

あり、故に時化がなきときは適應帯に漁少なく不變帯に漁ある所謂なり。

光澤ありて魚を誘致すると云ふことなりしが近來ロープとなり又コーラル染となり、魚が捕れる様になりしなり、新

しき垣網を入れ潜水して見ると其時は光澤を發す、二十日三十日後にはノロが附着して光澤更になくなる。色に付ては黄

赤、黒が海中如何に見ゆるかコーラルがよきや青色がよきや不明にして赤、黒凡て海中にては眞黒に見えるのみなり。

## 鰺に關する海洋調査の物理的方面への一展望

本稿は昭和六年四月廿三日鹿兒島市議事堂に於ける第五回全國定置漁業研究會大會席上に於ける講演草稿を敷衍せるものである。

宇 田 道 隆

### 一、はしがき

大正十五年來會を重ねる事既に五回に及んだ本會大會の席上に於て斯界の諸權威の前に、葦才私の如きが卑見を陳ぶるを得たるを甚だ光榮に存じます。鰺漁業の豊凶の眞因を明かにして、定置漁場の撰定の基準方式を求め定置漁業に安定性を持たす事に就きましては是非徹底的に鰺に關する海洋調査をしなければならぬと云ふ事になつて、中央水産試験場では昭和四年十二月から主に相模灣に力を注いで、未だ經費其

他甚だ不十分の中を豫備調査として専心調査中であります。茲に本調査開始後二ケ年に亘る成績を掻いつまんで申し上げる前に先づ一應本題の意義から検討し然る後從來の本題に關聯する研究分野を展望致したいと存じます。即ち今後の調査を控へての一決算と思つて頂き度い。

### 二、海況と漁況との關係概論

漁の豊凶の原因は何かと考へるに第一表の様な段階をなす各々の因子であります。

第一 表

(1) 或年に成魚が生んだ魚卵の数の多少 ↓ (2) 産まれた魚卵の孵化率はどうか (水理、氣象等の環境が影響する) ↓ (3) 仔魚時代の食餌充分であつたか (孵化當時植物等の繁殖供給状態に著く關係する) ↓ (4) 害敵に禍されて生き残りし数は如何 ↓ (5) 成魚に至る成長をたすくる食餌 (軟體動物、底棲生物、浮等)、環境 ↓ (6) 生れて何年目かに大群として現れる ↓ (7) 漁獲時の環境 (天然、人為) により漁の多寡。

この内(1)は大體某年の成魚の數量の多少に比例するものであります。又逆に其成魚の多少は某前年の稚魚の多少と密接な關係を持つものであります。某年に某年齢階級の魚 (何歳子) が其數最卓越を示すといふ事を知るのが豊凶問題を解決する第一の扉を開く鍵でありませう。鰯の産卵數及孵化して稚魚になつた數は幾何か、鰯の稚魚時代の食餌關係や其前後に於ける日照の關係等の調査は現在全く缺けて居りますものゝ是非やらねばならぬ問題かと愚考致します。鰯潜水調査の權威三浦定之助氏と曾つて具體的の計畫談を致した事がありました。私は再び茲に藻場の研究の必要を聲を大にして申し上げる次第であります。以前にかへり第一の鍵、年齢階級

