

地球環境関係技術開発の状況

1 COP6の動きについて

(1) 気候変動枠組条約第6回締約国会議 (COP6) の概要

気候変動枠組条約第6回締約国会議 (COP6) は、1997年のCOP3で採択された「京都議定書」の早期発効を目指すため、オランダ・ハーグで開催されました。

期 間：2000年11月13日(月)～25日(土)

場 所：ハーグ(オランダ) 国際会議場

参加者：約7000人(181カ国)

そこでは世界各国が「京都議定書」を批准するために必要となる、京都メカニズム(排出量取引、クリーン開発メカニズム、共同実施) 吸収源(シンク) 遵守制度、途上国支援等について協議が行われました。議長(オランダのブロンク環境相)は、各国の主張を取りまとめるべく調停案を提示し、会期を1日延長して調整作業を行いました。最終合意には至らず会議は中断さ

れています。協議は、今年7月16日～27日にボン(ドイツ)で再開される予定です。

(2) COP6において日本が目指したもの

京都議定書における日本の温室効果ガス(GHG)削減目標は、第一約束期間(2008年～2012年)に1990年比で6%減。日本政府が策定した地球温暖化対策推進大綱では、この削減目標を達成するうえで日本経済に与えるインパクトを最小限としたい考えであり、電力や石油など経済活動の基幹となるエネルギーの生産と消費に関する分野での削減量を±0.0%とし、森林等での吸収量を3.7%、排出量取引などで1.8%、省エネ等で0.5%を削減することとしました。COP3の議長国であった日本としては、遅くとも2002年までの京都議定書発効を目指し、諸問題について解決を図ろうとしたものです。

(3) COP6の主要論点とその結果

主要論点	各国の主張(主要点)				結 果
	日 本	米 国	E U	途上国	
◎京都メカニズム 温室効果ガス削減クレジットを他の締約国から手に入れることのできるメカニズムの具体的な確立 ・排出量取引(ET) ・クリーン開発メカニズム(CDM) ・共同実施(JI)	京都メカニズムの利用に 定量的上限を設けない		京都メカニズムの利用に 定量的上限を設ける		京都メカニズムの利用に定量的上限は設けないことで歩み寄りが見られたが、結果的には、それ以外の原子力発電や吸収源をCDM事業の対象とするかどうか等も含めて意見の一致をみていない
◎吸収源(シンク) 土地利用や森林等による二酸化炭素の「吸収源」をどう扱うかという問題 [定義方法・規則等に関する議論] ・議定書第3条3項(新規植林、再植林、森林減少) ・議定書第3条4項(農地土壌、土地利用の変化及び林業分野における追加的活動)	途上国での植林を 先進国の削減分 に含める 森林等の吸収量に 過度の制限を課すべきではない		途上国での植林を 先進国の削減分 に含めない 森林等の吸収量を 厳しく制限する		森林等の吸収量について、厳しく制限すべきとするEUや途上国と、過度の制限を課すべきではないと主張する日本、米国などアンブレラグループとの対立が解消されず、合意には至らなかった
◎遵守制度 締約国が議定書上の義務を遵守しなかった場合の扱い	削減目標を遵守しない場合の 罰則は設けない		削減目標を遵守しない場合の 罰則を設ける		遵守委員会の設置については基本的合意が見られたが、それ以外については 合意に至らなかった
◎途上国支援 ・途上国への技術移転 ・地球温暖化の被害が大きい小島嶼国・最貧国への温暖化適応措置等 ・温暖化対策による原油売上げの減少を補う補償基金設置			途上国支援へ 新しい資金を拠出する		途上国に対する資金支援の必要性については合意が得られたものの、資金の規模、運営主体等の詳細までの合意には 至らなかった

第1表 COP6の主要論点と結果

(4) 評価

今次会合において合意することができず、2001年7月に開催されるCOP6再開会合に議論を持ち越す形となりましたが、議論の途中において、各国の立場・考え方の背景がより一層明確化され、相互意識が深まるとともに、いくつかの事項で各国の意見に歩み寄りがみられたことは評価できます。

