの検定制度が確立され、水道メーターの有効期間が6年と定められたこと（その後1944年（昭和19年）には8年に改定）とメーターの製造も許可制とすることで、品質の確保が図られた¹¹。また、近年ではメーター精度（特に低流量域の感度）が向上したことも商業的損失が少なくなった理由の一つに挙げられる¹²。

このように、水道事業が本格的な普及期を迎える前に水道メーターの品質を管理する仕組みはおおむね整えられており、大都市を中心にメーター計量の重要性が認識されていたことが、商業的損失が少ない理由であると言われている。



出典：名古屋市上下水道局

写真1 節水を呼びかけるポスター

（2）第二次世界大戦後の“漏水率 80%”からの復興

日本の大都市では第二次世界大戦後の大都市空襲による配水管網の破壊により漏水率は極めて高かったが、国庫補助による補修等で迅速に復旧した。

日本の大都市でも、漏水率が元々低かったわけではない。特に、第二次世界大戦終戦後（1945年（昭和20年））、東京・広島・大阪・名古屋などを中心に大都市の多くは爆撃によりインフラが破壊されており、水道も例外ではなかった。特に配水管網の破壊は著しく、

¹⁰ 「近代水道百年の歩み」編集委員会『近代水道百年の歩み』日本水道新聞社（1988年）p.42

¹¹ 愛知時計電機株式会社資料

¹² 山崎章三氏

大阪市では漏水率が70%を超えていた。戦災を受けた水道に対しては、1945年度（昭和20年度）は施設の復旧と漏水防止のための事業費の1/2が国庫から補助され、翌年からは配水管整備のための事業費の1/3が国庫から補助された（コラム参照）。例えば大阪市では、まず焼損し水が流れっぱなしになっていた給水栓を叩いて潰して水を止める応急措置を行い、次に配水管の補修・整備を行い、10年間で漏水率を70%から30%まで下げた。

【コラム】 終戦時の給水状況と漏水の復旧

第二次世界大戦の終戦直後、日本の国土と経済は荒廃していた。水道施設も例外ではなく、戦争末期における度重なる空爆と、戦時に伴う資材不足、人手不足により十分な補修、維持管理ができない状況が続き、送った水がほとんど無駄になる「ざる水道 (Strainer-basket waterworks)」と呼ばれる状態だった。

最も影響が大きかったのは、焼夷弾による火災が原因となって、鉛管を用いて接続されていた給水管が焼損したことであり、水道協会の調査によれば、戦争被災90都市において、313万の給水栓のうち167万栓が焼損し、焼損率は53%にも達していた。戦災による水道設備の被害総額は3億6,600万円（当時）で、（資産ベースの）被害率は16.8%に上ったとされる。

終戦後、荒廃した都市の再建と衛生対策のためには、水道施設の早期復旧が必要であった。そこでまず、1945年（昭和20年）に戦災を受けた施設の復旧と漏水防止のため、戦災復旧事業（国庫補助が2分の1）が実施され、また、翌年度から配水管整備のために戦災復興事業（国庫補助が3分の1）が行われた。

各水道においてまず着手されたのは漏水防止であった。水が流れっぱなしになっている給水栓を叩いて潰して水を止める対策を進めた結果、短期のうちに相当の効果を得ることができた。

1950年（昭和25年）頃までは、人口の動向もせいぜい戦前の水準に達する程度であったため、人口の増加に対応した給水量も、漏水防止対策によって生み出すことができ、施設能力が不足するということがあまりなかった。

1950年（昭和25年）半ばになると、都市人口の増大により、各地で給水能力の不足が表立ってきたため、拡張工事の再開や、当面の配水能力の増強を図るところが増えてきた。その結果、1945～1955年（昭和20～30年）にかけての上水道施設数は357カ所から485カ所に増加し、水道普及率も終戦直後の26%から32%となり、戦前を上回る水準に達した。



出典：総務省「一宮市における戦災の状況（愛知県）」

http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/daijinkanbou/sensai/situation/state/tokai_09.html

写真 2 戦災による被害の状況（愛知県一宮市）

（3）水需要の増加と渇水（水不足）

急速な経済発展による水需要の増加に伴い、渇水による給水制限が頻発し、メディアにも大きく報道され、日本全体として漏水を減らすことが重要であるという認識が高まった。

戦後の急速な経済発展により、人口の増加、都市への人口集中、工業化、更には生活水準の向上による一人当たり水利用の変化によって、特に都市部において水需要が急増し、1955～1975年（昭和30～50年）頃の水需要増加率は毎年10%にも上った。これに対して表流水を中心とする水源開発が進んだが、東京でオリンピックが行われた1964年（昭和39年）の前後の1961～1965年（昭和36～40年）には、東京で大規模な渇水と給水制限があり、日本の発展を脅かすものとして全国的なニュースとなった。また、1973年（昭和48年）には全国的な渇水となり、多くの事業体で給水制限を行った（表2）。このような時期から、東京を中心として節水が多く呼びかけられ、漏水対策は水源開発に代わるものとして捉えられるようになった。

