

# 碧 水

第 96 号

平成 13 年(2001 年)10 月

静岡県水産試験場

〒425-0033 焼津市小川汐入 3690

T E L (054)627-1815

F A X (054)627-3084

## 研究レポート①

### 駿河湾深層水活用ビジネス創出支援事業

今年の秋には駿河湾深層水の取水施設が完成しますが、県ではそれに先立ち平成11年度と12年度に駿河湾深層水活用新ビジネス創出支援事業として駿河湾深層水を船で採水して(写真)民間企業に配りました(この作業を以下分水と記載します)。

これは駿河湾深層水を少しでも早く民間に配布して、深層水を用いた新製品開発等の研究に取り組んでもらうためです。ここでは駿河湾深層水活用新ビジネス創出支援事業による駿河湾深層水の利活用の状況を報告します。



写真 駿河湾深層水の採水

#### 1. 募集

募集は県内の水産加工、食品加工、流通、化粧品、農業、環境、医薬品等、深層水を利用する可能性のある多分野の業界団体を通じて行うとともに、県のホームページに募集案内を掲載し、日頃から深層水に強い関心を持つ企業等の

応募をつのりました。

研究の実施には県内の研究機関の中から農業、工業、環境等の11機関が技術支援体制をとりました。分水を希望する企業等は関連する業種の県の研究機関に分水申請書を提出します。申請を受けた研究機関は企業等の研究計画などの相談にのり、その後の研究実施についても指導や助言を行うこととしました。

#### 2. 分水

研究機関を通じて提出された分水申請書は水産振興室でとりまとめ、駿河湾深層水共同研究調整会議(平成11年度名称。平成12年度は駿河湾深層水活用新ビジネス創出支援事業調整会議)で審査し、分水の可否や分水量を決定しました。

平成11、12年度の分水状況を第1表に示しました。

第1表 平成11、12年度の分野別分水状況

分野	水産加工	食品加工	健康医薬	化粧品	農業	その他	計
平成11年度	28	28	10	7	5	6	83
平成12年度	33	32	5	3	6	7	86

平成11年度は77企業(県外5企業)83件に分水しました。申請のあった業種は水産加工と食品加工が多く、次いで健康医薬、化粧品、農業の順でした。

平成12年度は85企業（県外3企業）86件で、申請業種はやはり水産加工と食品加工が多く、次いで農業、健康医薬の順でした。

平成11年度に分水申請した企業等で平成12年度にも継続して分水を希望したのは33件で、平成12年度に分水した企業等の38%に当たり、2カ年で分水した企業は実質130社に上りました。

平成11、12年度とも分水希望量は約20,000%でしたが、船で取水するため深層水を一回に8,000%程度しか確保できず、研究目的に応じて分水量を大幅に削減してもらいました。

### 3. 水質

分水した深層水は平成13年度に取水を予定している焼津市沖の水深700mから採水しました。同時にこの深層水から塩分を取り除いた「脱塩水」と、逆に水分を除いて塩分を濃くした濃縮水も分水しました。3種類の深層水と表層海水の主要成分を第2表に示しました。

第2表 分水した駿河湾深層水の主要成分

項目	深層水原水	濃縮水	脱塩水	表層水*
塩素イオン (mg/l)	18,800	29,100	340	19,300
硫酸イオン (mg/l)	2,670	4,160	19	2,590
ナトリウムイオン (mg/l)	11,000	17,400	112	11,900
カリウムイオン (mg/l)	432	646	4.4	384
カルシウムイオン (mg/l)	431	684	1.9	432

\*平成9年度測定

海水中の塩素、ナトリウム、カリウム、カルシウム等の主要成分の比率は通常深さに関係なく一定です。したがって、深層水原水の主要成分は表層水とほとんど変わりませんでした。

脱塩水の製造は逆浸透膜を使いました。これは水に溶けている塩素やナトリウムなどは通さず、水分だけを通す膜で、船舶や離島などで海水から飲料水を作るのに使われています。この膜を使い、深層水から1/3量の脱塩水を絞り出しました。脱塩水の主要成分は深層水原水の0.4～1.8%に減少しており、おおむね各主要成分の濃度が百分の一になりました。この主要成分濃度は水道法で定められた水道水の基準値以内

で、飲用しても塩分の影響はほとんど感じられません。

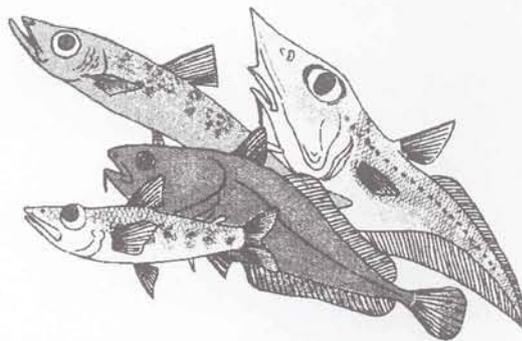
深層水原水から脱塩水を絞り出した残り2/3量は濃縮水となります。濃縮水の各主要成分の濃度は一律に原水の約1.5倍に濃縮されていました。

### 4. 研究状況

平成11年度の分水を平成12年3月に行い、同年6月に研究状況をアンケート調査したところ（回収率63%）、この時ですでに試作品の製作や提供された深層水の分析、その他試験研究に着手しているとの回答は92%におよび、各企業の深層水に対する期待が感じられました。この時はまだ開発段階で客観的評価が定まっていませんでしたが、27%は深層水を利用することにより何らかの効果が得られた、または従来品との差別化が図られたとの回答を得ました。一方、効果がないので中止したとの回答も14%ありました。

県では分水した個々の企業等に対して技術指導を行う一方、業種や地域性を配慮して15業者を選出し、共同研究を実施しています。業種は水産加工、食品加工、化粧品、農業、林業等広範囲に及んでおり、静岡県の地域性を生かしたユニークな利用方法も研究されています。

（深層水プロジェクトスタッフ 五十嵐保正）



## 公共用水域水質調査からみた田子の浦港および その周辺水域の水質についてーII

前号に引き続きpH、DO、CODについて報告します。これら3項目には環境基準という基準が定められているので(第1表)、その達成率についても評価しました。

第1表 海域の生活環境の保全に関する環境基準(抜粋)

類型	pH	DO	COD
A	7.8以上8.3以下	7.5mg/l以上	2mg/l以下
B	7.8以上8.3以下	5mg/l以上	3mg/l以下
C	7.0以上8.3以下	2mg/l以上	8mg/l以下

