

近年の衛生工学の急速な発展に対応して、水に関する衛生工学の中で、水質学が占める位置と役割を考慮してみた試案の一つがオ1図である。

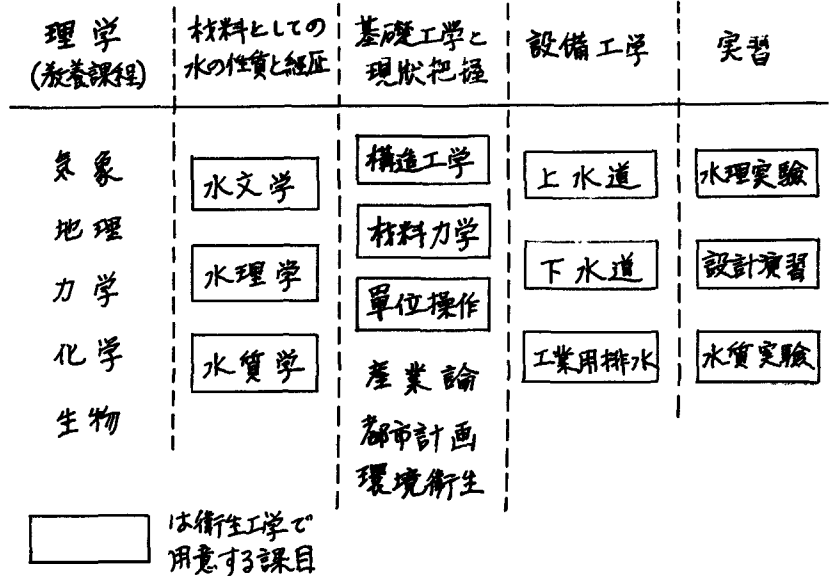
ここでは、水質学は水文学、水理学とならんで、材料としての水を理解する基礎理論の質的な側面を代表するものとなる。

水質学にこのような役割を支えるならば、水質試験結果の解釈に必要な従来の知識のほかに、関連分野の諸科学との密接な交流が必要となる。現在の段階で、そのような水質学の性格に関連した成果をもつ分野と、その問題の一例をオ2図にあげてみた。

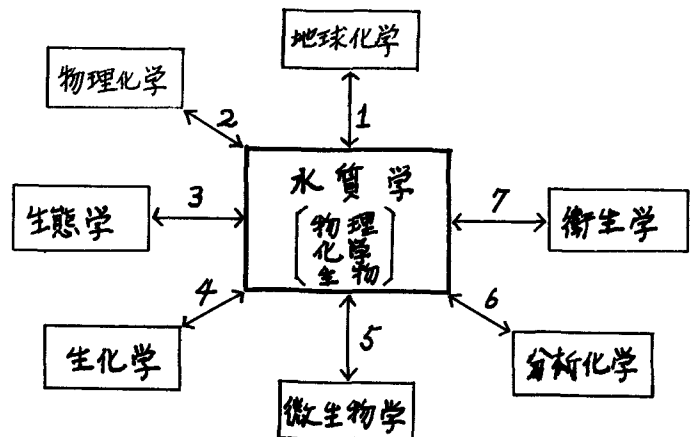
もちろんこれはまだ不完全なもので、今後の検討によって常に整理、補充をしなければならない。

以下に、関連する問題の内容を略述する。番号は図中の数字と対応するものである。

- 地球上における物質循環、水に供給されるイオン、物質の量。
- 水素結合、結合水、pHとイオンの挙動、コロイドの性質。
- 水中生物相、食物連鎖。



オ1図 水質学の位置と役割



オ2図 水質学と関連分野

4. 代謝地図 (生物によって、消費、合成される物質の変化)、毒性物質の作用機構。
5. 水中細菌その他微生物の機能、バイオアッセイ。
6. 化学分析法の水への応用。
7. 疫学的手法

以上のように内容は極めて多様になるが、幸いなことに各分野でいずれもすぐれた総説がまとめられるようになったので、これを参照して教科書を編集すれば、水質学は一教科としてそれほど時間を費やさずに学生の興味をよびおこすことは可能であろう。その際に、多様な内容を要案として列記するのではなく、現在の最も進んだ考え方をとり入れ、それぞれの分野の開いた展望を紹介することに重点をおくべきである。