(5) 今後の動き

4月4日～4月6日 IPCC第17回総会(ケニア・ナイロビ)
第1～3作業部会の3つの評価報告書を承認する予定。

5月16日～5月18日 OECD環境大臣・閣僚会合(仏・パリ)
COP6再開会合での交渉を成功させるべく、閣僚級会合等において事前の意見交換を行っている。

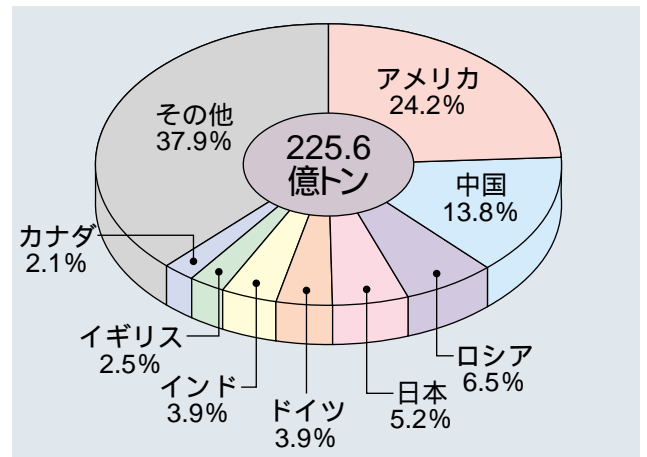
7月16日～7月27日 COP6再開会合(独・ボン)
2002年の京都議定書批准に向けた各国の交渉が行われる。
京都メカニズム 吸収源(シンク) 遵守 途上国支援等

7月20日～7月22日 G8サミット(伊・ジェノア)

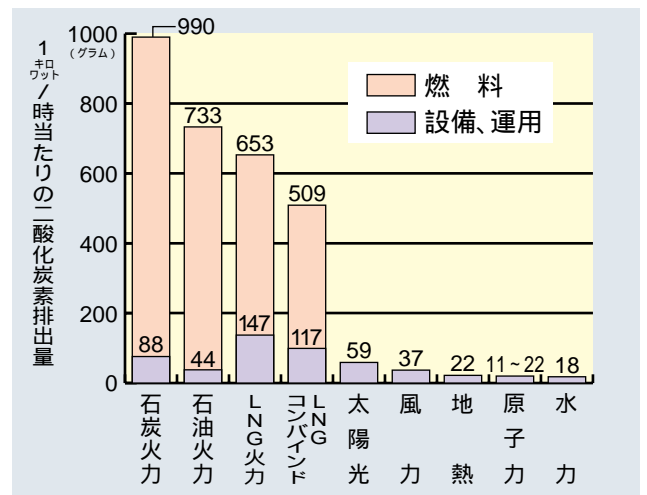
9月24日～9月29日 IPCC第18回総会(英・ロンドン)
3つの評価報告書の統合報告書が採択される予定。

10月29日～11月9日 COP7(モロッコ・マラケシュ)

第1図 COP7までの動向



第2図 世界の二酸化炭素排出量 (1997年)



第3図 電源別の二酸化炭素排出量

2 当社の地球環境技術

(1) 生物によるCO₂固定技術

電気利用技術研究所バイオ・水産グループが取り組んでいる、植物や海藻によるCO₂固定技術に関する研究について紹介します。

ア 植物によるCO₂固定

植物は、光合成反応によって大気中のCO₂を吸収・固定することから、大規模植林による地球温暖化対策や成長した樹木の有効利用に関する研究が盛んに行われています。

しかし、栽培管理や成育環境がCO₂固定に及ぼす影響については、わからない点も多い状況です。

そこで、バイオ栽培チームでは、植物の生理や生態を含めた調査・分析を行い、CO₂固定量を高めるための条件を明らかにする研究に取り組んでいます。

川越火力発電所構内の緑地 (1997年植栽: ナンキンハゼ、ヤマモモ、アラカシなど18種)

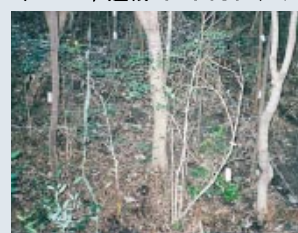


第4図 植栽密度1本/m²



第5図 植栽密度2本/m²

浜岡原子力発電所構内の緑地 (1984年植栽: アラカシ、ヤマモモ、ウバメガシなど11種)



第6図 間伐実施 (1995年)



第7図 間伐なし

1)管理条件によるCO₂固定量の比較

植栽密度(第4,5図)や間伐の有無(第6,7図)が、樹木のCO₂固定に及ぼす影響を定量化するため、発電所緑地に成育している樹木の樹高や幹の太さを計測し、CO₂固定量を算出しました。