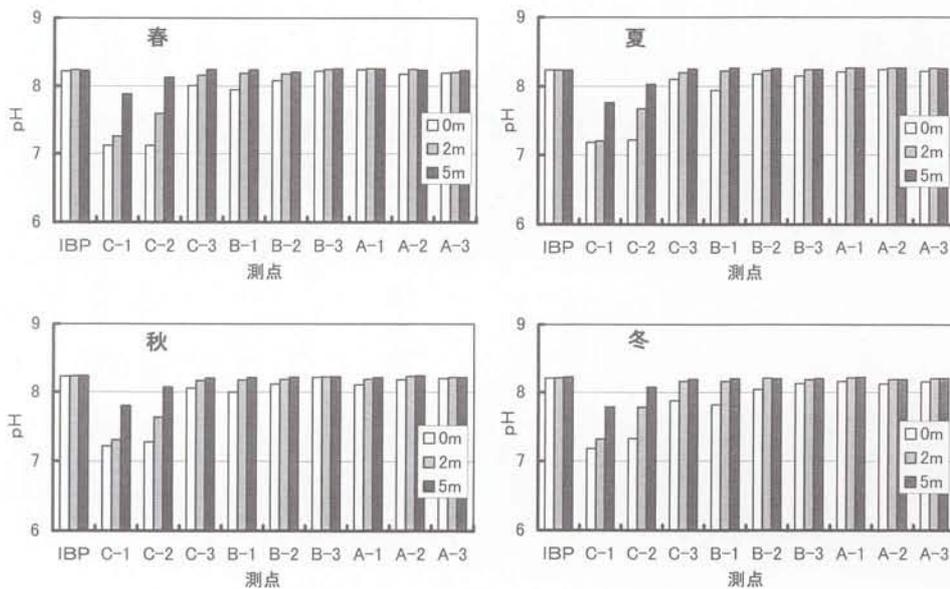
環境基準の達成率の評価は、測定値の扱い方などに細かな決まりがあり、CODとBODは75%水質値\*という値を求めて評価しています。しかし、ここでは単純に3層の値を平均して項目別、測点別、測定回次別にまとめて評価しました。したがって、ここでの評価は正式に公表されている結果とは若干の違いがあることにご注意ください。

なお、環境基準とは環境基準法で「大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準」と定められています。そして、この基準は行政上の目標を定めているもので、公害発生源を直接規制するための基準(いわゆる規制基準)とは異なるものです。

### ④pH

過去28年間の平均値を測点、季節別に第5図に示しました。

港内(C-1)や港口(C-2)では表層で7.1~7.3と他の測点より1程度低くなっていました。そして、これらの測点では水深が深くなるほど値は大きくなり、港口では下層になると8台になっていました。しかし、港内は下層でも7台で、前号での塩素量と同様に田子の浦港内は潤井川等から供給される陸水の影響が大きいことがわかります。



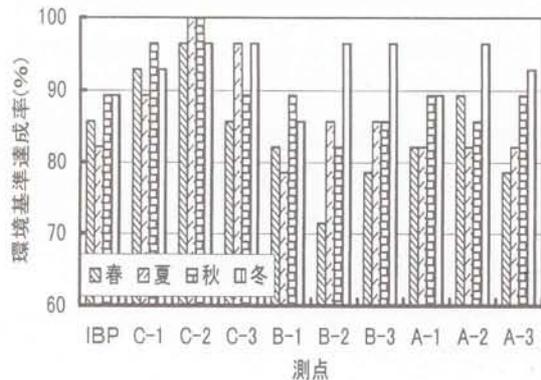
第5図 田子の浦関連水域およびIBPのpH

\*75%水質値 年間の観測データを小さい順に並べたときの、データ数×0.75番目(小数点以下切り上げ)のデータ

A水域、B水域ではB水域の表層で一部7.8、7.9となることもあります。ほとんどが8.1～8.3の範囲にあり、pHは水質の中でもかなり安定した項目といえます。

なお、IBPは季節、水深に関係なく8.2で、個々の測定値もきわめて安定していて、陸水等の環境の影響はほとんど受けないといえます。

pHの環境基準の達成率を第6図に示しました。



第6図 田子の浦港関連水域とIBPにおけるpHの環境基準達成率

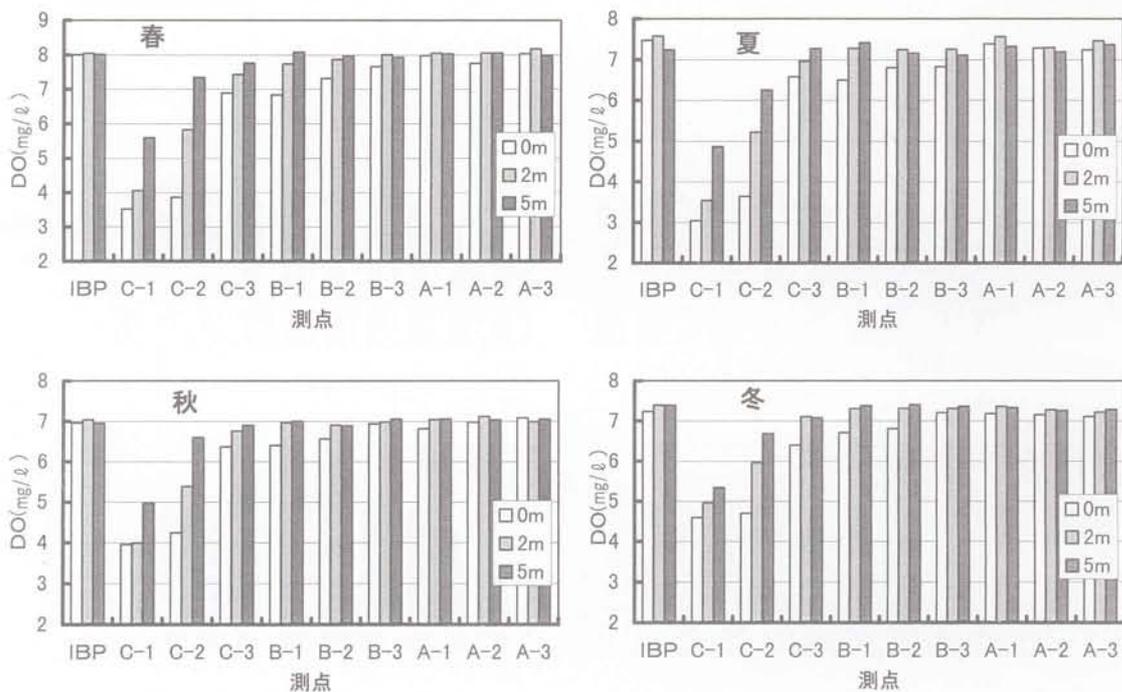
全体的にいえるのはC水域の達成率が高いことと、季節的には冬季の達成率が高いことです。特に港口では夏季と秋季で達成率が100%と

なっていました。水質的には最もよくないといえるC水域の達成率がよいというのは意外でした。これはA水域、B水域の環境基準が共に7.8以上8.3以下とやや低く設定されているためといえます。実際に個々の測定値で環境基準内に入らないのは8.4、8.5といった値です。一般的に海水のpHは8.2～8.3とされているので(海洋観測指針 気象庁編)、環境基準の上限が8.5程度でもよいと思われます。このようになれば現状では水質の悪化はみられないと思われる奥駿河湾水域のA水域の基準達成率が低くなってしまってもなくなります。実際にA水域、B水域の環境基準の上限を8.5とすると、ほとんどの測点で環境基準の達成率は90%以上となります。そして、これはC水域と同等か、もしくはそれ以上の達成率となります。