それでは、どのような教科書ができるだろうか。以下にその目次と主な項目をあげてみよう。
教科書要目案「衛生工学者のための水質化学」

I 水質学総論

1. 水の物理化学的性質。

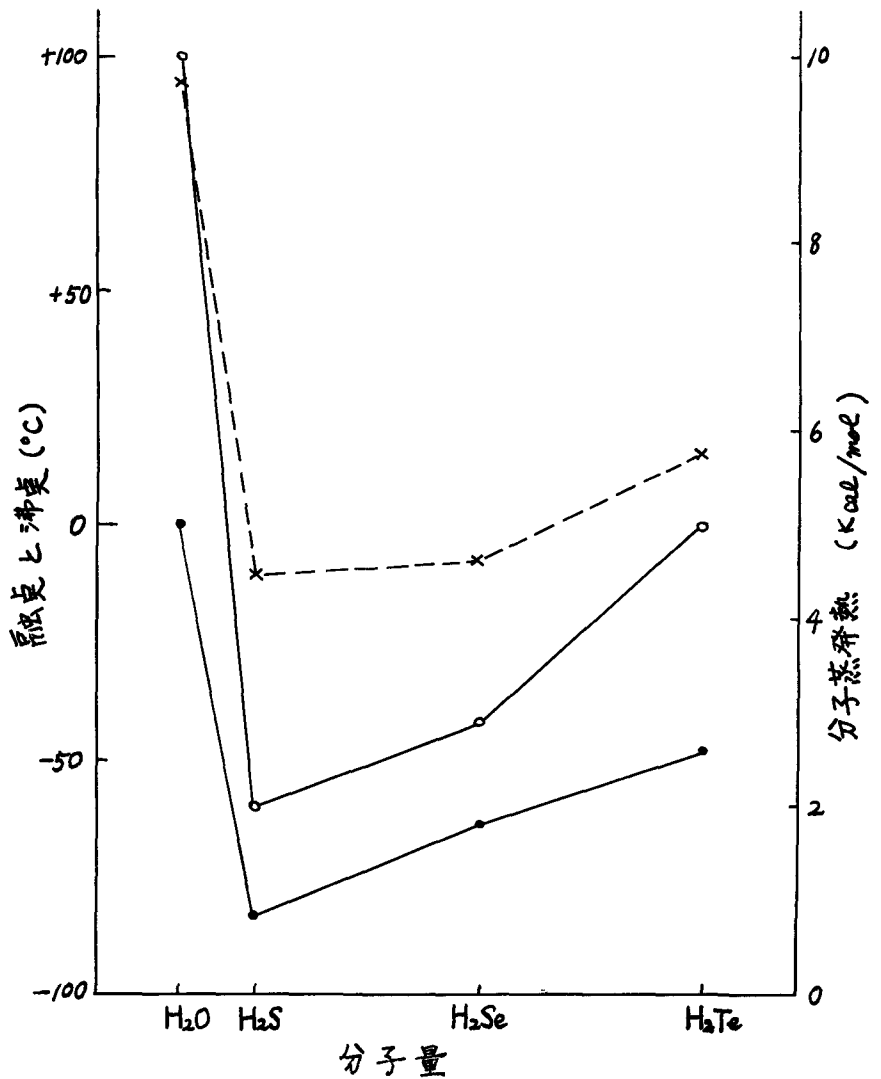
○水がきわめて特殊な物性をもつ物質であること。融点、沸点、蒸発熱など分子の大きさと分子間力に関する物性値をあげる。(才3図)

$H_2O < H_2S < H_2Se < H_2Te$ のはずだが、実際には H_2O がとびぬけて大。

○分子中電子数の等しい周期律表才2列の水素化物の比較 才4図 H_2O, HF, NH_3 の順に異常性が大、液相の範囲大。

○蒸発熱、表面張力など、分子間力に関する物性値大。

○氷が水より軽く、 $4^{\circ}C$ に密度の極大があることは非常に特殊な物



才3図 同族体二水素化物物性 (○融点 ○沸点 ×蒸発熱)

性である。もし固相が液より重ければ冷却により下方に氷が沈み、上方から加熱しても表面がとけるだけで、安定な温度成層が常に成立、循環は起りえない。

○融点と沸点の大きな差、大きい蒸発熱、密度差循環、大きい比熱など、いずれも液相の水の中の反応条件を一定にしやすいう原因。

○水素結合による説明。水素結合による分子間力の増大はHF, H₂O, NH₃のうちでH₂Oが最大。Oのlone pair二つと水素結合の二本との釣合いによる三次元ネットワークの生成。

