

(2) 衛生工学の将来展望

山口大学教授工学部 中西 弘

1. まえがき

明治初年、欧米からの近代式水道および下水道の導入とともにわが国の衛生工学がスタートした。その歴史的経過、衛生工学の目的、使命、今後の課題、将来の展望等について、筆者のささやかな意見をご披露し、諸兄のご批判を仰ぎたい。

2. 衛生工学の歴史的展開

1) 水道、下水道学としての衛生工学（創設期より昭和30年頃まで）

衛生工学はもともと Sanitary Engineering の訳であり、それは都市の衛生的な施設の建設や管理に関する工学として発展してきた。すなわち、住民の生活に係わる衛生施設の整備のための工学であり、その意味において衛生学や公衆衛生学等の医学との関係が深い。その代表的な施設が水道および下水道の施設であり、衛生工学の歴史は水道と下水道の歴史とともに始まったといえよう。明治初年、わが国に欧米の近代式水道や下水道が導入されて以来、衛生工学は土木工学科のなかの水道や下水道を担当する講座としてその名が使われている。本来、水道や下水道は、清浄な水の生活場への導水、あるいは生活場からの雨水や汚水の排除から始まり、その施設の大部分が水の輸送にあったことから土木工学の一分野であることは当然の結果であった。

2) 変貌し、多様化して来た衛生工学（昭和30年代以降）

衛生工学が、国民の快適な生活環境の整備に関する工学と定義するならば、それは環境工学との違いを明確にしなければならない。しかしその相違は定かではない。それはしばしば環境工学と同義義に用いられることもあるが、衛生工学が、都市の衛生施設としての水道、下水道および廃棄物処理等に重点がおかれるとすれば、それは環境工学よりも限られた狭い範囲のハードなものを意味しているかも知れない。このことに関しては種々、意見の分れるところであるが、筆者は広い意味で衛生工学をとらえておきたい。

昭和20年代から30年代にはじまるわが国の高度成長に伴って、公共水域の水質汚濁の増加、し尿の農地還元の廃止、廃棄物の増加、大気汚染の増加等、環境汚染が顕著となり、環境問題解決に対する社会的要請が高まるにつれて、衛生工学の役割は飛躍的に増加してきた。その主なものは次のようなものである。

- (1) 水道、下水道における水質浄化の役割増加、水質浄化システムとしての水道、下水道のウエイトの増加
- (2) し尿処理システムの確立、し尿処理施設の整備、し尿浄化槽の設置、下水道の整備等
- (3) 廃棄物(一般および産業廃棄物)処理システムの確立、収集、輸送、中間処理、最終処分問題の解決
- (4) 公共用水域の水質保全、閉鎖性水域の富栄養化問題、汚濁機構の解明、底質改善等
- (5) 水処理システムの充実、用水の高度処理、排水の生物処理、工場排水処理、畜産排水処理、排水の再利用等
- (6) 環境管理計画、環境アセスメント、汚濁予測手法、環境創造(人工海浜、親水公園等)、環境基準設定等
- (7) 大気汚染防止システムの確立、燃料計画、集じん装置、脱硫、脱硝装置、影響評価等
- (8) 騒音、振動防止対策、悪臭防止対策、工場、土木工事、交通等について
- (9) モニタリングシステムの確立、大気汚染、水質汚濁、騒音、悪臭等について

以上に示したものは、水道、下水道を除いて、その大部分が従来、学問として確立されておらず、新らたに提起された問題としてその解決が早急にせまられてきたものであり、これらの課題に答えるものが衛生工学であると解している。