ality) 食餌等を論ずるにはこの輪廻關係を解くのが第二の鍵です。前述藻場の研究はこの第二の鍵をつくる爲なものです。

の確定の手段は鯨で最も成功してをる魚鱗によるか、(Paine) ①に成功してをる耳石によるか、はた又體長の統計的調査と結びつけるかは鰯について唯今判然申し上げる智識も持ち合せませぬが、水産試験場の和田氏等は熱心に唯今鱗其他から査定を試みられていますから速からず明かになる事せう。倍て假に鰯の成魚が四歳子である事が分つたとしますと、或年の海況なり浮の變動の影響といふものは四年より後に漁況の變動として現れて來るものでありますから相模灣にて施行中の鰯の海洋調査も少くとも十年間以上斯様な相関を見守り得る程度に徹底しなければ、本當の事は分りません。五年や七年では覺束ないと斷じたいのです。(3)の場合では植物浮と動物浮と營養物、魚類等の間には第二表のやうな輪廻(Cycle)がありまして植物プランクトンは磷酸、硝酸、珪酸等の海水中に微量に溶存する化合物の態をした營養源の豊富な海水に恵まれ且日照時の長いとか或年の春先早く日照量が増したといふやうな物理化學的原因によつて盛んな同化作用と共に増殖するので、特に春季爆發的繁殖をみますがこれが後年の鰯漁に大きな關係を持つのです。植物浮の繁榮は必然的に動物浮の繁榮を導きます。鰯の生き残り(Survival)死亡率(Mortality)

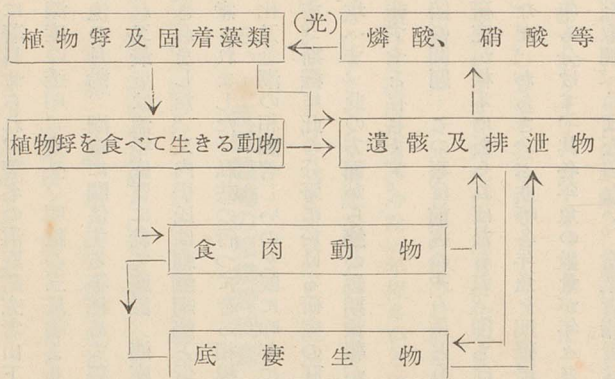
氣象(風、低氣壓等)、急潮の如き水理的條件や底棲生物、浮や他の鰻群の如き食餌關係や産卵關係、又鰯に追はれる等の外敵の關係もありませう。當面の問題はこれにありまして漁

ましたが、私は再び茲に藻場の研究の必要を聲を大にして申し上げる次第であります。以前にかへり第一の鍵、年齢階級

漁に大きな関係を持つのです。植物等の繁榮は必然的に動物等の繁榮を導きます。鮪の生き残り (Survival) 死亡率 (Mortality)

ality) 食餌等を論ずるにはこの輪廻関係を解くのが第二の鍵です。前述藻場の研究はこの第二の鍵をつくる爲なのです。

第二表  
海中輪廻



更に成魚の洄游の問題になりますと之を漁場に群として寄せつける原因が缺けてをれば不漁と云ふ事になりますから

氣象(風、低氣壓等)、急潮の如き水理的條件や底棲生物、餌や他の鰻群の如き食餌關係や産卵關係、又鰻に追はれる等の外敵の關係もありません。當面の問題はこれにあります。漁獲の統計調査、水理及氣象の調査、生物的(餌其他)の調査の三者が一體となつて其成果を擧ぐべきものであります。第三の鍵は此にあります。私はこの「第三の鍵」の一部に屬する氣象海況等の方面からの研究に携つて居る一人でありますから以下其方の研究經過を主として申し上げます。

### 三、本邦に於ける従來諸研究の跡

(一) 短期的鰻漁況の水理方面からの諸研究 三浦定之助氏は此の方面に幾多の先鞭をつけられ、潜水に依る海底物理學の創始者と申してもよいかと存じます。即ち海底の濁りぬた、急潮に就て始めて系統的な實際調査に依る記載を興へられ、低氣壓と鰻漁の關係に就て卓見を出されました。著者も其後塵を拜して低氣壓の前後に鰻漁の多い事の統計的調査を長崎五島の漁場について致した事があります。更に鹿兒島水産試験場及び鹿兒島測候所長圓岡氏に於ても内浦灣に就て詳細且有益な御發表を見、鰻漁が低氣壓の遠近

