

## よみがえれ！水よ！！

### －産官学連携によるカキ殻とモミ殻を活用した水浄化技術開発－

宮城県石巻工業高等学校

#### はじめに

石巻は、宮城県の海岸線のほぼ中央、旧北上川が太平洋に注ぐ河口に位置し、世界三大漁場の一つと言われる金華山・三陸沖の漁場資源を活かした水産業とその加工業で発展してきた水産商工の都市である。また、広大な耕地を有する県内でも有数な穀倉地帯でもあり、比較的温暖な気候条件のなか、北上川の豊かな「かんがい用水」を活用した水稲生産を基幹とした農業が展開されている。

本校は、この水産資源と農業資源に恵まれた石巻市に昭和38年に開設され、地元の工業高校として、地域の産業、行政、教育等の各分野で地域社会の将来の発展を担う社会人の育成という役割を担っている。その意識やレベルは常に国際基準の目線を持って、地域社会の発展に貢献することが求められ、日々の学習や実習に加えて、資格・技能取得、インターンシップ、部活動等の工業高校だからこそ可能な、多様で特色ある取り組みを積極的に行っている。現在、機械制御科、電気情報科、土木システム科、化学技術科、建築科の5学科があり、約720名の生徒が学んでいる。

#### 目的

本活動は、本校が企業、宮城県、石巻市、大学（東北文化学園大学）、宮城県保健環境センター、宮城県黒川高等学校、宮城県知的所有権センター等と連携し、クラスターを構築するものである。そして「カキ殻」や「モミ殻」を活用した、雨水や排水等の汚れた水の浄化技術開発及び有効利用を推進する事を目的とする。具体的には以下の通り。

- (1) 企業（イオン株式会社、イオンリテール株式会社、イオンデライト株式会社、旭洋設備工業株式会社、有限会社大清、宮城県リ・ソイル事業協同組合等）、宮城県、石巻市、大学（東北文化学園大学）、宮城県保健

環境センター、宮城県知的所有権センター、宮城県黒川高等学校等と本校が連携して、新しい水浄化剤及び水浄化システムを開発する。

- (2) 上記の水浄化システムは、本校が開発した水浄化剤を使用しており、主に中水利用や排水浄化を目標に設計されているが、将来的には上水や河川水などへの応用も視野に入れている。
- (3) 石巻地方の海から得られる産業廃棄物である「カキ殻」や穀倉地帯である宮城の「モミ殻」を活用した、雨水や排水等の汚れた水の浄化技術開発及び有効利用を推進する。



開発した水浄化装置の企業や県への説明。



企業や県への報告会

(4) 本校にある化学反応の装置や、フーリエ赤外分光分析装置、紫外可視分光器、走査型電子顕微鏡、X線蛍光分析装置などの先進の技術を活用して研究し、それらをとおして本校生徒の環境技術教育を行う。

## 活動の意義

人間が生活する上において、必要とされる水の多くの部分は、ダムなどから供給される。しかしながら、市街地に降り注ぐ雨水の有効利用が進めば、相当量の水の節約が可能である。現在、生活用水(中水)の用途は、車の洗浄、庭木への水やり、水洗トイレ用水、手洗い用水など広範囲に及ぶが、これらの多くがいまだに水道水を使用しており、市街地に降り注ぐ雨水の有効利用が待ち望まれる。本校はこうした生活用水に一部雨水を使用している。しかしながら、屋根から集水される雨水は、屋根のゴミや土、汚れをそのまま一緒に洗い落とし、中水用の大型地下タンクに貯留される上、使用されるまでに長時間あるので、かなりの細菌が繁殖してしまう。したがって、中水として使用される際には、貯留されている雨水は、色は薄いオレンジ色になり、腐敗臭がするまでに汚れてしまい、そのままでは使用できない。実際には大量の水道水で薄めて使用しているので、非常に効率が悪い。



企業や県との検討会

これに水浄化剤を使用して100%雨水を中水に使用できるようにする事は、水の有効利用として重要である。世界中の建設物においても雨水を貯留する場合は同様なことが予想され、雨水の有効利用技術開発の意義は大きい。

