

碧 水

第182号

令和5年(2023年)4月

静岡県水産・海洋技術研究所
〒425-0032 焼津市鯛ヶ島 136-24
TEL (054) 627-1815
FAX (054) 627-3084
ホームページアドレス
<https://fish-exp.pref.shizuoka.jp/index.html>

研究レポート①

卵数法によるサクラエビ親資源尾数推定の検証

はじめに

サクラエビ水揚量は2009年以降低水準で推移し、特に2018年以降大きく落ち込んでいます。この回復や維持を図るための資源管理には、正確な資源量を迅速に推定する必要があります。サクラエビ資源量を推定する手法の一つとして、碧水163号(2018年7月)では秋漁前の親エビ資源尾数を推定する卵数法を紹介しました。今回は2019年から2022年の秋漁において、卵数法で推定した親エビ資源尾数と親エビ漁況との比較を行い、推定精度について検証を行いました。

方法

サクラエビ親エビの資源尾数推定に用いたのは、卵数法のうちDEPM法と呼ばれる方法です。これは「調査日の産卵数」から当日の「親資源尾数」を推定する方法で、式1のとおり計算します。これまでの研究から「1尾当たりの産卵数」は2,570粒、「雌の性比」は0.5であることが分かっています。「調査日の産卵数」と「調査日に産卵する雌の割合(以下、産卵雌割合)」を、毎年秋漁前の9~

10月に沿岸・沖合漁業指導調査船「駿河丸」で調査を行っています。調査は駿河湾を湾奥部、湾中部、湾南部の3海域に分けて実施し、夜間に産卵する生態を考慮して、夜半までに親エビを採集して産卵雌割合を推定し、産卵が終わった翌朝に調査海域で卵を採集し、調査日の産卵数を推定しました(図1)。

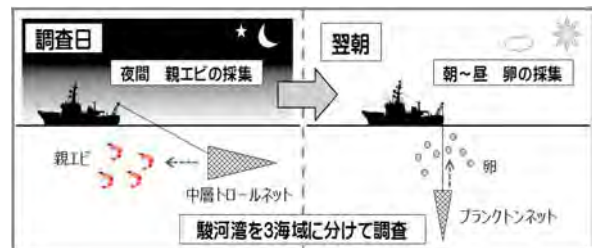


図1 卵数法調査の流れ

○「産卵雌割合」の推定

調査日の日没後から夜半にかけて、魚群探知機でサクラエビ群れを捕捉し、中層トロールネット(高さ1.8m×幅1.8m×長さ3.3m)で採集を行いました。雌は成熟すると卵巣が青く色付くため、外観から成熟個体を識別できます。また、これまで

式1

親エビの資源尾数 = 調査日の産卵数 / (1尾当たりの産卵数 × 調査日に産卵する雌の割合 × 雌の性比)

主な掲載内容

研究レポート② 静岡市駿河区沿岸に生育するアカモクの成熟に伴う粘質多糖含有量の変化……………	3
トピックス① 第71回水産加工技術セミナーを開催しました……………	5
普及のページ① 用宗漁業協同組合青壮年部が全国青年・女性漁業者交流大会において 農林水産大臣賞受賞!!……………	6
人事異動・駿河丸の動き・日誌……………	8

表1 卵巣色ごとの当日産卵割合

卵巣色	当日産卵割合(%)
淡青灰色	30
濃青灰色	75
緑青灰色	100

の研究で卵巣の色調により当日に産卵する割合が異なる(表1)ことが明らかになっていることから、採集したサクラエビ雌の各卵巣色の出現割合に、卵巣色ごとの当日産卵割合を乗じて合計することで、産卵雌割合を推定しました。なお、2019年の湾中部と2021年の湾奥部については成熟個体が十分に採集できなかったため、産卵雌割合は同年の他海域の平均を用いました。

○「調査日の産卵数」の推定

翌朝から昼にかけて、各海域の定点(図2)でプランクトンネット(目合:100 μ m)の50m鉛直曳



図2 海域区分と卵採集の定点

表2 卵数法による秋漁前の調査結果と親エビ資源尾数の推定結果

年	調査日の産卵数(億粒)				調査日に産卵する雌の割合			秋漁前親エビ資源尾数(億尾)			
	湾奥部	湾中部	湾南部	合計	湾奥部	湾中部	湾南部	湾奥部	湾中部	湾南部	合計
令和元年	1,405	6,892	8,195	16,492	27%	28%	29%	4.0	19.1	22.1	45.3
令和2年	1,757	9,301	11,230	22,288	12%	19%	17%	11.1	38.2	51.4	100.7
令和3年	111	1,324	38,006	39,441	14%	13%	15%	0.6	7.9	203.2	211.7
令和4年	2,469	843	1,658	4,970	15%	19%	34%	13.2	3.4	3.8	20.3