強度、其移動方向と如何なる關係あるかを指示される一端を開かれた。市島宇八氏は低氣壓に伴ふ氣温變化と鯽魚との關係に著目せられ、著名の海底研究者山下彌左衛門氏は鯽魚洄游深度の透明、安全、明瞭の三層論より鯽魚の群色に及ばれ鯽魚の月齡、潮時に關係する等極めて獨創的研究を遂げられ又最近は漁場底質に就て底數、適應、不變三帶の區分をされました。又内橋氏は刺鯽網鯽と低氣壓の關係につき注意されました。私共の行つてをる相模灣調査でも矢張り時化及急潮の相關著しいのを既に昨年にも認めて居ります。斯様に此の分野に於ける研究の旺んなるは全く同慶に堪へず、此の方面から鯽魚の短期豫報が或程度迄可能なるに非ずやと存じます。

(二) 豊凶の問題 この事は前述のやうにどうしても年齢階級別の研究が根本にならねばならぬ。即ちいまは、わかなく、いなだ、わらさ、ぶり等各年魚を明確に分ち尙成魚のぶりの年も分けて、其各年魚の數量が年々どのやうに變動するかを取調べねばならない。當業者諸賢は長年の經驗から多くの俚諺を豊凶について有してをられるであらう。これらの系統的研究を望むものであります。高知縣測候所で

デンマークでも三月、四月頃の鹹度の高低から鯽魚の豊凶を二ヶ月前に豫想出来るやうになつたと云ひます。之はバルチック海に流入する比較的鹹らい潮流の強さの強弱による事

いつか、低氣壓の多い年の鯽魚獲の多寡を研究された由ですが、統計的事實として現れたもの、眞の解釋は年齢階級確定後にまつべきで、此際特に脇谷博士の「種別」に對する注意を喚起したい。農業の方では太陽黒點と米作との關係に就ては二百年近い長年の材料により多豊期、多凶期の循環が、黒點數の多少と密接な關係ある事が中央氣象臺の産業氣象調査報告に載つて居ります。魚類に就ては栗田要吉氏が鯽につき説かれました。内橋氏始め鯽について調べられた方もあるが、まだよく分りません。當業者諸賢に於かれましたは其秘藏の長年の記録を水産、定置漁業の發達の爲に披かれん事を切望します。要するに將來の問題で正確な資料を巧みな正當な統計的方法によつて解かるべきものであります。

#### 四、歐洲に於ける漁況豫報問題に對する進歩の一、二例

一九二三年英國近海でハドック幼魚がリング・トロールで非常に澤山かゝつたので三、四年後にハドック大漁が豫想されましたが果して其通りでした。

最深部は洲の崎大島間に一七七〇米、川奈—三崎間に千四百八十六米、洲の崎三崎間に九九四米、大島北端下田間六二五米で千米以深の部分が高く灣奥迄入りこみ底形頗る複雑なの

するかを取調べねばならない。當業者諸賢は長年の経験から多くの俚諺を豊凶について有してをられるであらう。これらの系統的研究を望むものであります。高知縣測候所で

デンマークでも三月、四月頃の鹹度の高低から鯖漁の豊凶を二ヶ月前に豫想出来るやうになつたと云ひます。之はバルチック海に流入する比較的鹹らい潮流の強さの強弱による事を來すものであります。又、オランダでは一年前の水溫から Anchovey 魚の豊凶を察し得ると云ひ、英國南方海での夏の鯖漁は其年始より其時迄の日照量に依るといふのは、鯖の嗜食する撓脚類カラマスなる鱈の数の日照に伴ふが爲であります。又、鯨の夏漁は水溫の冷たい年程多いといふが或程度より餘りつめたすぎると又散亂するといひます。我國でも黒潮親潮の消長を大にしらぶべき所以はこゝにあるのです。

### 五、水産試験場の相模灣調査

從來神奈川水試の行つていた調査と相聯合して昭和四年十二月來毎冬鱈の漁期中蒼鷹丸は相模灣沖合及沿岸の定期觀測をなし、一方眞鶴、大磯、小八幡三漁場に毎日觀測を囑託してやつてをります。本年は之で調査二年目を終りましたから二ヶ年の成績をざつと纏めて申し上げます。