また、ショッピングモール等の飲食店から排出さ

れる排水を、水浄化剤を使用してきれいにできれば、そのまま中水に有効利用可能である。これらは、水の有効利用の方法として世界中で有効に必要なことである。この活動はその為の技術開発を行うものである。

また、産業廃棄物として大量に廃棄されるカキ殻を水の浄化に利用できれば、環境への貢献は大きい。更に、シリカなどの有効な成分を含むモミ殻の高付加価値製品の開発は資源の有効な利用として価値あることと考えられる。



雨水の再利用先進事例の視察

## 内容

1. 2005年度～2006年度「カキ殻を活用した新型水浄化剤(カキボール)の開発」

- (1) 石巻産カキ殻廃棄の現状調査をおこなった。その結果、資源量としては年間5万トンも廃棄され、水浄化の資源として有望であることがわかった。
- (2) また、石巻産カキ殻を活用した新型水浄化剤(カキボール)の開発を行った。

2. 2007年度「産官学連携を中核とするクラスター形成による石巻産カキ殻を活用した新型水浄化システムの開発」

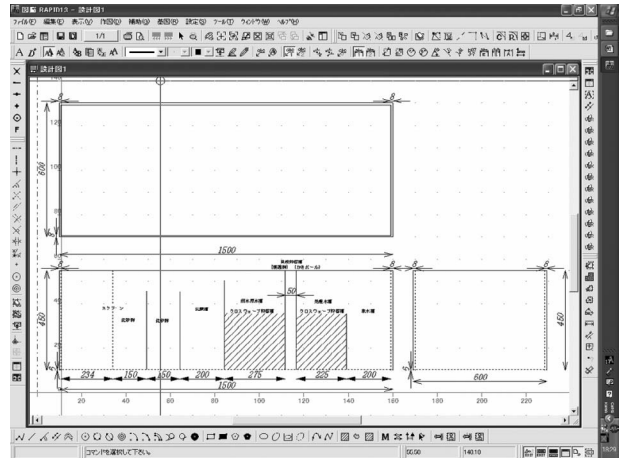
- (1) 本校が中心となり、地元企業の「有限会社大清」、「旭洋設備工業株式会社」と「宮城県生活環境部」が連携した産官学連携により、前年度まで開発してきた水浄化剤(カキボール)を改良し、強度や性能を向上させた。これにより、実用化により近い性能を得ることが出来た。

(2) 更に、上記の産官学連携事業により、本校が中心で新しい水浄化システムを開発した。この開発事業は、宮城県の3R事業として採択され、産業廃棄物であるカキ殻の有効利用として開発されるもので、石巻の環境保全が期待される。2ヶ月に一度の割合で関係者が集

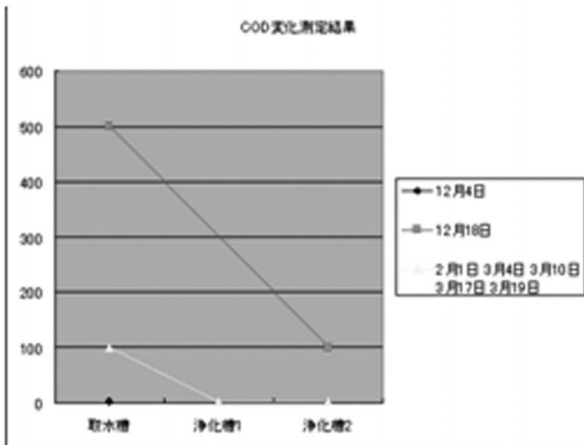
まり、検討会を実施した。この水浄化システムは、貯留槽の汚れた雨水を浄化し、CODを100分の1に、濁度や色度なども低下させた。また、一般細菌も13分の1にするなど、大幅な低下が測定され、殺菌効果もあることがわかった。また、腐敗臭が無くなった。