きを行い、サクラエビ卵を採集しました。水温条件によっては、当日卵(調査日夜に産卵された卵)に前日卵(調査日前夜に産卵された卵)が混入する可能性があるため、採集した卵の一部でふ化実験を行い、ふ化時刻の差から当日卵と前日卵を分離しました。卵の採集結果からその日の調査海域の卵密度を求め、海域の面積を乗じて調査日の産卵数を求めました。

○秋漁における親エビ漁況との比較

秋漁における親エビ漁況については、秋漁期中の漁獲物の体長組成から0歳エビと1歳エビ(=親エビ)を分離し、更に体長と体重の関係から水揚量を尾数に換算することで親エビの漁獲尾数を求めました。そこから、操業時の曳網時間当たりの親エビ漁獲尾数を求め、これを秋漁時の親エビ群れ密度の指標として、卵数法により推定した親エビ資源尾数と比較しました。

結果と考察

2019~2022年の調査結果と親エビ資源尾数の推定結果を表2にまとめました。年や海域別にみると、産卵雌割合は12~34%と比較的近い値でまとまっていますが、調査日の産卵数は111億~38,006億粒と大きくばらついていました。そのため、親エビ資源尾数の推定値も0.6億~203.2億尾と大きくばらつきました。

さらに秋漁前に推定した親エビ資源尾数と秋漁時における親エビ群れ密度の変化を比較してみました(図3)。群れ密度は14千~33千尾/分で推移しており、2020~2022年は卵数法で推定した親エビ資源尾数と同じような動向を示しました。しかしながら、統計的な検定では2者の間に有意な相関は認められなかった(無相関検定、 $p>0.05$)ことから、卵数法による親エビ資源尾数は、秋漁の親エビ漁況の判断材料になる可能性があります。現状ではその精度は高くないと考えられました。

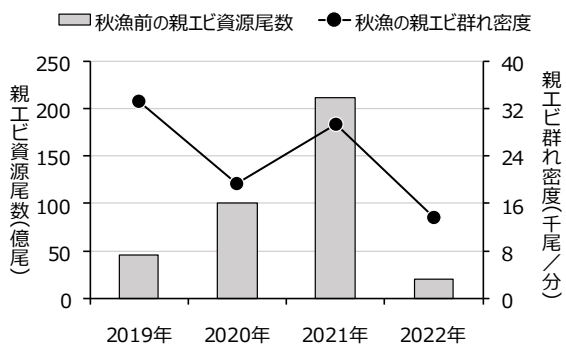


図3 秋漁前の親エビ資源尾数と秋漁における親エビ群れ密度 (2019~2022年)

この理由の一つとして、調査日の産卵数の推定方法に問題があると考えられます。例えば、2021年の卵採集調査においては、湾南部の1定点で27,422粒/m²と、湾南部の他の定点と比べ(平均750粒/m²)、極めて高い密度で卵が出現しました(図4)。さらに湾南部では定点数が少なく、定点数で割った海域面積が湾奥部の5.4倍、湾中部の2.8倍と広い影響もあり、2021年湾南部の調査日の産卵数は38,006億粒と非常に多い推定値になりました。このように、調査日の産卵数の推定においては、卵の分布の偏りや調査海域の設定(面積)による影響が大きいことが分かりました。