(一) 相模灘は約二千七百平方杆の表面積、全容積二千二十立方杆、全水量約二百億噸、灣全體の平均深度七百五十米、

一九二三年英國近海でハドック幼魚がリング・トロールで非常に澤山かゝつたので三、四年後にハドック大漁が豫想されましたが果して其通りでした。

最深部は洲の崎大島間に一七七〇米、川奈—三崎間に千四百八十六米、洲の崎三崎間に九九四米、大島北端下田間六二五米で千米以深の部分が深く灣奥迄入りこみ底形頗る複雑なのが特徴で全鹽分量冬約七千三百萬噸、全熱量冬約十六兆六千八百五十億瓩カロリーであります。

(二) 垂直的に見た相模灣海水の層重状態  
水溫、鹽分、現場密度、酸素、燐酸、硝酸、硅酸の分希から明瞭に次の三層を識別する事が出来ます。

### 第三 表

上層……	三〇〇米以淺、水溫一〇度以上、比重二五・六〇以上一〇〇米深さを中心に一七度三四・七五%の海水(黒潮系起源)が其核心をなしてをる。
中層……	三〇〇米—一〇〇〇米深、一〇度—四度比重二五・六〇未滿で概ね二五・五五—二五・四〇即ち六〇〇米を中心とする五・五度三四・三%の親潮潛流系起源の海水が核心をなし營養分最も豊かである。
下層……	一〇〇〇米以深、四度未滿三—四度二五・五五—二五・七〇の深層水を三度三四・五五%を其中心としてをる。太平洋深層水起源の海水である。

此の中更に上層は細分して夏季淡水の影響の著しい被覆層とし、上層では年中變化著しく對流圈と目せられ三百米以深は成層圈と見るのが至當であります。

(三) 鯽漁場に及ぼすソコジオの影響

斯様な深い處迄調べて一體鯽漁に何の關係があるかと云はれるかも知れませんが、所謂底潮なるものが漁況に甚大なる影響を與へて居る事は漁場がすべて急深な沿岸水域にあつて等深線の深い入り込みは必然的に中層冷水を導き入れて居りこの上向が漁況の意外な變動に與かるものと思ひます。十一月に相模灣沿岸より一—三哩沖水深一〇〇米前後の鯽漁場附近で半日週の潮汐と週期を等うする水層の垂直振動の顯著なものを見、水溫三度の較差水深に直して五十米前後の振幅のものを三例を知り得たが、二月には上下の混合十分なる爲此の現象をみず、五月頃には又成層をなすから著しくなつてをるだらうと思つてをりましたが、船の故障で實測出来ませんでした。表層で殆んど何事もないうち一日中の水溫變化一度未満の時鯽洄游層—大謀建込水深の下層で三度もの大きな變動があることは其日々々の鯽の漁況には影響少くないものと思ひます。潮汐的垂直振動についてはすでにオットーベツタン氏がノルエーの鯽漁と驚くべき密接な關係ある事をのべてをります。一〇〇米以上の振幅あるものありとの事で、月齡と垂直振動と鯽漁との關係をPub. d. cine No. 47 に説いてを

ります。鯽は底のからい水が持ち上るとき大漁があるので、山下氏のいはれる鯽網と月齡との關係は大に研究に値するものと思ひます。又十一月、十二月に大島北東に當つて三崎—大島間に比較的低温で鹹度も低いそして甚だ豊營養な水帯が介在してをるのを見ましたが、どうも親潮潜流の大島の爲に反射上向した影響を示すやうに思はれる。中層冷水が上昇すれば浮の繁殖を伴ひ相模灣全體の生物的相關に大きな影響を與へるものと考へます。總て今後の問題であります。

(四) 水平的に見た相模灣各種水系の消長

大體の各種水系の配置、流動の大勢は第一圖の通りであります。曩きに岡田光世氏が模型實驗に依つて得られた相模灣定常海流四型中 a 型と云ふ第一圖のやうな式のもののが最も安定で實際に最も屢々現はれ持續性を持つて居りました。大謀網口の向き側は此の沿岸反時計式環流に向つてをる事は互相を通じて一の異例もありません。又丸川久俊、神谷尙志兩氏の鯽放流から得られた冬鯽の推定洄游経路と全く一致してをります。黒潮系水團が西南から灣内に入り込む工合から圖の様に a, b, c なる水塊を分つて比較的低鹹な渦流の顯著なものを其處に起して居ます。此の區分が相川廣秋氏の調べた浮の



