

言

議

土木學會誌 第十八卷第三號 昭和七年三月

上水道に於ける二重濾過試験並に 微生物の消長に就ての考察

(第十七卷第十一號所載)

會員 安田 靖 一

會員島崎孝彦氏の上水二重濾過試験に關する詳細なる御報告に就ては、筆者先に本誌第十七卷第二號に於て、聊か所見を開陳したる如く、此の問題に最も多くの興味を有し、例ひ原水が相當清淨であつても、少なくとも1回の濾過を要する原水にあつては、單一濾過をなすよりも、それと同一の面積若しくは以下の面積に於て、二重濾過を行ふ事が濾過効率を低下せずして、建設費乃至維持費を節約し得る如く認めらるゝが故に、今後の淨水界に於ては、須らく二重濾過式を採用すべきであらう旨を、比較的清淨なる琵琶湖水を原水に仰ぐ京都市水道に就て試験せる結果に基き力説したる程にて、本報告書を拜讀し、多大の利益と多大の興味を感じ、大いに著者に感謝の意を表する者なるが、第十章結論に於て二三の疑問を生じたので、失禮を顧みず率直に質疑を兼ね愚見を述ぶる次第である。

(1) 著者の結論の(1)に於て、“原水が極めて清冽であつて、その濁色度が常時3~1以下の如き場合に於ては、單一緩速濾過を以て充分であつて、敢て二重濾過となすの必要はなく、寧ろ濾膜生成上策の得たものではあるまい、”と述べて居られるが、先づ斯かる原水の場合に敢て二重濾過となすの必要はないと述べらるゝ根據は何處にあるであらうか、筆者の想像では大阪市水道原水が、濁色度3~1以下を保つといふ事は、殆んど皆無であらうと思はれるし、又報告の第四章第五表に見るも、其の通りの様である。随つて濁色度3~1以下の場合の試験は行はれてゐない様にも思はる。然らば色々の周圍の事情を綜合されての考察が、此の結果に到達せられし事かと思はる。然るに筆者は上記の如く、常時3~1以下の濁色度を保つ、極めて清冽とは言へないかも知れぬが、可成り清冽なる琵琶湖水を原水とする京都市水道に就き、相當永き實驗を重ね、如實に斯かる清冽なる原水であつても、單一濾過よりも二重濾過が凡ての點に於て優れる結果を認識した。沉んや御報告書に基き單一濾過と二重濾過とを比較するに、濾過効率に於ては報告書に單一濾過の成績が併示されて居ないから、此の方の比較は出来ないが、經濟方面の關係のみに就て見るに、第九章の作業費と建

設費の比較に就て、1箇年1億立方メートルの浄水に對し其の作業費は、單一濾過 90 979.8 圓に對し、二重濾過は 99 032 圓であるから、單一濾過は二重濾過に比して約 8 000 圓強即ち約 1 割許り節減されて居つて、此の節減は全く電力料の著しき差違が原因して居る。然るに其の電力料の差たるや、第一濾池の要する有効水頭の然らしむる處ならん。成る程大阪市の場合には、此の結果の現れるは當然ならんも、此の電力料の節約を計る上より、地形の撰擇乃至地形を適當に改造する事により相當之れを節減する事が出来るのみならず、二重濾過作業費中の凝集劑費の假定計上は過大である様に思ふ。何となれば急速濾過の 1 日平均凝集劑費は 110 000 圓÷365 日、即ち約 300 圓であるに、二重濾過の方は試験日數 328 日中 11 日丈け凝集劑を注入されて居るのに、緩速濾過と同様 9 466.6 圓を計上されて居るから、1 日平均約 880 圓となり、實際と餘りに離れて居るやに推定せらる。斯くして之れ等の事項を彼此考慮に入れなば、二重濾過の經費を單一濾過よりも却つて少額となし得る事可能ならん、又なし得ると確信す。斯くしてこそ二重濾過が單一緩速濾過に優る所以であつて、筆者が時に此の二重濾過式を唱道するは今後衛生工學、衛生醫學、生物學等の各方面より、此の二重濾過式の設備を研究して、濾過効率の向上は勿論建設費の節約を計ると同時に、主として此の經費の節約を計り、所謂浄水處理の經濟化を期せんとするにあり。

又第九章(2)の建設費の比較は報告に隨へば、 $(6\ 200^m - 4\ 800^m) \times 365^d = 511\ 000$ 圓丈け、二重濾過が單一濾過に比して節減せらる。然らば經濟的に論じて、二重濾過が單一濾過に比して著しく有利である。