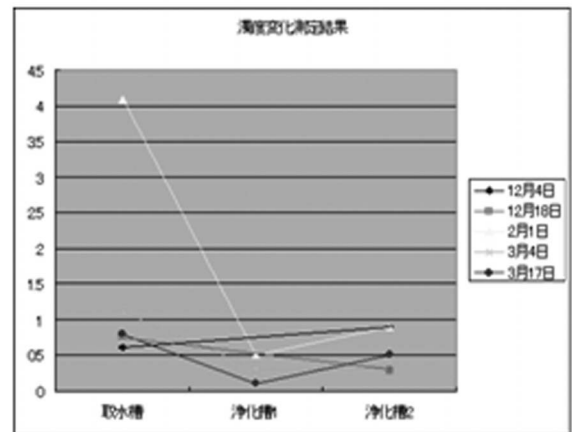
水浄化剤の製作



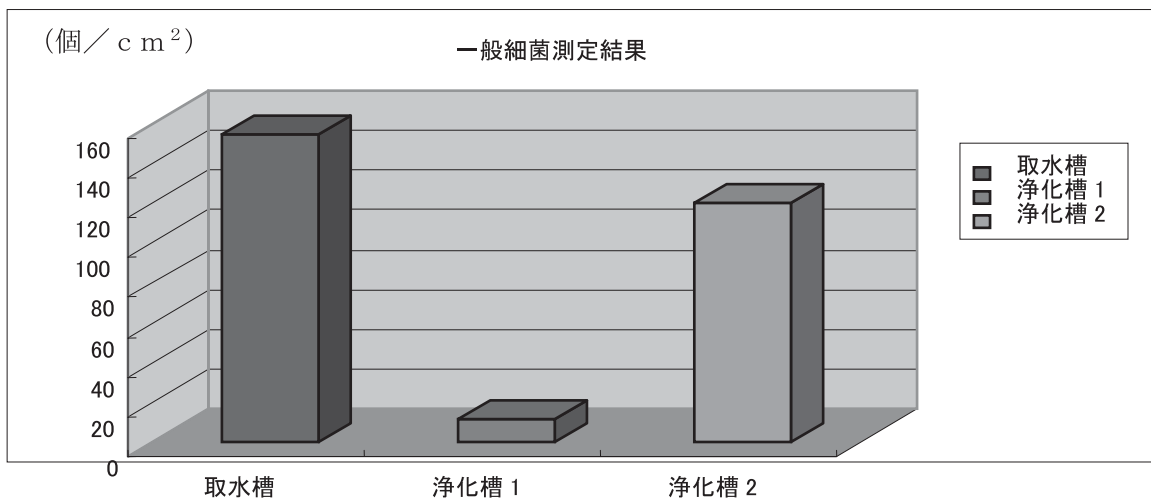
生徒が作図した水浄化装置の設計図



雨水浄化によるCODの低減測定



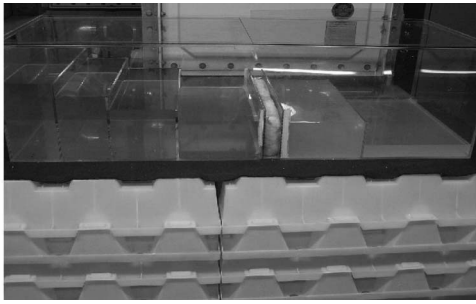
雨水浄化による濁度の低減測定



雨水浄化による一般細菌の低減測定



→  
雨水の  
原水



←  
浄化  
水

汚れた雨水の水浄化装置での試験の様子

### 3. 2008年度「産官学連携を中核とするクラスター形成による石巻産カキ殻を活用した新型水浄化剤の開発」

- (1) 本校が中心となり、企業（イオン株式会社、イオンリテール株式会社、イオンデライト株式会社、旭洋設備工業株式会社、有限会社大清、宮城県リ・ソイル事業協同組合等）、宮城県、大学（東北文化学園大学）、宮城県保健環境センター、宮城県知的所有権センター、宮城県黒川高等学校等が連携して、イオンショッピングセンターから排出される様々な排水を浄化する水浄化剤を開発した。これは、2007年度までに開発したカキボールの改良型である。なお、宮城県の3R事業として採択された。
- (2) 東北文化学園大学の役割は、水浄化剤による浄化作用の測定と分析及び技術的アドバイスなどである。宮城県黒川高等学校は使用した後の水浄化剤の再利用方法の検討である。その結果、コンクリートの骨材としての再利用の可能性が見いだされた。宮城県は開発資金提供と技術的アドバイス等を、イオン株式会社とイオンリテール株式会社などは開発資金及び試料などの提供、イオンデライト株式会社は試料や装置の提供、旭洋設備工業株式会社は技術等の協力、有限会社大清はカキ殻の提供、宮城県保健環境センターからは技術協力などを頂き、開発を進めることが出来た。
- (3) イオンショッピングセンターから排出される様々な排水を浄化できた。具体的には、COD、濁度、臭気などの低下が測定された。