上述のような戦争被害や渇水は、特に日本の中心的な都市（東京、大阪、福岡など）で起こり、全国的にも大きく報道されたことから漏水対策の重要性が全国の事業体にも共有された。

表2 1960～1975年（昭和35～50年）頃の大規模な渇水と給水制限

1961～65年 （昭和36～40年）	東京で渇水による4年半にわたる給水制限
1964年（昭和39年）	長崎市で8か月以上にわたる給水制限（時間給水）
1967年（昭和42年）	関東以西が渇水で278水道事業体が給水制限
1973年（昭和48年）	全国的な少雨による渇水により393都市で給水制限

●オリンピック渇水時の応急給水



出典：東京都水道局『「オリンピック渇水」時の応急給水』

<http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suidojigyo/torikumi/kadai/step21/02.html>

写真3 「オリンピック渇水」時の応急給水

（4）国の漏水対策推進施策

国による事業者への改善通知、水道協会による対策要綱の発行が全国的に漏水対策を押し進める要因となった。

漏水対策を行ったのは各水道事業者であったが、全国的に押し進める際には国や日本水道協会の関与も重要であった。厚生省は日本水道協会に依頼して、「漏水防止対策要綱」を定め、1960年（昭和35年）に「水道の漏水防止対策について」を全国に通知した。これが水道事業者にとって漏水対策を始めるきっかけとなったと考えられる¹³。東京都を例にとれば、配水管網地下漏水の探知・修理を行った時期（1950～1958年（昭和25～33年）頃）、漏水復元の抑制のための老朽管の更新を行った時期（1959～1965年（昭和34～40年）頃）、ダクタイル鋳鉄管の導入と徹底した漏水防止作業を行い技能者訓練や技術開発部門を立ち上げた時期（1966～1979年（昭和41～54年）頃）、給水管の交換による漏水防止仕上げの

¹³ 山本敬子氏

時期（1980年（昭和55年）以降～）と推移し、段階的に漏水対策が進んでいる。この結果、1970年（昭和45年）には東京都の漏水率が17.2%（無収水率27.9%）、全国上水道事業の無収水率平均が26.0%であったものが、1990年（平成2年）には東京都の漏水率10.2%（無収水率14.6%）、全国上水道事業の無収水率平均が14.3%まで下がり、全国的に同様の対策が進んだと考えられる¹⁴。

近年では、厚生省の通達「水道の漏水防止対策の強化について」（1990年（平成2年））において「有効率が90%未満の事業にあっては、早急に90%に達するよう漏水防止対策を進めること。また、現状の有効率が90%以上の事業にあっては、更に高い有効率の目標値を設定し、今後とも計画的な漏水防止に努めること。なお、この場合95%程度の目標値を設定することが望ましいものであること」としている。また、2004年（平成16年）に策定された「水道ビジョン」では、有効率の目標は、大規模事業者の場合98%以上、中小規模事業者の場合95%以上としている。

【コラム】生活水準の向上と給水量の急増

戦後の高度経済成長期には、給水量の増大も著しいものがあつた。国民の購買力増加に伴い生活水準が向上し、直接、間接に水需要量の増大をもたらした。

1955～1965年（昭和30～40年）に洗濯機と内風呂（それまで日本では共同浴場が一般的であつた）、1965～1975年（昭和40～50年）に水洗便所と、水を使用する機器が普及することにより家庭用水が大幅に増加した。一方、都市化の進展に伴って1世帯当たりの人数は1955年（昭和30年）の4.68人から1975年（昭和50年）には3.35人にまで低下した。このような世帯規模の減少も、炊事用、風呂用といった世帯用途における1人当たり使用水量の増加をもたらす要因となつた。

上水道の1人1日当たり水使用量は1960年（昭和35年）の194リットルが1965年（昭和40年）には216リットル、1975年（昭和50年）には302リットルと急増している。一方、水道の給水人口は1960年（昭和35年）には3,968万人であつたが、1965年（昭和40年）には6,824万人、1975年（昭和50年）には9,840万人と15年間で2.5倍に増大した。

1955～1975年（昭和30～50年）の15年間でみると、1人当たりの水使用量が1.5倍に、給水人口が2.5倍になったため、給水量としては3倍以上に達することになったのである。

¹⁴ 日本水道協会『水道統計 昭和55年度』『水道統計 平成2年度』、東京都水道局『東京近代水道百年史』（1999年）

5. 我が国の経験から：東京都の事例

漏水の改善には、漏水率のレベルに応じた段階的な対策、漏水の発見と早期補修、漏水が多い地区の選別と集中的な対策、給水管の施工や材質の改善、管路の計画的更新等が重要な要素である。

