

水道事業の推進と水質検査法の確立・普及活動

1. 東京市における安全な飲料水の提供

遠山椿吉博士は医師として患者の治療には高い関心があったが、人々が健康であるためには公衆衛生の普及がより重要であると認識し、細菌検査、結核の検査、健康診断など様々な事業を設立し、実践してきた。水道の設置や水質検査の確立は当時の明治時代、国内に猖獗（しやうけつ）を極めていたコレラ、赤痢、腸チフスなどの経口伝染病の予防対策としてどうしても必要不可欠の事業であった。

本シリーズでは東京市における水道設置事業、水質検査法の確立、上水協議会の設立、水道普及と伝染病の発生状況の解析など遠山椿吉博士が報告した「東京市改良水道の衛生学的観察」および「上水道の現況と吾人の希望」に基づいてその業績を紹介する。

東京市の水道と旧水道の衛生状態

東京市の水道の起源は極めて古く、天正年間に徳川家康が幕府を開いて江戸城に入城した頃には玉川上水の施設があった。その後には神田上水、千川上水、三田上水、青山上水、亀有上水が設置され計6系統ができたが、明治31年までには玉川上水、神田上水、千川上水の3系統となった。

それぞれの水源の管理状況や水路の構造などは異なるが、当時の上水の衛生状態を知るために遠山博士はこれらの上水について固形物や細菌の検査を行い、あまりにも汚染がひどいことから、原水の最適な条件を提案し、東京市の新水道にこれらが採り入れられた。

また、当時では井戸水の使用も多く、2万3千個の井戸が飲用に利用されていた。これらの井戸水についても細菌検査を実施し、飲用に適する井戸は全体の僅か0.1%に過ぎないことを知り、安全な水道の普及に力をそそいだ。

新水道の建設と環境汚染の究明

東京市民が飲用する上水や井戸水があまりにも不潔であることから、東京市は明治25年から6年間かけて新水道の建設事業を起こした。新水道の原水は多摩川の水で、これを淀橋浄水場で濾過して水道水とした。遠山博士は新水道の安全性を確保せんがために、原水の性質を細菌学的、化学的に究明し、濾過後の浄水にいかなる影響を与えるのか検討を進めた。

現在では水道法により、各種の検査が法規制の元に実施され、安全な水が国民に供給されているが、当時において既に遠山博士は水道水を対象に細菌検査、顕微鏡検査、化学的検査を導入し、飲料水に科学的メスを入れた先覚者である。

多摩川本流より淀橋に至る29ヶ所を定点として検査を繰り返した。河川の自浄作用により水は下流に行くに従って清浄となるが、一部の水路には田畑からの不良な汚染、河川での糞桶の洗浄、洪水による泥土の汚染などが認められた。これらの不良な

水は細菌数の増加、有機物の増加、硝酸塩の過剰とも相関関係があることを明らかにした。

原水はすこぶる清浄であるが、人畜により細菌と化学物質の汚染を起こし、上水としての価値を著しく低落させていることを指摘した。遠山博士は、水への環境汚染は人災であることを明治の中頃の時代から世に訴えていた。

水の濾過法の検討

水道水の安全性は濾過法の改善によるところが重要である。淀橋浄水場では沈澄池→濾過→浄水池の3つに区分された処理工程があり、浄化された水は低地の地域ではそのまま、高地の地域には機械的に圧力をかけて水道水として市民に供給された。

第1の工程である沈澄池では原水に含まれる大きな粒子を沈殿させるところであるが、東京市と大阪市の沈澄池で比較したところ、東京市の沈澄池は原水が悪く、十分な効果を得ることが出来ないことを指摘した。

浄水場での主要部は砂による濾過で、砂の性質が濾液の水質に密接に関係することから、東京市と大阪市、神戸市、横浜市、長崎市、広島市の各砂粒の大きさ、粒形、外観、色相及び顕微鏡観察では砂粒の形状と砂粒の面について調べ、濾過力、濾過速度を比較した（左図参照）。次に、濾砂の各部位について細菌数を調べ、濾砂の大きな作用は細菌を砂粒中に留める作用があることを明らかにした。

ただし、初期段階では原水の細菌を減少させるが、その後の一定時間は濾過器内に細菌が増殖し、菌数が増加する。その後は砂層に粘液層が形成されて細菌の濾過作用を高くし、良質な水が得られる。ところが長期間使用していると粘液層の細菌濾過が過重となり、濾過作用が失われることを実験的に明らかにした。これらのデータから、最適な濾過法を提案した。汚濁がひどい原水にはミョウバンによる沈殿法の有効性についても言及している。