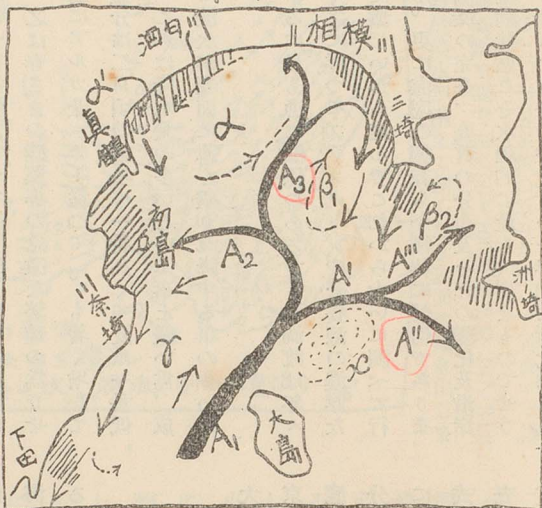
近いだけ興味が多いと共に重大な研究問題であります。此等 a, b, c の沿岸に接した水域が特に沿岸水域の發達せる所で其消長は鯽漁と最も直接な關係にあるのであります。

をります。一〇〇米以上の振幅あるものありとの事で、月齡と垂直振動と練漁との關係をPub. d. cine No.47 に説いて

に $\alpha, \beta, \gamma$ なる水塊を分つて比較的低鹹な渦流の顯著なものに其處に起して居ます。此の區分が相川廣秋氏の調べた毎の

第一圖 相模湾水系模型圖

A ..... 洋水進入分枝  
 B ..... 沿岸水域  
 C ..... 中層水、及射上向 = 依ルト想像  
 D ..... 現ル時 = 現ル



濃密域低密域の配置と良く合つて居り此等の處で營養分が特に豊富で、一汎に酸素量の多いのも植物等の多い爲かと心得ます。 $\Delta_1, \Delta_2$ なる黒潮系の分枝が氣象の影響に特に敏感であり、急潮の原因となり鹿島潮、先潮の如きものを交互せしむるのでないかと推測致します。特に大磯沖と初島沖は漁場に

に著く強い事がある様です。然し沿岸でも肝腎の低氣壓前後の急潮の調査が未だないから分らぬが網持ちの出来ぬ様な時は一ノツトはあるのではないかと思ひます。之も將來の問題で臺の傍でカルザー氏式自記潮流計でも設置するの必要をつくづく感じます。

近いだけ興味が多いと共に重大な研究問題であります。此等 $\alpha, \beta, \gamma$ の沿岸に接した水域が特に沿岸水域の發達せる所で其消長は練漁と最も直接な關係にあるのであります。ノルエにて沿岸水の卓越せる年は一汎に好漁なりと云ふに對し豆相では其關係は如何でせうか？未だ容易に論斷を許しませぬ。灣の入口の黒潮分派の流入の勢及其方向が如何に灣の奥迄 $\Delta_1, \Delta_2$ の敏感な向きの變化となつて利いて來るかを知る事が大切であります。伊豆側が北東風を受けて好漁で殊に春の大南風に好いと云ひ相模灣は西風でも伊豆側程漁に悪くないが北東風が好くないと云ふが如きは恐らく $\Delta_1, \Delta_2$ と風との合成作用が沿岸水を如何に壓迫し擴張し又其流動を起さすかに依るでせうが未だ十分の事は研究の途中で分りません。潮流は灣内大方半ノツト位で最強一ノツト位。大島附近は時