(1) 東京都の漏水対策とステージ

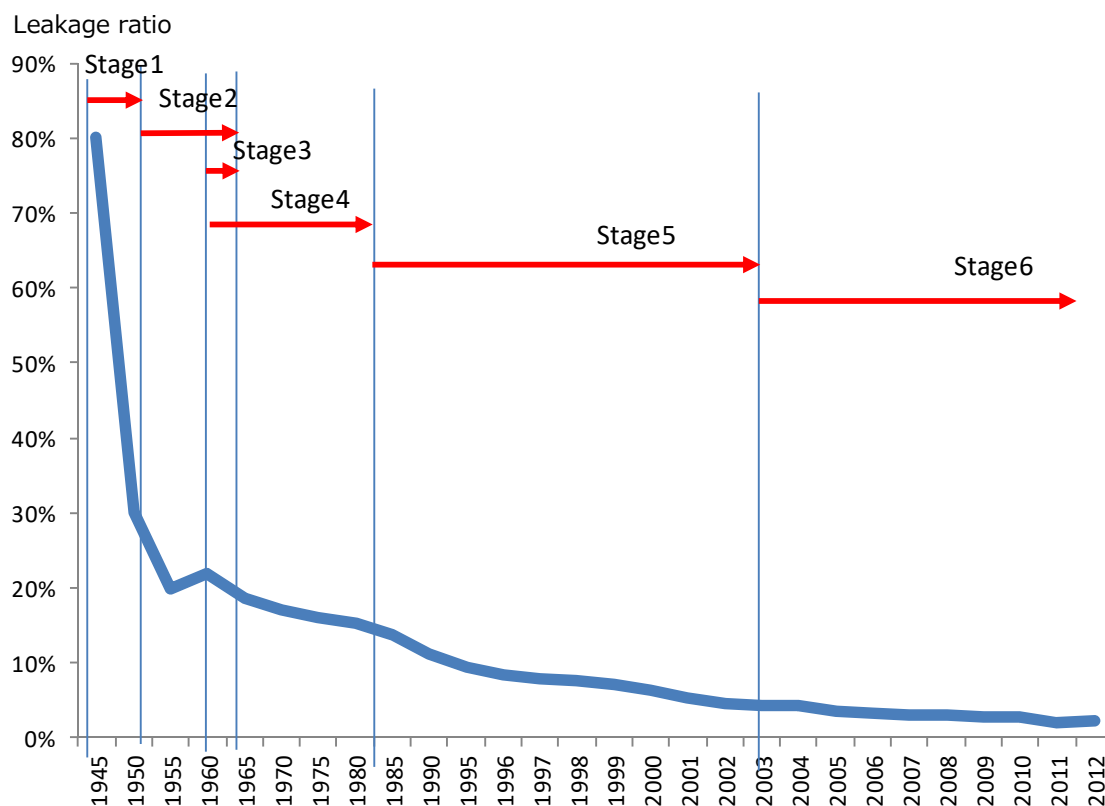
東京都の漏水対策は、漏水率が高い段階では地上漏水対策を進め、その後地下漏水対策に移行し、漏水率が減少するにつれて、漏水探知・修理から管路更新や管材質の改善へと力点をシフトさせていった。

東京都の漏水率は第二次世界大戦後の1945年には80%であった。その後継続的な取り組みを行い、2008年には漏水率が3.1%になった。この間の取り組みは、大きく6つの段階に分けられる。1945年から最初の数年間は、人員の投入、班体制の構築など、管路修理班との連携で地上漏水に重点的に対応し、無収水率を1950年代までに30%程度まで抑えることに成功している(Stage 1)。次に、配水ブロックの構築、正確な管路図の作成、効率の良い漏水探知方法の導入等を開始して地下漏水対策にシフトし、漏水率を1955年には20%程度まで下げた。この段階では、夜間最小流量測定が可能となるように既存の管網を一定の区画に分割して仕切弁を設けるとともに区画量水器室も整備した(Stage 2)。しかし、この段階になると従来の地下漏水対策を行っても、近傍の別の場所で再び漏水が発生するという「漏水の復元」が問題となり、東京都は一時的に漏水率が上昇してしまうという現象を経験した。そのため、漏水探知・修理作業を増やすだけでなく、老朽管路の更新に積極的に取り組むこととし、1960年に従来の铸铁管に代わってダクタイル鉄管の採用を開始した(Stage 3)。漏水率が20%を下回ると積極的な漏水防止活動や管路更新の加速を行い、漏水探知機器の技術開発や技能者の訓練も強化するなどして、1979年には15.5%まで低下した(Stage 4)。一層の漏水の削減を図るため、漏水修理件数の95%以上を占めていた給水管について、耐腐食性に優れ、強度も大きいステンレス製を採用することとし、1980年から導入を開始した(Stage 5)。漏水率が5%を下回ると、費用対効果を考慮して、これ以上の漏水削減よりは、漏水が再び増加しないよう漏水率を低く保つための対策として、継続的な管路の更新や漏水防止作業が行われている(Stage 6)¹⁵。

以上のように、漏水率によって異なるアプローチが取られていたと分析されている(図7)。

¹⁵ 山崎章三『無収水量管理 — 開発途上国を考慮して』水道産業新聞社(2011年)