○水の密度があまり高くないこと、水素結合のネットワークが小さい単位で生成消滅がきわめて速い。

○水の解離の大きさ、H⁺イオンとOH⁻イオンの生成、水素結合ネットワークとH⁺, OH⁻のみかけの拡散、H⁺+OH⁻→H₂Oの反応がきわめて速いこと、固相の氷の中で更に速くなること。

参考文献 ポーリング：一般化学，Snell et.al: Biophysical Principle and Function, Klotz: Horizons in Biochemistry "Water"

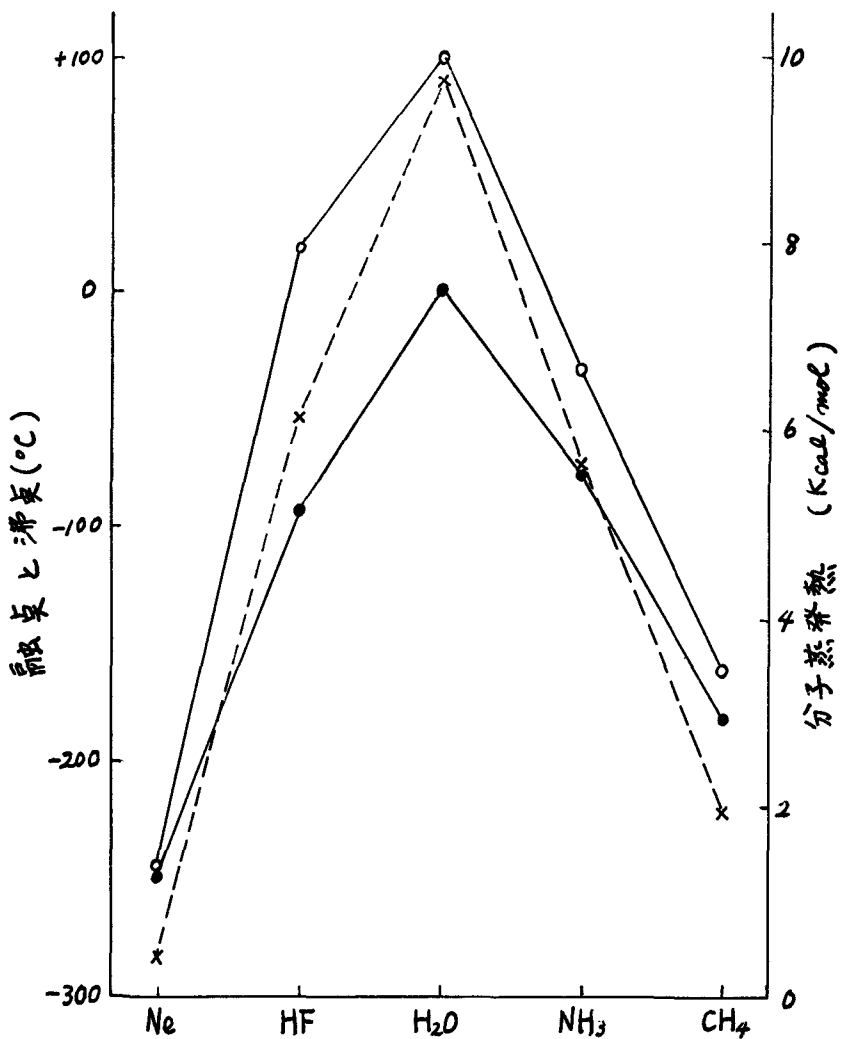
2. 地球上における水の動きと物質循環

○海水、淡水の量比と水文学的な諸循環の概要

○水中の主な不純物と地殻からの供給量

○水中における生命の発生と地球環境の変化、有機物の自然生成と生命の発生、光合成の発生、けん気性空気から酸素のある空気へ、高等生物の分化と捕食関係の成立。

参考文献 菅原、半谷：地球化学入門，Pullman: Horizons in Biochemistry



や4図 等電子数化合物の物性値 (●融点○沸点×蒸発熱)

3. 生物と水について

- 生物の含水率、高等動物と微生物の差、固形分の化学組成、人間の収支。
- 水中の微生物、細菌、カビ、藻類、原生動物、高等動物の略述。
- 細菌の構造と機能、鞭毛、スライム、細胞膜、原形質膜、厚形質、核、その他の小体、胞子、組成。
- 無酸素菌と有酸素菌、それぞれの例の略述と衛生工学的な意味。
- 好気性菌、通性菌、嫌気性菌、それぞれの呼吸系の差。
- ウィルス、バクテリオファージ、リケッチア、その衛生工学的役割。
- カビ類の構造と機能、その衛生工学的役割、組成。
- 藻類、構造と光合成の役割。
- 原生動物と高等動物、捕食と栄養、食物連鎖。
- 生物の栄養因子と増殖、主要必須元素と微量元素、制限因子、炭水化物、蛋白、脂質、リンを含む化合物、増殖の各相の特徴。

参考文献 津田：汚水生物学, McKinney: Microbiology for Sanitary Engineer, Oginsky, Umbreit: Introduction to Bacterial Physiology.