### (五) 海況の時間的變化

水溫は表面八月上中旬に一番高く最低は二月中である。そして水溫の最高起時は下層程漸次に遅れて五十米では十月頃二百米では普通十一月、遅い時(昭和五年)一月過ぎになる。最低起時も二百米ではいくらかおくれ普通三月頃になる。透明度は一、二月一番清澄であつて四、五月頃一番低濁になつてをります。之は春さきの硅藻等の急激な繁殖の爲でせう。同化作用の爲にアルカリニチー従つてPHも著く増してゐる事でせう。鹽分は二月頃の盛冬に一番高くて夏が一番低くなつてゐます。これは降水量の多いといふ事と暖い爲、成層が發達していて淡水が表面に薄く擴り沈降する事の少いが爲でせう。

(六) 以上を要するに最も漁に關係のある、渦流は年々月々の消長激しく之に伴つてプランクトンや營養源の濃厚な區域の變動も甚だ激しいから進んでこれから大いに調べて行かねばなりません。更に海底の調査も今後特に緊切でありまして漁場附近の測深の完全、底質の分布及その變化と沿岸に近い底層水の流動狀態こそ水理的に最も大切なものでせう「メタ」の一年間の消長は水層の安定度の一年間の變化即ち亂

渦流の冬盛んで夏少い事と一致して冬湧き夏締る事は既に三浦さんのお説の通りで、均一な底質が流速に依つて如何に攪亂されるかは全く亂渦流の働きの爲で、これの調べは本大會の問題の一になつてゐますが、どうしても室内の實驗的研究と潜水調査や潮流計調査と相俟つて完成されねばならないと愚考致します。以上の如き年々撓ゆまず調べて行けば年々の海況及流動の變化が如何に生物の上に反映するかと明かになるでせう。

### 六、若狹灣の水理

次に御參考迄に富山灣と共に日本海方面で鰯漁業の盛んな大灣である若狹灣の流動狀態を一言申し上げます。昨年七月京都水産講習所、福井水産試験場、兵庫水産試験場及本場蒼鷹丸と四隻の船で一週間此の灣の聯合調査を致しました。何分夏の調査の事ですから余り冬鰯の魚道推察等の研究には役に立たぬかも知れぬが別の調べから夏も冬も大きな流動の形式では差異もないやうですから申し上げます。今後の冬の調査及深層の調査の完成されるのを希望してをります。

(一) 垂直的に觀察すると對馬海流系起源の海水の上に表層

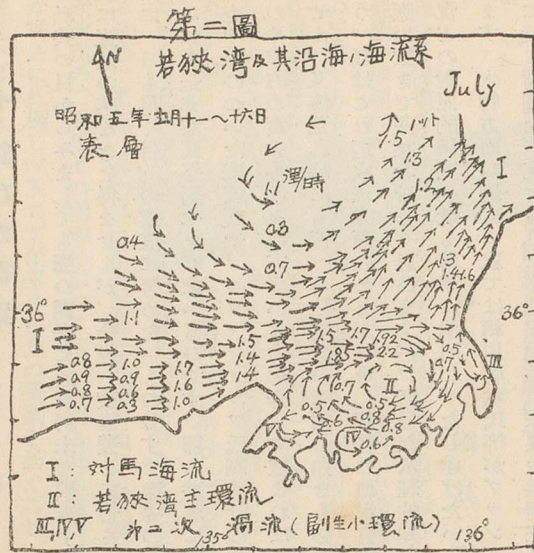
比較的淡水(20.0%)が20米位の厚みを蔽つて居ます。其

の下が對馬暖流系高鹹水團で主に50~100米を占め19.3, 34.6

(二) 水平的に觀察すると、第二圖の様で鹽分其他から判然と時計と同じ廻り方の若狹灣の大渦流をみる事が出来ます。

に近い底層水の流動状態こそ水理的に最も大切なものでせう  
 「メタ」の一年間の消長は水層の安定度の一年間の變化即ち亂

比較的淡水(26°, 32.4°)が50米位の厚みを蔽つて居ます。其  
 の下が對馬暖流系高鹹水團で主に50~100米を占め(19°, 34.6  
 °)(冬は表層比較的淡水が消えて無くなり表面に頭を出しま