このようなステージごとの漏水対策は、日本の多くの水道事業体で概ね共通している。



Stage	Leakage ratio	Leakage control work	Method
1	>30%	Decrease aboveground visible leakage	Intensive repair activities
2	30%-20%	Decrease underground leakage	Zoning, accurate piping maps, training & utilizing good quality equipment for detection
3	25%-20%	Prevent recurrence of leakage	Increase in leakage control work, starting replacement of deteriorated pipes, use of DCIP
4	20%-12%	Carry out thorough leakage control work	Revision of working method & acceleration of pipe replacement work
5	12%-5%	Improve service pipes	Introduction of stainless steel service pipes which are strong and durable
6	<5%	Maintain low NRW	Systematic pipe replacement and leakage control work based on cost and benefit analysis

出典：山崎章三氏資料

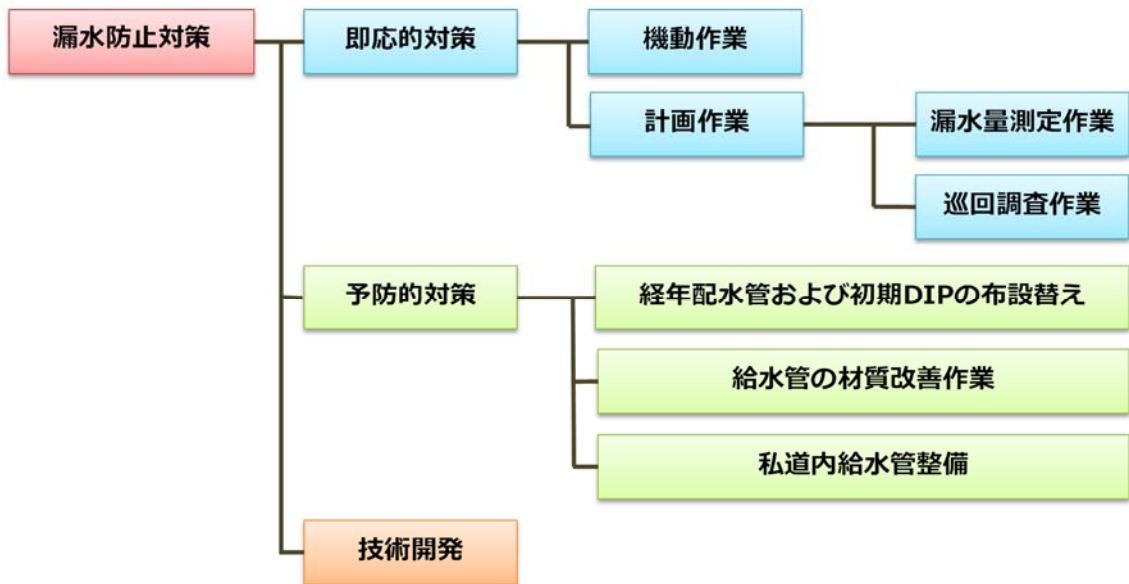
図7 東京都水道局の無収水対策とステージ

(2) 漏水の発見と早期補修：計画作業と機動作業

東京都の漏水補修作業は、件数では顧客からの通報や巡回で発見された地上漏水の補修を行う機動作業がほとんどを占めているが、漏水防止効果（漏水削減量）の60%は漏水調査を行って漏水を発見する計画作業から得られており、いずれも重要な作業である。

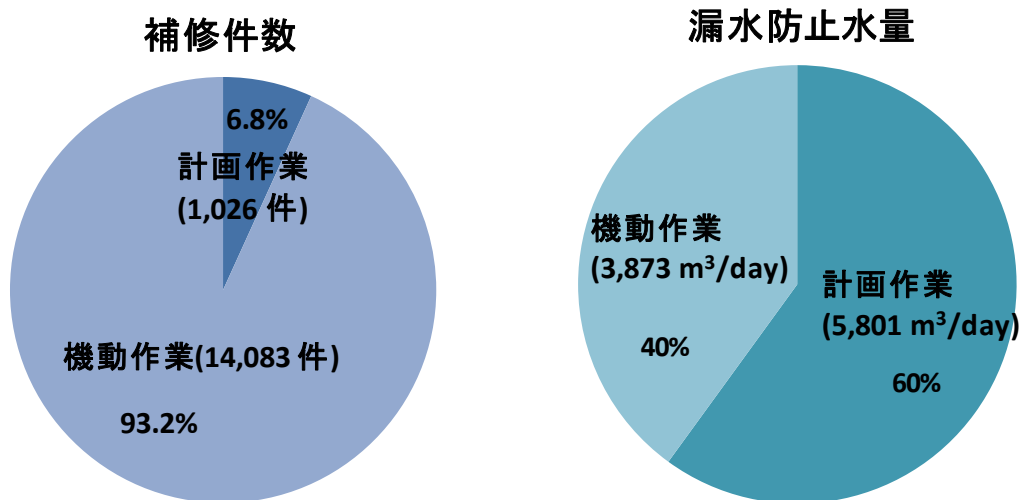
漏水防止対策には事後保全と予防保全がある。漏水の補修などの作業は「事後保全」に含まれる。現在の東京都水道局では、機動作業、すなわち地上漏水が発生してから補修をする作業によって修理される漏水が、ほとんどを占めている（約93%）。これは、顧客の通報や巡回によって24時間体制で漏水補修を行うものである。他方で、配水区域を小さい区画に分割して巡回して漏水調査を行う計画作業では、補修の件数はわずか7%である。どちらも重要な対策ではあるが、推計された漏水防止量を見ると計画作業による漏水防止効果が60%を占めている。