今後について

秋漁前の親エビ資源尾数を求めるためには、産卵雌割合と調査日の産卵数の推定が必要です。こ

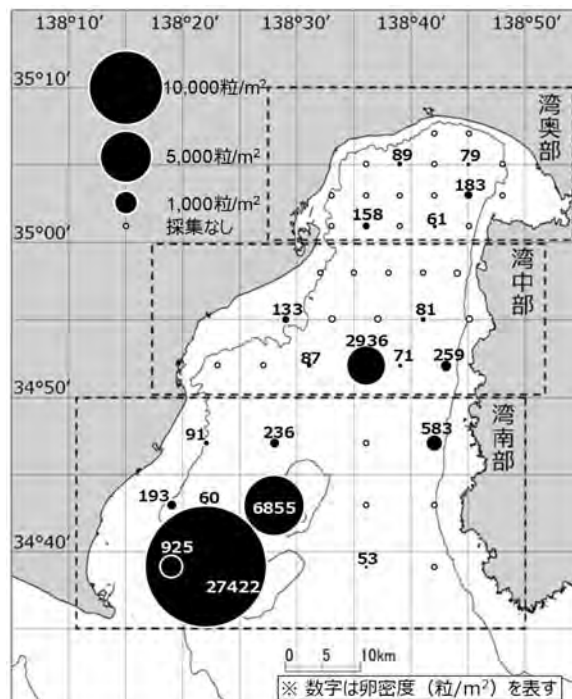


図4 2021年調査における定点ごとの卵密度

のうち、産卵雌割合については、卵巣が成熟した雌を採集できず、産卵雌割合が推定できなかった事例があったため、今後は採集数を増やす方法について検討します。また調査日の産卵数の推定については、卵分布の偏りや海域の設定による影響をどう評価するかが課題です。卵密度の評価方法や採集場所を検討し、精度向上を目指して研究を進めていきます。

(資源海洋科 鈴木朋和)

研究レポート②

静岡市駿河区沿岸に生育するアカモクの成熟に伴う粘質多糖含有量の変化

アカモクは褐藻綱ホンダワラ科ホンダワラ属に属する海藻であり、北海道から九州、および朝鮮半島、中国の沿岸に分布しています。特に日本海沿岸では“ぎばさ”や“ながも”などの名称で呼ばれ、藻体を湯通した後に包丁で細かく刻むことでシャキシャキした食感のほか、特有の粘りが生じたものを食用としてきました。アカモクはフコイダン、アルギン酸等の褐藻特有の粘質多糖を含み、特有の粘りがあります。このアカモクの群

落が静岡市駿河区沿岸にみられますが、食用となる成熟時期や粘質多糖の含有量等についての情報はありません。このため、本研究では、静岡市駿河区沿岸に産するアカモクについて成熟時期及び粘質多糖である粗フコイダン、アルギン酸含有量について調べました。

材料のアカモクは2019年2月から4月まで、静岡市駿河区石部地区地先の定点で採集しました(図1)。成熟の状態は黒田ら(2008)を参考に、



図1 採集地点

未成熟、成熟Ⅰ（生殖器官である生殖器床は確認できるが未発達）、成熟Ⅱ（雌雄の生殖器床が十分伸長し、雌個体から放卵可能）、衰退期（放卵後で流出直前）の4段階としました。採集したアカモクは 40°C で凍結し、凍結乾燥させた後、乾燥物を電動ミルにより粉末化し、各試験に供しました。粗フコイダンおよびアルギン酸含有量は、木村ら（2007）の方法に従い測定しました。

本研究により、当海域のアカモクは3月中旬に成熟し始め、4月上旬に成熟期を迎えることが明らかとなりました（表1）。食用の際に重要な粘りについては、未成熟藻体では粘りがなく、成熟後の藻体では目視で十分な粘りが確認できました。

粗フコイダン含有量は未成熟藻体では乾燥重量当たり $2.6 \pm 0.6\text{g}/100\text{g}$ でしたが、成熟Ⅰになると雄では $7.2 \pm 0.2\text{g}/100\text{g}$ 、雌では $11.7 \pm 1.8\text{g}/100\text{g}$ となり、雌では有意に増加しました（表2）。その後、成熟Ⅱでは雌雄共に未成熟期に比べて有意に増加し、雄では $10.7 \pm 1.3\text{g}/100\text{g}$ 、雌では $15.5 \pm 4.2\text{g}/100\text{g}$ を示し、成熟Ⅰ、Ⅱ共に雌に多く含まれていました。衰退期は

表2 成熟段階・雌雄毎の粗フコイダン含有量(g/100g)

成熟段階	雄	雌
未成熟	2.6 ± 0.6	
成熟Ⅰ	7.2 ± 0.2	11.7 ± 1.8
成熟Ⅱ	10.7 ± 1.3	15.5 ± 4.2
衰退期	12.6 ± 0.8	12.9 ± 1.0

(n=3; 平均±標準偏差)