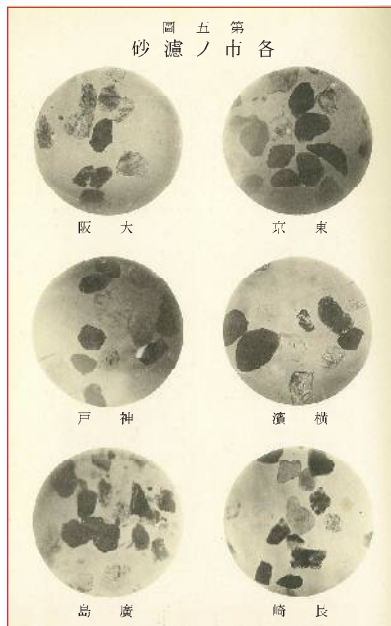
安全な水道水でいのちを守れ

遠山博士は細菌検査や顕微鏡の卓越した技術を習得していたし、先進国であるドイツや英国の研究者の報告論文を参考にし、水道水の原水や濾過法を検討した膨大な科学的データを解析して、より安全性の高い飲料水の提供に努力を注いだ。

明治18年に初めて横浜に水道水が設置され、大正6年には全国61ヶ所に水道が設置された。これらの水道水の衛生管理に遠山博士の科学的データが広く応用されたことは十分に推測される。

【文責：伊藤 武】

【参考文献：「東京市改良水道の衛生学的観察」提供：早川哲夫 麻布大学教授】



水道事業の推進と水質検査法の確立・普及活動

2. 水質試験法と上水協議会の設立

遠山椿吉博士は東京市の水道事業の普及に尽力を注ぐと共に、飲料水の安全性評価としての水質試験法を確立しました。更には全国統一した水質試験法が必要であることから明治37年に遠山博士の主唱により上水協議会が設立されたので、今回は水質試験法の内容や協議会の活動について遠山博士の報告書をもとに紹介致します。

水質試験法の確立

明治23年に内閣総理大臣(山縣有朋)より公布された水道条例は、水道の設置と内務大臣の認可、布設費用などが規定されているし、水質検査を義務づけ、不良な場合は勧告し、改良することとなっている。ただし、具体的な試験項目や管理基準値は示されていない。

当時、遠山博士は先進国の試験法から国内の水質試験は①概要検査(飲料水としての使用の可否の判定:採水場所の状況調査、濁度、味、臭い、pH等)、②顕微鏡的検査(水中の有害物或いは疑わしき有形成分の試験:繊維、寄生虫、アメーバ等)、③化学的試験(飲料に適するか検査:蒸発残留物、塩酸、硝酸、硫酸、アンモニア性窒素、鉛等)、④細菌(微生物)学的検査(直接に人の健康を損なうか否かの検査:細菌数)の4種の方法を提案した。

この時代には現在のような精密機器による化学的試験は開発されていないけれども、滴定試験法は日常的に利用されていた試験法であったと考えられる。

遠山博士は安全性を評価する飲料水の検査には細菌学的な試験が重要であることを認めていたが、赤痢、腸チフス或いはコレラ等の伝染病を起こす病原菌の水からの検出法は困難であることから細菌の数量で水の安全性評価を行った。また、細菌学的試験には結果が得られるまでに早くて3、4日かかることから、健康を損なう不良な飲料水は概要検査による判定が重要であると論じている。

試験法の統一と上水協議会の設立

当時の科学的水準を満たした水質試験法を確立したが、国内各地域においてそれぞれ独自の試験法が実施されており、全国で共通する統一した試験法が必要であることから、明治37年3月に「上水々質試験法統一協議会」を創立した。

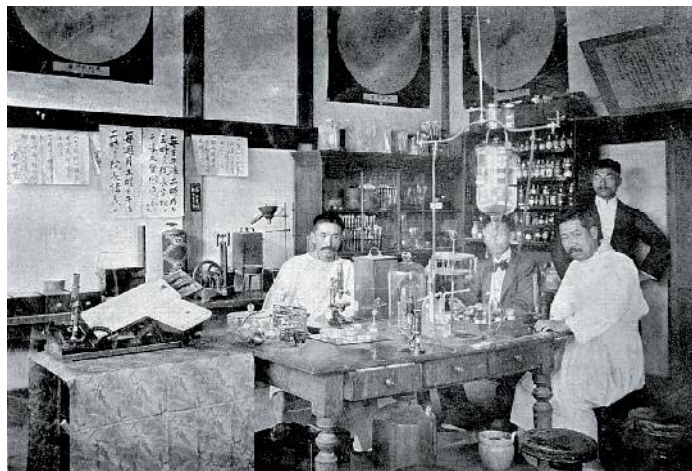
日露戦争が勃発し、政情不安な時節ではあったが、大阪や函館など既に水道が設置された5都市の技術者12名が協議会に参加し、上水として検査すべき水の種類と試験回数、試験方法、飲料適否の判定法が決議された。