これは、計画作業が地下漏水も発見できるため、長期間にわたる目に見えない漏水を防ぐことができるためである。このことから、漏水が目に見えるようになる前に計画的に調査・防止することの効果が高いことがわかる。



出典：JICA 技術協力プロジェクト研修資料（東京都水道局提供資料に基づき作成）

図8 漏水防止対策の概念図（ツリー）



出典：JICA 技術協力プロジェクト研修資料（東京都水道局提供資料による）

注：計画作業は機動作業と比較して件数は少ない（左）
にも関わらず漏水防止効果は高い（右）

図9 東京都水道局における機動作業と計画作業の比較

（3）計画作業としての選別測定作業

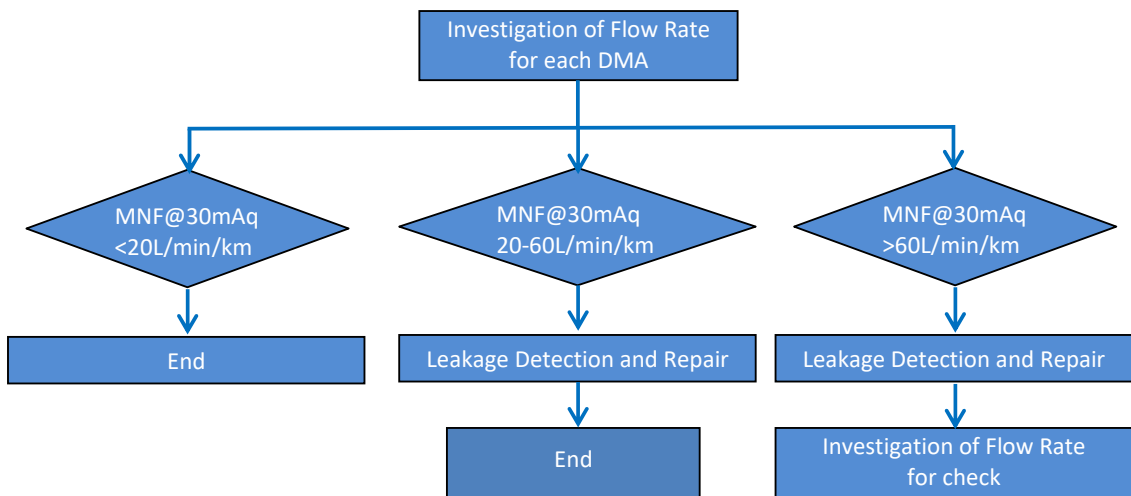
東京都の計画作業では、配水ブロック毎に夜間最少流量を測定し、漏水量が多いと思われるブロックを選別して漏水探知・修理作業を行う「選別測定作業」という合理的な方法がとられていた。

日本の多くの水道事業者では、ブロック化と呼ばれる水運用の考え方によって配水管網が整備されていることが多く、その最小の区域は配水管理区画と呼ばれる小区画に区切っている場合が多い。

東京都水道局では、全ての給水区域を平均 1,100 世帯の配水ブロックに分割し流量測定をできるように配水管網が整備されている。この最小の配水ブロックを漏水管理区画と呼んでいる。漏水管理区画の漏水量測定には区画量水器室と呼ばれる特殊な配管のある弁室を設置し、移動式の量水器で夜間流量が測定できるようになっている。夜間は、最も顧客の利用水量が少ない時間帯であり、この最少値（夜間最少流量（Minimum Night Flow））は「全顧客が水を使用していない瞬間の流量」≒漏水量とみなすことができるため、間接的に漏水

量を測定することができる¹⁶。

東京都では、地下漏水の発見・修理のため、1978年～2005年度（昭和53～平成17年度）までのおよそ27年間「選別測定作業」を行い、この間漏水率は大幅に低下した。選別測定作業とは、全ての配水ブロックにおいて夜間最少流量を測定し、一定以上の流量（≒漏水量）の配水ブロックを選別して漏水探査・補修を行い、効率的に地下漏水を減少させるという作業である。