雌雄共に $12.6 \sim 12.9\text{g}/100\text{g}$ と若干の減少がみられました。

アルギン酸含有量は、未成熟藻体で $31.4 \pm 3.4\text{g}/100\text{g}$ と含有量が最も高く、成熟した後には $17.0 \sim 26.1\text{g}/100\text{g}$ にまで減少し、特に成熟Ⅱの雌で低い値を示しました（表3）。

以上から、アカモクの成熟時期の推移が把握でき、また成熟時期の藻体は粗フコイダンを多く含んでい

表3 成熟段階・雌雄毎のアルギン酸含有量(g/100g)

成熟段階	雄	雌
未成熟	31.4 ± 3.4	
成熟Ⅰ	24.4 ± 1.6	24.8 ± 2.5
成熟Ⅱ	26.1 ± 0.8	17.0 ± 2.7
衰退期	23.5 ± 1.3	22.1 ± 1.1

(n=3; 平均±標準偏差)

表1 アカモクの成熟状況および採集状況

2019年	1月			2月			3月			4月			5月
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上
未成熟					○								
成熟Ⅰ								○					
成熟Ⅱ										○			
衰退期												○	

※ 表中の黒塗り部分は存在時期を、“○”は採集時期を表す

たこと、衰退期の藻体は固く、渋みがあることから、成熟時期（成熟Ⅰ、Ⅱ）のものが食用に適していることが明らかになりました。最後に成熟時期の藻体を食用利用することは、再生産に重要な親個体を収穫することになります。このことから当該地域での継続的な

アカモクの利用を考える際には、収穫が再生産に及ぼす影響を考慮しながら収穫を行う必要があると考えています。

（開発加工科 二村和視）

トピックス①

第71回水産加工技術セミナーを開催しました

当研究所では例年、水産加工技術セミナー（共催：静岡県水産加工業協同組合連合会、後援：静岡県漁業協同組合連合会・静岡県食品産業協議会）を年2回開催しています。今年度第1回目を7月上旬に開催予定でしたが、新型コロナウイルスの影響により中止し、去る2月22日に参加人数を制限して7月と同じプログラムで開催しました。また、WEB配信も同時に行いました。水産・海洋技術研究所職員による研究報告については2名の職員が、そして、ゴマサバおよびマサバ筋肉の品質の比較に関する研究について、および小規模水産加工場における衛生管理の現状と今後の課題については、2名の先生をお招きして御講演いただきました。以下に講演および報告の概要を掲載します。

1 水産・海洋技術研究所職員による研究報告

(1) 伊豆半島産ヒジキの鉄含有量について

上席研究員 二村和視

ヒジキは鉄分が豊富に含まれていることで知られていますが、近年、ステンレス釜で製造した場合、従来の鉄釜で製造したヒジキに比べて鉄分が少ないことがわかりました。本県のヒジキ主産地である伊豆半島では従来の鉄釜を用いた自家加工が行われており、これらの原料および製品の鉄分を調べました。

(2) 光センサー測定法による小型脂肪測定器の試作について

主任 山内 悟

市販されている分光器ユニットを用いて、小型で安価な魚の脂肪測定器を試作しました。この装置は近赤外分光法により、非破壊的かつ迅速に魚の脂肪含量を推定します。分光器ユニットは（株）松本ホトニクス製の製造販売であり、容易に入手可能

です。簡単な測定の実験と測定器内部の回路、およびマアジ干物の脂肪含量を測定した事例を紹介しました。

2 講演

(1) ゴマサバおよびマサバ筋肉の品質の比較に関する研究について

講師 水産研究・教育機構 水産技術研究所
橋本加奈子 先生

ゴマサバおよびマサバを刺身など生鮮利用するためには、寄生虫であるアニサキス食中毒対策のため-20℃で24時間の冷凍処理が必要です。しかし、冷凍原料を生鮮利用する際には冷凍処理による肉質の軟化が課題となっています。

凍結処理による肉質の軟化は、筋繊維間の結合組織の崩壊に伴う筋繊維間の氷結晶の形成が原因です。鮮度の劣化した原料は結合組織の崩壊が進行しており、凍結時に大きな氷結晶が形成されます。このことから、生鮮利用する場合、鮮度の良い状態で凍結された原料を用いることが重要です。また、ゴマサバとマサバでは結合組織を形成するコラーゲン量に差があることから、同様の凍結処理でも肉質に違いが生じます。氷結晶については、凍結中に氷結晶を形成する温度帯があることから、低温で急速凍結することで、氷結晶の形成を低減することも可能です。さらに、肉質の軟化については原料の漁獲時期も影響しています。産卵期に漁獲された原料は自己消化酵素の影響により肉質の軟化が確認されています。