この結果、植栽密度1本/m²の緑地は5.7kgCO₂/m²・年の固定量があり、2本/m²の緑地と比較して高い値となりました(第2表)。

第2表 植栽密度の違いによるCO₂固定量の比較

植栽密度	平均樹高 (cm)	平均直径 (cm)	CO ₂ 固定量 (kgCO ₂ /m ² ・年)
1本/m ²	179	4.3	5.7
2本/m ²	210	3.7	4.2

一方、1995年に植栽密度1.7本/m²から1本/m²になるよう間伐を行った緑地の固定量は、間伐しない緑地より低い値となりました。

第3表 間伐の有無によるCO₂固定量の比較

管理条件	平均樹高 (cm)	平均直径 (cm)	CO ₂ 固定量 (kgCO ₂ /m ² ・年)
間伐有り	567	5.3	11.5
間伐なし	558	5.8	13.3

今回の測定結果から、植栽条件やその後の管理条件によって緑地帯のCO₂固定量に差が生じることが確認されました。

今後は、樹種や土壌などの影響についても調査を行い、CO₂固定効果を高めるための条件を明らかにする予定です。得られた知見は、国内外で植林・緑化を行う際の基礎データとして活用していきます。

イ 海藻によるCO₂固定

アラメ、カジメなどの海藻も植物と同様に、光合成反応によって海水中のCO₂や栄養塩を吸収するため、地球(海域)環境の保全に重要な役割を担っています。また、その群落(藻場)は、魚介類の産卵・成育場所(第8図)としても必要不可欠な環境でもあります。

当社は(財)国際環境技術移転研究センター(ICETT)



第8図 カジメ造成藻場でのイカの群泳(1999年)

の地球環境保全関係産業技術開発促進事業に応募し、大型藻類によるCO₂固定の促進を目指して、1996年7月よりカジメ藻場造成技術の開発に取り組んでいます。

これまでの研究によって、確立したカジメ種苗の周年大量生産技術を用いて、食害対策や時期などを考慮し、海域へ計画的に種苗を移植した結果、600m²のカジメ群落を造成することができました。

造成した藻場における海域のCO₂固定量は、2.4kgCO₂/m²・年という基礎的データが得られました。(1993年3月)

現在、動物を含めた藻場全体としてのCO₂吸収固定過程の解明を進めるとともに、造成した群落でカジメが成熟し放出された遊走子の着生状況を測定する拡大基盤を設置(第9図)して、効率的な次世代形成条件の解明など、大規模な造成に適応可能な拡大技術について研究を行っています(第10図)。



第9図 拡大実験基板に発生したカジメの幼体(2000年)



第10図 カジメ造成藻場の状況、生体と幼体(2001年)

(2) 環境リサイクル技術

ア 碇子くずのリサイクル

配電線や送電線を電柱や鉄塔に固定している碇子のうち、損傷が激しく再利用(リユース)できない碇子くずについては、産業廃棄物として埋立処分されています。そこではこの碇子くずのリサイクル技術の確立を目的に、水力発電所等の水路床面補修工事のモルタル用骨材として、高強度で耐磨耗性のある碇子くずの利用を目指しています。

碇子は主に磁器部分と金属部分から構成されており、リサイクルに当たっては磁器部分と金属部分を分離するための粉碎・分離が必要であり、まずこの技術を確

立しました。また、モルタル用骨材としての性能を把握するため、碓子くずを混入した試験モルタルサンプルを作成し、圧縮強度・耐磨耗性試験等を実施し、その性能は従来のモルタルよりも優れていることを確認しました。