#### ⑤溶存酸素 (DO)

過去28年間の平均値を測点、季節別に第7図に示しました。

A水域はどの季節も水深による差はほとんどなく、春、夏、秋、冬の順に8、7.5、7、7.3 mg/lと変動していました。B水域はB-1、B-2で表層が中層、下層よりやや低値となっ

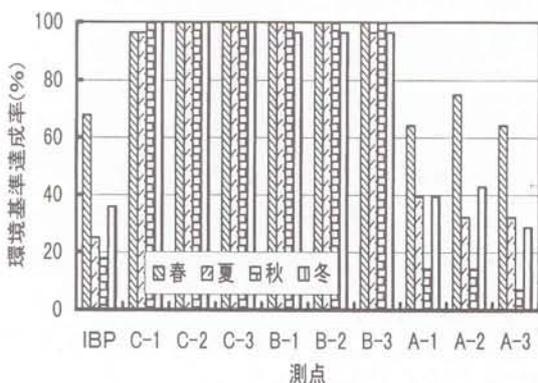


第7図 田子の浦関連水域およびIBPのDO

ていました。これらの測点では表層が中層、下層より約0.5mg/l低くなっていました。

これに対してC水域は水深が浅くなるにつれDOが低くなる傾向があり、特に港内と港口でその傾向が顕著になっていました。この2測点の表層のDOは全ての季節で5mg/lを下回っていました。なお、C-3については、B-1とほぼ同じ値になっていました。

DOの環境基準の達成率を第8図に示しました。



第8図 田子の浦港関連水域とIBPにおけるDOの環境基準達成率

DOの達成率もpHの達成率と同様にA水域で低くなっていますが、B水域ではC水域同様に非常に高い達成率となっています。

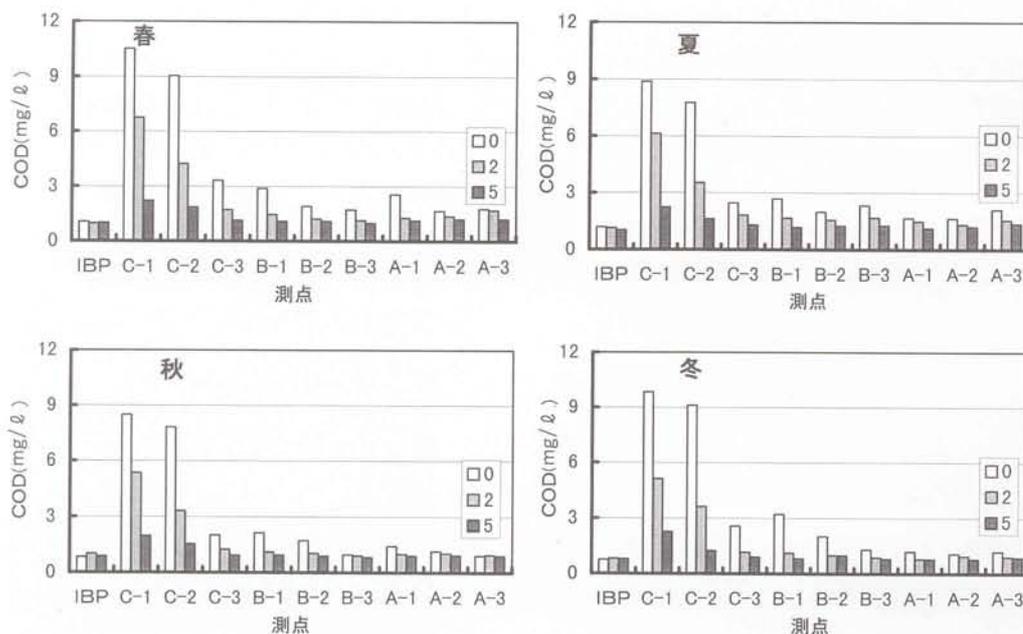
A水域では春季が比較的高い達成率となっていますが、それでも64~78%で、最も達成率が低い秋季では7~18%と2割にも満たない状況です。pHと同様にDOについてももう少し実態にあったものにした方がよいと思います。DOの環境基準は河川域も海域も同じ値となっていますが、塩分を含む海水の方が酸素が溶け込む量は少なくなります。水温20°C、塩分量35の海水には最大で7.39gの酸素が溶けますが、同じ20°Cの淡水には約1.2倍の8.84g溶けます。したがって、淡水のA水域の環境基準が7.5mg/l以上であれば、6.25mg/l以上でよいはずですが、海水のA水域の環境基準を6.3mg/l以上とすれば、夏季のA-3が89%となった以外は他の測点ではすべて達成率は90%を超えました。したがって、DOに関しての海域のA水域の環境基準は6~6.5mg/l以上辺りが適当ではないかと思われます。

#### ⑥COD

CODは検出限界があり、その値は0.5mg/lです。したがって、測点毎の平均値は検出限界以下も0.5mg/lとして計算しています。

過去28年間の平均値を測点、季節別に第9図に示しました。

概ね1~3mg/lの間に入っていますが、港



第9図 田子の浦港関連水域およびIBPのCOD

内、港口は極めて高い値となっていました。特に春季の港内の表層は10.5mg/lと唯一10mg/lを超え、その他の季節でも8.5~9.8mg/lと高い値となっていますが、田子の浦港からやや離れたC-3では2.0~3.3mg/lとB水域の値とあまり変わらなくなりました。

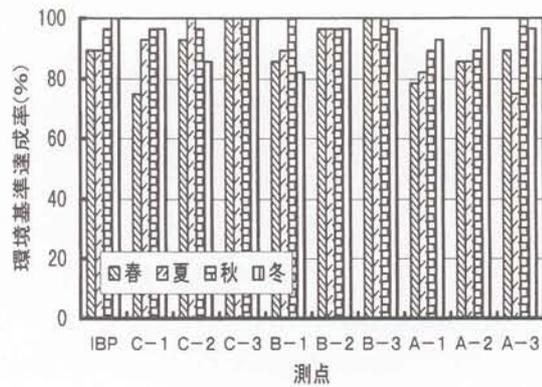
B水域の表層については、概ね2~3mg/lの範囲にありましたが、秋季には1.0~2.1mg/lとやや低くなっていました。水深別では水深が深くなるほど値も小さくなりますが、この傾向は夏季に最も顕著となり、冬季には中層と下層ではほとんど違いはなくなっていました。

A水域もB水域とほぼ同じ結果となっていますが、水深による値の違いはB水域より小さくなっていました。特にIBPは水深による差だけでなく、季節による差もほとんどなく周年安定した値となっていました。