これらのことから、サバにおいて冷凍原料を生鮮利用する場合、原料の鮮度、凍結温度、漁獲時期に注意することが重要です。

(2)小規模水産加工場における衛生管理の現状と今後の課題

講師 東海大学 海洋学部水産学科

教授 平塚聖一 先生

食品工場から危害要因を取り除くためには、危害要因の少ない原料を使用すること、HACCP に向けた衛生管理を理解し実施すること、さらに食品中に存在する可能性のある危害要因を確実に減少させることです。

小規模な水産加工場で抱える問題は、①HACCP 担当者となる人材がいない、②工場が狭いので汚染区域と清浄区域が分けられない、③衛生管理よりも品質管理を重要とする考え方などがあげられます。時には衛生管理のレベルの維持が困難な場合も見受けられます。

危害要因として、自社で製造している製品の何が問題になるのかを良く考えることが重要です。水産加工場では、例えばアニサキス、ヒスタミン、腸炎ビブリオ、自然毒などがあります。

代表的な HACCP プラン作成には 12 手順がありますが、小規模加工場ではすべてをこなすのは困難です。そのため、HACCP の考え方を取り入れた

衛生管理を理解することが重要であり、それを単純に示すと、危害分析→モニタリング→記録 となります。

小規模水産加工場向けの HACCP は、グループ分けして考えると分かりやすくなります。例えば、製品になるまでの加熱工程の有無、調味・乾燥工程の有無、最終製品が冷蔵・冷凍または常温か、などで危害要因が絞られてきます。

釜揚げしらす工場の事例をあげると、原料に雑菌が存在していても、煮熟工程で十分に殺菌されるので、それ以後の冷却工程での交差汚染などが危害要因となります。また、冷却時間の短縮も細菌の増殖を抑えるために重要です。素干しサクラエビ加工場の場合では、乾燥不足による病原性細菌の増殖が問題になります。したがって、危害要因は水分または水分活性となり、乾燥後の取込時の重量をモニタリングすることが考えられます。また、素干しサクラエビの場合は常温流通が一般的ですが、細菌の増殖と色の保持のためにも冷蔵保存が望ましいと考えられます。

(開発加工科 山内 悟、大島伊織)

普及のページ①

用宗漁業協同組合青壮年部が

全国青年・女性漁業者交流大会において農林水産大臣賞受賞！！

3月1～2日にホテルグランドアーク半蔵門(東京都)において第28回全国青年・女性漁業者交流大会が開催されました。本大会には清水漁業協同組合用宗支所青壮年部が静岡県代表として消費・流通拡大部門(第3分科会)に参加し、最高賞である農林水産大臣賞を受賞しました。本県代表による農林水産大臣賞の受賞は、15年ぶり3度目の快挙です。

発表タイトルは「用宗はシラスだけじゃない！ー「ワカメ」と「アカモク」の二刀流で地域活性化ー」です。用宗支所青壮年部がシラス不漁による漁業収入の減少を補うために取り組んだ、用宗沖に自生しているワカメから種を取っての養殖生産や、天然アカモクの商品開発・販路開拓への挑戦について発表しました。

今回の受賞に当たって、審査委員から、以下の

点において用宗支所青壮年部の発表が優れていると講評をいただきました。

- ・地域の基幹漁業であるシラス漁の禁漁期における収入を増加できた点
- ・地元企業や水産高校との共同による新たな商品開発によって流通消費拡大を推進した点
- ・地元のワカメやアカモクの魅力、栄養特性、健康面での効用などを積極的に伝えて魚食普及に寄与した点。

農林水産大臣賞受賞という快挙に、用宗支所青壮年部の方々の発表に至るまでの労力やたくさんの人の前で発表するという緊張も十分に報われ、今後の取組に大きな励みになったものと思われま

す。さらに、3月30日には川勝知事を表敬訪問して、15年ぶりの快挙を報告しました。知事と直接話を

する機会などめったにあるものではないので、訪問した斉藤さんを始めとした3人の漁業者にとっては、こちらも大変な出来事だったのではないのでしょうか。

約30分の訪問時間でしたが、大臣賞受賞の喜びだけでなく、日常の漁業における苦労や、収穫したワカメやアカモクが消費者の方々の手に届いているという手応えを知事に直接伝えることができました。