假に一步讓つて報告書に示さるゝ如く、二重濾過は單一濾過に比して年額約 8 000 圓強の經費を多く要するとしても、建設費の差額である 511 000 圓に對する年利率を 6 分として約 30 000 圓を計上し得るが故に、僅か此の内の 2 割 7 分許りを以て經費の差額に充當補填する事が出来る。即ち孰れにしても、二重濾過の方が單一濾過に比して經濟的である。

固より之れは濁色度の高き場合に於ける試験成績の比較であつて、本題の濁色度 3~1 以下の低き場合でないから、直ちに之れを以て濁色度の低き場合を同一の結論に導く事は出来ないであらうが、此の著しき差違を招く結果より考察しても、濁色度の低き場合と雖も、少なくとも經濟的には利益ある如く推定せらる。即ち換言せば、二重濾過によりて濾過効率の同等の上水が(濾過効率に優劣あれば別問題であるが、先づ同等の物として)經濟的に得らるゝ事となる。要するに二重濾過は、原水の清冽ならざる場合には濾過効率を高むると同時に經濟的であり、原水の清冽なる場合には、單一濾過と同等の効率を保持して、しかも經濟的である事が、其の優る點である様に考察して居る。元來濾過効率を減退せずして經濟的に上水を得るを以て、原水處理の理想とする者なれば、稍此の理想に近き二重濾過に對して、著者が結論として上記の如く述べられたる事には聊か疑義を挟み、且つ抗議を述ぶる次第で

ある。

“末項の濾膜生成上策の得たる者ではあるまい”に就ても、成る程濾膜生成に必要な細菌類が第一の豫備濾過によりて減少さるゝ傾向はあらんも、要は豫備濾過の濾床の構成、設備の工夫、並に濾過速度などの適當なる考究によりて、第二の仕上濾過池に於ても何等濾膜生成の憂なからしむる事は、筆者の本誌所載の記述によりて充分説明せらるゝ者と思ふ。

(2) 次に同じく結論の(4)に於て、“原水の濁色度常時相當高く、殆んど常に凝集劑の注加を要する如き場合にありては、二重濾過よりも單一急速濾過に依る方が經濟上有利であらう、”と述べて居られるが、之れに就ても筆者は無論全部は否定しないが、少なくとも疑を抱くもので、寧ろ全然反對の意見を持つて居る。即ち原水の濁色度が常時相當高く、常に殆んど凝集劑を要する場合と雖も、(少なくとも我が邦の水道原水には斯かる例はないであらうが)單一緩速濾過乃至二重濾過と急速濾過を對立併用する場合を想像し、濾過式の根本を異にする兩者に就て作業費の主部を占むる凝集劑費に於て、急速濾過に要する丈の凝集劑の量は、單一乃至二重濾過の場合には必要であるとは思へない、必ずや緩速濾過の方は原水の人爲的沈澱作用以上に凝集劑を必要とせないのであらうから、夫れ以上人爲的濾膜生成に必要な急速濾過式の所要凝集劑量に比して相當少量にて足りる譯であらうし、又緩速濾過式の用途に對しては、急速濾過に要する程の精製品をも必要としないであらう。本報告書によりても、緩速濾過の場合の凝集劑費は、急速濾過の場合の夫れに比して、8.5%を出ない、固より之れは常時凝集劑を使用されたる實例ではないが、前述の如く大阪市水道の原水は我邦の水道に於ては所謂清冽ならざる部類に屬する方であらう、然るに猶此の實情であるから、例へ常時殆んど凝集劑を必要とする原水にあつても、略ぼ其の一端が窺はれると思ふ。今参考上報告書第九章作業費及び建設費の比較の項に就て見るも、1日1億立方メートルの淨水に對し、

(a) 作 業 費			
二重濾過		99 032 円	
急速濾過		193 760 円	
此の差		94 728 円	
(b) 建 設 費			
二重濾過	1 752 000 円	(4 800 ^m × 365 ^日)	
急速濾過	1 095 000 円	(3 000 ^m × 365 ^日)	
此の差	657 000 円		

にして、假に建設資金の利率を年6分とせば、約40 000圓の利子となり、経費の節約が約95 000圓なるが故に、年々約55 000圓宛の元資償還をなし、約12箇年には全部償還し得る事となる。況んや二重濾過の経費は、猶幾分低減され、之れに反して急速濾過の経費には、

