

高度浄水処理モデルの開発と教育実践

越坂 直広 [北海道立理科教育センター／研究員]

背景・目的

水環境においては、自然の自浄作用では追いつけない急激な汚濁が進んでいる。このような中で、水が汚染されていくしくみや、生態系と物質の循環及びエネルギーの流れを知り、水を軸にした環境問題について考察を加え、対策を練り、行動に移す態度を育むこと、自然と共生する合理的な生活、活力ある持続可能な社会を模索する力を育むことが大切である。本研究は、高度浄水モデルを用いて、水の調べ方を把握し、関係する化学について理解を図ることのできる、わかりやすく効果的で、科学的に思考できる教材の開発と教育実践を目的に行った。

内容・方法

1) 高度浄水処理モデルを用いて水環境について簡単に効果的に理解できる実験教材を開発する。：身の周りの材料を活用して高度浄水処理場と同じシステムで濁水を飲料水に換えていく。殺菌操作においては、次亜塩素酸ナトリウム、オゾンを用いる方法以外にも銀イオンによる殺菌についても教材化する。オゾン発生器については、簡易的なものを自作する。2) 残留塩素と除去について理解させる教材を開発する。：DPD試薬で残留塩素を検出する。3) 水の硬度と洗浄効果を確認する教材を開発する。：EBT試薬(キレート滴定)により水の硬度についての教材化を図る。4) 水デザイン器(浄水機能を含む)を用いた科学的に思考し総合的な見方や科学的に探究する能力を育む実験教材を開発する。：身の周りの材料を活用して、水道水、ミネラルウォーター、濁水等を開始とし、キレート滴定やDPD試薬による分析等化学的な手法を用いて水質の変化を調べる。

結果・成果

1) 水の調べ方について把握し、pH、コロイド、凝析、吸着、イオン交換、酸化還元、キレート等に関係する化学についての理解を図る、わかりやすく効果的で、科学的に思考できる教材を確立した。2) 水環境について、高等学校のみならず小学校→中学校→高等学校と段階・系統的に工夫を凝らして教育を進めていくことができる教材化を図った。小学校の「生物とその環境」において浄水の基本的なしくみとして扱い、水の保全や再利用及び水が有限の資源であるという視点での教材化、中学校の第1分野の「科学技術と人間」において、中和(酸とアルカリ)や酸化還元の基礎的な部分での導入を図る教材化、高等学校化学Iの「物質の種類と性質」及び「物質の変化」、化学

IIの「課題研究」、総合的な学習の時間の「環境などの横断的・総合的な課題についての学習活動」、高校理科総合Aの「科学技術の進歩と人間生活」においての教材化を図った。3) 高度浄水処理が求められるようになった背景について、浄水の歴史を含めて考察させることのできる教材化、浄水システムの化学的側面からの理解を促進することのできる教材化、併せてグリーンケミストリーの概念を生かした教材化を図った。4) 水の汚染と殺菌・化学的除去方法及びトリハロメタンができる過程と問題点についても考察できる教材化を図った。殺菌処理では、化学的な側面からの理解を促す教材化を図った。特にオゾンについては、特有のにおいや強い酸化分解力を実感させるなどオゾンの基本的な性質(及び確認方法：KIデンプン水溶液などの利用)についても結びつける教材化を図った。5) 硬水・軟水の化学的な成分と簡単な区別方法、水の軟水化の方策等を理解し、生活や環境への影響、イオン交換樹脂のしくみを考察できる教材化を図った。6) 試行錯誤し、科学的に思考しながら目的に応じた水に変えていく実験の教材化を図った。7) 安全に飲める水、美味しい水、ミネラル(Ca^{2+} 、 Mg^{2+})豊富な水、洗浄用(風呂、洗面所)に適する水、色々な料理に適する水等を創る方策を検討する教材化を図った。8) 生物膜ろ過(ろ材：アンストライト)やオゾン耐性膜ろ過などの新しいろ過方法についても発展させ、ろ材について、浄水場で用いられている砂ろ過、及び中空糸膜や逆浸透膜等のポリアミド系または酢酸セルロース系の合成樹脂膜による浄水方法及び膜の種類による分離手法とその原理及び除去対象についても(浸透圧・海水の淡水化とも結びつけて)考察させる教材化を図った。9) 微生物や吸着剤、分離機能性膜などを活用した高度浄水処理と関連させてこのGSCの概念についても考察させる教材化を図った。

今後の展望

1) 活性汚泥の浄化能力(処理場では自然の力を再現していることを理解できる教材の考案)、2) 土壌作用のモデル化・教材化、3) 水に溶ける炭酸ガスの影響の測定、4) 水と空気の接触による影響の測定、5) 電気伝導率と水の純度について、6) DO(溶存酸素量)の測定と水の汚染について、7) SS(浮遊懸濁物質)の測定、8) 有機ハロゲン物質(トリハロメタン等)の除去モデルの検討、9) 化学物質・重金属や洗剤による汚染及び除去モデルの検討、10) 窒素・リン等と富栄養化のモデルの検討を視野に入れて水の教材の検討を進めている。