なお、始めにも述べたように、CODは検出限界以下を0.5mg/lとして計算しているのと同様に小さな値でも検出限界以下の頻度によって実際には異なってきます。そこで、測点別・層別に検出限界以下の占める割合を求めると、IBPは夏季を除いて50%前後とほぼ半数が検出限界以下となりました。これに対して他のA水域は夏季を除けば10~30%程度となりました。夏季についてもIBPが18~26%であったのに対し、4~14%と、同じA水域でもIBPは他の測点の倍以上の割合となっていました。すなわち、実際にはIBPのCODは計算上の平均よりはずっと低い値ということになります。

DOの環境基準の達成率を第10図に示しました。

全体的にみるとやはりA水域の達成率が低くなっています。C水域はC-3ではすべての季節で達成率100%となったのをはじめ、90%以上がほとんどです。また、B水域も90%以上がほとんどです。これに対してA水域は80%台が多く、100%となったのも冬季のIBPと秋季のA-3だけでした。このようにA水域の達成率が低いのは他の項目と同様に基準値の問題もあると思いますが、検出限界以下を0.5mg/lとして計算するため、実際よりは高い値となってしまうこともあると思います。



第10図 田子の浦港関連水域とIBPにおけるCODの環境基準達成率

前号と今号で田子の浦関連水域とIBPの公共用水域水質調査の結果を取りまとめました。その結果、田子の浦港では陸水の影響がかなりあることがわかりました。このことは予め予想できたことですが、具体的な数字で示したのは今回が初めてではないかと思います。また、単年毎でしか取りまとめられていなかった結果をこの調査が始まった当初(実際には最初の2年は除いてありますが)から取りまとめたのも今回が初めてだと思います。その結果、港内でも水深5m程度(最大水深のほぼ半分)から深い層では陸水の影響もあまり受けないこともわかりました。また、IBPを基準としてみると、田子の浦関連水域のA水域、B水域もIBPと大きな違いはなく、水質的には問題ないことがわかりました。

今後は奥駿河湾水域の他の測点や田子の浦関連水域についての経年変化等についても検討していきたいと考えています。

(利用普及部 青島秀治)



田子の浦港全景

## 第1世富士丸の誕生（下）

### 遠洋漁業練習生の養成<sup>1-7)</sup>

富士丸のもう一つの役割として、遠洋漁業練習生の養成があった。

明治39年度の処女航海には、農商務省より4名の簡易遠洋漁業練習生の養成を委託され、航海並びに漁撈技術の実習を行った。この4名は、同省及び水産講習所より簡易漁業練習生及び鯉漁業現業科の修業証書を下付され、無試験で丙種漁撈長免状を交付された。うち3名は新造の石油発動機付西洋型帆船船長及び漁撈長として就職した。

40年、富士丸の成功に触発され、続々新造される石油発動機付漁船を指揮・操縦する船長及び漁撈長の需要は非常に多かったが、人材は不足していた。そのため県は農商務省の嘱託を離れ、県費で練習生を養成することとし、「遠洋漁業練習生規程」を制定した。

それによると、修業年限は1年で、丙種漁撈長受験資格を得ることを目的とした。修業内容は、学科（漁撈、航海術、漁船運用法、造船学大意、発動機学理大意、法規衛生等）及び実習（航海術、漁船運用、延縄、流網及び一本釣）からなる。

練習生は、満25歳以上、尋常小学校卒以上の学力を有し、沖合漁業に4年以上従事の実験を持つ、健康で品行方正な者から選抜採用した。23歳以上の優等生の特例採用もあった。練習生には手当が支給された。

10月、県下沿岸村役場に通知し、各水産組合に委託して有望な漁夫を選択し入学試験を行い、9名を採用した。年齢は23～42歳、出身地は吉田村3、地頭方村、白羽村各1、伊東町2、稲取村、焼津町各1名である。

学科は本船（清水）停泊中に漁撈部において行ったが、他港停泊中も最寄りの小学校や役場を借りて講習した。実習は全て航海中もしくは停泊中船内において修業・演習を行い、当直勤務にもあたさせた。

40年10月採用の第1回練習生は41年5月漁撈職員試験に全員合格した。富士丸養成の漁撈員の評判はすこぶる良く、その採用方を依頼する業界からの声が後を絶たなかったようだ。41年度途中からは石油発動機機関士養成の目的で機関科練習生を募集し、甲板科・機関科の2科制となり、毎年十数名の練習生を採用した。

また、長期の練習生養成は需要に応じられない場合が多いため、42年度より短期の海員講習会を開始し、清水の他、伊東、焼津、下田など県内各地で講習を行った。年間受講者数は34～96名で、42年度は県水試の単独開催、43年度は大日本水産会との共催、44、45年度は大日本水産会漁船船員養成所に委託して開催した。

### 民間漁船の動力化<sup>8)</sup>

富士丸の成功以後、焼津でも漁船の動力化が検討され始めたが、莫大な資金を要し、法人組織でなければできない大事業であった。

明治40年11月、初代片山七兵衛は株主11名、資本金3万円で東海遠洋漁業株式会社（マル東）を設立し、翌年4月、富久丸、高草丸、東洋丸、高根丸（写真）の4隻が進水した。いずれも和洋折衷型で、23～29トン、ユニオン式20馬力のエンジンが据え付けられた。建造費は3,790～3,904円であった。続いて同年7月改造船2隻が竣工し、マル東所属カツオ漁船6隻はその機動力を駆使して、遠くは八丈近海まで出漁した。

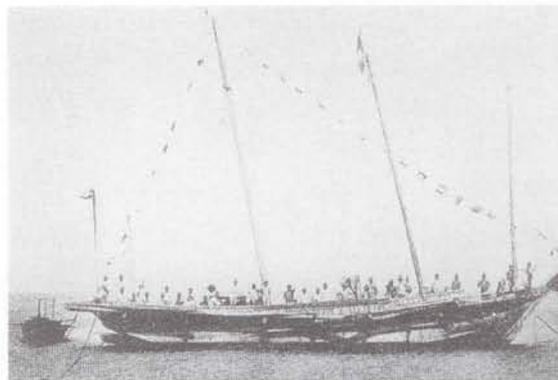


写真 マル東所属高根丸の勇姿<sup>8)</sup>

片山は、動力漁船建造にあたって配下の船頭小林鶴吉を富士丸に乗船させ、同船の性能等を調査・体験させた。小林によれば、富士丸は「ローリングが甚だしくて、甲板に立って作業も容易に出来ず、漁夫の多くはその為に非常な困難を体験した。若し大型漁船を建造するならば、尚、富士丸にかなりの改造を加へる必要がある」と力説した<sup>9)</sup>。

一方、41年6月初代山口平右衛門は産業組合法による有限責任焼津町生産組合（マル生）を設立、ここに焼津の遠洋漁業を二分するマル東とマル生が創立され、漁船の動力化・大型化へ拍車がかかった。