また、これの実用評価を実施するため、犀川発電所、生田発電所、南股ダムの3カ所に試験施工を行いました。



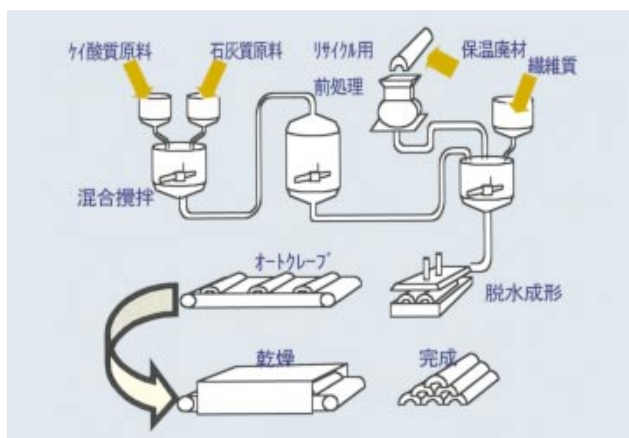
第11図 碓子くずを利用した水路床面補修工事

今後は、碓子くずを骨材として用いた床面補修材の長期に渡る性能について確認を行うと共に、碓子くずリサイクルシステムを確立していく予定です。

イ リサイクル保温材

火力発電所の保守工事で排出されるケイ酸カルシウム系保温廃材(ケイカルエース廃材等)は産業廃棄物として埋立て処分されています。そこではこの保温廃材のリサイクル技術の確立を目的に、保温廃材を再利用したリサイクル保温材の試作および火力発電所実機配管を用いた実用評価を実施しました。

リサイクル保温材の試作評価試験を行い、JISA9510の1号-22規格(高温部用)と2号-22規格(低温部用)を満たす適正な廃材配合量を確認し、第12図に示すリサイクル保温材製造ラインを確立しました。



第12図 リサイクル保温材製造ライン

その後、リサイクル保温材の実用評価を実施するために、知多火力発電所および武豊火力発電所において1年間の実機装着試験を行い、各装着試験の結果からリサイクル保温材は新品保温材とほぼ同じ表面温度が確保できており、かつ、試験前後で物性が変化していないことから、実用可能であることを確認しました。

また、経済試算を行った結果、保温廃材をリサイクルした場合と廃棄物処理して新品材料を購入した場合と比較して同程度のコストとなることを明らかにしました。

ウ 石炭灰の有効利用

1) 石炭灰混合プラスチック製品

石炭火力発電所から大量に発生する石炭灰は、資源として有効利用することが求められています。石炭灰は、主にセメント原料として再利用されていますが、さらなる用途拡大を目指して研究開発を行っています。

研究の一環として、石炭灰をプラスチックに混合することにより、その強度や特性を損なわない石炭灰混合プラスチックの開発を行っています。

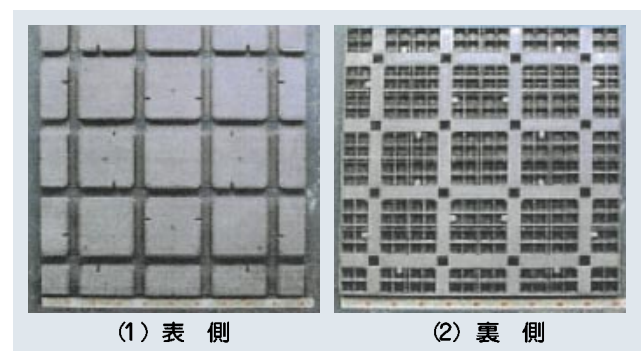
一般的にプラスチック成型品はプラスチック粉末をペレット化し加熱成型することで作られています。現在、このペレットに石炭灰を混合した石炭灰混合プラスチックペレット(石炭灰混合プラスチック製品の原料)を製造する技術の開発を行っています。



第13図 石炭灰混合プラスチック製品の作成方法

これまでに、配合を工夫することにより、高い割合で石炭灰を混合した石炭灰混合プラスチックペレットを作成することができました。

石炭灰混合プラスチックペレットを原材料として用いた一例として床製品(OAフロアパネル)を試作しま



第14図 石炭灰混合プラスチックペレットによる床製品の試作品

した。成型性は良好であり、耐衝撃性や耐荷重性等に関する規格を満足しています。

今後、実証規模での試験を計画しています。

2) 石炭灰による人工骨材の製造

さらに、石炭灰を大量に利用するため、石炭灰をセメントと水を混合し、建設資材として取り扱いやすい粒状の骨材を製造する技術を開発しました。

通常の人工骨材の製造は、原料を1000℃以上に焼成する方法を取っています。開発した技術の特徴は、石炭灰とセメントを混合した粉体に、水を添加して良く練ることによって、高強度の骨材を得るところです。そのため、製造する時に使用するエネルギーも小さく地球環境に優しい技術といえます。