3. 衛生工学の目的、使命

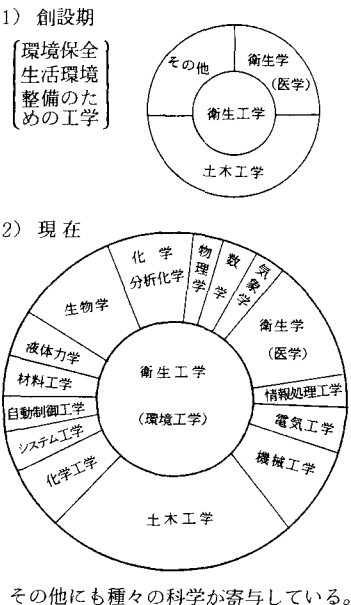
衛生工学は、環境保全、生活環境整備のための計画、施設の建設、管理のための工学として位置づける限り、それは問題解決のための学問でなければならない。環境科学の多くが問題提起、原理追求にとどまっているのに対して、現実には施策を進めていくための学問、また、環境改善に直接役立つ学問が必要である。衛生工学はそのための学問であり、それは、環境政策の調査、計画、立案等に関する環境行政担当者、水道、下水道の技術者、廃棄物処理の技術者、環境汚染防止装置の研究、開発および生産のための研究者や技術者、あるいは工場、事業所等の環境管理部門の技術者等に直接役立つ学問であらねばならない。また、これらの研究者、技術者の養成は衛生工学の使命である。

4. 衛生工学の発展とその学問体系

よく議論されるところであるが、衛生工学は環境の保全、生活環境の整備といったある特定の目的を持った問題解決型の学問であり、総合科学とか応用工学に位置付けられる。したがって、その目的達成のために、他の分野の学問が導入されなければならない。すなわち、衛生工学は他分野の学問からその有用な部分を導入してその体系に組み込み、再構築してきた。これが衛生工学が輸入学、模倣学、モザイク学とみられるゆえんである。しかしながらそこに導入された基礎知識をベースにして独自の体系が確立されてきた。たとえば、水道における凝集、沈殿、ろ過理論、塩素管理技術、鉄、マンガン除去技術、トリハロメタン問題、管網計算理論、水道計装技術、給水装置、あるいは水需要予測、基本計画、下水道における雨水量の算定、排水方法、BOD指標、活性汚泥法、生物膜法、汚泥消化法、水質保全における汚濁負荷量の算定方法、自浄作用、汚濁解析と予測手法、廃棄物対策における収集、運搬システム、し尿処理技術、焼却炉、無公害埋立技術、大気汚染対策における汚染予測手法、発生源での防止技術、騒音、振動対策における予測と防止技術、あるいは環境保全政策における環境基準や各種の規制目標値の制定、環境管理計画、環境アセスメント、モニタリングシステム等である。

ところで、衛生工学の分野（環境保全、生活環境整備の施策、施設の計画、建設、運営）に投入された他分野の学問は、衛生工学の目的達成のために大きな部分的な寄与をしている。また、その本家の学問自体にも寄与している。たとえば、土木工学は衛生工学の母体として位置付けられており、環境施設の建設に、機械工学や化学工学は水処理施設、焼却炉、集じん装置等の建設に、電気工学はポンプ施設や集じん装置等に、自動制御工学は、施設の管理、運転に、分析学はモニタリングに、材料工学は配管器材に、また、液体力学、水理学は物質移動に、化学や微生物学は汚濁物質の変化過程の追求に、数学はあらゆる工学の基礎学問として、また、衛生学、公衆衛生学（医学）は、汚染物質の人体影響と環境基準の制定、およびその対策の評価にそれぞれ大きな役割を有してきた。図1に衛生工学を構成しているそれぞれの学問分野を模式的に示した。

環境保全、生活環境整備の目的に直接に役立つ工学であれば何れも衛生工学の範中に入っているが、その目的意識を前提とした研究手法は、原則として垂直降下型思考となる。すなわち、ある目的のためにプロジェクトチームが組織され（場合によっては単独）、その目的達成のための情報が各専門分野のなかから選択、収集され、それらを整理、解析して、さらに独創的なアイデアを加えて、問題解決にあたるというパターンである。多くの提起された環境問題の難問がこうした手法に



その他にも種々の科学が寄与している。

図1 衛生工学を構成している学問分野(模式図)

よって解決されて来た。衛生工学が、輸入工学とかモザイク工学とかみられるのはそのゆえんである。

一方、他の分野の研究者がその応用範囲を広げ、水道、下水道、廃棄物等の環境問題の解決にその専門知識を利用する場合には垂直上昇型思考となる。この場合には、それぞれの専門分野の応用分解として衛生工学が存在する。したがって、衛生工学の立場から取られるべき手段は本質的には垂直降下型の思考であろう。