マル東は焼津以外の資産家・有力者から出資を仰いだ。一方、マル生は組合員275名、出資総額52,250円で、主に地元魚商、漁民、一般町民など広範囲の階層に資力を求めた。漁業者は船価の半額を負担し、事実上両法人傘下の各船は法人と漁業者との共同経営として成立していた。

マル生傘下では、41年8、9月、2隻の新造船、川岸丸（27.5トン）、新勝丸（32.5）、及び4隻の改造船が誕生した。川岸丸は他船が搭載していた電気着火によるユニオン式エンジンではなく、池貝鉄工所製無点火式スタンダード石油発動機25馬力を採用した。

このようにして生まれた動力漁船は、41年4月、マル東所有高草丸が八丈島北に黒瀬川漁場（現新黒瀬）にカツオの大群を発見するなど、めざましい活躍をみせ、さらには紀州沖から犬吠埼沖にカツオを追う一方、翌42年青ヶ島、45年ベヨネーズ列島（ハロース）、スミス島へと新漁場を求めて南進して行った。

幾多の曲折を経て漁船は漸次大型化し、漁場も遠洋へ伸びるにつれて、造船技術の向上が求められ、44年には船匠講習会が開催され、船匠に和洋折衷型漁船の建造技術を習得させた。

当時は機関自体に粗悪品も多く、機関士も操作に不慣れで、出漁すれば満船できるカツオ漁も機関不調のため見送ることも多かったという。多くの失敗と研究を重ねた結果、当時多く採用された、電気着火によるユニオン式20馬力エンジンは、雷雨による故障などで次第に敬遠され、それに代わって、故障も少なく取り扱いも簡単で経済的と評価の高かった、無点火式スタンダード

石油発動機25馬力が一般に普及していった。

動力漁船の出現により漁獲高はめざましい増加をみたが、一方では大型化・機械化に伴う経費も増え、漁業界の前途に楽観を許しがたい状況にもあった。旧来カツオ釣漁船と改良漁船の収支を比較し、乗組員1人当たりの所得は旧来船181円余、改良船106円余であったという例もあり<sup>10)</sup>、漁業者の生活はかえって苦しくなったようだ。

航海経費の著しい増加の原因としては、新たに加わった油代、氷代と食料費の増加があげられる。餌料は、無動力船時代の自給自足から他地先での採捕となり、さらには漁場への途中で仕込む方法に移った。明治30年代にはすでに千葉、神奈川、伊豆に餌場が発達し、焼津の漁船も大いに利用するようになってきた。

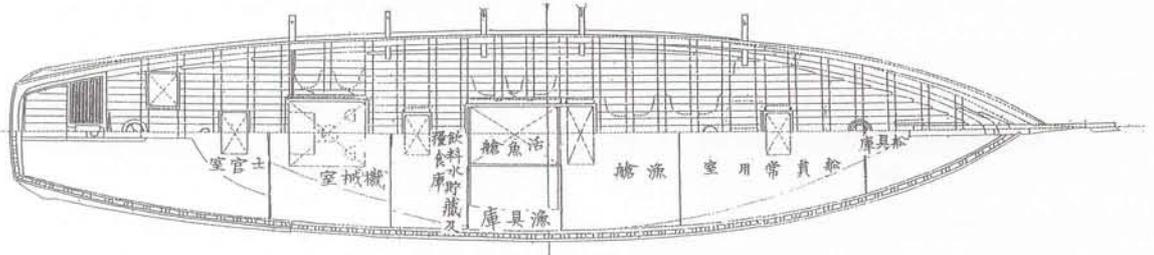
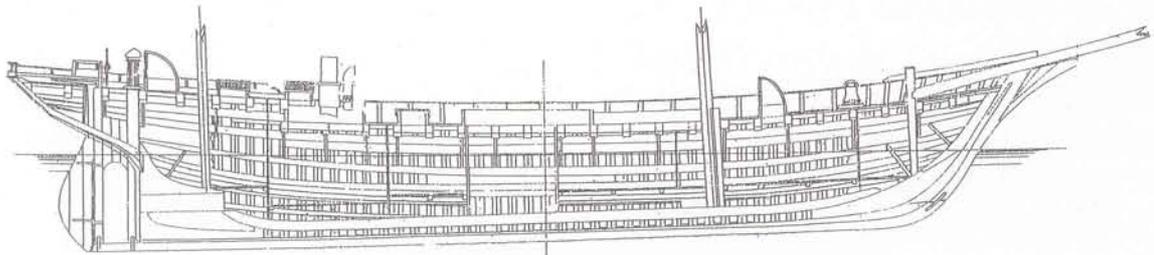
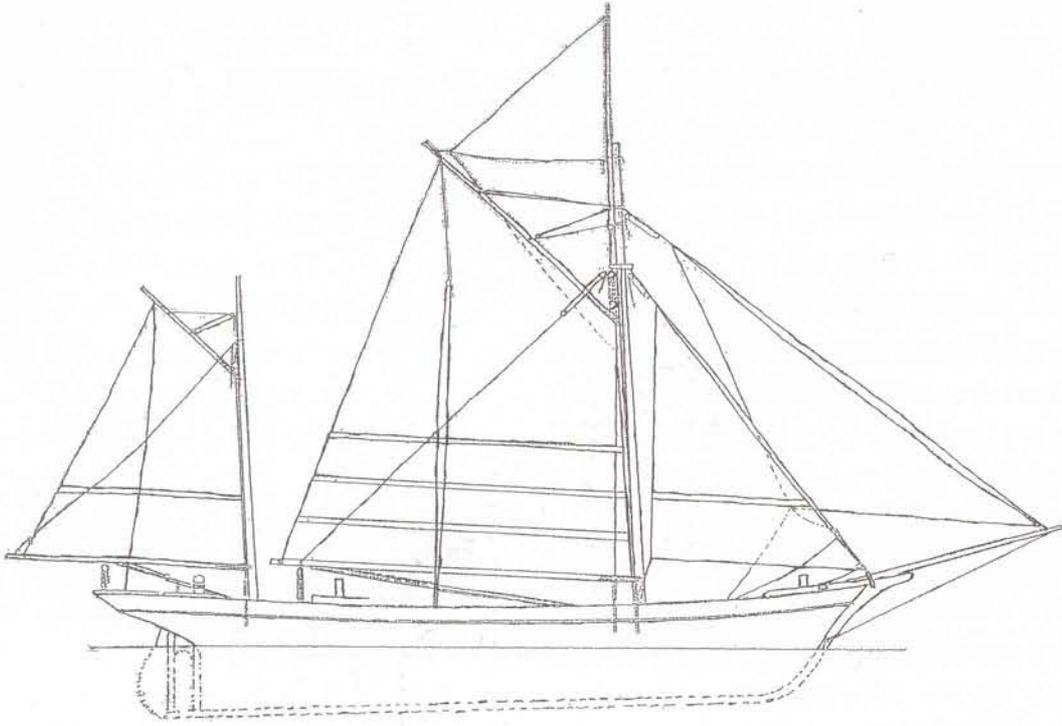
焼津においては、明治31年頃よりすでに鮮魚保蔵のため一部の魚商人によって氷が使われ、38年頃にはいわゆる藤枝氷が頻繁に用いられるようになった。この好結果をみて、明治40年夏より漁船に氷が積み込まれるようになった。