第15図 骨材



第16図 骨材を用いた透水性ブロック

骨材の球形を活かして、ポーラスコンクリートとして用いた透水性ブロックを試作しました。

(3) 廃棄物処理技術

ア 医療廃棄物処理装置の開発

当社は、新たに開発した廃棄物処理技術の実用化を図るため、本年4月から、プラズマ溶融技術¹を用いた医療廃棄物処理装置のフィールド検証を開始いたしました。

本装置は、従来の焼却処理では燃え残ってしまっていた金属やガラスを含む医療廃棄物を、プラズマにより極限まで減容化・無害化することが出来、さらに電気による高精度な温度制御により排ガス規制を大幅にクリアした画期的なシステムです。

今回のフィールド検証は、名古屋第二赤十字病院の協力を得て、同病院内に本装置を設置して、来年3月までの1年間にわたり、操作性・耐久性・経済性等の確認を行うものです。

当社では、今回のフィールド検証の結果を踏まえて、商品化を図り、環境分野における事業拡大を目指していきたいと考えております。

1 プラズマ溶融技術...電気の放電現象を利用し数千度の高温に加熱する技術

イ プラズマ溶融技術による医療廃棄物処理装置とは

医療廃棄物は、一般的には焼却方法で処理されていますが、注射針やピン類が残ることやダイオキシン発生

等の環境問題が深刻化してきたことから、各病院では廃棄物の扱いに苦慮しており、病院内で安全かつ確実に無害化・減容化できる装置が望まれています。

当社が開発したシステムは、廃棄物を無酸素状態で加熱し熱分解させ、残った炭化物・注射針・ピン類等をプラズマ加熱により安定なスラグ²に溶融固化させるものであり、次のような特長があります。

2 スラグ...燃焼灰や金属などが溶けて固まったガラス状の固化物

1) 病院内設置が可能

医療廃棄物を病院内において、安全かつ確実に処理できます。

2) 無害化・大幅な減容化が可能なシステム

医療廃棄物を完全に無害化し、約250分の1まで減容化できます。また、スラグは路盤材などに再利用が可能です。

3) ダイオキシンの発生を大幅に抑制

電気加熱により高精度の温度制御ができるため、排ガス処理が行いやすく、ダイオキシン値を現行基準値の50分の1(0.1ng/Nm³)以下に大幅に抑制します。

4) 操作が簡単で自動運転が可能なシステム

廃棄物処理にあたって、一括処理するため種類別の分別が不要です。

また、自動で運転し、さらに運転状態の遠隔監視ができます。

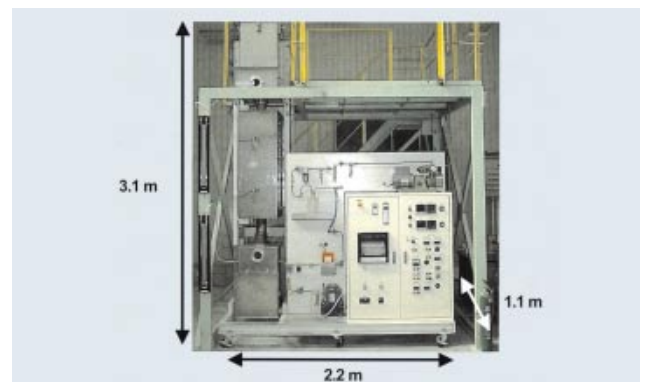


第17図 医療廃棄物処理装置

ウ ハロン分解システムに関する研究

1) 研究の背景

ハロン³は、消火能力が高いことから消火設備などに利用されてきましたが、オゾン層破壊効果および地球温暖化効果を引き起こす原因となるため、世界的に1994年から製造が禁止されています(ただし使用は可能)。当



第18図 ハロン処理システムの外観

社でも、消火設備などでハロンを保有しておりますが、代替物への切り替えを積極的に進めています。しかし取り替えられたハロンを処理する方法は未だ研究段階です。このためハロン処理法の確立が望まれています。

2) 研究の概要

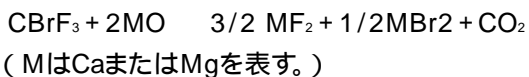
本システムは、電気ヒータを用いて固体の吸収材とハロンを高温に加熱し、ハロンをフッ素や臭素などのガスに分解させます。そして、これらの分解ガスを発生と同時に吸収材に捕集させるものです。装置がコンパクトで排ガス処理設備が不要のため装置・運転費用が安価という特長があります。本システムは特許出願済みです。