修繕費の二重濾過に比して嵩む額が加算されてない様であるから、之れも加算すれば、兩者の經費の差は益々著しく、恐らく 10 箇年以内に償還し終るに至らんか、尤も之れは大阪市水道原水に對する試験の結果であるから、直ちに之れを引用する譯には行かないが、假に原水に對して殆んど常時凝集劑を要する場合を想像し、濾過效率に優劣なく、二重濾過と急速濾過孰れをも採用され得る前提の下に兩者を經濟的に比較する時、二重濾過と急速濾過の作業費の差額は如何に減じても、建設費の差額の利子に充當し、猶建設費差額の償還に充當すべき額が相當残るが如く推定せらる。即ち大阪市の場合に 10 箇年で償還される者が、斯かる場合には、其の償還期限が數年延長する程度に止まる者ではあるまいか、要するに大阪市原水の如き比較的清潔ならざる者で、而も淨水地の位置が比較的市街地に接し、用地費坪當り 30 圓を評價さるゝ如き場所で、而も唧筒式で、孰れかと云へば、經濟的見地よりすれば條件が凡て不利なる場合ですら、二重濾過は急速濾過に比して著しき經濟的利益あり、然らば淨水池が比較的用地費の安價なる郊外に設置され、且つ自然流下式の水道的場合の如きは、二重濾過の急速濾過に比して建設費の嵩む差額は極めて少額となり、自ら作業費の節約額を以て之れを容易に償還し得る事とならん。故に之れ等の點を綜合考察して、二重濾過は寧ろ或る特別の場合を除き急速濾過よりも經濟的であると云へる。元來緩速濾過と急速濾過を比較するに當りて、原水の性狀がその孰れの方法によるも其の濾過效率に取て甲乙なしとせば、經濟的方面の比較に於て、先づ建設費は急速濾過の方が節減され、經費は反對に緩速濾過が節減せらるゝを常とするが如し。特に都市に接近して濾過設備を設くる場合の如き、建設費は著しく急速濾過の方が節減せらる。然し一面急速濾過に要する經費は、緩速濾過に比して著しく嵩むが故に、其の經費の節減額を以て建設費の差額を容易に償還する事となり、結局經濟的には緩速濾過の方が或る特別の場合、例へば用地費の高き市街地に其の設備を設くるの餘儀なき場合の如きを除けば、一般に急速濾過に比して經濟的利益である様である。況んや二重濾過なれば急速濾過に比して一層經濟的である場合が一層多き様思考せらる。

要するに、經濟的のみより論ずれば、原水が潤濁し殆んど常に凝集劑を必要とする場合でも、濾過效率上二重濾過並に急速濾過孰れも可なりとの前提の下には、或る特例を除く外二重濾過は急速濾過に比して有利である場合多しと考察す。

(8) 最後に同じく結論(5)に依れば、“濾水中に現はるゝ微生物の點より云へば、二重濾過が緩速濾過よりも種類及び量共甚だ少いが、之れは濾池使用年數の経過と共に次第に増加するものと思はれる。勿論二重濾過の場合、第一濾池によりて或る種の微生物は除去されるが、大部は通過し得るのであるから、第二濾池が微生物の繁殖に對し好適の環境にある以上、單一緩速濾過の狀況に接近するのは已むを得ない處である。”と述べて居られるが御説の通り第一濾池では微生物は可なり通過するならんも、或る程度迄は抑制せらるゝ事は争へ

ない事實にして、自ら第二濾池を経たる濾水は單一濾水に比して微生物の種類も量も共に少なきは當然であらう。假に第二濾池使用年數の経過と共に微生物が次第に増加するとせば、單一濾池に於ても同一現象がある譯であつて、第二濾池のみが微生物の繁殖に對し好適の環境にある者とは思はれない。要するに二重濾過によれば、第二濾池の有効濾過持続期間が單一濾池のそれに比して著しく延長する事は、豫備濾過の爲めに濾床充塞に大に與つて力ある。微生物其の他の夾雜物を除去するに大いに起因するにあらざるなきが、此事實よりしても單一濾水よりも二重濾水の方に微生物の種類及び量の少なきは、只二重濾池使用年數の淺き期間のみの現象にあらず、永年に持続すべき現象である様に考察せらる。尤も筆者の此の生物方面に對する知識は殊に淺きが故に、全く確信なき謬見に外ならざらん。此の點に關して充分の御教示を願ひ度き者である。終りに筆者は島崎氏の御報告により兼て大阪市水道では急速濾過法が最も適當で且つ經濟的であらうとの直覺的の感を抱きしが、之れを裏切り、二重濾過式が寧ろ有利である事を立證され、二重濾過式萬能論者たる筆者をして益々我が意を強くせしめたる事を重ねて深く謝する次第である。

(終)