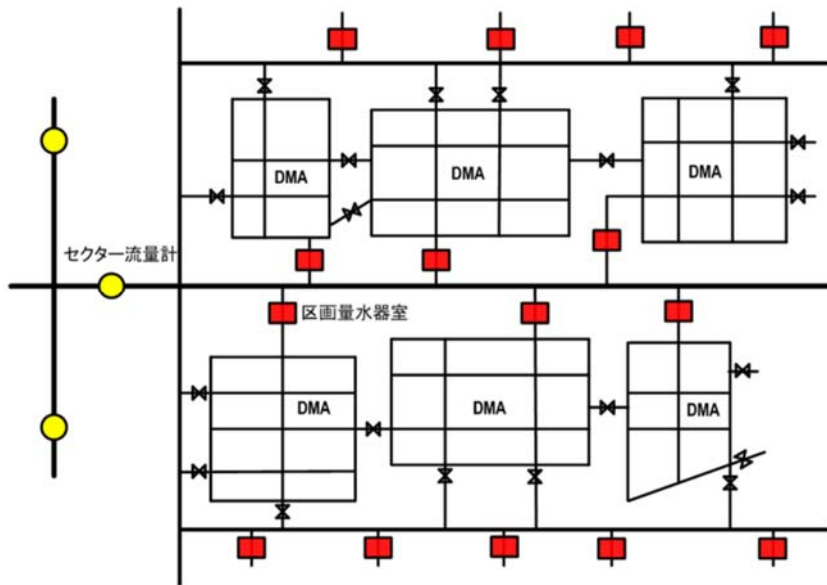
注： MNF(Minimum Night Flow), mAq (メートル水柱≒0.1MPa)

流量調査によって夜間最少流量が圧力 30m 水柱以下の時に 20L/分/km 以上であった場合、探査および補修を実施し、さらに補修後 60L/分/km 以上であった場合には再度流量調査を行う。

出典：JICA 技術協力プロジェクト研修資料（東京都水道局提供資料）の情報より作成

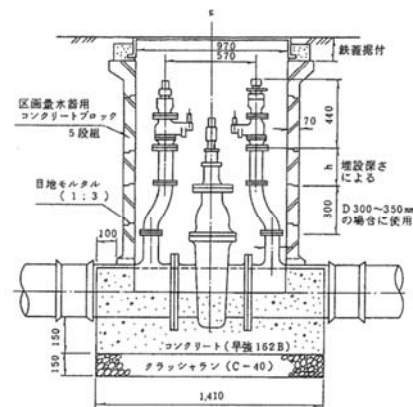
図 10 選別測定作業の作業フロー

¹⁶ 1,100世帯の根拠は、水道使用の空き時間理論を用いた計算では、1,100世帯（約2,200人）の場合、1人が夜間に5時間間隔でトイレに行き、1回当たり20秒間水道を使用すると仮定すると、深夜午前1時から4時までの3時間の間に10秒間の空き時間（水道無使用時間）が発生する確率が5回あると考えられることから設定した。なお、空き時間が短い場合は、発生回数はずっと多くなる。ちなみに漏水管理区画設置当時は1世帯当たり3人であったため、1区画が約750世帯で設定された。



出典：JICA 技術協力プロジェクト研修資料（東京都水道局提供資料抜粋）

図 11 東京都水道局における配水ブロック形成の概念図



出典：JICA 技術協力プロジェクト研修資料（東京都水道局提供資料抜粋）

図 12 夜間流量を測定するための移動式の区画量水器

講師の方へ：

District Metered Area (DMA) とは、1980 年代のイギリスの無収水管理において使われ始めた言葉で¹⁷、現在は途上国の無収水管理でも一般的に用いられている概念です。DMA は、流入地点に設置されたメーターで給水量が管理されている給水区域のことで、夜間最少流

¹⁷ Paul V. Fanner et al., *Leakage Management Technologies*, AWWA Research Foundation, 2007.
<http://www.waterrf.org/PublicReportLibrary/91180.pdf>

量の把握による漏水把握や配水量分析を目的としています。各戸の給水メーターの精度管理に問題があり、無収水の原因が把握しにくい途上国では、DMA の設定を起点とした無収水対策がよく提案されます。

なお、日本のブロック化のうち小ブロック、給水ブロック等と DMA の違いは、DMA が漏水の把握とこれによる経済な投資（修繕のための投資と漏水の許容量の最適解を見出すこと）を主目的としているのに対し、ブロック化は水道事業の運用（たとえば水圧の適正化や水運用の高度化など）を第一の目的に実施された施策である点です（「事例 4. 公平・効率的・強靱な水運用を支えるブロック化：横浜市、福岡市」参照）。

なお、配水区域全体に DMA を設置するには多大な経費が必要となりますので、資金の限られた途上国では、まずは、小規模なパイロット区画で無収水対策を実施して、その事業体における無収水の実態をおおよそ把握します。そのうえで、（資金的に可能な場合は、小規模な配水管理区画を多数設置することが理想的なのですが、そうでない場合は、）大規模な配水管理区画を設置しその中でステップテスト（路線ごとの選別調査）を活用するとともに、効果的に漏水が探知できる漏水探知機器（例えば積分式漏水探知機など）を採用して、効率よく漏水を探知・修理することになります。このように、無収水対策の効果を測定するためには、最初から規模にこだわらず、まず何らかの配水管理区画を設置して実態を把握することに意義があることを理解してもらうことが重要です¹⁸。