焼津漁業組合のカツオ氷蔵運搬試験では氷蔵品は2割高～2倍の高値となった。また、県水産試験場も40年富士丸による氷使用の試験を行い、好結果を得た。

## 引用文献

- 1) 西郷時直（1907）漁撈部、明治39年度静岡水試事報、p1-18.
- 2) 西郷時直（1908）漁撈部、明治40年度静岡水試事報、p58-69.
- 3) 西郷時直（1909）漁撈部、明治41年度静岡水試事報、p3-46.
- 4) 寛 多記・小崎 彰（1910）漁撈部、明治42年度静岡水試事報、p3-35.
- 5) 竹内仲治・竹本正文（1911）漁撈部、明治43年度静岡水試事報、p1-52.
- 6) 竹内仲治（1912）漁撈部、明治44年度静岡水試事報、p1-50.
- 7) 竹内仲治（1912）漁撈部、明治45・大正元年度静岡水試事報、p1-52.
- 8) 焼津漁業協同組合（1964）焼津漁業史、p163.
- 9) 東海遠洋漁業株式会社（1937）東海遠洋漁業三十年史、p69-70.
- 10) 静岡県内務部（1913）静岡縣之産業 第2巻、p378-380.

（漁業開発部・幡谷雅之）



別図 第1世富士丸

(上) 照井賢三(1918) 静岡県鯉鮪漁業(6)、水産研究誌13(8)より

(下) 明治38年度静岡水試事業報告より

## 第30回水産加工技術セミナー講演・実演要旨

去る2月14日、会場において第30回水産加工技術セミナーが開催された。本セミナーでは、「光で測る魚の品質」と題して、近赤外分光法による非破壊測定技術について、3人の講師による講演と会場が民間企業の協力を得て開発したカツオ脂肪量を非破壊測定する技術（機器）の実演を併せて行った。当日は、生産者、流通・加工業者など多くの方が来場し、高い関心を集めたので、その概要を紹介する。

### 講演1

「光で化学成分を測定する近赤外分光法—なぜ測定できるか？何を測定できるか？」

農林水産省食品総合研究所  
非破壊評価研究室長 河野 澄夫

今日は、近赤外分光法による非破壊計測について紹介する予定ですが、この講演の後に青果物、水産物の講演とカツオを使った実演が予定されているので、ここでは、近赤外分光法によって、なぜ成分が測定できるのか？何が測定できるのか？といった基本的なことについて話をしてみたいと思う。

### 近赤外分光法の原理

近赤外線とは可視光線と中間赤外線の間にある波長800~2,500nm ( $10^{-9}$ m)の電磁波である。人間の目には見えない光である。

この近赤外線は、米の食味計、醤油の品質管理、サトウキビの品質評価、果実の糖度による選別などに使われている。

近赤外線を食品に照射させると、食品の構成成分である水分、たんぱく質、脂肪では、その成分に特有の波長だけが吸収される現象が起こる。これは分子振動によって近赤外域の波長が吸収されるためである。分子内にOH基、NH基、CH基を持つ物質は吸収現象を起こすので近赤外法によって測定が可能である。例えば、米や大豆に近赤外線を照射すると、それぞれの成分に

応じた波長が吸収され、米では水分、でんぷんに対応する特有の波長の吸収が、また、大豆では水分、たんぱく質、脂肪の吸収が認められる。

### 定量・定性分析

単一成分の場合は、吸収の強さと成分濃度との間に直線関係があるが、魚のように水分、たんぱく質、脂肪など多成分で構成されている食品などでは、重回帰分析などの統計処理によって検量線（関係式）を求める必要がある。検量線が求められれば、未知の試料の近赤外スペクトルを測定し、成分に応じた波長の吸光値から成分濃度が定量できることになる。このように、近赤外分光法によってある成分の濃度を求めようとする場合には、検量線すなわちソフトが必ず必要になる。

また、近赤外分光法で得られた近赤外スペクトルは、一種の光学的指紋と見ることができ、スペクトルの定性的な解析も行われている。実際の現場ではコーヒーの銘柄の識別や小麦粉の品質・品種判別などに応用されている。

### 応用例

米の旨味は、たんぱく質、でんぷんのアミロース、水分、脂肪酸などの各成分のバランスによって決定されることが知られている。これらの成分値を近赤外分光法で測定し、食味値を求める米食味計がすでに開発されており、精米工場の品質管理に使われている。具体的には、精米を粉碎し、これを一定温度に保った後、食味計（近赤外分光法）でたんぱく質、アミロースなどを測定する。この結果を予め求められた食味関係式で計算して食味値を算出する。これによって、食味の一定した米原料を供給することが可能である。

ある大手メーカーでは、醤油の中間製品を採取し、近赤外装置により総窒素量、グルタミン酸、糖分、塩分などを測定し、醤油の品質管理を行っている。

また、従来サトウキビの取引は重量のみで行われていたが、1995年から糖度、ブリックスを

近赤外分光法で測定するサトウキビ品質検査ネットワークシステムが沖縄県及び鹿児島県で稼働している。

1989年、モモ果実の糖度を非破壊で測定する装置が世界で初めて開発され、山梨県の農協に導入された。現在では、モモだけでなく、ナシ、リンゴ、果皮の厚い柑橘類の糖度、酸度による選別に利用されている。

近赤外分光法による非破壊測定技術は、農産物だけでなく、この後魚を使った実演が予定されているが、水産物を含めた他の分野にも拡大し、益々発展していくものと考えられる。

## 講演 2

### 「近赤外分光法の青果物への応用」

株式会社果実非破壊品質研究所  
研究部長 水野 俊博

ここでは近赤外分光法の青果物への利用と実際の農協、農家に装置が導入され、稼働していることを紹介し、水産業界で利用される場合のヒントにして頂ければと考えている。

我社は平成2年に設立され、約10年近く経過した比較的新しい会社である。これまで研究を主体に進めてきたが、データの蓄積も整ったことから、平成8年からは機器の販売を開始した。現在、我社では果実の甘味、酸味をベルトコンベア上で測定し、選別する“フルーツ5”という機器を始め、この据え置きタイプの“フルーツアナライザー300”、この小型軽量タイプで試験研究機関用の“フルーツテスター20（以下、FT-20という）”、水産用としてアコヤガイのグリコーゲン測定する“マリン100”をそれぞれ販売している。

### 近赤外分光法とは

近赤外分光法による非破壊測定では、光の3つの性質を利用している。一つは光は生体(食品など)を通過する、二つは光は散乱する、もう一つは特定波長の光は特定成分に吸収される、である。例えば、果物に光を照射すると、内部で光は散乱し、通過する。この時、内部では果物の甘味成分、酸味成分に関係したそれぞれの波長の光は吸収され、その他の波長の光だけが通過し