5. 衛生工学の将来展望

衛生工学が受持つべき多くの課題のうち、特に重要と思われ、また、筆者の興味のある課題を列記してみる。

1) 水道関係； (1)新しい生活用水の供給システム、飲料水の安全性をおびやかす水源汚染、味、健康面からの高品質の飲料水の供給、生活用水の用途別需要構造等を考慮した用途別給水をも含む水の供給方法の確立、(2)微量有害物質の除去技術、(3)膜分離法の開発と普及、(4)オゾン処理の活用、(5)給配水システムの水質管理

2) 下水道関係； (1)下水道の効用の定量化、(2)下水処理場放流先選定に関する総合評価(水域の受容容量比較)、(3)雨水流出制御と水質浄化、(4)地域特性を考慮した下水道規模の検討、(5)節汚濁負荷型と利便追従型下水道の評価、(6)下水の生物処理における脱窒、脱リン、(7)下水処理方式と処理限界、(8)下水汚泥の砂漠処理と利用

3) 公共水域の水循環と水質保全； (1)水循環系における水道と下水道との相互関係、(2)自浄作用と汚濁作用の評価と活用、(3)水質汚濁予測手法の精度向上、(4)水管理、水質保全計画のレベル向上、(5)水管理、水質保全への国際協力

4) 廃棄物処理関係； (1)し尿処理場処理性能の向上、(2)し尿浄化槽汚泥処理、(3)廃棄物の収集、運搬の合理化、(5)有害廃棄物の処理、(6)中間各処理の性能向上、(7)最終処分の安定化

5) 環境管理、土地利用改善； (1)環境管理計画、(2)環境アセスメント、(3)環境創造(人工海浜、森林公園、親水公園等の住民のため快適環境の創造、(4)埋立、しゅん設工事と無公害技術

6) 大気汚染防止関係； (1)燃料計画、(2)防止装置(集じん装置、脱硝装置等)、(3)影響予測

7) 騒音、振動関係； (1)土木工事の騒音、振動対策、(2)交通騒音、振動対策、(3)工場騒音、振動対策

8) 用水、排水処理関係； (1)用水の高度処理、超純水製造、(2)工場排水処理の体系化、(3)排水の高度処理

9) モニタリングシステム； (1)大気汚染の自動観測、(2)水質の自動観測、(3)騒音の自動観測、(4)悪臭観測、(5)赤潮発生予報等

以上に掲げた課題は、環境保全、生活環境整備に関係する総花的なものであるが、衛生工学の範囲を水道、下水道、水質保全や廃棄物に限定せず環境保全、全般に関係する工学と位置付けて検討を進めて来た。ここに示す衛生工学の課題は、水道、下水道、し尿処理関係を除いてそのほとんどすべてが昭和40年以降に提起され、その後の20年間に精力的に討議され、工学的な体系化が計られ、整備されて来たものである。したがって、衛生工学の将来展望を改めて考えてみると、過去20年間に提起され、整備されつつある課題の充実をはかることが先づ第1に重要な問題であるとする。すなわち、過去に多くの課題が提起され、既に出つくした感もあるので、先づはその内容の充実をはかることが先決である。

第2は、国際化の問題である。わが国の衛生工学も発展期を経て、充実期を迎えて来たので、これまでのように外国の技術の導入をはかるという面よりも、国内で培った優れた研究成果や技術を国外に紹介する機会を多く持つことが必要である。すなわち、衛生工学の国際交流を一層活発にすること、特に発展途上国に対する技術援助を含めて国際交流を活発にすることが必要である。

第3は、衛生工学の他分野への進出である。衛生工学が他分野の学問の導入によってその進歩の過程をたどって来たが、そこで培かれた優れた独創的な内容を他分野にも適用し、還元することを考えなければならない。すなわち、輸入学とか模倣学とかいわれてきた衛生工学が、輸出学とか恵与学とか呼ばれるように、他の分野に

還元することも考えなければならない。そのためには第1に示したように先づはその内部の充実を計らなければならない。

6. むすび

水道、下水道から出発した衛生工学も、過去20年間に急速にその内容を広げ、発達してきた。多くの問題が提起され、今やその内容の充実、高度化が要求されている。同時に国際交流を広げることも今日的課題である。さらに衛生工学で培われた成果を他の分野に還元することも将来の展望として考えなければならない。また、衛生工学は環境問題解決の旗手であり、チャンピオンであることを常に自覚しておかねばならない。