（4）給水管材質の改善

東京都は、給水管からの漏水が圧倒的に多いことを踏まえ、給水管に耐久性に優れた材質を用いて、漏水の大幅な削減に成功した。

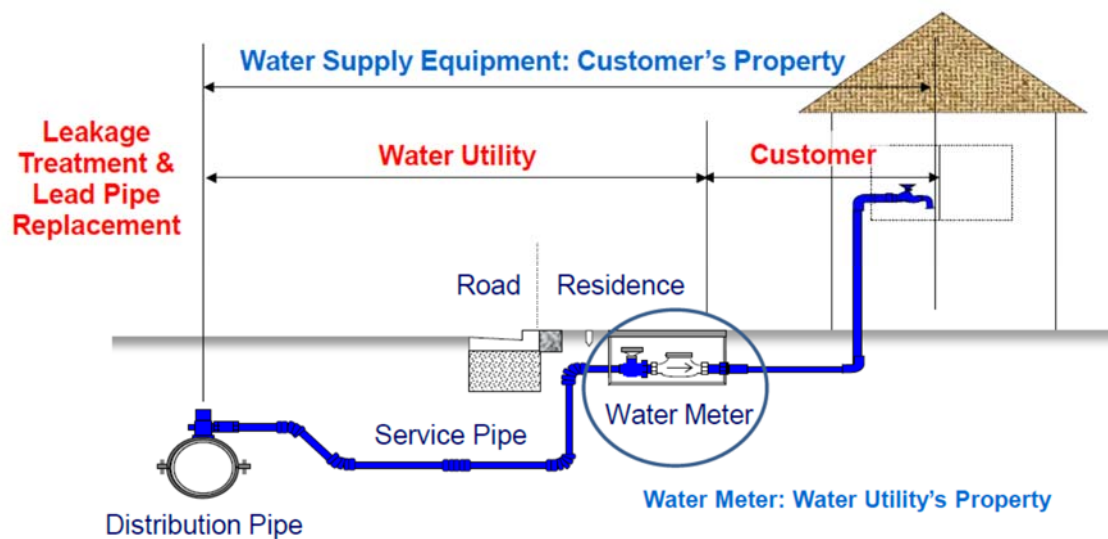
日本の事業体では配水管の計画的な更新が進められていることから、漏水の主要な原因給水管にある場合が多い。東京都の事例では、97.5%が給水管からの漏水であったため、給水管材料の改善を行った。東京都の場合は、給水管は利用者が布設することになっていたが、漏水の多くが給水管から発生していることが判明したことで、給水管を変えなければ漏水は減らないということになり、1985 年（昭和 60 年）頃から水道局の主導によって給水管の布設替えをした。この時、管の布設工事では材料費よりも労務費がほとんどを占めるので、何度も布設替えをしなくてもいいように、耐用年数が高いステンレス（SUS316）を採用することになった。材質の検討、採用から標準化にあたっては局内で設立した委員会で検討された。委員会には、営業部の給水装置担当部局を中心に、関係する様々な部署の

¹⁸ 山崎章三氏

職員が参加し、パイプ工場の視察や、材質検査、試験場での検査も行われた。なお、ステンレス管の導入は、漏水対策のみならず地震対策の側面もあった。

なお、現在では、高密度ポリエチレン管（PE100）など比較的安価で施工性・信頼性の高い材質が入手可能である。PE100は1989年（平成元年）以降に実用化された比較的新しい材料であり、それまでの高密度ポリエチレン管では割れや内層の剥離などの問題がしばしば発生していた。このような歴史的背景のもと、1980年代前半から給水管の漏水に注目していた東京都では、漏水対策の重要性と費用の比較からステンレス管を採用したという経緯がある。

ここで重要な経験として注目すべきなのは、事業者がどのような対策が重要か発見し、様々な部局や民間企業などとの連携によりそれを解決に導いた経緯である。意思決定が実現するまでには、重要性の認識の共有と、予算の確保、材質の入手可能性や地元業者の施工レベルの把握など様々な要素がある。東京都の事例では、事業者内部の委員会による連携が有効に機能し変化をもたらした。