てくる。この吸収スペクトルの度合を測定し、糖分、酸度を測定するのが近赤外分光法である。

### 装置の構成

我社の代表的な機器であるフルーツ5について述べる。柑橘類では果皮が厚いため、透過光が減少し、測定が不可能と考えられていたが、果実の周囲を複数のランプで照射させ、内部で散乱透過した情報光のみを光センサー部に導く光学系を採用することで果皮の厚さに関係なく測定できるようになった。また、搬送コンベアに果実を乗せたままの状態でも測ることができるようオンライン計測方式を採用している。フルーツ5では1秒間に3個のリンゴが測定可能である。すでに農協を主体に100セットが納入され、全国の選果場で活躍している。

### 装置の役割

フルーツ5が選果システムの中で果たす役割には、①味計測ができる、②病障害計測ができる、③データベースとして提供できる、④信頼の基準を提供できる、がある。

果実の味を知るには、甘さ(糖度)だけでなく、酸っぱさ(酸度)を計測できることが必要である。本機器は糖度と酸度を同時に計測できる。

果実の内部品質で味と同時に重要な項目として内部の病障害が非破壊で計測できないかという要望がある。近赤外法では連続した波長情報が得られることから腐った果実を選別できることが可能になり、実用化されている。

選果場で全ての果実の糖度、酸度、病障害などのデータが把握、蓄積され、データベース化されれば、このデータを基に次の生産(栽培)のヒントとすることができる。

青森県のある農協では、4年前からリンゴを近赤外法で測定し、蜜が必ず入った美味しいリンゴであることを保証して、ブランド名を付けて販売している。魚で考えてみると、例えば、「これはただのカツオではなく、脂肪量40%以上を保証するトロカツオですよ」というような売り方もあるのではないかと思う。

### FT-20の構造

本機器は果実の糖度、酸度などを測定するために開発した小型軽量の機器である。特に、試験研究機関向けに販売している。特徴は、肩に

掛けて持ち運べるほどの小型軽量で、重量は約2.8kgである。充電電池でも動く。このため、樹上でミカン、リンゴなどの成分を計測できるため、継続して品質を評価したり、収穫の時期を知ることが可能である。

この後、カツオの脂肪量を測定する実演が行われるが、これもこの機器をベースに開発したものである。この他、プロイラーの胸の脂肪量を測定する研究も行われている。

### 講演3

#### 「近赤外分光法を利用した水産物の非破壊測定事例」

静岡県水産試験場

主任研究員 畠本 淳司

会場では、1995年より近赤外分光法を利用した水産物の脂肪量、鮮度などの品質について、ラウンド（丸）状態で測定する完全な非破壊測定の研究を続けてきている。

これまで、カツオ、ピンナガマグロ、マアジ、マサバについて、㈱ニレコ社製NIRS6500を使用して、ある程度の精度で脂肪量を測定できることが判った。また、最近では、より迅速な測定を行うため、光センサーを検出器としたポータブルタイプの測定機、㈱果実非破壊品質研究所製FT-20を使用してカツオの脂肪量を約5秒と短時間で測定できることが可能となった。

今回は、これまでの研究成果について報告するとともに、この講演の後でFT-20を用いたカツオ脂肪量の測定の実演も併せて紹介する。

#### 水産物の研究事例

近赤外分光法を利用した水産物の研究事例は少なく、わずか10年位の歴史である。1991年、米国でニジマスの肉片を用いて水分、脂肪、たんぱく質の測定を行ったのが世界で初めての研究である。日本では、1995年に静岡県立大学がカツオの肉片を用いて鮮度の指標であるK値の測定を試みたのが最初である。

会場では、1997年にカツオのブロック肉を用いて脂肪量の測定を試み、精度良く測定できることを発表した。その後、ラウンド状態の魚を用いて魚体に傷をつけないで測定する非破壊の方法で脂肪量を測定する技術の開発を進めてき

た。なお、最近では、脂肪量だけでなく、鮮度（K値）の判定にも利用できないか検討している。

#### 近赤外分光法による測定手順

近赤外分光法を用いて脂肪量を測定する手順では、先ず必要なことは脂肪量ができるだけ段階的に異なった魚を100尾程度準備することから始まる。次にこの魚の近赤外スペクトルを測定し、同時に化学分析によって脂肪量を測定する。

この両データを統計処理して検量線を作成する。この検量線が正しいか否かを別の試料を用いて評価する。この評価で合格した検量線を採用し、未知の試料を測定していくことになる。私達の仕事は、検量線を作成し、精度の高い検量線を得るまで、皆さん方は、この検量線を使って未知試料の脂肪量を求めていくことになる。

#### カツオ・マグロの事例

私達は、脂肪量の異なるカツオのスペクトルを測定し、これを2次微分スペクトルに換算したところ、926nmの波長に大きな吸収が現れることを知った。これが脂肪特有の吸収スペクトルである。この吸収スペクトルは脂肪量との間に比例関係がみられ、この関係を利用すればカツオの脂肪量を推定することが可能であることが示唆された。

そこで、カツオの近赤外スペクトルを測定し、そのうちの926nmの吸光値と化学分析で得られた脂肪量とから検量線を作成し、評価した結果、精度良く測定できることが判った。ただし、近赤外分光法で測定した値は、直接脂肪量を分析したものでないので、必ず誤差が生じ、推定した値であることを理解しておくことが必要である。

マグロは、カツオより脂肪量に応じて価格差が大きいことから、近赤外法で測定するメリットは大きいものと考えられる。しかし、マグロは高価であることと、表皮が厚いことなどから研究が難しいので、取りあえず、ピンナガマグロを研究対象とした。近赤外の研究を行うにあたって、先ずどの部位を測定するのが最も精度が高くなるかを事前に調査しておく必要がある。ピンナガマグロの各部位を検討したところ、魚体の中央部が最も精度が高いことが判り、以後、ここを測定基準箇所として研究を進めた。ピンナガマグロの検量線の相関係数は0.93と高

い値が得られ、別の試料を用いて評価を行った結果、高い精度で測定できることが判った。

#### マアジ・マサバの事例

マアジ・マサバでは生・凍結状態について検討した。両者とも2次微分スペクトルの926nmに脂肪特有の吸収スペクトルみられた。このスペクトルの吸光値と化学分析による脂肪量とから検量線を作成し、評価したところ、カツオ・ビンナガマグロより精度の高い結果が得られた。また、生と凍結では生の方が精度が高かった。なお、生の魚の2次微分スペクトルには凍結魚ではみられなかった970nmの吸収スペクトルが認められた。これは水の吸収スペクトルであったが、脂肪量の測定には問題とはならなかった。

現在、マサバについては鮮度の指標であるK値の測定が可能か否かを検討している。これまでの結果によると、検量線の誤差は脂肪量の場合と比較してやや大きかった。誤差の大きい理由の一つは血合肉が影響を与えているものと考えている。