3 ハロン...フロン類の一種で、F(フッ素) Br(臭素)を含む有機化合物

3) 研究の成果

処理装置の開発

装置の外観を第18図に示します。吸収材を装置上部から連続的に電気炉に投入し、ヒータで約900℃に加熱します。また装置下部からハロン1301(CBrF₃)を導入します。ハロンと吸収材は



のように反応します。二酸化炭素(CO₂)もほとんど吸収材に捕集されます。

ハロン等導入時における排ガス成分結果

ハロン1301およびフロン134a(C₂H₂F₄)を分解処理したときの結果を第4表に示します。ハロンの分解率99.9999%以上、フロン134a分解率99.9998%以上であり、排ガス中にフッ素、および臭素は検出されませんでした。これによりUNEP⁴推奨基準値を大幅に下回ることが確認できました。また二酸化炭素も吸収材に捕集されることも確認しました。これにより性能・環境に対して十分な評価が得られることがわかりました。

4) 今後の展開

今後は、装置のさらなる処理能力および操作性の向上に取り組み、フロン類全般の処理装置として実用化を目指します。

第4表 排ガス中の成分濃度

項目	ハロン1301	フロン134a	UNEP 推奨基準
未分解ガス濃度 (ハロン1301、フロン134a) (ppm)	0.3	0.5	< 1(フロン)
分解率 (%)	> 99.9999	> 99.9998	> 99.99
フッ化水素濃度 (mg/Nm ³)	< 0.1	< 0.1	< 5
臭化水素濃度 (mg/Nm ³)	< 0.1	< 0.1	< 5
二酸化炭素濃度 (%)	0.1	0.1	
捕集率 (%)	99.8	99.9	

4 UNEP (国連環境計画)

1972年にストックホルムで開催された環境問題を巡る初の国連会議「国連人間環境会議」の結果創設。地球環境問題への取り組みと、国際社会の関心の高揚が主な任務。

(4) 発電所周辺の環境対策技術

ア 片浮型緑化床

揚水発電所の調整池では水位の日変動が大きく、最高水位～最低水位間の法面の植物にとっては厳しい生育環境となります。そのため、調整池法面は裸地状態となることが多く、景観が損なわれてしまいます。片浮型緑化床は、この法面を緑で覆い、ダム湖の水位変動に追従する新しい修景緑化技術のひとつです。

片浮型緑化床は、水に浮くように造られたマットの中に土壌と肥料と植物の種子を入れ、上端を調整池斜面に固定しております。我々が行った研究では、設置後2ヶ月で発芽し、マットは緑で覆われました。緑で覆われたマットは、調整池の水位上昇に伴って水面に浮き、浮島のような景観を与えます。調整池の水位が低下すると、裸地状態であった法面に着地し、法面が緑で覆われたような景観を創り出します。

経過観察の結果によれば、緑化床に大きな損傷等の問題も見られず、水位変動に対する追従性の良さが確認されました。また、発芽した植物も順調に生育し、水力発電所周辺の景観創造に有用であることが確認されました。マット上には、最初に混入した種子による植物の他に、試験地点周辺に自生する植物も出現しました。長期運用を行えば、マット上の植物が周辺に自生する植物に置き換えられる可能性も考えられます。また、片浮型緑化床には、湖岸に打ち寄せる波に対して消波作用があり、法面の浸食防止効果も見られました。

片浮型緑化床の実用化に向けては、今後、片浮型緑化床の長期耐久性を確認するとともに、周辺の植生と調和した緑化植物の適用性について検討を加えた、より適切な修景緑化技術の確立が求められます。



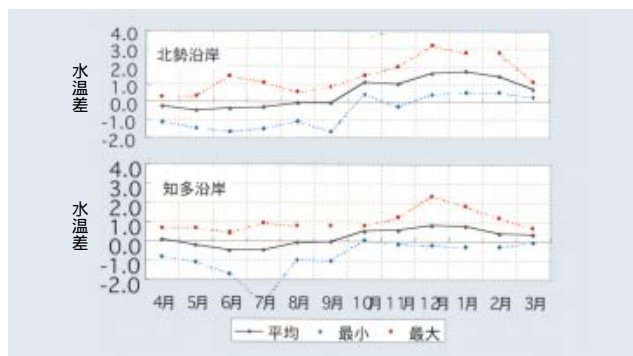
第19・20図 調整池の法面に設置した片浮型緑化床

イ 伊勢湾の環境水温の特徴

火力発電所が運開するとその周辺環境への影響を確認するために各種モニタリング調査を行う必要があります。火力発電所では復水器の冷却に利用した温排水を放出するため、海域の表層水温上昇の程度を把握する調査は重要なモニタリング調査の一つです。温排水による表層水温上昇分布を的確に把握するためには自然状態の水温分布(環境水温)を確認する必要があります。