4. 溶液とコロイド

- イオンと結水、均一溶液の中の分子拡散と混合、 pH とイオンの挙動。
- 酸、アルカリ、中和、緩衝作用、生物に対する意味、 pH とのアナロジーとしての酸化還元電位
- 溶解ガス、ヘンリーの法則、溶解酸素の収支。
- コロイド、溶液との差、亲水性と親水性、電気的二重層とゼータ電位、吸着と能動輸送。
- 反応速度と平衡、反応次観、触媒作用、酵素の機能、Michaelis-Menten の式

参考文献 ムーア：新物理化学。

II 水質学各論

1 水質因子、パラメータの意味、用途に応じた試験と結果の解釈、各パラメータの総合性、若干の歴史的な変化とその意味の説明、機械的計測の導入の可能性、連続測定の意味、データの整理法。

参考文献 半谷：水質調査法

2. 物理的指標

- 天候、流量、気温、水温などの環境指標。
- 感覚的指標、濁度、色度、透明度、臭気、味など、その衛生工学的意味。
- 固形分指標、全固形分 (TS)、溶解固形分 (DS)、浮遊固形分 (SS)、熱灼残量 (FS, Ash)、熱灼減量 (VS) 電気伝導度など、それぞれの意味。

参考文献 半谷：水質調査法

3. 化学的指標

- 緩衝作用指標、 pH 、酸度、アルカリ度、炭酸塩平衡、応用例。
- 有機物一般指標、溶解酸素、 BOD 、種々の COD 、それらの相互関係と意味。
- 窒素の循環と窒素指標、Total-N, $Alb-N$, NH_3-N , NO_2-N 、それぞれの関係と衛生工学的意味。

・無機物一般指標、硬度 (Ca, Mg)、アルカリ度との関係、塩素イオン、硫酸イオン、硫酸イオン、Sの循環、ケイ酸類、ナトリウム、カリウム、鉄、マンガン、その衛生工学的意味。

・重金類類、銅、鉛、亜鉛、カドミウム、水銀等。

・その他毒物指標、フェノール、シアン、クロム、ヒ素、フッ素、農薬類、界面活性剤など、各種毒性の比較データ、バイオアッセイの例。

・遊離塩素、塩素要求量、塩素と反応する物質類、細菌の死滅曲線。

参考文献 柴田 水質試験法解説, Sawyer: Chemistry for Sanitary Engineer

4. 生物指標

・細菌数、一般細菌、大腸菌群、細菌の強さと環境。

・一般生物相、サプロビエンシステムの意味と効果。

参考文献 津田 汚水生物学

5. 各指標と総合した応用例

ケースワークとして化学軟化、水質汚染、いろいろな河川調査例、下水の生物処理、その他。

Ⅲ 水質分析実験とその解説 (学生実験に相当するもの)

これはおそらく別冊になるものと思われる。Ⅱの各論のうち主要なもの十数項目位で、上、下水試験法、JIS工業用水、排水試験法等に共通なものもあげることになるが、解説と操作の意味をかなり詳しくのべなければならぬ。現在東大で実施しているものもまだ定着していないし、講義との関連についても検討の余地がある。

結び、大体この程度の項目により、関連分野との連けいと保つことはできると思われるが、これだけ分か、あるいは余計なものまで取り入れるかの検討について、学界の諸先輩の御批判を仰ぐために、このようにまとめてみた。

Iの総論部分のように理学的な問題まで必要かどうかについては、筆者は絶対に必要と考える。現場で経験的に発見される問題の中には、理学的な基礎の高次の組み合わせである現象がしばしば見出される。その解を教科書に手立ておく必要はないが、解き方のいとごちは提示したい。この程度のことば、衛生工学の研究に従事するものはもちろんのことだが、現場技術者にと、これも必要である。これはちょうど、下水道の計画に当り、計画区域の精密な地図と共に、周辺区域を含んだ大縮尺の地図が必要になることと同様ではなからうか。