出典：日本水道協会

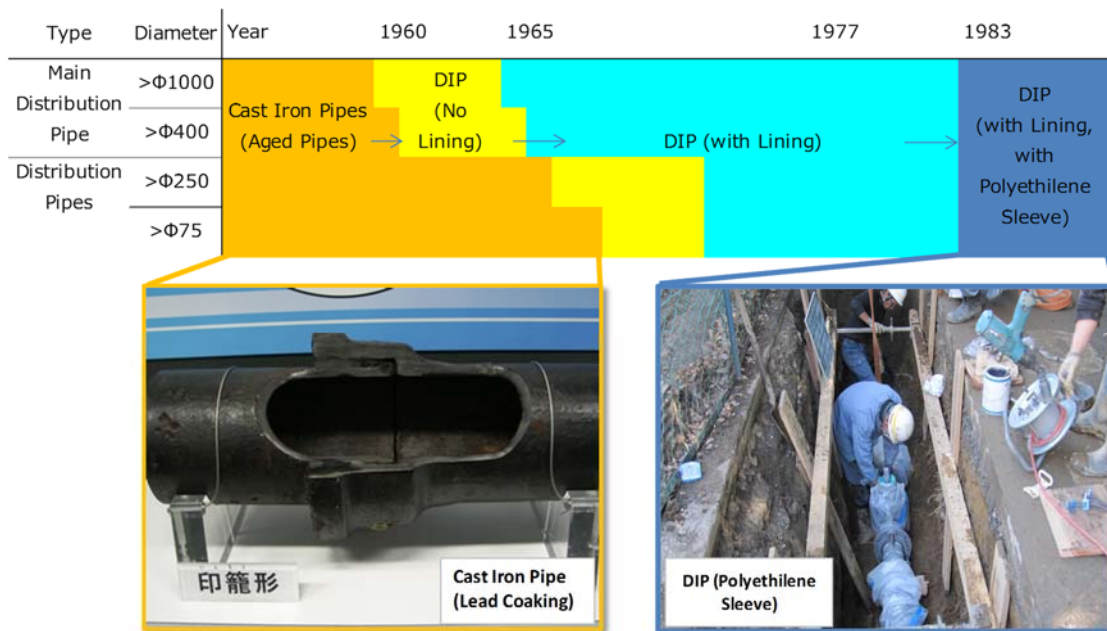
図13 給水装置に係る費用・管理分担

(5) 管路の計画的更新

古い基準による管路は、老朽化に伴って漏水の大きな原因となった。東京都では配管更新を計画的かつ継続的に進めるとともに、民間業者の協力も得て、技術革新に伴う材料等の改善を行ってきた。

配水管に関しては、日本の事業者では現在では主にダクトイル鋳鉄管、鋼管、ポリエチレン管が用いられている。一方、全国的な水道普及が進んだ 1950 年代～70 年代当時は耐久性の低い石綿セメント管も多く使われていた。この、1950 年代～70 年代には多くの技術革新があった。

東京都水道局の事例では、1960 年（昭和 35 年）以降布設の配水管にダクトイル鋳鉄管を使用しており、腐食を防ぐための内面ライニング管の採用やポリエチレンスリーブの採用、耐震継手の採用を順に行っている。また、経年化した普通鋳鉄管の漏水が多いので、計画的にダクトイル鋳鉄管に取り換えている。配水管延長 24,000km に対して年間 300km～400km の更新を行っており、60 年～80 年で全ての配水管が更新される計算となる。



出典：JICA 技術協力プロジェクト研修資料（東京都水道局提供資料）に基づき作成

（写真）左側：水道技術経営パートナーズ、右側：（一般社団法人）日本ダクトイル鉄管協会

図 14 鋳鉄管の採用経緯

6. 教訓

以上に述べた我が国の経験から、他国の参考となる以下の教訓が得られた。

- **（漏水対策の必要性）** 日本の大都市（東京や大阪など）は終戦直後 80%以上という高い「漏水率」に悩まされていたが、例として東京都では現在 3%まで改善した。このとき用いている指標は「漏水率」であり「無収水率」ではないが、多くの事業者では昔から「漏水率」を指標とし、その低減に努力してきた。漏水率を重視し対策が重点的に行われてきた背景は、戦災、大規模渇水、断水事故を経験したことで漏水対策の重要性が認識されたことである。また、水源開発が多大な負担となる都市や、度々渇水に悩まされている地域でも、水資源が不足していたために、集中的に漏水対策が進められ、これが低い無収水率につながった。
- **（漏水削減による無収水率の低減）** 日本では漏水が無収水の最も大きな原因であったため漏水対策に積極的に取り組んだ。無収水の原因を特定できたのはメーターによる計量が広く行き渡っていたためである。まず水道メーター、流量計の設置によって配水量分析を行い、無収水の原因を把握した上で対策を立案することが重要である。
- **（正確な計量）** 計量誤差については、日本では計量法により水道メーターの 8 年ごとの交換が、また水道法により水道事業者による水道メーターの管理が義務づけられている。法制度の整備によって、適切な精度や耐久性を持つ水道メーターを調達するとともに、メーターを定期的に交換することが有効であった。
- **（段階的な漏水削減）** 漏水率が高いうちは地上漏水対策を行い、漏水率が下がるにつれて地下漏水対策に移行し、地下漏水対策も漏水の探知・修理から管路の計画的な更新、計画的かつ総合的な漏水対策と、段階を踏んで効率的な対策を進めることが効果的であった。