す。( )で其の下が日本海下層大冷水帯で 200米以深( )33°  
 34.05%と云ふ恒鹹な固有水團で流動は極めて緩慢でありま  
 す。

査及深層の調査の完成されるのを希望してをります。  
 (一) 垂直的に觀察すると對馬海流系起源の海水の上に表層

(二) 水平的に觀察すると、第二圖の様で鹽分其他から判然  
 と時計と同じ廻り方の若狭湾の大渦流をみる事が出来ます。  
 假にこの渦流に乗せられたとすると沖合( )ノットの流速  
 灣内0.5~0.8ノットの流速でぐるつと廻つて四日位かゝつて  
 元の所へ來ます。しかしこの大環流の他に鱒の網の並んでい  
 るやうな沿岸水域では可成複雑な地形に應じ大環流に伴生せ  
 しめられた數個小渦流を窺ふ事が出来ます。之は丹後灣内や  
 小濱灣沖やの西部淡水系内及敦賀灣を含む東部淡水系内に特  
 に大きく現はれ第二次環流をなしてをりますが風などで随分  
 變るものと思はれます。次に當時投入された七百卅本の瓶流  
 しの結果は三割一分迄回收せられ、對馬海流の枝葉が夏季ど  
 んなに盛んに延びて太平洋三陸から北海道北見樺太真岡附近  
 に迄延びてをるかとはつきり分りました。此の若狭湾調査に  
 依つて海洋調査に聯合の力が如何に成績を擧ぐる上に於て有  
 力且重要であるかど御解りの事と思ひます。海洋學自體が協  
 同科學(Cooperative Science)でなければなりません。來年頃  
 の春から夏の間日本海の一齊調査を二、三十隻の船の同時  
 出動聯合に依つて行はんとの決議が本春の水産連絡試驗協議  
 會にてなされました。各漁場の御研究も是非此の調子で日本

定置漁業研究會の旗幟の下に連絡統一を望みます。漁獲高の場所的年々の變動の綜合にも是非必要であります。

## 七、結びの言葉

私共の目からみましても鰯の調査には資料未だ備らず前途誠に遠慮の感なきを得ませんが、今後一段奮發して皆さんと共に一日も早く目的の達成に努めたいものです。漁場の海潮流の如き是非海底迄調べ上げたいものです。即ち潜水に依る調査や紐のついた底流瓶や、エクマンメルツ氏潮流計の如きものや室内の實驗等色々の方面から力を合して進まねばなりません。又海荒れ時にも使へる狂潮計の考案の如きも必要でせう。私はこれ迄水理方面のことだけ申し肝腎の漁況自身への應用抜きで甚だお耻しく思ひますが、斯様な水理的知識と漁況との對照的研究を最も眞率に協同してなし遂げたいと存じます。生物方面の研究に就ては相川廣秋氏等がプランクトンに就て精細な研究をされてをり、稚魚の採集生態調査等に力をつくされています。又水産講習所の田内博士は錨、土俵、網、綱等の漁具の研究から、魚群の運動が網に如何に影響されるか、光の影響は如何等根本的問題について絶えず實地

に即して研究實驗を續けてをられ、木村喜之助氏は音響による魚群探知器を正に完成實地應用の域に運ばんとしつつあります。三浦氏、山下氏等の潜水による實際研究、其他多くの當業者諸彦の經驗深き御研究は云はずもがなであります。之等が一丸となれば鰯の豊凶の豫報、鰯漁場の基本的方式の解決は頗る困難とはいへ必らずや成功する可能性ありと云ひたいのであります。鰯の減少については科學的に上記の如き基本を得て稚魚濫獲を防ぐと共に眞の鹹水養殖の海洋の擴充化を計らねばならないと存じます。

妄言のみ連ねて長々お耳を汚しました事をお詫び致します

追記——相模灣に於ける鰯の海洋調査の成績に就ては未だ研究の

途上で具體的に申し上げられない事柄が多いので記述の

意に満たぬ點も多いが今後の發表に期したいと思ふ。

小生等研究の足跡につき更に詳細を知らんと欲せらるゝ

方は、水産物理談話會々報（事務室は水産講習所物理教

室）を御参照願いたい。