上水々質試験法統一協議会は試験法の協議に留まらず、給水設備、濾過法、配水方法など上水全般に係わる協議もなされ、会名を「上水協議会」と改められた。

遠山博士は大正3年までの12年間に渡り「上水協議会」を主催され、水道事業に果たした功績は偉大なものであった。さらに、「上水協議会」は昭和7年に「社団法人水道協会」へと発展し、現在においても活動が続けられている。

明治時代の東京市水道の水質

遠山博士が確立した試験法で当時の東京市水道水の水質検査を実施したところ、①概要検査や②顕微鏡学的検査は



東京顕微鏡院内実験室(明治29年当時)

すこぶる良好な結果で、③化学的検査でも異常を認めるものはなかった。④細菌学的検査では現在のような塩素による消毒がなされていないにもかかわらず2,134件中2,040件(96%)が細菌数1ml当たり101個と低く、良好な飲料水であると判断されたが、外観検査で、薄ねずみ色を帯びた飲料水が10%を占めていた。

遠山博士は、季節、採水場所、天候などと細菌数についても膨大なデータを集積し、解析している。

当時では、水源地付近には化学薬品を用いる工場も皆無であったし、化学農薬も使用されていないので、美しい自然が保たれ、自然の浄化作用も高く、適切な沈殿や砂濾過処理で、良好な水質を保つことが出来たのであろう。

遠山椿吉博士は「伝染病から人を救う道は公衆衛生の確立と普及である」と考え、その一つが水道事業で、水道の普及と水の安全性評価の試験法などを確立していった。遠山博士の卓越した努力により、東京市民は勿論のこと全国民が安全で美味しい水道水を飲んでいただけであらう。

【文責:伊藤 武】

水道事業の推進と水質検査法の確立・普及活動

3. 水道の普及による伝染病発生への減少

遠山椿吉博士は東京市の水道事業に偉大な業績を上げられたばかりでなく、水道水の検査方法が当時水道が開設されていた横浜、函館など地域により異なっていたので、国内で統一した試験法が必要であることから協議会を設立し、飲料水の標準試験法を確立した。

また、安全性の高い水道水の供給は当時国内で猖獗を極めていた赤痢、腸チフスなどの伝染病の予防に貢献できること、また、伝染病の減少は公衆衛生面ばかりでなく経済上にも大きく寄与することについても言及している。それらの内容について紹介する。参考とした論文は前回と同様に明治38年に報告した「東京市改良水道の衛生学的観察」である。

改良水道の普及と水媒介伝染病(介水伝染病)

水を介して伝搬する疾病は水に含まれる有害な化学物質による中毒病、寄生虫による外襲病、細菌による伝染病であるとされていた。ただし、中毒病は鉱山に起因する化学物質汚染であり、東京市では認められない。外襲病には蛔虫など5種類の寄生虫が重要と考えられるが、これらの寄生虫疾患に関するデータがないことから調査の対象から除外した。従って、遠山博士は高度な濾過法による処理方法を導入した改良水道(明治32年以降)とそれまでの旧水道について水媒介伝染病との関連を調査した。

① 飲料水から伝染病病原体を直接証明する方法

明治になり数々の病原菌が発見され、伝染病の解明が進んでいた時代ではあったが、患者からの病原菌検査が中心で、水や食品など環境からの病原菌検出は極めて困難であった。遠山博士はそれでも当時の科学水準で考えられる数々の技術や検査のための培養基を考案して、腸チフス流行時の井戸水からのチフス菌の直接的証明を再三にわたり試みていた。類似菌を検出することには成功したが、チフス菌を検出できず、

腸管伝染病の感染経路の解明には至っていない。しかし、このときの努力がその後の細菌検査を大きく発展させる原動力となったことは確かであろう。

② 間接的証明

飲料水の種類による伝染病患者数や死亡者数の比較データから、改良水道の伝染病に対する予防効果の検討を進めた。明治時代であってもコレラの流行は、国内に常在するものでなく、外国から輸入されてくる伝染病であったことから、遠山博士はこの調査には腸チフスと赤痢の流行を対象とした。

病気の流行調査に疫学の考えがやっと導入されたころではあったが、情報の収集は容易ではなく、東京市の保健所や伝染病院の医師と連携をとり、精度の高い調査を進めていた。