#### FT-20で測定したカツオの事例

これまでカツオの研究では、研究開発用の近赤外分光装置を使用してきたが、現場での使用を想定し、装置の小型化、測定時間の迅速化を検討した。

㈱果実非破壊品質研究所のFT-20を用いてカツオの脂肪量測定を検討したところ、精度良く測定できることが可能であった。また、これまで1分かかっていた測定が、約5秒で測定できることが判った。さらに、この機器は約2.8kgと小型軽量で持ち運びが可能である。

このことから、FT-20はカツオの脂肪量を測定する機器としては、実用の域に達したものと判断している。光センサーを検出器とした本機器はポータブルタイプであることから、船上、市場、加工、流通などの各現場において活用されることが期待される。また、生きたままでの測定も可能と考えられることから、養殖魚の取り上げ管理など、その用途は広いものと期待している。

#### 実演

「近赤外分析計によるカツオ脂肪量の非破壊測定」

講演の後、会場を当場の附属施設である加工

研究センター棟に移し、当场職員による凍結カツオの脂肪量測定の実演が行われた。

今回は、脂肪量の少ない南方カツオ、脂肪量のやや多い東沖カツオ及び脂肪量の極めて多いいわゆるトロカツオの3尾を用意し赤外分析計（FT-20をベースに開発した機器）で測定するところを披露した。魚体に傷つけることなく、約5秒で脂肪量が表示されたり、また、同一部位を再度測定して、再現性を試したところ、ほぼ同様な数値が表示されたりすると、参加者から驚きの声が挙がっていた。

参加者の中には、実際にカツオの表皮をナイフで削って脂肪の乗り具合を確認した人もいたが、表示の信頼性に納得していた。

なお、当日会場の都合上、参加できなかった方からの要望が強かったことから、後日再度実演だけを行いました。

（利用普及部 長谷川 薫）



写真1 多くの参加者を集めて行われたカツオ脂肪量の測定の実演

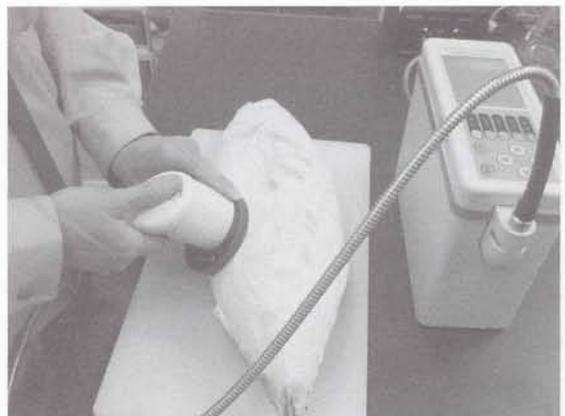


写真2 近赤外分析計によるカツオ脂肪量の測定風景

普及室からのお知らせ

漁業者と一般市民の森づくり  
～「口坂本の森クラブ」活動の紹介～

漁業者、一般市民が一緒になって広葉樹の森づくりをしている活動について紹介します。

静岡市口坂本の標高1,000mにある県有林(2ha)に広葉樹の森を作っているのが「口坂本の森クラブ」です。メンバーは水産グループ274人の総勢456人です。水産グループは県の漁連、漁婦連、漁青連、内漁連、漁業士会と水産試験場の有志で構成されています。活動内容は針葉樹の伐採された跡地にブナ、ミズナラ、ヒメシャラ等の広葉樹2,000本を植え、広葉樹の森を作ろうとするものです。植樹(写真)は昨年4月に行われ、その後は苗木を管理するだけでなく、植物観察会等の催しも行いました。今年下草を刈ったり作業道を作ったりしました。

植樹した苗木は順調に生育し、7～10年後には立派な森になるでしょう。

(企画普及室 鈴木)



苗木を植える水産関係者

調査船の動き

平成13年4月～6月

船名	調査内容	期間
富士丸	近海カツオ・ビンナガ調査	4月8日～26日 (19日)
	天皇海山方面カツオ・ビンナガ調査	5月17日～6月12日 (28日)
	天皇海山方面カツオ・ビンナガ調査中	6月25日～
駿河丸	観測機器(CTD)テスト	4月3日 (1日)
	サバ調査(石花の海～銭州)	4月4日～5日 (2日)
	地先定点観測	4月9日～12日 (4日)
	公共用水域水質調査(奥駿河湾水域)	4月19日 (1日)
	サバ調査(石花の海～銭州)	4月23日～24日 (2日)
	深層水調査	4月25日～26日 (2日)
	地先定点観測	5月9日～11日 (3日)
	セディメントトラップ設置調査	5月15日 (1日)
	サバ調査(石花の海～銭州)	5月17日～18日 (2日)
	マリンロボ設置(伊豆白浜沖)	5月22日～23日 (2日)
	磯焼け調査(相良沖)	5月24日～25日 (2日)
	サクラエビ調査	5月29日～30日 (2日)
丸	地先定点観測	6月4日～6日 (3日)
	磯焼け調査(相良沖)	6月12日～13日 (2日)
	セディメントトラップ回収調査	6月14日 (1日)
	公共用水域水質調査(奥駿河湾水域)	6月18日 (1日)
	海底地殻変動計テスト調査	6月21日～22日 (2日)
	観測機器(CTD)テスト	6月25日 (1日)
	磯焼け調査(相良沖)	6月26日～27日 (2日)
	サクラエビ調査	6月28日～29日 (2日)

日誌

(平成13年4月～6月)

月日	事柄
4.2	辞令交付
3	富士丸・駿河丸安全祈願祭
4	焼津水産翁祈願祭
9	漁業高等学園入園式
12	外国人研修生技能評価試験
13	大漁祈願祭(三島市)、深層水取水施設説明会
17	焼津市深層水事業化部会総会
18	浜岡原子力発電所前面海域調査委員会(浜岡町)
20	全国深層水研究会総会(東京)
24	海づくり大会焼津市実行委員会
26	研究調整会議幹事会(静岡市)
27	普及推進会議
5.10	県水産加工連理事会(静岡市)
15	水産高校練習船やいづ壮行式
17	水産試験場百年誌編集委員会
18	水産事業概要説明会(静岡市)
22	鯉節伝統技術研鑽会(鯉節組合)(場内)
24	県漁業振興基金評議員会(静岡市)
	県水産加工連総会(静岡市)
25	県農林水産部研究調整会議(静岡市)
30	焼津漁協新魚市場竣工式
6.3	クリーン大作戦(全国一斉海浜清掃旗揚げ式)
4	焼津市海洋深層水利用研究会
5	静岡・西遠流域下水道河川海洋調査専門家会議(静岡市)
15	食品技術研究会総会(静岡市)
19	水産加工技術セミナー
	中部原子力懇談会静岡支部総会(静岡市)
20	県漁連総会(静岡市)
21～22	東海ブロック水産試験場長会(浜松市)