す。これまでの我々の長年の調査経験から、伊勢湾海域の環境水温の分布には独特の特徴があることが推測されていました。このような海域特有の環境水温分布特性を科学的に解明することができれば、前述した温排水拡散範囲をより明確に把握することができます。

推測されていた伊勢湾の環境水温の特徴とは「沿岸部の表層水温が沖合部と較べて数 高くなる」ことです。一年間、水温・塩分の連続調査を実施した結果、伊勢湾では、秋季から冬季にかけて恒常的に、沿岸の表層部で、水温が沖合に較べて平均1~2 高くなっていることがわかりました。同時に塩分が0.1~0.2%高くなっていることから、塩分が高く重い下層の海水が、何らかの外力によって沿岸部表層に現れたものと判断できます。



第21図 沿岸の水温上昇の年変化(沿岸水温から沖合水温を差し引いた)

このような特徴は、他の日本の沿岸海域ではあまり報告されていません。伊勢湾には木曾三川等から冬場でも多量の淡水が供給されるため、上層には塩分が低く軽い水が分布しています。上層水は海面から冷却され重くなりますが、下層の高塩分水はもっと重いため、鉛直混合は起きずに密度成層は維持されます。その結果、上層が冷たく下層が温かい状態が作られます。さらに、冬場の伊勢湾では、北~北西の風がほぼ恒常的に吹いており、この風が作用して上層水が沖合に移動するため、沿岸に温かく塩分の高い下層の水が湧昇してくるものと考えられます。

発電所を作った電力会社が周辺海域のモニタリング調査を行うのは当然の義務ですが、真摯な態度で地域の自然環境に対する理解を深め、よりきめ細かな地域環境保全に寄与できるよう今後とも努力していきます。

ウ 希少植物の増殖研究

近年、発電所等の電力施設建設工事において、周辺の植物環境への影響を最小限にすることが強く求められています。当社が計画している木曾中央水力発電所予定地には、キョウマルシャクナゲ(ツツジ科の常緑低木)やキバナノショウキラン(光合成をせず土壤の養分のみで育つ無葉ラン)等の希少植物が自生し、これら

の植生の保全対策が不可欠となっています。この一環として、現地で採取した種子を用いた増殖技術の研究に取り組んでいます。

キョウマルシャクナゲについては、種子から効率的に発芽させて、苗を生産する方法を確立しました。今後は、増殖した苗を現地へ移植し、群落を再生する手法を確立します。一方、キバナノショウキランについては、個体数が少なく種子採取が困難なうえ、増殖が極めて難しい種とされていますが、試験管内の栄養培地に種子を無菌播種することにより、発芽させて数cmの根茎を形成することを可能にしました。今後は、自然状態でのキバナノショウキランが菌類と共生して栄養分を得ていることから、栄養培地に共生菌を接種して、形成した根茎をさらに育成する手法を確立する予定です。



第22図 自生地でのキバナノショウキラン 第23図 キバナノショウキランの根茎形成

(5) 新エネルギーの導入

化石燃料などは限りある資源です。将来にわたって安定した電力供給を続けていくためには、貴重な資源を有効に活用するとともに、環境に優しいエネルギーの開発を進めていく必要があります。弊社では分散型の電源として自然エネルギーを利用した「太陽光発電」、「風力発電」、化学反応を利用したエネルギー利用効率の高い「燃料電池」などの発電方式について、信頼性の認識やコストダウン方策の検討を行っています。また、太陽光発電、風力発電、廃棄物発電などからの余剰電力購入を通じ、新エネルギーの普及を支援しています。

第5表 これまでの弊社新エネルギー導入実績 (平成12年度末累計)

	導入事業場数(力所)	導入量(kW)
太陽光発電	51	591
風力発電	2	267
燃料電池	5	400

第6表 新エネルギー余剰電力購入実績 (平成12年度推定実績)

	購入契約件数	購入電力量(万kWh)
太陽光発電	9,000	1,360
風力発電	4	760
廃棄物発電	16	20,000