### 4. 2008年度「産学連携を中核とするクラスター形成による石巻産カキ殻と石巻産モミ殻を活用した新型水浄化剤(カキモミブロック)の開発」

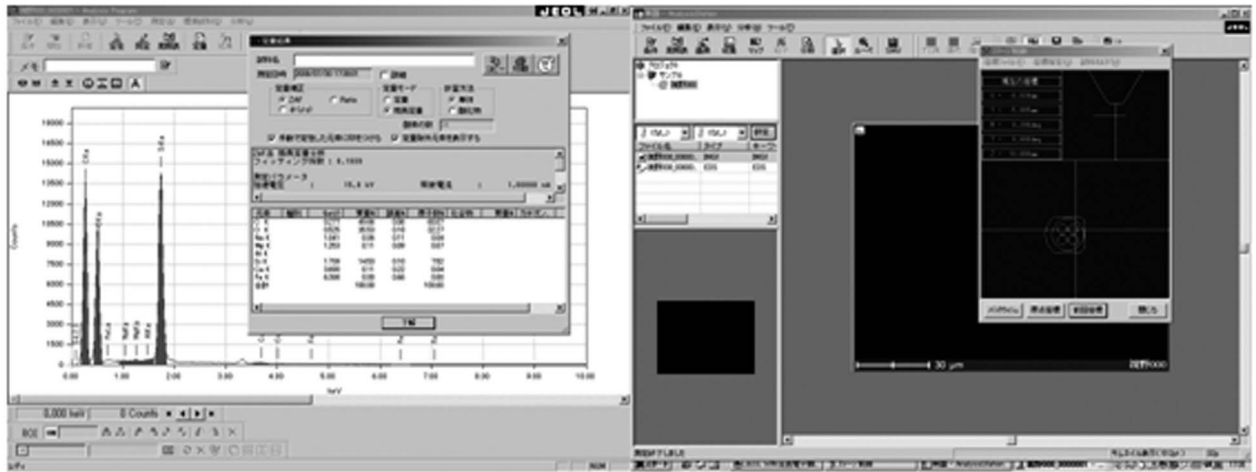
- (1) 本校が中心となり、企業（旭洋設備工業株式会社）と大学（東北文化学園大学）が連携し、それに宮城県、NPO法人環境会議所東北などが協力し、クラスターを形成して新しい水浄化剤を開発した。
- (2) 開発した水浄化剤は、石巻特産のカキを加工するときには得られる大量の「カキ殻」や、穀倉地帯である東北の農家から大量に排出される一般廃棄物「モミ殻」を活用したものであり、モミ殻中に含まれるシリカとカキ殻中のカルシウムを活用した他に例のない性能の良い水浄化剤である。
- (3) 籾殻は地元の河南カントリーエレベータから提供して頂いた。
- (4) 上記の水浄化剤は雨水及び河川水のCOD、濁度、一般細菌、臭気等を大幅に低下させた。