知事からは「斉藤さんと青木さんは、親から受け継いだ漁業において、ワカメの養殖方法を改良することで収穫量を大幅に増やし、さらには未利用資源であったアカモクの活用にも力を注いでい

るとお伺いしました。このような取組は、私たちの食を支える上で、本当に素晴らしい。近年、再開発が進み、盛り上がりを見せている用宗地区のさらなる発展に向けて、これからも頑張っていたきたい。」とお言葉がありました。

昨年6月に用宗支所青壮年部から発表を出すことになってから、10月の県大会、さらに3月の全国大会、知事表敬訪問と慌ただしく10か月が過ぎていきました。この10か月は、私たち普及指導員にとっても、発表に関わった用宗支所の方々にとっても濃密で貴重な10か月だったと思います。この体験をこれからの活動にぜひ活かして頂ければと思います。



1日目の分科会での発表の様子



各部門で農林水産大臣賞を受賞した方々
(中央が清水漁協用宗支所の斉藤貴浩さん)



知事と並んでの記念撮影

(右から原田光浩さん(清水漁協用宗支所)、青木拓磨さん(同)、川勝知事、斉藤貴浩さん(清水漁協用宗支所)、北川主任(水技研))

(普及総括班 青島秀治)

人事異動

【転入】

小泉康二（浜名湖分場長→研究統括官兼開発加工科長）
 高橋周平（出納局会計総務課中部出納室長→総務課主任）
 平井慎太郎（水産資源課資源管理班主査→船舶管理課主査）
 増田傑（マーケティング課主査→資源海洋科長）
 望月万美子（水産振興課流通加工班主査→開発加工科上席研究員）
 鈴木進二（水産資源課資源増殖班長→深層水科長）
 今井基文（浜名湖分場普及班主査→深層水科上席研究員）
 中村健太郎（水産振興課水産振興班主任→普及総括班主任）
 竹本紘基（水産資源課資源増殖班技師→普及総括班主任）

【新規採用】

市川喬雅（資源海洋科研究員）

【転出】

塩澤富代（総務課班長→工業技術研究所総務課総務班長）
 小林憲一（資源海洋科長→浜名湖分場長）
 富山皓介（資源海洋科研究員→富士養鱒場普及班主任）
 吉川康夫（深層水科長→伊豆分場長）
 水越麻仁（普及総括班主査→水産振興課主査）
 北川裕一（普及総括班主任→マーケティング課主任）

【退職】

川合範明（研究統括官）
 小泉鏡子（開発加工科長）
 後藤裕康（深層水科主任）
 千葉直人（船舶管理課主任）

調査船 駿河丸の動き

（令和5年1月～3月）

月 日	事 柄
1. 5-6	いわし類卵稚仔分布調査
1. 10-12	地先定線観測調査
1. 16	安倍川沖海底調査
1. 17-18	いわし類卵稚仔分布調査
1. 19	深海採水試験
1. 23	MaOI マイクロプラスチック調査
2. 2-3	地先定線観測調査
2. 6-7	さば類音響調査及び標識放流調査
2. 10	ドックへ回航
3. 10	ドックから回航
3. 14	地先定線観測調査
3. 15-16	地先定線観測調査
3. 16-17	いわし類卵稚仔分布調査
3. 22	さば類音響調査及び標識放流調査
3. 30	主機関燃料供給管修理に伴う海上試運転

日 誌

（令和5年1月～3月）

月 日	事 柄
1. 6	業務連絡会議・分場長会（所内）
1. 26	普及月例会（所内）
2. 7	業務連絡会議・分場長会（所内）
2. 14	水産関係試験研究機関長会議（Web） 技術連絡協議会（Web）
2. 21	普及月例会・普及成果報告会（所内）
2. 22	水産加工技術セミナー（所内）
2. 27	新成長戦略研究中間評価会（Web）
3. 1-2	全国青年・女性漁業者交流大会（東京）
3. 6	業務連絡会議・分場長会（所内）
3. 14	加工連役員会（静岡市）
3. 15	試験研究調整会議（静岡市）
3. 20	温水利用研究センター運営協議会（静岡市）