平成20年9月新聞記事（毎日新聞）



籾殻を提供した河南カントリーエレベータ



カキ粉ブロックの蛍光X線元素分析の結果



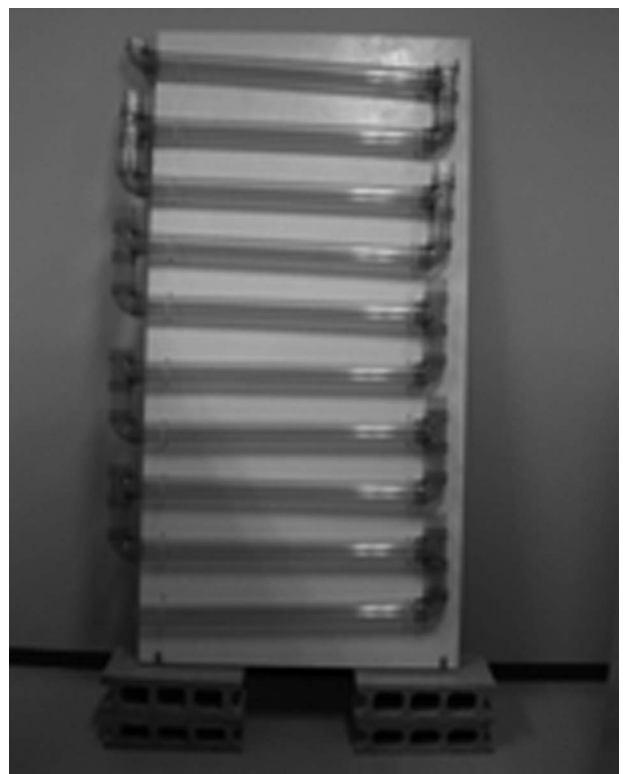
カキ粉ブロックの基本性能試験



企業の技術者との水浄化システム製作



カキ粉ブロックの写真



水浄化システム完成写真

## 5. 情報の公開及び啓蒙活動

- (1) 産官学連携事業及び産学連携事業については、2ヶ月に1回程度、研究成果の報告及び検討会を実施し、報道機関を通して、全国の方々に情報や成果が公開された。(新聞、テレビ、定期刊行物、雑誌)
- (2) 全国理科科学クラブ研究論文、環境甲子園や宮城県生徒活動成果発表会などで成果を公表し、最優秀賞や優秀賞等を頂いて全国の高校生に現状と研究について知らせることが出来た。
- (3) 地球環境大賞において報告し、「環境地域貢献賞」を頂いて全国の企業の方々、市民の方々に情報や成果が公開された。

### 活動を実施する上で留意した点

- (1) 産官学連携事業を進めるにあたって、生徒が出来る限り主体となり、企業や県の方々と話し合い、事業を進める事によって、生徒の社会性及び人間性の成長を促すように工夫した。
- (2) 水浄化剤を使用した水浄化システムの設計は生徒が企業の方々と何回も話し合い、意見を取り入れて完成させた。技術開発等についても生徒が主体的に進めていけるように配慮した。これは、生徒の創造性を向上させるためである。
- (3) 石巻地方の現状と課題をより多くの方々に知っていただき、地元の方々を巻き込んでいくために、報道機関の方々に協力をして頂いた。また、できるだけ多くの大会に出場し、情報公開に努めた。その為に、多くの時間が必要とされ、研究時間の確保が難しかった。
- (4) 企業や県と連携するため、成果を出さなければならないというプレッシャーがあり、それを通して生徒も成長できた。

### 活動の今後の計画

- (1) 今回のクラスタの範囲は、企業ではイオン本社があるので全国区であるが、官や学においては宮城県内に留まっている。今後は官や学も地元から更に広げ、将来的にはそれらも全国にまで拡大出来ればよいと考えている。

- (2) 産官学連携及び産学連携により来年度は開発した水浄化剤やそのシステムの製品化を目指している。
- (3) より低コストで高性能の水浄化剤を開発していき、その成果を広く全国に広めていく計画である。
- (4) 更に研究を進め、その成果を公表し、環境保全の啓蒙活動を進めるとともに、石巻地方及び全国の方々へ貢献できる環境保全技術者を育成していきたい。

### 最後に

今回の活動は、産官学連携及び産学連携を中心とし、それに地元の方々などを巻き込んだクラスタ構築を行うことが出来た。更に報道機関の方々の協力によっても実に多くの方々へ、情報を発信しながら事業を進めることが出来た結果、活動の効果としては非常にスムーズに雨水や排水の再利用技術開発及び環境保全の啓蒙活動推進を進めることが出来た。この影響は非常に大きく、地元に残らず、全国的に多くの方々からも反響があった。技術的なことに限らず、水利用やその浄化、環境に関する啓蒙活動での社会への波及効果は大きなものと考えられる。これらのことをとおして、雨水や排水の有効利用や環境保全への意識がより高まると共に、その課題への解決が進むことを期待するものである。

顧問教諭	門 脇 宏 則	
代表生徒	勝 然 勇 也	三 浦 拓 也
	佐 々 木 卓 博	諏 訪 勇 麻
	鈴 木 真	阿 部 令
	岸 野 広 伸	小 野 浩 明
	東 兼 規	遠 藤 雄 飛
	山 田 有 理	